

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

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E ESTRESSE OXIDATIVO DE
EQÜINOS DURANTE CAMPEONATO DE ENDURO**

**Antônio Raphael Teixeira Neto
Médico Veterinário**

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Dezembro de 2006**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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

**VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E ESTRESSE OXIDATIVO DE
EQÜINOS DURANTE CAMPEONATO DE ENDURO**

Antônio Raphael Teixeira Neto

Orientador: Antonio de Queiroz Neto

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Medicina Veterinária (Clínica Médica)

**JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Dezembro de 2006**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ANTÔNIO RAPHAEL TEIXEIRA NETO – Nascido na cidade de Belo Horizonte - MG, em 7 de agosto de 1971, portador do RG nº 1 1 75 676 SSP/DF. Médico Veterinário graduado pela Universidade Federal de Viçosa, com início em 1989 e colação de grau em fevereiro de 1995, CRMV-DF 0734. Atuou como Médico Veterinário Autônomo na região de Brasília - DF desde 1995 até 2000, quando ingressou no curso de Pós-graduação em Medicina Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias FCAV - UNESP, Campus de Jaboticabal, área de concentração em Clínica Médica Veterinária. Em 17 de junho de 2002 obteve título de mestre sob a orientação do Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto com a dissertação intitulada “Efeitos da reposição eletrolítica sobre variáveis fisiológicas de cavalos em provas de enduro de 30 e 60 km de distância”. Foi contratado, temporariamente, como professor substituto da disciplina Saúde e Clínica de Eqüinos, na Universidade de Brasília - UnB, de 2002 até 2004. Em março de 2003 ingressou no programa de Pós-graduação FCAV/UNESP, nível doutorado, em Medicina Veterinária, área de concentração em Clínica Médica Veterinária, sob a mesma orientação.

Ao Prof. Dr. Antônio Raphael Teixeira Filho e Profa. Maria Amélia Torres Simonini
Teixeira, meus pais e mais amados mestres de vida e amor.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por permitir que eu superasse mais essa barreira para o meu aprimoramento profissional e pessoal.

A meus queridos irmãos, Ramona, Daniela, Marla, Breno e Danilo pela constante torcida, respeito, amor e certeza de que sempre vale a pena a dedicação e os estudos. Amo vocês! Muito obrigado Marcelo Cunha!

Ao meu orientador, Prof. Dr. Antonio de Queiroz Neto, pela determinação, amizade, boa vontade e por sempre apostar no sucesso de nossos trabalhos.

Ao mestre e amigo Dr. Thiago Luiz de Salles Gomes, pela confiança e apoio constantes. Registra-se aqui a colheita de mais um fruto de uma conversa há 6 anos! E à Cristina Massoco, sempre o meu carinho.

A todos os professores desta instituição responsáveis pelo meu aprimoramento e formação profissional, em especial ao Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto.

A Profa. Dra. Denise Vaz de Macedo, Prof. Dr. Armindo Antonio e toda a equipe do Labex, pela orientação, paciência e boa vontade demonstradas durante todo o período de análises na Unicamp.

Aos colegas de departamento e de pesquisas, Adriano Carregaro, Fabiana Christovão, Flora D`Angelis, Gustavo Milhomens, Andrey Galindo, pelos bons momentos de pesquisas, discussões e descontrações por quais passamos juntos.

Ao colega Guilherme Ferraz pela amizade, viagens, estudos e intercorrências que enfrentamos durante esses seis anos. E que perdurem por décadas!

Aos amigos de departamento Maria Isabel (Bel), Damares, Shirley, Euclides e Vando, pelo apoio e amizade que desenvolvemos nesses anos.

Aos amigos, Rodrigo (Stanley) Bazolli e Ricardo Sca tollini pela amizade, companhia e pelas mais aconchegantes moradas de Jaboticabal.

Aos amigos “primos” de pós-graduação A drica ana, Rê nata, Isa Bel, Carla, Narita, entre outros pela força e amizade nesse período inesquecível.

À Julia Meirelles e família, pelo carinho, apoio, companhia e torcida durante esse período. Obrigado Sua Linda!

Ao amigo Augusto Moscardini pela disposição, presteza e por conduzir toda a parte laboratorial desta pesquisa de forma precisa e infalível.

Ao amigo endurista Prof. Dr. João Carlos Félix Silva, responsável pela tão bem elaborada análise estatística deste trabalho.

Ao amigo e companheiro de luta Renato Ferreira II, sempre presente e competente para com nossos cavalos.

Aos amigos, Cyro Rivaldo e Rodrigo Sarkis pelo incentivo e reuniões de vital importância para meu aprimoramento como cavaleiro do chão.

A Guilherme Távora e família pela confiança, respeito e amizade sempre constantes. Salve Pepeu!

À família Novo Prado, pelas conquistas que juntos obtivemos e por outras que ainda estão por vir.

Ao amigo Prof. Dr. José Renato Junqueira Borges (Lígia e Laurinha), pelo incentivo e torcida constante durante todo esse projeto, bem como durante a minha vida profissional.

Ao endurista e organizador Fernando Gonçalves Costa, pelo respeito, apoio e confiança e por permitir a realização deste e de outros trabalhos durante os campeonatos.

A grande “Equipe Vampiro”, composta pelos amigos: Augusto, Pedrão, Bruno, Raquel, Érica, Emily, Nara, Ricardo, Guilherme, Maurício, Rômulo, Grazielli. Sem a garra e a determinação dos quais, nada disso teria sido realizado. Valeu Guerreiros!

A Tininha Coelho, pelas sempre belas fotos que também registraram esse trabalho! Viva!

À equipe do Santé Laboratório, na pessoa de Gláucia Balsamão, que não só acreditou desde o primeiro momento no sucesso deste trabalho, como colocou o seu pessoal a inteira disposição para realização das análises. Obrigado pela confiança e respeito depositados.

Ao diretor Paulo Cabral e juízas Cida Gazola e Paula Abreu, pela credibilidade e pela certeza de que este projeto se transformaria em benefícios para o enduro eqüestre brasileiro. Sem deixar de mencionar a companhia e lições com essas duas amantes do esporte. Muito Obrigado!

Ao amigo e chefe da equipe veterinária Meryonne Moreira, pelo profissionalismo, competência e por nos permitir atuar durante a realização das provas.

Aos colegas veterinários Rodrigo França, Cláudio Rizatti, Gustavo Fiorelini, Danilo Minchilo, Eduardo Fonseca, Gerson Acedo, Henrique Garcia, Marta Gruber, entre outros pelo apoio e respeito durante a realização deste projeto e pelas inúmeras observações e discussões que tivemos em prol deste esporte.

Às equipes Rancho da Capital, Mirador, Rancho Barreto / Trilha Brasília, Rancho Tree, Nona Lívia, Nutrina, Califórnia, Country Club e a todos os enduristas que participaram deste trabalho, pela paciência, apoio, amizade e boa vontade demonstrada em todos os momentos de colheitas e provas.

Aos tratadores e responsáveis pelos animais Ailton, Wilson, Solon, Coelho, Pinduca, Paulo Eustáquio entre outros aqui não mencionados, pelo respeito, amizade e boa vontade demonstrada sempre com a nossa equipe e principalmente com os cavalos. Estes, talvez, os maiores responsáveis pelo sucesso do enduro brasileiro.

Aos afilhados Paulo Roberto e Eliana Lopes pela confiança e torcida sempre presentes. Aos amigos Paulo Pita, Rodrigo, Carlão, Keka, Walmer, Fred, Moraes, Paulo Sérgio, Ricardo, Cláudio que, de uma maneira ou de outra, contribuíram para a realização de mais esse sonho. Salve Vavatú e banda!

A Gíssia Botelho e família pelo respeito e carinho na primeira fase desse trabalho.

Ao grande amigo Aldo Macellaro Jr. e a toda a sua família pela companhia e ótimos pousos em Itu. Salve!

A Sandro Cardoso, Bernardo Mattos, Leonardo Lima, Amélia Cristina, Marco Aurélio Lopes, Marcelo Cardoso pela amizade e torcida durante todos esses anos.

Às minhas tias Simonini, pela torcida, carinho e exemplo durante toda a minha vida.

Aos meus padrinhos Antônio Jorge Torres e Maria das Mercês Simonini pelas orações e lições de amor durante a minha vida.

À minha família Milagres Teixeira pelo carinho de sempre e pela minha eterna ligação com o campo.

A todos os primos e primas as minhas desculpas por não comparecer em casamentos, batizados, formaturas e festas durante esses anos. Outras festas virão para comemorarmos juntos.

À equipe do Hospital Escola de Grandes Animais da UnB (Hvetão) pela amizade, respeito e confiança nos meus trabalhos e orientações.

Aos irmãos da Gamboa Vina Brei, Cesinha Danna e Gustavo Fish pela amizade, respeito e chance de compartilharmos mais esse sonho juntos.

A todas as pessoas não citadas aqui, mas que deixaram bons fluidos para que este projeto fosse concluído com sucesso.

A outras que, por infelicidade do destino, não estão presentes conosco, mas que, com certeza, nos abençoaram durante essa caminhada.

Aos cavalos, eternos companheiros de desafios, que de forma cativante, me guiaram em busca de novos conhecimentos para que pudesse retribuir essa dádiva que Deus me proporcionou.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE TABELAS.....	xiv
RESUMO.....	xv
I. INTRODUÇÃO.....	1
II. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
III. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
Provas de enduro e animais.....	9
Avaliação Veterinária.....	10
Colheitas de sangue e análises laboratoriais.....	10
Análise Estatística.....	12
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSSÃO.....	42
VI. CONCLUSÕES.....	54
VII. REFERÊNCIAS.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS

AST enzima aspartato aminotransferase
CAT enzima intraeritrocitária catalase
CK enzima creatino quinase
Crê creatinina
DNA ácido desoxi ribonucleico
EDTA ácido etilenodiaminotetracético
EROs espécies reativas de oxigênio
GPx enzima glutaciona peroxidase
GSHPx enzima glutaciona peroxidase contendo selênio
Hb hemoglobina
He hemácias
Ht hematócrito
Le leucócitos
LDH enzima lactato desidrogenase
O₂ oxigênio
PT proteínas plasmáticas totais
SOD enzima superóxido desmutase
Ur uréia
VO_{2máx} volume máximo de oxigênio consumido
XO enzima xantina oxidase

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1. (A) Representação gráfica da contagem eritrocitária ($\times 10^6/\mu\text{L}$) antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....23
- Figura 2. (A) Representação gráfica da concentração de hemoglobina (g/dL) antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....23
- Figura 3. Representação gráfica do hematócrito (%) antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento ($P < 0,05$).....24
- Figura 4. (A) Representação gráfica da concentração de proteínas plasmáticas totais (g/dL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....25

- Figura 8. (A) Representação gráfica da concentração de creatinina (mg/dL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....27
- Figura 9. (A) Representação gráfica das concentrações plasmáticas de cortisol (mg/dL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....31
- Figura 10. (A) Representação gráfica das concentrações plasmáticas de insulina (μ UI/mL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....31
- Figura 11. (A) Representação gráfica das concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....32
- Figura 12. (A) Representação gráfica da atividade sérica da enzima CK (U/L), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....35
- Figura 13. (A) Representação gráfica da atividade sérica da enzima LDH (U/L), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....35
- Figura 14. (A) Representação gráfica da atividade sérica da enzima AST (U/L), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), ($P < 0,05$).....36
- Figura 15. Representação gráfica da concentração plasmática de ácido úrico (mg/dL), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença

significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento ($P < 0,05$).....39

Figura 16. Representação gráfica da atividade intraeritrocitária da enzima catalase (k/ghb/seg), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). # refere-se diferença significativa entre os cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento ($P < 0,05$).....40

Figura 17. Representação gráfica da capacidade antioxidante do plasma, potencial redox (mV), antes (M_0), durante (M_1 a M_4) e após (período de recuperação, M_5 a M_7) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M_0). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento ($P < 0,05$).....41

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Variação climática durante o dia de cada etapa do campeonato brasileiro de enduro - 2004. T=temperatura ambiente (°C); UR= umidade relativa do ar (%).17
- Tabela 2. Variáveis hematológicas e bioquímicas (média ± erro padrão) determinadas durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004)21
- Tabela 3. Variáveis bioquímicas e de perdas de peso (média ± erro padrão) determinadas durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004)22
- Tabela 4. Concentrações plasmáticas de cortisol, insulina e glicose (média ± erro padrão) determinadas durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004)30
- Tabela 5. Atividade enzimáticas de CK, LDH, AST, expressa em U/L (média ± erro padrão), determinadas antes e durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004)34
- Tabela 6. Biomarcadores do estresse oxidativo, ácido úrico (mg/dL), catalase (k/ghb/seg) e potencial redox (mV) (média ± erro padrão) determinados antes e durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente (Brasília, 2004)38

VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E ESTRESSE OXIDATIVO DE EQÜINOS DURANTE CAMPEONATO DE ENDURO

RESUMO – O presente estudo teve como objetivo o monitoramento de alterações metabólicas e fisiológicas e de investigar o estresse oxidativo induzido pelo exercício em cavalos árabes submetidos a provas de enduro de longa distância em clima tropical. Acompanhou-se cinco provas de enduro durante o ano de 2004 em um campeonato regional. Amostras de sangue venoso da jugular foram coletadas 2 a 5 horas antes da largada e durante as provas (após o exame veterinário, “vet-check”). Durante o período de recuperação, as amostras foram colhidas 24, 48 e 72 horas após as provas, no local (haras) de origem dos animais. Hemoconcentração (elevada contagem de eritrócitos,

PHYSIOLOGIC PARAMETERS AND EXERCISE INDUCED OXIDATIVE STRESS OF HORSES IN ENDURANCE CHAMPIONSHIP UNDER TROPICAL CLIMATE

ABSTRACT - The aim of this study was to register the physiologic and metabolic alterations and investigate the exercise induced oxidative stress that Arabians horses undergo during long distance endurance exercises, under tropical climate. Five endurance rides were followed through 2004 state championship. Blood samples were collected from jugular vein 2 to 5 hours before the beginning of each ride and during rides, after the veterinary check-point. During the recovery period, venous samples were collected 24, 48 and 72 hours after the rides, at each horses' stables. Hemoconcentration (elevated erythrocytes count, hemoglobin concentration and hematocrit), dehydration (elevated total plasmatic proteins concentration and weight losses) and, possibly, decreased renal perfusion (elevated seric urea and creatinin concentration) were revealed by horses in this study. All data returned to basal values during the recovery period except serum urea concentration. Hormonal changes were also monitored and data revealed an important elevation in plasma cortisol concentration during the ride, directly related to the duration of it. Insulin response was decreased by catecholamines suppressing action during exercise. The e52.983 0 Td 03.7 po8 0 Td

I. INTRODUÇÃO

As atividades envolvendo a disponibilização de produtos e serviços relacionados com o cavalo no Brasil configuram um verdadeiro Complexo do Agronegócio com dimensão social e econômica das mais expressivas. As estimativas apontam para um valor de movimentação econômica no complexo superior a R\$ 7,3 bilhões anuais. Somente nas atividades analisadas foram estimadas cerca de 640.000 as pessoas ocupadas, número que poderia atingir a casa dos 3,2 milhões se forem incluídos aqueles empregos considerados indiretos (CNA, 2004).

Aliado ao crescimento da indústria eqüestre brasileira e ao interesse do melhor acompanhamento do cavalo submetido à competição eqüestre, o estudo da medicina esportiva eqüina se torna fundamental na criação do cavalo atleta no Brasil. Estudos mais detalhados a respeito da fisiologia do exercício, bem como o maior conhecimento dos processos metabólicos que ocorrem no cavalo atleta durante e após a competição ainda se fazem necessários.

A maioria dos relatos existentes traz como fonte de referência a literatura estrangeira (Estados Unidos, principalmente), onde se verificam condições climáticas de regiões temperadas, bastante diferentes das condições encontradas no Brasil, um país tropical. Nesse mesmo sentido, acredita-se que cavalos criados e treinados no Brasil possam apresentar diferentes padrões fisiológicos durante o esforço de enduro.

Adicionalmente, cabe salientar a experiência que a equipe do laboratório especializado no estudo da Fisiologia do Esforço Eqüino, localizado no Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, UNESP/Jaboticabal, vem adquirindo desde o ano de 2000, realizando experimentos a campo e em esteira rolante, relacionados à avaliação do desempenho atlético de indivíduos da espécie eqüina.

O presente trabalho descreve o estudo realizado no Distrito Federal no ano de 2004 quando acompanhou-se provas de 70 e 100 km de distância no decorrer de 5 etapas do Campeonato Brasiliense de Enduro Eqüestre e teve como objetivo monitorar o comportamento de variáveis fisiológicas de eqüinos aptos a completarem tais

esforços, monitorar ou detectar a ocorrência do estresse oxidativo induzido pelo esforço de enduro e acompanhar tais determinações antes, durante e até 72 horas após as referidas provas, em clima tropical, para posterior análise e fornecimento de dados condizentes com a fisiologia do esforço prolongado de eqüinos no Brasil. Neste estudo determinou-se também os valores referentes aos animais que não obtiveram êxito nas referidas provas, nos momentos de desclassificação, devido a distúrbios metabólicos.

II. REVISÃO DE LITERATURA

O enduro é um dos esportes eqüestres que mais cresce no mundo (SCHOTT et al., 1997). Os cavalos são submetidos a esforço prolongado e o bom preparo físico se torna indispensável na prática desse tipo de exercício. Um dos sistemas que sofrem diretamente com esse esforço é o tecido muscular. A carga de trabalho permanente leva esse sistema a danos constantes que podem ser avaliados por meio de determinações laboratoriais de alguns constituintes plasmáticos (OVERGAARD et al., 2004).

O esforço de enduro se caracteriza por levar o animal a considerável desidratação devido à prolongada duração do exercício. Essa desidratação é causada pela necessidade de dissipar o calor, que é feita através do suor, no processo evaporativo de resfriamento, levando a concomitante perda de volume plasmático e hemoconcentração. Muitos parâmetros hematológicos e metabólicos variam durante o esforço prolongado, e algumas destas variações podem alterar o desempenho atlético (HOFFMAN et al., 2002). O exercício apresenta diversos efeitos sobre o hemograma na dependência da intensidade do esforço (SNOW et al., 1983; RUBIO et al., 1994), resultando geralmente na mobilização esplênica de eritrócitos e aumentando a capacidade de transporte de oxigênio. Esta mobilização esplênica ocorre sob influência de catecolaminas e, tanto a intensidade quanto a duração do esforço, são importantes na determinação da magnitude desta resposta (PERSSON & BERGSTEN, 1973).

Existe um debate na literatura sobre qual componente do sangue esplênico é mais importante para o desenvolvimento de volume máximo de oxigênio consumido ($VO_{2máx}$) mais elevado no cavalo. Algumas evidências sugerem que o aumento no volume sanguíneo circulante é importante na determinação do retorno venoso, havendo com isso, elevação no desempenho aeróbico dos eqüinos (PERSSON, 1967; HOPPER et al., 1991; WAGNER et al., 1995; HINCHCLIFF et al., 1996; KNIGHT et al., 1999). Também existem evidências sugerindo que um aumento nos eritrócitos circulantes e no hematócrito, independente do volume, são mais importantes para o $VO_{2máx}$ (PERSSON,

1967; WAGNER et al., 1995; McKEEVER et al., 1999). O hematócrito, ou mais precisamente as moléculas de hemoglobina das hemácias são determinantes primários da capacidade de transporte e difusão de oxigênio (STEVENSON et al., 1994). Uma difusão máxima de O₂ está intimamente relacionada com altos valores de VO_{2máx}. (SALTIN & STRANGE, 1992). É o caso de enduristas treinados da espécie humana, em que capacidades aeróbicas superiores têm sido associadas a maior concentração de hemoglobina quando comparados a indivíduos não treinados, como grupo controle (STEVENSON et al., 1994).

Enquanto a maior parte do aumento no hematócrito durante esforço de alta intensidade ocorre devido a contração esplênica, as trocas de fluidos induzidas pelo exercício também desempenham importante papel. A extensão dessas trocas está aparentemente relacionada à duração e intensidade do esforço. Dadas as substanciais perdas de fluidos ocorridas durante o esforço prolongado de enduro, é comum que reduções no volume plasmático tenham participação nas alterações do hematócrito neste exercício (KINGSTON, 2004). Associados a elevação no hematócrito notam-se elevações na contagem eritrocitária e na concentração de hemoglobina, levando a aumento na capacidade de transporte de oxigênio, que é um importante fator na capacidade aeróbica do cavalo (EVANS & ROSE, 1988).

Durante e após o esforço de enduro, a reposição de água e eletrólitos perdidos no suor é importante na prevenção de problemas clínicos que podem ocorrer em consequência da desidratação (GEOR & MCCUTCHEON, 1996). Entretanto, a perda de água e eletrólitos no suor leva à condição denominada “desidratação voluntária” na qual a reposição incompleta dos fluidos corporais perdidos ocorre devido a ausência de sede (HUBBARD et al., 1984; GREENLEAF, 1992). O estímulo primário para a sede é o aumento na osmolalidade plasmática ou, mais especificamente, o aumento na concentração de sódio plasmático, Na⁺ (ANDERSON, 1978; FITZSIMONS, 1998). Pelo fato de a sudorese resultar tanto em perda de água corporal como de eletrólitos, a elevação na concentração plasmática de Na⁺ durante o exercício é menos freqüentemente observada do que seria esperado. A atenuação desses aumentos parece ser importante fator para limitar a sede e perpetuar a desidratação.

Como em atletas da espécie humana, a avaliação da perda de peso corporal de cavalos durante o exercício prolongado tem sido considerada uma forma acurada de se estimar a perda de fluidos através do suor (KINGSTON et al., 1997). Em cavalos de enduro realizando provas de 80 e 160 km de distância, perdas corporais de 3 ou 4% são comuns e estas podem persistir após o período de uma noite de recuperação (SCHOTT et al., 1997). Similarmente, cavalos em provas de 60 km simuladas em esteiras de alto desempenho também obtiveram perdas de aproximadamente 3%, a despeito de freqüente acesso à água durante os exercícios (DÜSTERDIECK et al., 1999). Em ambos estudos, as condições ambientais eram amenas, mas as perdas corporais comparativamente grandes nos cavalos sugerem que a magnitude da desidratação involuntária pode ser maior nessa espécie. Isso pode ser conseqüência da maior concentração de sódio no suor eqüino e da perda de eletrólitos comparativamente maior em cada litro de suor produzido (CONVERTINO et al., 1996; McCUTCHEON & GEOR, 1996).

A partir das últimas duas décadas, as alterações induzidas pelo exercício no equilíbrio iônico e seus efeitos na despolarização e propagação do potencial de ação do sarcolema têm ganhado atenção considerável como fatores que contribuem para a fadiga da musculatura esquelética (SEJERSTED, 1992; FITTS, 1994).

Embora a importância da avaliação de amostras de biopsia muscular seja reconhecida para a avaliação do dano muscular, os diagnósticos a campo se baseiam, exclusivamente, nos sinais clínicos e nas atividades das enzimas plasmáticas, pois atividades enzimáticas aumentadas refletem dano muscular tanto no homem (CLARKSON & EBBELING, 1988) quanto no cavalo (LINDHOLM, 1987; SICILIANO et al., 1995). Neste contexto, as enzimas mais comumente pesquisadas são creatina quinase (CK), lactato desidrogenase (LDH) e aspartato aminotransferase (AST) (CARDINET et al., 1963; CLARKSON & EBBELING, 1988; HARRIS, 1998b). Diversos fatores podem influenciar a atividade plasmática dessas enzimas, tais como sexo, idade e as características do exercício e dos programas de treinamento (McEWEN & HULLAND, 1986; VALBERG et al., 1993).

A liberação de enzimas citoplasmáticas, incluindo CK, AST e LDH, foi considerada um parâmetro de avaliação para a lesão muscular durante o exercício (LINDSAY et al., 1980). Dentre estas, a atividade da CK foi considerada por DUNCAN & PRASE (1986) o indicador mais específico e sensível para detectar e monitorar a lesão muscular em eqüinos.

Em indivíduos da espécie humana em exercício, a duração do esforço tem maior influência sobre o aumento das enzimas musculares do que a intensidade, seja pela produção de espécies reativas de oxigênio devido ao metabolismo aeróbico ou pelas alterações na concentração de eletrólitos ocasionadas por maior taxa de sudorese (NOAKES, 1987; SJODIN et al., 1990). VALBERG et al. (1993) reportaram grandes mudanças na AST e CK sérica em cavalos após exercício submáximo comparado a exercícios de curta duração e alta intensidade. O maior problema na avaliação dos valores das enzimas musculares é a definição do aumento normal da atividade enzimática em resposta ao regime de exercício específico (MUÑOZ et al., 2002).

O exercício representa um potente estímulo fisiológico para o eixo hipotálamo-pituitário adrenal (LUGER et al., 1987). Esse eixo desempenha papel principal no ajustamento ao esforço (THORNTON, 1985) e a concentração plasmática de cortisol é influenciada pela duração do exercício (VALBERG et al., 1989). Entretanto, a concentração plasmática induzida pelo exercício pode refletir as exigências fisiológicas de qualquer tipo de esforço (DESMECHT et al., 1996).

Diversos estudos determinaram elevações nas concentrações plasmáticas de cortisol associadas ao exercício em cavalos (SNOW & MaCKENZIE, 1977; ALEXANDER et al., 1991; KRAEMER et al., 2003). LINDEN et al. (1991) compararam concentrações de cortisol em cavalos logo após provas de salto, concurso completo de equitação (CCE), trote, corridas e provas de enduro e revelaram que as concentrações plasmáticas de cortisol foram similares, exceto para o enduro, onde estas estavam 30% maiores que em qualquer outra atividade

eqüestre. IRVINE & ALEXANDER (1994) também demonstraram que em alguns cavalos a antecipação ao exercício ativava o eixo adrenal.

Alterações nas concentrações de insulina durante o exercício são atribuídas principalmente à elevação de catecolaminas circulantes responsáveis pela inibição da ação da insulina (McKEEVER, 2002). As alterações nas concentrações de glicose plasmática representam um estímulo para a glicogênese hepática (ROSE & HODGSON, 1994). Fatores que influenciam a glicose sanguínea são bastante complexos, dependendo das taxas de glicogenólise e gliconeogênese (ROSE et al., 1983). As concentrações plasmáticas de glicose aumentam geralmente após exercícios máximo e sub-máximo de curta distância (SNOW & MaCKENZIE, 1977; ROSE et al., 1983) e não se alteram após esforço de enduro (ROSE et al., 1977; SNOW et al., 1982). A velocidade e a duração do exercício parecem ser os fatores mais importantes que influenciam a glicose sanguínea, visto que após prova de enduro de 160km de distância, a glicemia se relacionou negativamente com a velocidade (ROSE et al., 1983).

Exercícios prolongados aumentam a produção de radicais livres e espécies reativas de oxigênio (EROs) e podem suprimir as defesas antioxidantes, resultando em estresse oxidativo. Se os sistemas antioxidantes se tornarem esgotados durante a sessão de exercícios, a susceptibilidade das células e tecidos aos danos das EROs se eleva. Tais danos às membranas celulares contribuem para lesão muscular, fadiga ou desenvolvimento de diversas condições patológicas (SJODIN et al., 1990; SEN, 1999). No eqüino atleta, o estresse oxidativo

Os oxidantes são capazes de lesar DNA, lipídeos e proteínas, entretanto complexo sistema de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos existe para proteger o organismo contra injúria oxidativa. Os principais antioxidantes não enzimáticos são vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E (α -tocoferol), glutathiona e ácido úrico (DEATON et al., 2002).

As enzimas superóxido dismutase (SOD), catalase (CAT) e glutathiona peroxidase (GPx) provêm a defesa primária contra as EROs geradas durante o exercício, e a atividade destas enzimas aumenta em resposta ao exercício tanto em animais quanto no homem (JENKINS, 1988; JI, 1995; SEN, 1995). Embora a CAT esteja amplamente distribuída na célula, altas concentrações desta enzima são verificadas tanto nos peroxissomos como nas mitocôndrias (HALLIWELL & GUTTERIDGE, 1989) e também removem peróxido de hidrogênio (H_2O_2). A CAT requer o ferro como co-fator (DEATON & MARLIN, 2003) e, similarmente a outras enzimas antioxidantes primárias (GSHPx e SOD), é maior nas fibras musculares com elevada capacidade oxidativa e menor em fibras musculares com baixa atividade oxidativa (POWERS, 1994).

III. MATERIAL E MÉTODOS

Provas de Enduro e animais

Em conjunto com a 4ª etapa do Campeonato Brasiliense de Enduro Equestre (Federação Hípica de Brasília / Confederação Brasileira de Hipismo), foi realizado o presente trabalho a partir da colheita de sangue venoso de cavalos que realizaram provas de 70 e 100 km de distância durante o ano de 2004. Tais distâncias são consideradas de padrão internacional (uma e duas estrelas) para as quais os cavalos devem ser treinados por períodos de, no mínimo, 3 a 4 anos. A grande maioria dos animais era da raça Puro Sangue Árabe (PSA), de ambos os sexos, com idade variando entre sete e 15 anos. Em cada etapa largavam de 15 a 20 conjuntos na categoria de 70 km de distância e de 10 a 15 na de 100 km.

O estudo compreendeu cinco etapas do campeonato (01/05, 03/07, 18/09, 23/10 e 04/12). Cada etapa teve como sede um hotel fazenda da microrregião do Distrito Federal, com trilhas e distâncias variando de acordo com as particularidades de cada local. A condição climática também diferiu em cada dia de prova e foi mensurada de hora em hora, a partir das 06:00 e até as 18:00 horas, por meio de dois termohigrômetros, estando um posicionado na sombra e o outro sob a luz solar, com o objetivo de aferir a diferença entre os ambientes (Tabela 1).

Nas provas, a distância média (\pm erro) de cada anel foi de $30,81 \pm 1,66$ (M_1), $27,8 \pm 1,82$ (M_2), $20,55 \pm 1,62$ (M_3) e $17,62 \pm 1,86$ km (M_4), para o primeiro, segundo, terceiro e quarto anéis, respectivamente.

Os cavalos que completaram as provas de 70 km apresentaram velocidade média (\pm erro) de $12,2 \pm 0,25$ km/h. Nas provas de 100 km de distância a velocidade média foi de $11,6 \pm 0,3$ km/h.

Avaliação veterinária

Na inspeção veterinária (“vet-check”) procedia-se ao exame clínico completo de cada animal que era feito antes da largada, logo após a conclusão de cada anel e ao final das provas. Tal inspeção se revela como ponto crucial da competição de enduro por ser o momento em que os veterinários oficiais podem eliminar da prova o competidor, caso o cavalo não apresente as condições físicas necessárias para prosseguir com o esforço. O referido exame clínico se inicia quando o animal é apresentado para aferição da frequência cardíaca (batimentos/minuto). Nessa aferição, considera-se apto a continuar na prova o cavalo cuja frequência cardíaca não ultrapassasse 60 batimentos/minuto. Em seguida, o animal é conduzido para o exame físico completo, que abrange a observação da coloração de mucosas, tempo de perfusão capilar, movimentos intestinais, grau de hidratação, sensibilidade tendínea e muscular, frequência respiratória e cardíaca e estado geral.

Na seqüência ocorre a avaliação do andamento, na qual o animal deve trotar à mão por 40 metros. Durante a inspeção avalia-se a qualidade do movimento, determinando-se a presença ou não de claudicação. Uma vez aprovado no “vet-check”, o animal cumpre um período de descanso obrigatório de 40 minutos antes de continuar o esforço. Animais desqualificados por problemas metabólicos (frequência cardíaca maior que 60 bpm durante as provas) também foram monitorados até o ponto de eliminação. Os animais que apresentaram claudicação não foram incluídos neste estudo, o que explica parte da diminuição do número de amostras no decorrer das provas.

Colheitas de sangue e exames laboratoriais

A primeira colheita era realizada sempre antes do início de cada prova (2 a 5 horas), considerando-se este o momento zero, ou basal. Na chegada dos animais, após completarem cada anel da prova, considerou-se, respectivamente, os momentos 1, 2, 3 e 4 (este último nas provas de 100km, onde foi completado um anel adicional). Todas as colheitas foram realizadas logo após a inspeção veterinária oficial da prova (“vet-check”), que durava em torno de 20 minutos. Foram realizadas colheitas adicionais 24,

48 e 72 horas após o término das provas, com o objetivo de monitorar a recuperação dos animais nos próprios locais de origem (haras), caracterizando os momentos 5, 6 e 7, a 85739969(a)f1.1634(r)4.15865(g)0.883431(e)

voltametria cíclica foi empregada para a determinação da capacidade antioxidante do plasma, revelada em potencial redox, conforme descrito por GANDRA et al. (2004). Para a determinação da atividade intraeritrocitária da enzima catalase, após hemólise provocada pela adição de água (miliQ[®]) e preparo de soluções tampão, utilizou-se da técnica de espectrofotometria ($\lambda = 240\text{nm}$).

Para pesagem dos animais utilizou-se balança comercial (TOLEDO, MGR-3000 Júnior[®]), com plataforma desenvolvida para o transporte do equipamento, a fim de que se aferisse o peso dos animais durante as provas e no haras ou centro de treinamento de origem nos momentos pós-provas.

Análise Estatística

Para a análise estatística utilizou-se o software estatístico SPSS v.12, o programa EXCEL[®] do Windows e o programa Sigma Plot[®] (versão 2000).

Inicialmente a análise utilizada foi a Análise de Variância ou ANOVA (*Analysis of Variance*), que é convenientemente aplicada para situações comparativas entre mais de duas séries de observações com diferentes tratamentos. Na análise de variância calcula-se uma medida estatística (proveniente de uma distribuição chamada “distribuição F de Snedecor”) e compara-se esta medida calculada com a da distribuição F de Snedecor padrão. Chama-se análise de variância porque a comparação é feita pela variância dos tratamentos.

A análise de variância pode ser usada com mais de um tratamento, isto é, comparar os animais considerando suas diferenças fisiológicas, bem como o momento de apuração (passagem pelos anéis), como se as colunas fossem a diferença entre os animais e linhas como tempo de apuração ou anéis (momento). A comparação entre as variâncias entre colunas diz se os animais são diferentes no seu comportamento (em relação às variáveis). A comparação entre as linhas mostra se existe diferença no organismo (parâmetros fisiológicos) do animal quanto a influência no tempo de apuração após um anel e outro (momento).

Utilizou-se, portanto, os seguintes modelos matemáticos para apurar estas diferenças:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + A_j + e_{ij} \quad 1.1$$

onde:

Y_{ij} = é o valor observado relativo ao parâmetro Y no momento i proveniente do animal j.

μ = média geral;

M_i = efeito do $i^{\text{ésimo}}$ momento ou intervalo de “anel” ($M_i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e 7);

A_j = efeito das diferentes características do $j^{\text{ésimo}}$ animal;

e_{ij} = erro aleatório pressuposto normal e aleatoriamente distribuído.

Posteriormente utilizou-se o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + M_i + L_j + e_{ij} \quad 1.2$$

onde:

Y_{ij} = é o valor observado relativo ao parâmetro Y no momento i proveniente do local j.

μ = média geral;

M_i = efeito do $i^{\text{ésimo}}$ momento ou intervalo de “anel” ($M_i = 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e 7);

L_j = efeito da localização geográfica e climática do $j^{\text{ésimo}}$ ambiente;

e_{ij} = erro aleatório pressuposto normal e aleatoriamente distribuído. Contribuição do acaso ou parte da variação devida a fatores não controlados.

A hipótese restritiva de normalidade dos erros é tolerada para aproximadamente da normal o que se verifica regularmente na utilização do teste F (HAIR et al., 1998).

Todos os efeitos considerados no modelo são fixos. Foram elaboradas também análises estatísticas específicas para cada parâmetro fisiológico e para cada animal.

As médias dos efeitos das diferentes características dos animais e momentos foram comparadas pelo teste *t Student* ($P < 0,05$), bem como as médias dos efeitos das diferentes localidades por animal.

As hipóteses estatísticas são de aceitar ou rejeitar H_0 para as linhas ou colunas, sendo que:

H_0 (linha): Não existe diferença significativa entre as linhas. Ou seja, os comportamentos dos parâmetros estudados não se alteram significativamente, independentemente do momento de apuração ou colheita da amostra de sangue.

Para o modelo 1.1

H_0 (coluna): Não existe diferença significativa entre as colunas. Ou seja, os comportamentos dos parâmetros estudados não se alteram significativamente, independentemente do indivíduo a ser considerado para colheita da amostra de sangue.

Para o modelo 1.2

H_0 (coluna): Não existe diferença significativa entre as colunas. Ou seja, os comportamentos dos parâmetros estudados não se alteram significativamente, independentemente da localidade onde foi efetuada a competição e considerando cada indivíduo separadamente na coleta de sangue.

Os experimentos utilizados no modelo 1.1 confirmaram as hipóteses de que os parâmetros fisiológicos dos animais sofreram diferenças em todos os anéis ou no período de coleta (0 a 7) e que estas diferenças podem ser ocasionadas tanto pela diferença dos indivíduos (colunas) como pelo momento em si (linhas). Como existe diferença fisiologicamente aparente e independente para cada parâmetro do sangue, optou-se por trabalhar uma por uma, separadamente. Os resultados mostraram diferenças significativas entre os animais (colunas) e os momentos (linhas) a qualquer nível de significância. Rejeitou-se H_0 em qualquer situação (linhas e colunas).

No modelo 1.2 foram testadas as hipóteses, além da diferença dos momentos (linhas), o suposto impacto proveniente da mudança na localidade das competições (colunas). Para este modelo trabalhou-se individualmente cada animal, não havendo modelo de comparação entre indivíduos. Esta escolha foi conveniente, visto a identificação de uma natural e esperada diferença no comportamento dos indivíduos. Os resultados apresentaram a mesma diferença dos momentos mostrada no modelo anterior, no entanto, não se consideram significativos para se afirmar que a localidade

da prova causasse mudanças no indivíduo em relação às determinações dos parâmetros estudados. Rejeita-se H_0 para linhas e se aceita H_0 para colunas.

Outro procedimento estatístico utilizado foi a Análise de Correlação de Pearson, que visa acompanhar o comportamento dos parâmetros fisiológicos dos animais em valores médios agregados, e.g. hormônios, enzimas, uréia, creatina e estabelecer a associação linear entre estas substâncias em diferentes distâncias pesquisadas. Também se utilizou dessa análise de correlação para verificar a interação existente com aumento da concentração do sangue (hematócrito) entre as demais substâncias estudadas.

A partir das curvas resultantes destas análises (A e B), realizou-se teste *t Student* ($P < 5\%$) para comparar os resultados obtidos, nos momentos durante e após as provas (recuperação), com os valores considerados basais, ou pré-provas (M_0). Comparou-se também por meio deste teste (*t Student*) os valores obtidos pelos animais que foram eliminados das provas com aqueles que finalizaram os exercícios no momento de desclassificação. Estes resultados estão apresentados nas Tabelas 2 a 6 e Figuras 1 a 17.

IV. RESULTADOS

A variação climática, temperatura ambiente ($T^{\circ}\text{C}$) e umidade relativa do ar (UR, %), foi constatada em locais diferentes (sol e sombra) durante todo o dia de cada etapa, conforme apresentado na Tabela 1. Tais variações revelaram condições climáticas mais estressantes para os animais entre as 13:00 e as 16:00hs em todas as etapas.

As tabelas revelam que o coeficiente de correlação para todas as variáveis avaliadas, em ambas as distâncias (70 e 100km) de prova, é bastante elevado. Esse

4.1. Alterações hematológicas e bioquímicas de eqüinos durante campeonato de enduro em clima tropical

Os dados referentes às variáveis hematológicas e bioquímicas analisadas durante as provas de 70 e 100km de distância encontram-se nas Tabelas 2 e 3.

A contagem de eritrócitos (figura 1), as concentrações de hemoglobina (figura 2), os hematócritos (figura 3) e as proteínas plasmáticas totais (figura 4) apresentaram comportamento semelhante durante as provas, com aumento significativo logo no primeiro momento, M_1 , mantendo esta elevação até o final das provas, quando comparados aos valores basais ou pré-provas (M_0). Valores de pico foram alcançados em M_2 (~50 km de prova). Os animais eliminados revelaram valores significativamente diferentes dos finalistas em M_3 para He e Ht, M_1 e M_3 para Hb e M_1 , M_2 e M_3 para PT.

Os dados referentes aos animais eliminados somente revelaram diferença significativa no momento da eliminação dos mesmos e não nos momentos em que antecederam a desclassificação. Por esse motivo, estes foram considerados parte do número dos animais finalistas nos momentos anteriores.

Durante o período de recuperação, os valores de He permaneceram significativamente aumentados até M_5 , (24 horas após as provas), quando comparados aos valores basais. Os valores referentes a Hb e Ht revelaram decréscimo a valores basais 48 horas após as provas (M_6). Os valores referentes a PT mostraram diminuição para valores pré-provas, 24 horas após as provas (M_5), com decréscimo significativo ($P<0,05$) nos momentos subseqüentes (M_6 e M_7), quando comparados aos valores basais.

Os valores referentes à contagem de leucócitos totais (figura 5) revelaram aumento significativo em M_2 , quando comparados aos valores pré-provas, e alcançaram valores de pico no final das provas de 100km de distância (M_4). Os animais eliminados no transcorrer das provas somente demonstraram diferença significativa ($P<0,05$) dos finalistas em M_1 . Somente 72 horas após as provas (M_7), os valores retornaram aos basais.

Os valores referentes à porcentagem de perdas de peso (figura 6) revelaram elevação significativa ($P < 0,05$) logo no primeiro momento das provas (M_1 , ~30km), mantendo esse padrão até o final das provas. No período de recuperação, os valores de peso retornaram aos valores pré-provas somente 72 horas após as mesmas (M_7). Os animais eliminados não se apresentaram para referida pesagem.

Quanto aos valores referentes à concentração de uréia (figura 7), foi observado aumento significativo em M_1 , com padrão crescente até M_4 , onde foram alcançados valores de pico. Durante o período de recuperação, tais valores apresentaram decréscimo, entretanto mantiveram-se significativamente elevados até o final do experimento, quando comparados aos valores de M_0 . Os animais eliminados só apresentaram diferença significativa quando comparados aos finalistas, em M_1 .

Os valores referentes à concentração de creatinina sérica (figura 8) dos animais revelaram aumento significativo logo em M_1 , com constante elevação até o final das provas (M_4). No período de recuperação estes valores retornaram aos valores basais 48 horas após as provas.

Verificou-se uma alta correlação entre o hematócrito e as variáveis hematológicas, He ($r = 0,98$) e Hb ($r = 0,97$). Quando descartou-se a influência da hemoconcentração sobre essas variáveis percebeu-se uma tendência à linearidade (figuras 1 e 2 B), sem diferença significativa entre os momentos, quando comparados ao momento zero. Também observou-se alta correlação entre Ht e PT ($r = 0,88$). Quando descartados os valores de Ht, a curva resultante de PT (figura 4B), percebeu-se decréscimo significativo ($P < 0,05$) durante todas as provas a partir de M_1 , quando comparados a M_0 . Alta correlação foi verificada também entre o Ht e as perdas de peso ($r = 0,88$).

Apesar de uma correlação entre Le e Ht se revelar baixa ($r = 0,60$), quando descartou-se a influência da hemoconcentração sobre Le (Figura 5B), notou-se comportamento semelhante durante e após as provas, com diferença significativa nos momentos 2, 3, 4, 5 e 6, quando comparados ao momento zero ($P < 0,05$).

Os valores referentes a uréia não revelaram correlação com Ht e, quando retirado o efeito da hemoconcentração (figura 7B), notou-se aumento significativo

($P < 0,05$) a partir de M_2 até o final do experimento, quando comparado a M_0 . Apesar de alta correlação entre Ht e cre ($r = 0,80$), notou-se elevação significativa ($P < 0,05$) dos valores de cre a partir de M_1 até 24 horas após as provas na curva resultante da retirada do efeito da hemoconcentração sobre tais valores (figura 8B).

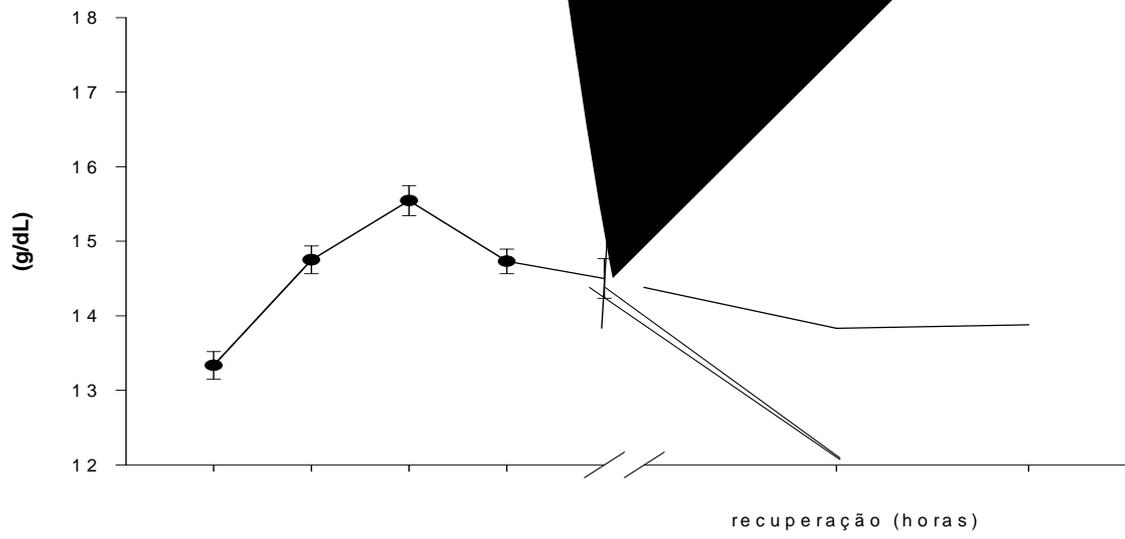
Tabela 2. Variáveis hematológicas e bioquímicas (média \pm erro padrão) determinadas durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004)

	Distância (km)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M _{1e}	M _{2e}	M _{3e}	<i>r</i>
He (x10 ⁶ /uL)	70	9,19	10,23	10,59	10,34	-	9,68	9,26	9,35	11,37	10,68	-	0,89
		\pm	\pm	\pm	\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm		
		0,20	0,24	0,27	0,28		0,30	0,20	0,28	0,24	0,59		
	n	47	38	26	23		16	21	19	15	12		
Hb (g/dL)	100	9,12	10,58	11,67	10,26	10,19	9,85	9,76	9,74	10,14	12,08	11,89	0,90
		\pm	\pm	\pm									
		0,24	0,18	0,27	0,26	0,28	0,28	0,33	0,33	0,47	0,61	0,66	
	n	35	30	26	21	22	13	19	20	7	8	6	
HT (%)	70	13,41	14,76	15,01	14,74	-	14,19	13,64	13,59	16,04	15,42	-	0,91
		\pm	\pm	\pm	\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm		
		0,29	0,31	0,28	0,22		0,34	0,24	0,35	0,30	0,72		
	n	51	39	26	23		16	21	19	15	12		
PPT (g/dL)	100	13,31	15,10	16,26	14,71	14,50	14,61	14,03	14,15	14,61	16,57	16,71	0,88
		\pm	\pm	\pm									
		0,27	0,27	0,29	0,25	0,26	0,28	0,33	0,37	0,35	0,61	0,71	
	n	48	28	25	21	22	13	19	20	7	9	6	
HT (%)	70	42,03	47,08	48,28	48,20	-	44,31	42,16	42,35	51,22	48,90	-	0,91
		\pm	\pm	\pm	\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm		
		0,74	0,98	1,10	1,03		1,10	0,90	1,11	0,95	2,28		
	n	51	39	26	23	22	16	21	19	15	12		
PPT (g/dL)	100	42,83	49,28	53,74	48,68	47,05	45,41	44,57	44,47	47,14	54,34	54,33	0,88
		\pm	\pm	\pm									
		1,00	0,89	1,17	1,20	1,11	1,07	1,57	1,50	1,55	2,23	2,97	
	n	38	29	25	21	21	13	18	19	7	9	6	
PPT (g/dL)	70	7,24	7,74	7,68	7,61	-	7,16	6,82	6,86	8,26	8,42	-	0,88
		\pm	\pm	\pm	\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm		
		0,11	0,10	0,11	0,13		0,12	0,10	0,10	0,10	0,30		
	n	52	37	26	24		16	21	19	16	12		
PPT (g/dL)	100	7,18	7,65	8,04	7,28	7,46	6,94	6,86	6,77	7,78	8,28	8,25	0,88
		\pm	\pm	\pm									
		0,11	0,11	0,15	0,14	0,18	0,09	0,10	0,10	0,13	0,29	0,34	
	n	34	30	26	20	22	13	20	20	7	8	6	

Tabela 3. Variáveis bioquímicas e de perdas de peso (média \pm erro padrão) determinadas durante provas de enduro de 70 e 100km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004).

	Distância (km)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M _{1e}	M _{2e}	M _{3e}	<i>r</i>	
Perdas peso (%)	70	0	4,30	4,86	5,27	-	-	3,60	1,75	-	-	-		
		\pm	\pm	\pm	\pm	-	-	\pm	\pm	-	-	-		
		0	0,28	0,27	0,28			0,34	0,41					
		n	26	26	26			17	17					
	100	0	4,98	5,59	5,45	5,70	2,11	0,31	-1,85	-	-	-		
		\pm	-	-	-									
	0	0,38	0,44	0,46	0,49	0,79	0,88	0,83						
	n	23	21	19	20	21	15	14	14					
Uréia (g/dL)	70	27,07	30,31	35,65	41,62	-	37,87	37,28	35,78	38,66	37,75	-		
		\pm	\pm	\pm	\pm	-	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	-		
		0,86	1,32	1,63	2,26		3,80	3,28	2,31	1,97	1,65			
		n	52	38	27	24		16	21	19	16	12		0,92
	100	27,92	30,03	36,30	43,73	46,63	41,84	34,20	34,89	33,42	33,50	39,60		
		\pm	\pm	\pm	\pm									
	1,01	1,47	2,34	2,60	3,00	4,30	2,45	3,24	2,88	3,77	6,36			
	n	48	31	25	22	22	13	18	20	17	8	6		
Creatinina (g/dL)	70	1,35	1,59	1,76	1,84	-	1,64	1,38	1,31	1,83	1,75	-		
		\pm	\pm	\pm	\pm	-	\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	-		
		0,03	0,05	0,11	0,12		0,10	0,07	0,08	0,15	0,13			
		n	52	38	27	24		16	21	19	16	12		0,86
	100	1,30	1,59	1,47	1,57	1,72	1,51	1,28	1,23	1,59	1,77	1,75		
		\pm	\pm	\pm	\pm									
	0,03	0,03	0,09	0,11	0,11	0,06	0,05	0,07	0,04	0,28	0,41			
	n	48	31	25	22	22	13	18	20	17	8	6		

H E M



HEMATÓCRITO

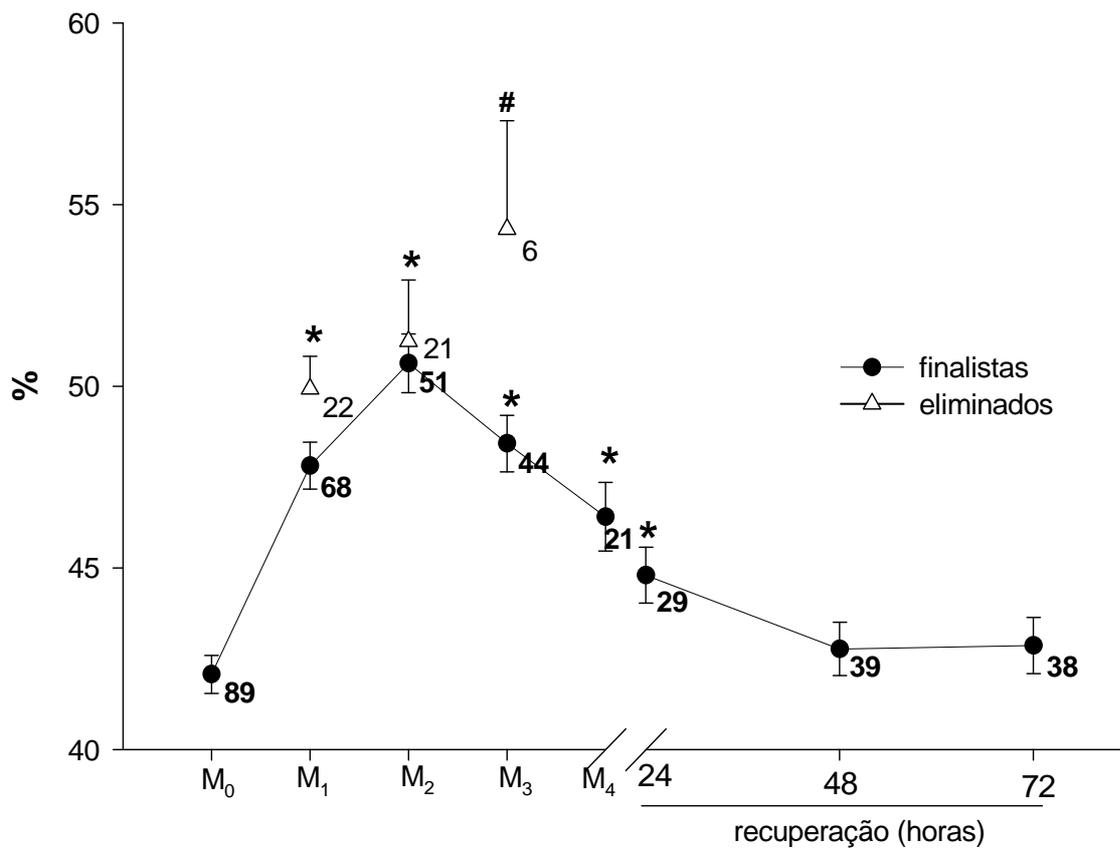


Figura 3. Hematócrito (%) antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (P<0,05)

PROTEÍNAS PLASMÁTICAS TOTAIS

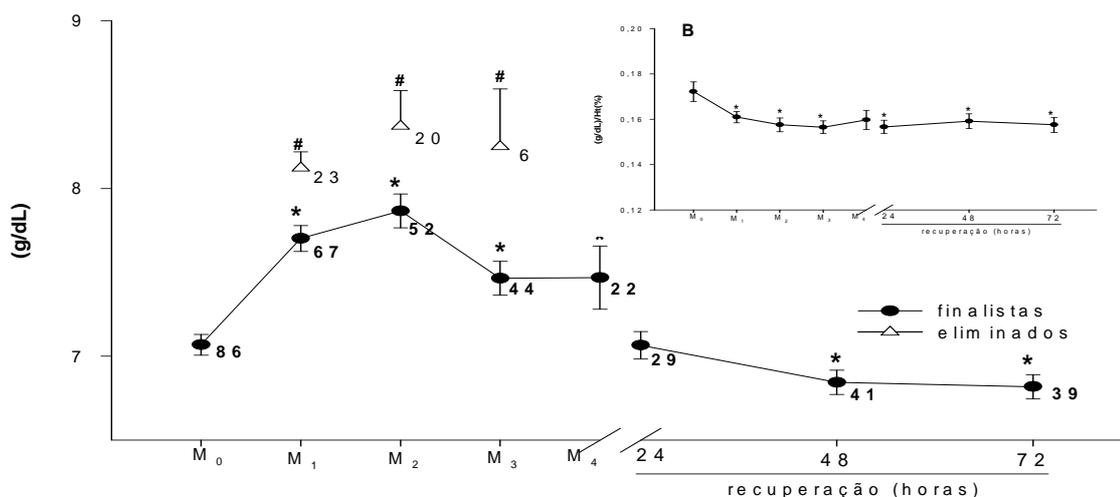


Figura 4. (A) Concentração de proteínas plasmáticas totais (g/dL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

LEUCÓCITOS TOTAIS

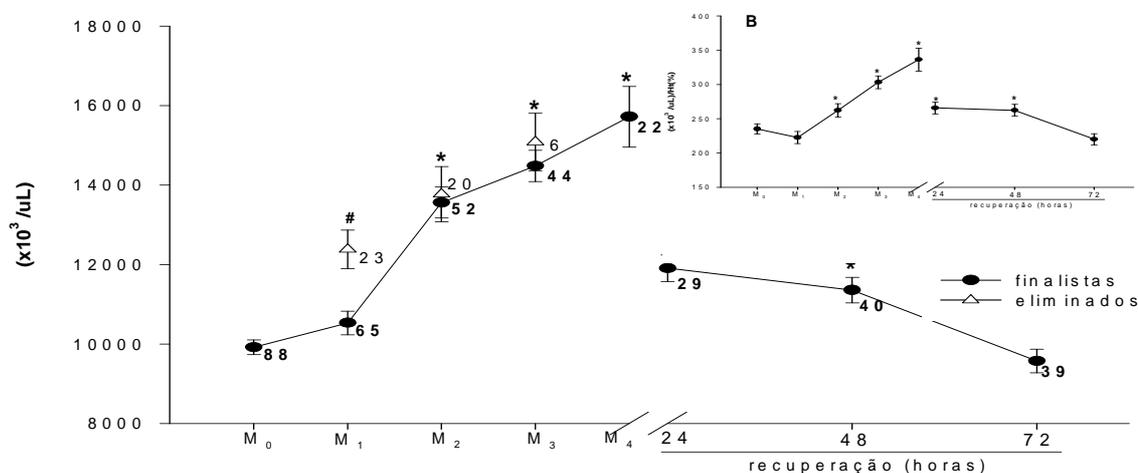


Figura 5. (A) Contagem de leucócitos totais (x10³/μL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

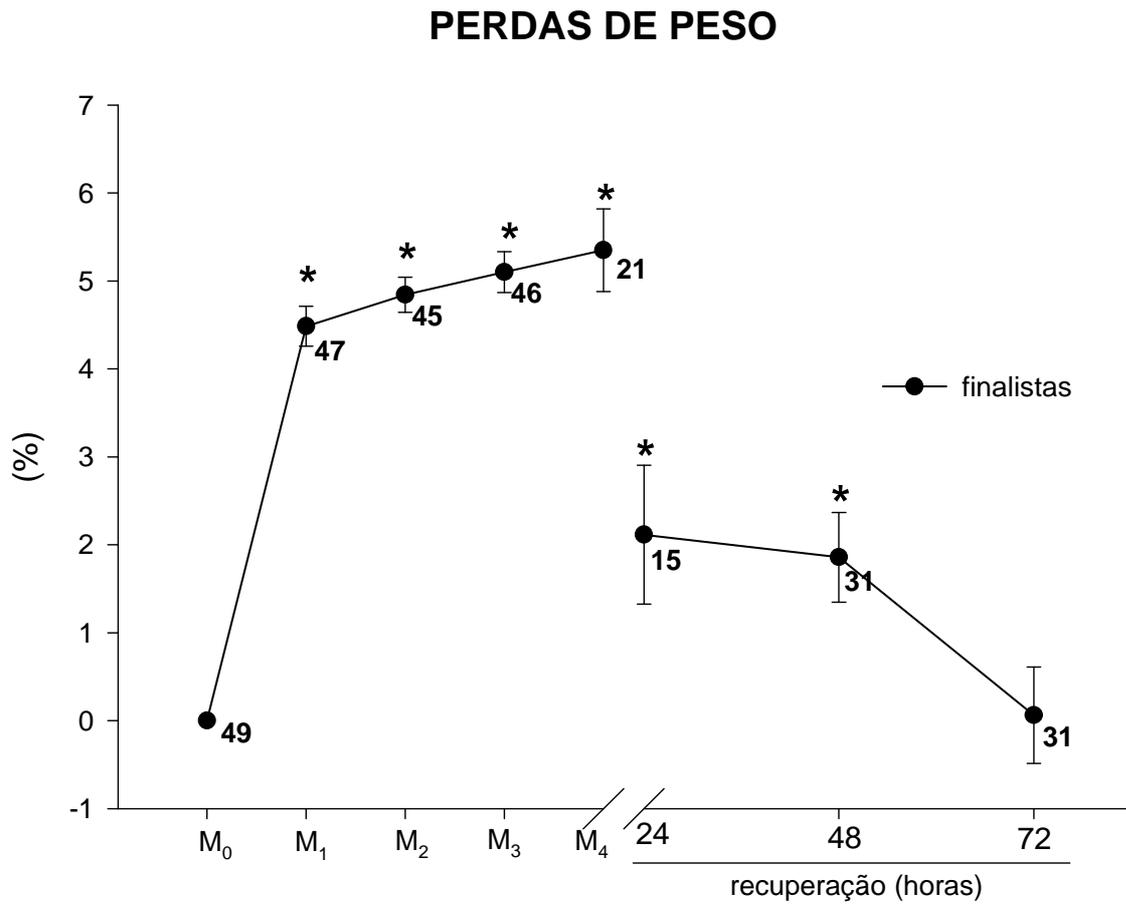


Figura 6. Porcentagem de perdas de peso, antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (P<0,05)

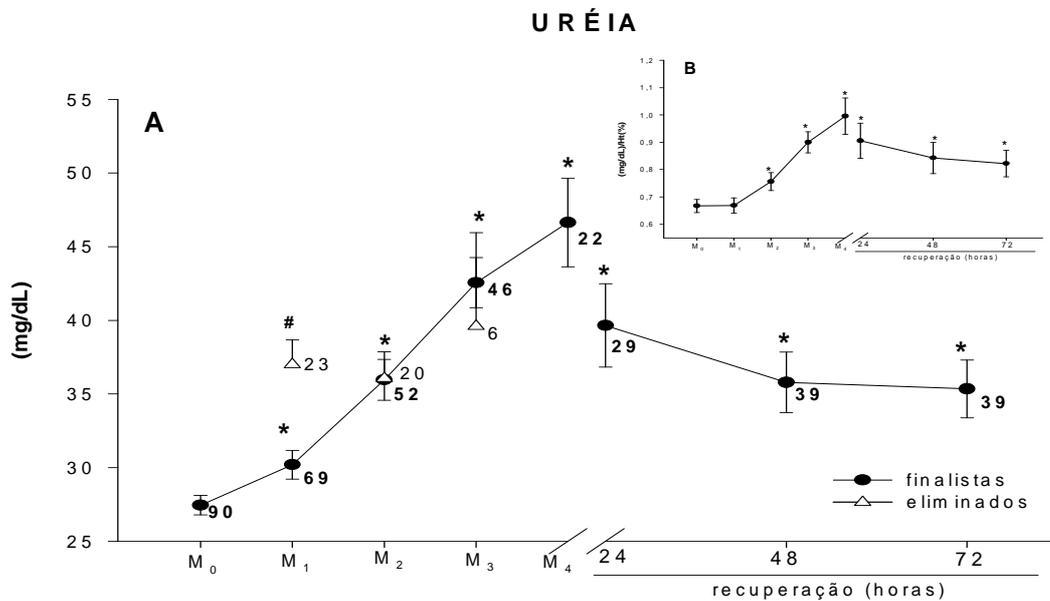


Figura 7. (A) Concentração de uréia (mg/dL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

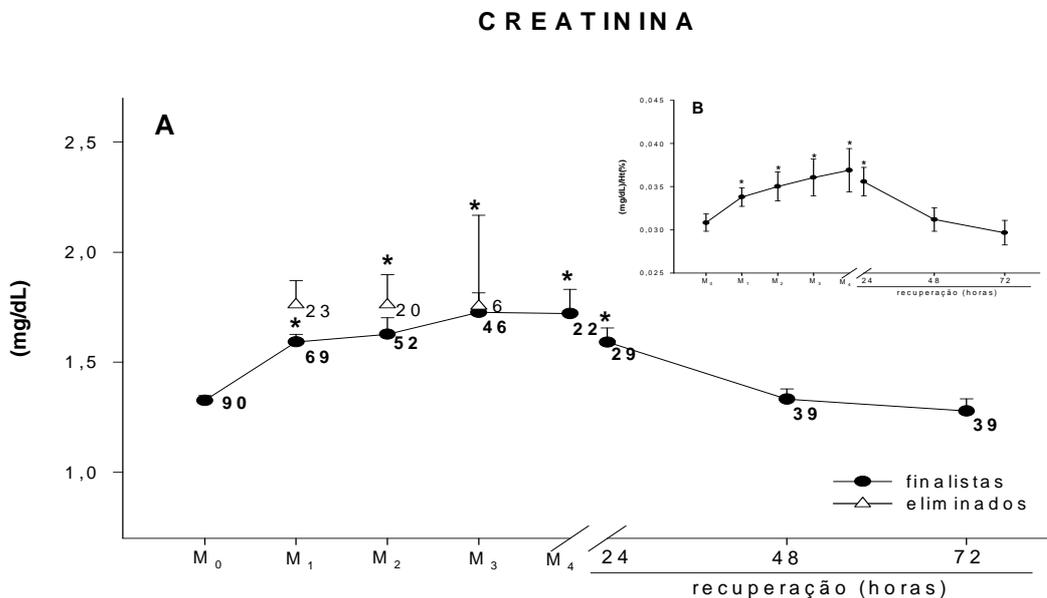


Figura 8. (A) Concentração de creatinina (mg/dL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). # revela diferença significativa entre cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

4.2. Alterações hormonais e glicêmicas de eqüinos durante campeonato de enduro em clima tropical

Os dados referentes às concentrações plasmáticas de cortisol, insulina e glicose nas provas de 70 e 100 km de distância estão demonstrados na Tabela 4. Os valores referentes à concentração de cortisol (figura 9) revelaram aumento significativo logo em M₁. Valores equivalentes ao triplo dos valores basais foram alcançados em M₂ e M₃, permanecendo elevados até o final das provas (M₄). Nas determinações pós-provas, quando comparados aos valores basais, revelou-se decréscimo significativo 24 horas após (M₅), permanecendo durante 48 (M₆) e 72 horas (M₇) após as provas. Comparando-se os valores obtidos pelos cavalos eliminados com os finalistas, no mesmo momento, nota-se diferença significativa em M₁, (P<0,05).

Para a certificação da qualidade da determinação destas concentrações, foi feito o cálculo do coeficiente de variação intra-ensaio de cortisol e insulina, obtendo-se coeficiente de variação de 18 e 15%, respectivamente.

A Figura 10 se refere à curva resultante dos valores, obtidos nas provas de 70 e 100 km, da concentração plasmática de insulina, onde revelaram aumento significativo em M₁, quando comparado a M₀. Os valores decresceram significativamente em M₂ e assim permaneceram até o final das provas (M₃ e M₄). No período de recuperação notou-se decréscimo significativo 24 (M₅), 48 (M₆) e 72 horas (M₇) após as provas. Diferença significativa foi percebida em M₂, quando se compararam valores dos animais eliminados com finalistas.

A Figura 11 revela a curva resultante dos valores obtidos da concentração plasmática de glicose, onde se percebe aumento significativo em M₁, quando comparado a M₀. Logo em M₂ os valores decresceram significativamente e, também, em M₃, porém retornaram aos valores basais no final das provas (M₄). Após as provas, os valores não revelaram diferença significativa 24 horas após (M₅) o esforço, mas decréscimo significativo ocorreu 48 (M₆) e 72 horas (M₇) após o esforço, P<0,05. Os animais eliminados não apresentaram diferença significativa dos finalistas em nenhum momento.

Os dados referentes aos animais eliminados somente revelaram diferença significativa no momento da eliminação dos animais, sendo estes considerados parte do número dos animais finalistas nos momentos anteriores.

Notou-se alta correlação ($r = 0,90$) na análise entre os valores Ht e os valores de cortisol. Quando retirada a influência da hemoconcentração sobre tal variável, observou-se (figura 9B) o mesmo comportamento obtido na Figura 9A, com aumento significativo dos valores a partir de M_1 e diminuição significativa nos momentos de recuperação das provas ($P < 0,05$).

Os valores referentes a insulinemia não se correlacionaram com Ht e, quando se descartou essa influência (figura 10B), notou-se decréscimo de seus valores, logo em M_1 , vindo a se tornar significativamente diminuídos ($P < 0,05$) somente em M_2 e M_3 , quando comparados a M_0 . O mesmo comportamento foi revelado pelos valores referentes a glicemia quando retirado efeito da hemoconcentração (figura 11B).

Tabela 4. Concentrações plasmáticas de cortisol e insulina em cavalos de enduro de 70 e 100 km. Os valores referem-se aos valores médios e desvio padrão de correlação

	Distância (km)	M₀
Cortisol (µg/dL)	70	5,03 ± 0,35
	n	46
	100	5,47 ± 0,36
	n	37
Insulina (µUI/mL)	70	9,14 ± 1,4
	n	43
	100	11,73 ± 1,87
	n	21
Glicose (mg/dL)	70	81,44 ± 1,29
	n	49
	100	87,97 ± 2,77
	n	34

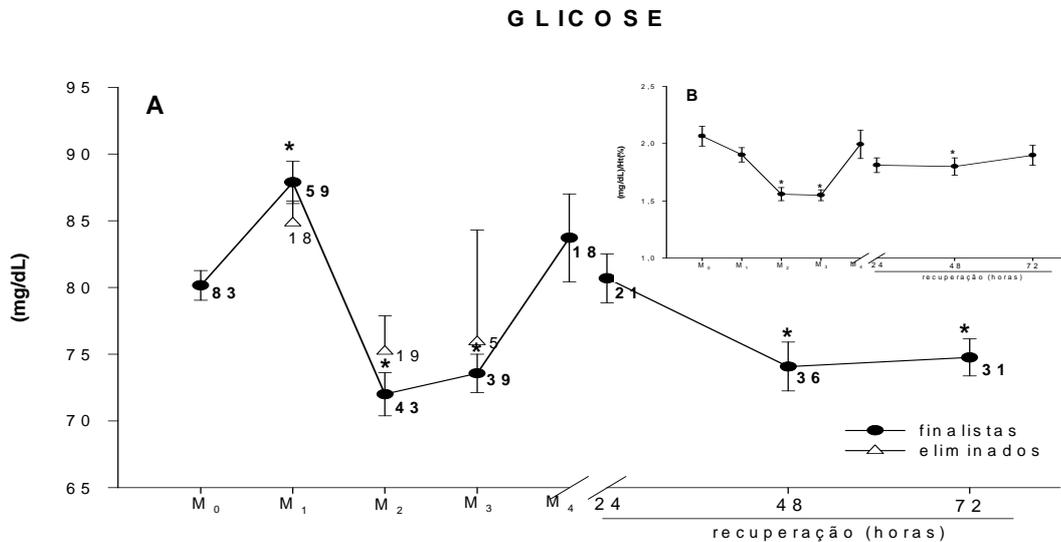


Figura 11. (A) Concentrações plasmáticas de glicose (mg/dL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

4.3. Atividades de enzimas séricas de eqüinos durante campeonato de enduro em clima tropical

Os dados referentes às alterações enzimáticas ocorridas nas provas de 70 e 100km de distância estão apresentados na Tabela 5. Os dados referentes à atividade sérica da enzima CK (U/L) estão representados na Figura 11. O número das amostras variou durante o experimento devido à eliminação de cavalos no decorrer das provas ou problemas com o processamento dessas amostras. A curva resultante revelou decréscimo significativo em M₁, quando comparado a M₀, e um aumento para valores basais logo em M₂, com elevação significativa, alcançando valores de pico em M₃. Em M₄, os valores permaneceram aumentados e retornaram a valores basais (M₀) 24 horas após as provas (M₅). Notou-se, também, decréscimo significativamente diferente de M₀ 72 horas após as provas (P<0,05).

A curva resultante dos valores da atividade sérica da enzima LDH (U/L) apresenta-se na Figura 12. Nota-se decréscimo significativo que ocorreu em M_1 ($P < 0,05$), retornando aos valores basais (M_0) nos momentos subseqüentes (M_2 e M_3). Elevação significativa ocorreu no final das provas (M_4), com valores permanecendo elevados 24 (M_5) e 48 (M_6) horas após as provas, quando retornaram a valores basais, 72 horas após (M_7).

Os valores referentes à atividade sérica da enzima AST (U/L) se apresentam na Figura 13. A curva resultante revela diminuição significativa em M_1 , M_2 e M_3 , retornando aos valores pré-provas (M_0) somente em M_4 . No período de recuperação, os valores permaneceram elevados em M_5 , revelando diferença significativa em M_6 , 48 horas após as provas, e retornando a valores basais em M_7 .

Nenhuma diferença significativa foi observada entre os animais eliminados e os finalistas para qualquer atividade enzimática. Nos momentos anteriores às desclassificações os valores destes animais foram considerados como parte do número dos finalistas.

Não foi verificada nenhuma correlação existente entre as referidas atividades enzimáticas e Ht. Quando se descartou a influência da hemoconcentração sobre tais valores (figuras 12B, 13B e 14B), notou-se comportamento similar às curvas obtidas anteriormente (figuras 12A, 13A e 14A, respectivamente).

Tabela 5. Atividades séricas de CK, LDH, AST, expressa em U/L (média \pm erro padrão), determinadas antes e durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente. *r* representa o coeficiente de correlação entre as provas (Pearson), (Brasília, 2004).

Enzimas (U/L)	Distância (km)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M _{1e}	M _{2e}	M _{3e}	<i>r</i>	
CK	70	259,29	201,95	266,02	436,15	-	335,28	322,56	240,46	189,41	258,13	-	0,93	
		\pm 13,46	\pm 50,70	\pm 46,80	\pm 83,91		\pm 44,20	\pm 67,75	\pm 25,20	\pm 37,93	\pm 49,69			
	n	51	34	25	19		15	19	17	14	13			
	100	227,07	176,74	305,00	480,62	382,26	300,53	264,86	215,04	466,07	380,59	480,86		
		\pm 14,06	\pm 26,52	\pm 53,39	\pm 87,63	\pm 47,25	\pm 45,55	\pm 24,69	\pm 26,78	\pm 226,72	\pm 81,10	\pm 123,20		
	n	40	30	19	16	20	12	20	19	7	9	5		
LDH	70	535,20	449,60	524,20	532,93	-	725,49	629,36	489,51	459,21	637,04	-	0,77	
		\pm 18,78	\pm 67,00	\pm 35,30	\pm 60,70		\pm 95,35	\pm 60,38	\pm 62,31	\pm 32,06	\pm 94,70			
	n	51	36	26	22		14	15	14	14	13			
	100	448,36	345,54	542,67	604,92	588,76	683,73	762,12	560,97	381,61	523,22	636,26		
		\pm 21,39	\pm 21,37	\pm 56,44	\pm 99,61	\pm 37,24	\pm 52,08	\pm 78,58	\pm 52,77	\pm 38,10	\pm 70,44	\pm 80,32		
	n	40	30	19	16	20	12	19	18	7	9	5		
AST	70	327,64	230,04	257,66	290,09	-	335,71	383,96	380,71	253,64	257,21	-	0,89	
		\pm 11,93	\pm 14,80	\pm 16,51	\pm 16,96		\pm 20,97	\pm 24,54	\pm 39,68	\pm 18,47	\pm 15,34			
	n	51	32	25	22		17	21	22	14	13			
	100	330,63	248,59	254,97	285,18	292,94	424,83	424,85	377,74	267,15	308,71	288,10		
		\pm 12,66	\pm 13,91	\pm 18,63	\pm 21,98	\pm 12,58	\pm 33,56	\pm 25,81	\pm 34,01	\pm 34,04	\pm 39,94	\pm 34,77		
	n	40	32	19	16	17	12	17	17	7	9	5		

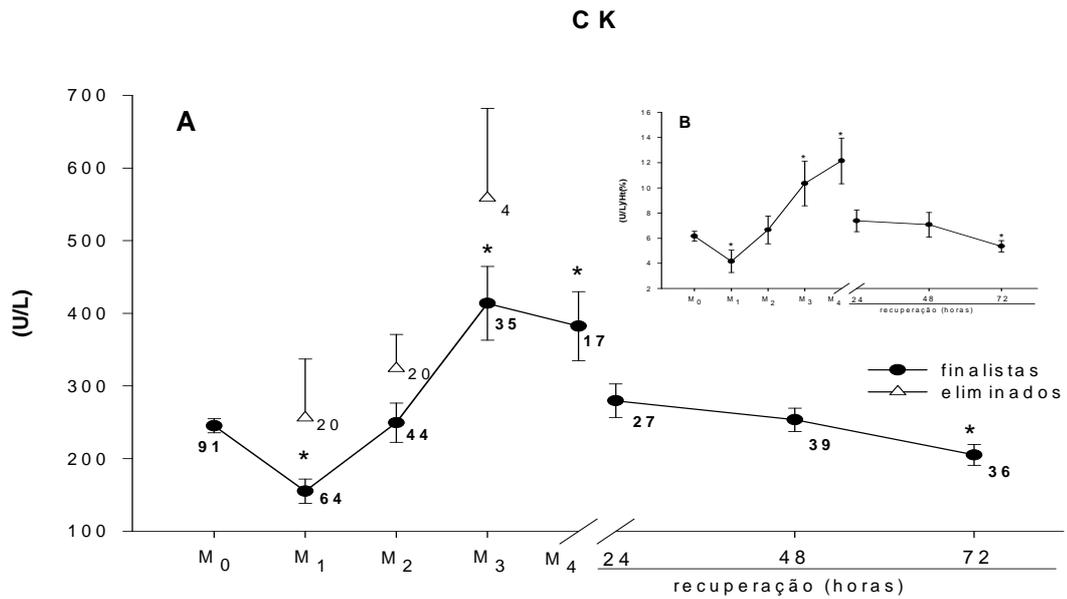


Figura 12. (A) Atividade sérica da enzima CK (U/L), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

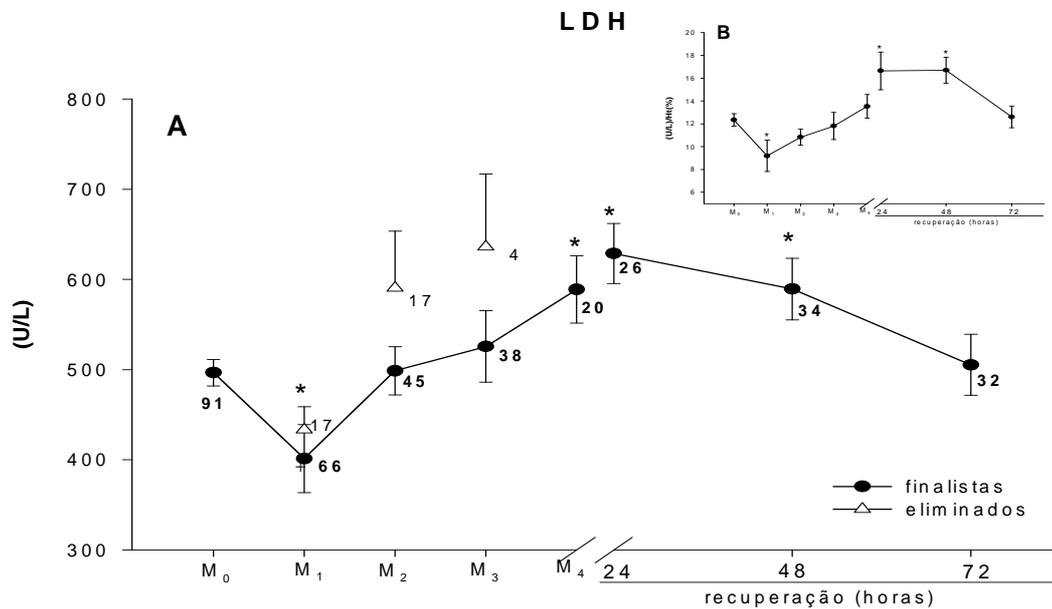


Figura 13. (A) Atividade sérica da enzima LDH (U/L), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

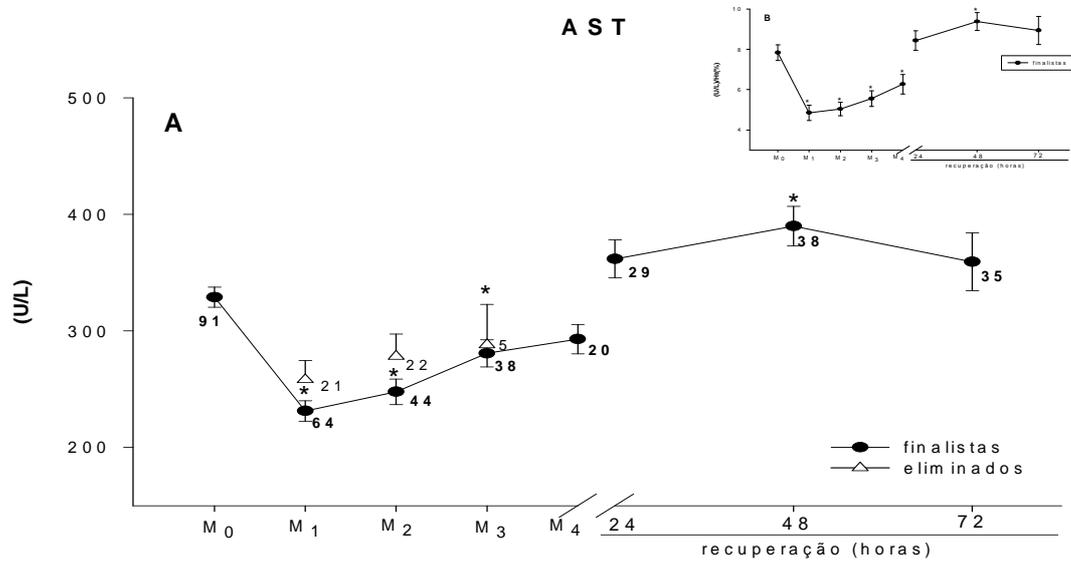


Figura 14. (A) Atividade sérica da enzima AST (U/L), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (B) Curva corrigida pelo Ht (%), (P<0,05).

4.4. Biomarcadores do estresse oxidativo de eqüinos durante campeonato de enduro em clima tropical

Os dados referentes aos valores dos biomarcadores do estresse oxidativo obtidos por cavalos em provas de enduro de 70 e 100 km de distância estão demonstrados na Tabela 6. O número de amostras variou imensamente para todas as determinações durante o presente experimento, devido a problemas relacionados com o transporte e armazenamento das amostras. Os valores referentes à concentração de ácido úrico, expressa em (mg/dL), são mostrados na Figura 15. Tais valores revelaram aumento significativo em todos os momentos (M_1 a M_7), quando comparados aos valores basais (M_0). Valores de pico foram alcançados no final das provas de 100 km (M_4) e permaneceram significativamente elevados até o final do experimento (M_7), 72 horas após as provas. Os animais eliminados revelaram diferença significativa dos animais finalistas em M_1 e M_3 ($P < 0,05$).

Os dados referentes aos animais eliminados somente revelaram diferença significativa no momento da eliminação dos animais, sendo estes considerados parte do número dos animais finalistas nos momentos anteriores.

A Figura 16 refere-se aos valores obtidos pela atividade intraeritrocitária da enzima catalase, que não revelou qualquer variação significativa durante todo o experimento (M_1 a M_7) quando comparados a M_0 . Somente os valores dos animais eliminados em M_1 , revelaram diferença significativa quando comparados aos finalistas no mesmo momento.

Os valores referentes à capacidade antioxidante do plasma (potencial redox), expressos em (mV), encontram-se demonstrados na Figura 17. Observou-se decréscimo significativo em M_2 , permanecendo diminuídos em M_3 e M_4 . Vinte e quatro horas após as provas (M_5), retornaram a valores basais e permaneceram constantes até o final do experimento (M_6 e M_7). Os cavalos eliminados não revelaram diferença significativa em nenhum momento das provas.

Tabela 6. Biomarcadores do estresse oxidativo, ácido úrico (mg/dL), catalase (K/ghb/seg) e potencial redox (mV) (média \pm erro padrão), antes e durante provas de enduro de 70 e 100 km de distância (M₀ a M₄). M₅ a M₇ representa o período pós-prova. M_{1e}, M_{2e} e M_{3e}, referem-se aos valores dos animais eliminados em M₁, M₂ e M₃, respectivamente (Brasília, 2004).

Biomarcadores	Distância (km)	M ₀	M ₁	M ₂	M ₃	M ₄	M ₅	M ₆	M ₇	M _{1e}	M _{2e}	M _{3e}
Ácido úrico (mg/dL)	70	5,40	-	-	9,36	-	6,82	8,00	5,85	32,16	8,23	-
		\pm			\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	
		0,37			0,80		1,05	1,26	0,9017	14,71	2,6191	
	n	31			15		12	5	6	4	4	
	100	5,81	8,09	9,03	10,32	11,86	10,63	7,21	6,78	-	269,47	15,92
		\pm		\pm								
	0,67	0,0	0,08	0,0	1,84	1,24	1,00	0,48		63,96	3,40	
	n	19	3	4	1	9	4	8	1		8	4
Catalase (K/ghb/seg)	70	232,62	-	-	248,72	-	267,49	234,59	293,68	292,68	217,71	-
		\pm			\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	
		12,63			17,64		23,97	22,46	36,41	31,08	26,54	
	n	31			15		12	5	6	4	4	
	100	239,79	195,59	221,40		252,74	208,48	209,08	233,59		269,47	202,99
		\pm	\pm	\pm		\pm	\pm	\pm	\pm		\pm	\pm
	17,74	0,0	7,87		23,86	25,42	19,47	35,96		63,96	21,01	
	n	19	3	4	1	9	4	8	1		8	4
Potencial redox (mV)	70	96,09	-	-	80,26	-	87,71	85,81	95,29	67,78	79,28	-
		\pm			\pm		\pm	\pm	\pm	\pm	\pm	
		3,69			6,15		4,50	5,78	7,93	27,70	12,65	
	n	31			15		12	5	7	4	4	
	100	97,82	81,50	75,50	61,40	81,85	90,20	89,97	86,35		70,77	68,42
		\pm		\pm	\pm							
	4,22	0,0	2,10	0,0	6,71	9,65	6,55	4,79		9,22	12,31	
	n	19	3	4	1	9	12	8	1		8	4

ÁCIDO ÚRICO

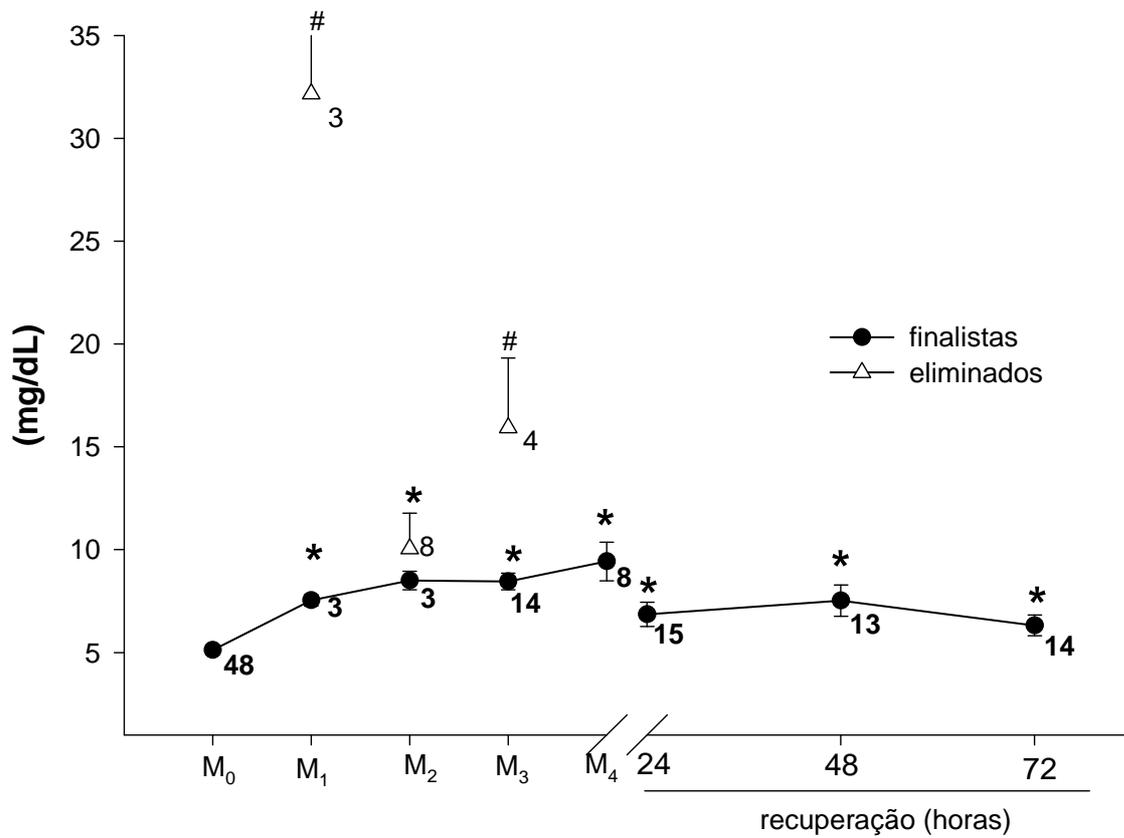


Figura 15. Concentração plasmática de ácido úrico (mg/dL), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média ± erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (P<0,05)

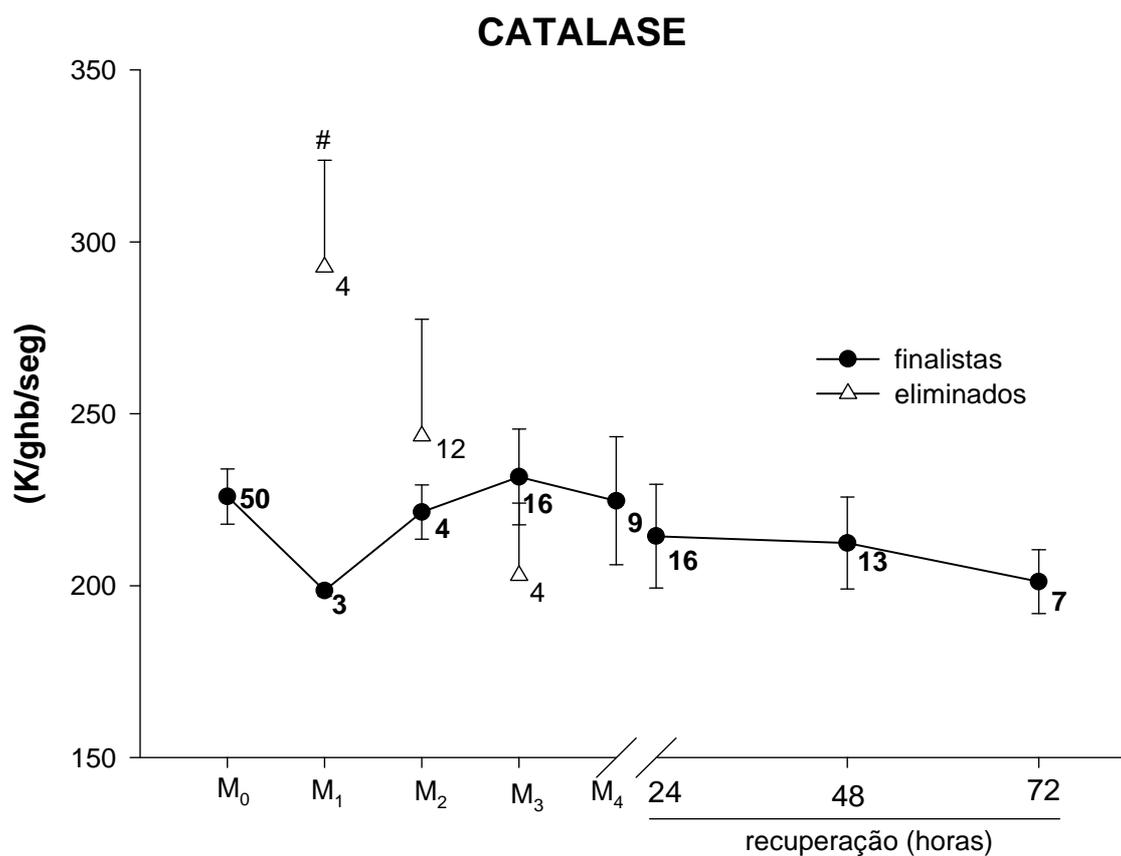


Figura 16. Atividade intraeritrocitária da enzima catalase (k/ghb/seg), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. # refere-se diferença significativa entre os cavalos eliminados e finalistas, no mesmo momento. Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (P<0,05)

POTENCIAL REDOX

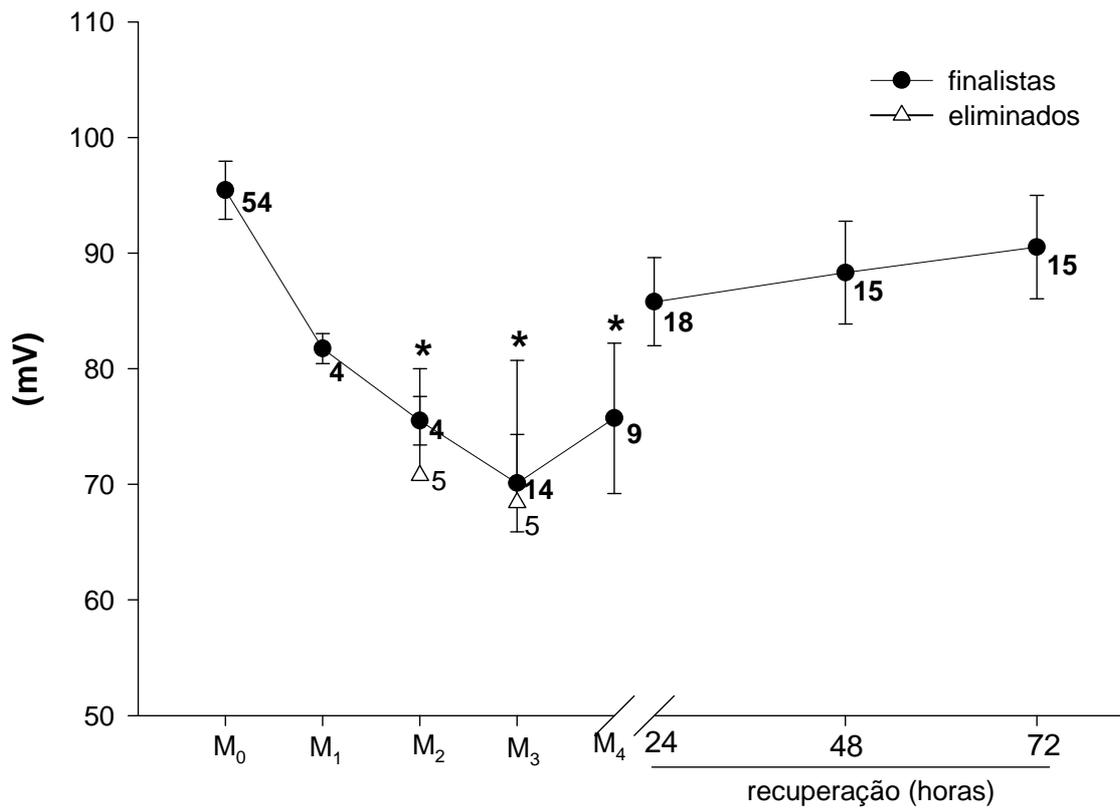


Figura 17. Capacidade antioxidante do plasma, potencial redox (mV), antes (M₀), durante (M₁ a M₄) e após (período de recuperação, M₅ a M₇) provas de enduro de 70 e 100 km de distância. Valores expressos em média \pm erro padrão da média. * representa diferença significativa quando comparados aos valores basais (M₀). Os números ao lado dos símbolos referem-se ao número de amostras em cada momento. (P<0,05)

V. DISCUSSÃO

Objetivou-se neste estudo o monitoramento do maior número de animais possíveis submetidos a competições de enduro de longa distância (70 e 100 km). Para tanto, julgou-se necessário o acompanhamento de pelo menos três provas de um campeonato regional (Distrito Federal), onde os animais se encontravam aptos para a conclusão dos referidos esforços. Na maioria das determinações, realizou-se o monitoramento em cinco provas durante o ano de 2004, fato que não pode ser obtido com algumas determinações (peso, potencial redox, catalase e ácido úrico) por falta de equipamento ou por falhas no armazenamento das amostras. Sabendo que as provas foram concluídas a velocidades médias bem próximas, infere-se num primeiro instante que a distância teve papel importante nas alterações das determinações aqui estudadas.

A análise estatística revelou que não houve diferença significativa para afirmar que a localidade da prova causasse mudanças no indivíduo em relação às determinações dos parâmetros estudados.

A variação das condições climáticas ocorridas durante as provas também serviu de meio comparativo entre os momentos de colheita no decorrer das provas. Essa comparação foi obtida com as condições climáticas mais estressantes (M_2 , M_3 e M_4), nos horários de maior esforço, de 13 às 16hs.

Conforme ocorre em atletas da espécie humana, a perda de peso sofrida por cavalos durante o esforço prolongado tem sido considerada uma estimativa precisa das perdas de fluidos através da sudorese (KINGSTON et al., 1997). Durante a realização de uma prova de média duração e baixa intensidade, foram registradas perdas de 8 a 10% de massa corporal (LACERDA NETO & MARQUES, 1999). Perdas superiores a 4% também foram observadas nesse estudo, com diferença significativa logo nos primeiros 30 km de prova (M_1), chegando a valores superiores a 5% em cavalos que completaram as provas de 100km de distância, retornando a normalidade apenas 72 horas após as provas. Em competições de 80 e 160 km de distância, perdas de fluidos

de 3 a 4 % foram comuns e persistiram após uma noite de recuperação (SCHOTT et al., 1997). Similarmente, cavalos submetidos a simulação de prova de enduro, em esteira, revelaram perdas de 3%, a despeito do acesso freqüente à água entre as sessões de esforço (DUSTERDIECK et al., 1999). Nesses estudos, diferentemente do presente, as condições ambientais eram suaves, e, mesmo assim, a avaliação da perda de peso em cavalos revelou a magnitude da desidratação involuntária que esta espécie pode sofrer.

Muitas variáveis hematológicas e metabólicas sofrem alterações durante exercício prolongado, influenciando o desempenho atlético (ROSE, 1982; JAHN et al., 1996). Durante o exercício prolongado de baixa intensidade, a concentração plasmática de proteínas totais aumenta (LUCKE & HALL, 1980a; LUCKE & HALL, 1980b; LUCKE & HALL, 1978; ROSE, 1977; GROSSKOPF & VAN RENSBURG, 1983), fato também comprovado no presente trabalho. Entretanto, a despeito deste aumento, existem evidências de que o volume plasmático aumenta durante os estágios iniciais do esforço prolongado (PERSSON, 1967; NAYLOR et al., 1993). Embora tenham sido notadas elevações no volume plasmático em cavalos desidratados após 40 minutos de esforço de baixa intensidade (NAYLOR et al., 1993), parece que o volume plasmático diminui em resposta as perdas substanciais de fluidos que ocorrem durante o esforço prolongado de enduro (SNOW et al., 1982; CARLSON & MANSMANN, 1974; CARLSON, 1983).

Além disso, essas perdas resultam em elevações na concentração de proteínas plasmáticas totais, que são bem maiores do que as observadas em cavalos submetidos a esforço de curta duração, e leva algum tempo para essa concentração se normalizar após o exercício de enduro (KINGSTON, 1997). No presente experimento a referida concentração retornou a valores basais 24 horas após as provas. Algumas pesquisas revelaram que o aumento na concentração de proteínas totais ou o decréscimo no volume plasmático é uma desvantagem durante esforços extenuantes (KRONFELD, 2001). Devido a sua contribuição para o transporte de oxigênio, essas alterações influenciam o desempenho até certo ponto, após o qual passam a ser limitantes (HOFFMAN et al., 2002). Apesar de existir alta correlação entre Ht e PT ($r =$

0,88), quando se descartou o efeito da hemoconcentração sobre esta variável notou-se decréscimo significativo ($P < 0,05$) logo em M_1 , permanecendo significativamente diminuída até o final do experimento. O exercício pode tornar aminoácidos disponíveis alterando o “turnover” protéico, seja por aumento da degradação, seja pela diminuição da síntese de proteínas (BOOTH & WATSON, 1985). Os mecanismos que envolvem diferentes alterações nas frações que compõem as proteínas plasmáticas não são claros e podem incluir redistribuição compartimental, biossíntese acelerada, degradação aumentada e liberação em bolus (COYNE et al., 1990).

A extensão do aumento do hematócrito é função linear da intensidade do esforço, com relação linear entre o hematócrito e a velocidade (ROSE, 1982; PERSSON, 1967). Com o aumento do hematócrito, ocorre elevação na contagem de eritrócitos e concentração de hemoglobina. Conseqüentemente, com a elevação de hemoglobina, ocorre aumento na capacidade de transporte de oxigênio, que se revela um fator importante na maior capacidade aeróbica do cavalo (EVANS & ROSE, 1988). Notou-se no presente estudo elevação significativa das referidas determinações logo nos primeiros 30km de esforço (M_1), permanecendo aumentadas até o final das provas de 70 e 100km. Esse comportamento, diferentemente dos trabalhos supra citados, relacionou-se, principalmente, com as distâncias percorridas (prolongamento do exercício), havendo retorno dos valores à normalidade somente no segundo dia de recuperação. Entretanto foi revelada correlação linear com o hematócrito, e, quando se retirou o efeito da hemoconcentração, tais valores não apresentaram diferença estatística durante todo o experimento, quando comparados aos do momento zero.

Os valores referentes aos animais eliminados durante as provas podem indicar maior hemoconcentração sofrida por esses, devido a uma maior desidratação indicada principalmente pela diferença significativa existente entre esses animais e os finalistas em todos os momentos de colheita (M_1 , M_2 , M_3 e M_4) nos valores de PT. Também se verificou diferença significativa em M_3 para Ht, Hb e He e, em M_1 para hb e ur.

Observou-se leucocitose durante a realização das provas, com valores máximos sendo alcançados pelos animais que completaram as provas de 100 km de distância. Algumas pesquisas relacionaram a leucocitose ao exercício prolongado, com

neutrofilia e linfopenia (SNOW et al., 1982; ROSE & HODGSON, 1982). Outros estudos referiram este fato à presença de catecolaminas e corticoesteróides circulantes, mobilizando o compartimento marginal de leucócitos presentes no endotélio vascular e no baço (DYBDAL et al., 1980; LUCKE & HALL, 1980). PERSSON & BERGSTEN (1973) mostraram que a contagem de leucócitos retornou à normalidade nas 24 horas após o esforço. No presente trabalho, tal fato foi apenas notado 72 horas após as provas. Quando se descartou o efeito da hemoconcentração, dada pelo hematócrito, notou-se comportamento similar da curva resultante, mostrando que tal fato não teve efeito nessas alterações.

Os valores de cortisol plasmático e da contagem total de leucócitos dos animais eliminados apresentaram diferença significativa dos finalistas em M₁, possivelmente devido a uma maior intensidade de esforço imposta pelos cavaleiros a estes animais no primeiro anel das provas.

As concentrações séricas de uréia e creatinina apresentaram aumentos significativos logo no primeiro momento de colheita (M₁, ~30km de distância), permanecendo elevadas durante todas as provas. Os valores de uréia podem estar aumentados em cavalos hemoconcentrados e treinados em demasia, mas tais valores estão mais associados a trocas de fluidos do que a doença renal. Elevações séricas da concentração de creatinina também refletem disfunção renal, indicando redução na taxa de filtração glomerular (KINGSTON, 2004).

Após o exercício prolongado, em que perdas extensas de fluidos pelo suor são observadas, a redução no fluxo sanguíneo renal e na filtração glomerular pode ocorrer, pois a falha renal aguda é um complicador comum na síndrome de exaustão em cavalos de enduro. Isto pode se refletir em elevações persistentes de uréia e creatinina plasmáticas (ROSE & HODGSON, 1994). No presente estudo os valores da concentração de creatinina sérica retornaram à normalidade 48 horas após as provas, ao passo que os de uréia não haviam retornado a valores basais, de pré-prova, até o final do experimento (72 horas após). Quando se retirou o efeito da hemoconcentração sobre os valores de uréia e creatinina séricos, notou-se que a mesma elevação ocorreu durante as provas, corroborando os estudos dos autores supracitados, que

demonstraram que em tais elevações ocorriam principalmente devido à falha ou disfunção renal. Adicionalmente, aumentos de creatinina durante o esforço ocorrem como resultado de uma elevação no “turnover” da fosfocreatina e, contudo, estes aumentos de creatinina sérica ou plasmática não podem ser usados isoladamente como índice de taxa de filtração glomerular reduzida (JUDSON et al., 1983).

Elevações nas concentrações plasmáticas de cortisol relacionadas ao exercício têm sido amplamente documentadas em cavalos (KRAEMER et al., 2003), e o presente experimento corrobora estes estudos. A alteração da concentração plasmática de cortisol se deve a mudanças na atividade simpática e parassimpática do Sistema Nervoso Central, o que ocorre durante o exercício (McKEEVER, 2002). A liberação de cortisol no cavalo aparenta ser afetada tanto pela intensidade quanto pela duração do esforço (SNOW & ROSE, 1981; THORNTON, 1985; HOROHOV et al., 1999). Os dados obtidos nesse experimento revelaram elevação significativa nas concentrações de cortisol, confirmando a relação entre a intensidade e a duração do esforço, mencionados anteriormente. DESMECHT et al. (1996) obtiveram, após provas de enduro com 44 km de distância, valores maiores do que em provas de corrida de maior intensidade e menor duração. Outro estudo reportou-se ao aumento de três vezes nos valores de cortisol em provas de enduro (ROSE et al, 1983). Esses valores também foram alcançados no presente trabalho em distâncias de 30 a 50km, (M_2).

Em estudo com cavalos de salto, FERLAZZO et al. (1994) revelaram que o estado emocional poderia influenciar os valores de cortisol, com diferença entre valores basais de cavalos em competição e outros sem competir. A mesma influência foi notada no presente trabalho, onde valores significativamente maiores nas determinações pré-provas (M_0

IRVINE & ALEXANDER, 1994). Este fato pode ter influenciado as determinações pós-provas, que foram sempre realizadas ao final da tarde. Em outro artigo, DESMECHT et al. (1996) também concluíram que o grau de extensão da hipercortisolemia induzida pelo exercício depende tanto da intensidade quanto da duração do esforço e que as provas de enduro induziram as maiores variações nas concentrações plasmáticas de cortisol após o exercício. Nos primeiros 30 km das provas, os cavalos eliminados (n = 20) revelaram elevação significativa ($P < 0,05$) nos valores de cortisol, que podem estar relacionados a maior velocidade (intensidade) imposta pelos cavaleiros naquele momento (M_1) e possivelmente pelo maior estresse do organismo a esta exigência.

Em se descartando o efeito do hematócrito sobre a cortisolemia, foram notadas alterações similares, revelando que a hemoconcentração não exerceu influência sobre a variação das concentrações de cortisol plasmático.

A insulina funciona como parte do sistema de retroalimentação que controla a concentração sanguínea de glicose. No descanso a insulina é a “chave” que abre a passagem celular permitindo a utilização da glicose. Durante o exercício, os músculos retiram a glicose do sangue sem a insulina (THORNTON, 1985; WILLMORE & COSTILL, 1994), e pouca ou nenhuma insulina é requerida para facilitar o transporte de glicose através da membrana celular (PLOUG et al. 1983; BONEN et al. 1989). A supressão da insulina no esforço agudo tem sido bem documentada em cavalos, bem como no homem e outras espécies (THORNTON, 1985; SNOW & ROSE, 1981; GEOR et al. 2000). Funcionalmente, isso faz com que o animal apresente aumento na taxa de gliconeogênese para manter as concentrações de glicose sanguínea durante o exercício (THORNTON, 1985; WILLMORE & COSTILL, 1994; GEOR et al. 2000). No presente estudo, com o prolongamento do esforço (mais de 30km de distância), foi notado decréscimo significativo ($P < 0,05$) das concentrações de insulina nos cavalos até o final do experimento (72 horas pós-provas), que pode estar relacionado com aumentos de catecolaminas circulantes, que inibem a insulina durante o exercício, conforme demonstrado por McKEEVER et al. (2004). A supressão mais pronunciada pode relacionar-se com maior período de treinamento dos cavalos, o que parece alterar

a resposta da insulina ao exercício, aumentando a habilidade de síntese de glicogênio durante a recuperação (THORNTON, 1985).

Embora tenha sido notada elevação significativa dos valores da insulinemia em M_1 , tal comportamento não foi verificado quando se descartou o efeito da hemoconcentração sobre esta variável nos primeiros 30km de provas, revelando então que no referido momento a elevação deveu-se ao aumento do hematócrito, e não à maior concentração plasmática de insulina naquele momento. No mesmo sentido, observou-se que os valores referentes a insulinemia retornaram aos valores basais ao término das provas de 100km, provavelmente devido a uma menor taxa de glicogenólise com o prolongamento do esforço (COOGAN, 1991), assim permanecendo no período de recuperação.

GROSSKOPF & VAN RENSBURG (1983), bem como SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al. (1991) descreveram aumento na concentração plasmática de glicose dentro dos primeiros 30 a 60km em provas de 80 a 100km de distância. Somente após essas distâncias as concentrações plasmáticas de glicose começaram a diminuir. O presente estudo corrobora estes dados, revelando aumento significativo da glicemia aos 30 e 50km iniciais e decréscimo significativo aos 70km de distância, com o retorno aos valores basais no final das provas. Entretanto, quando se retirou o efeito da hemoconcentração sobre essa variável, percebeu-se que a elevação glicêmica inicial (M_1) deveu-se ao aumento do hematócrito, e não à maior concentração de glicose plasmática nesse momento. Durante o período de recuperação os valores de glicose permaneceram similares aos de pré-provas, nas primeiras 24 horas, decrescendo significativamente 48 e 72 horas após.

Mudanças na produção de glicose são geradas através da dependência de glicose plasmática nos tecidos, mediada pela glicogenólise e gliconeogênese hepática, influenciada pelo estado de condicionamento e intensidade, bem como pela duração do esforço (COGGAN, 1991; GREEN et al., 1995). A glicogenólise é dominante na maioria dos exercícios, e é maior no começo e durante esforço de alta intensidade (COGGAN, 1991). A taxa de gliconeogênese é maior com o prolongamento do esforço. A utilização de glicose plasmática aumenta com a intensidade do exercício devido ao aumento na

utilização por cada fibra muscular e ao incremento no número de fibras musculares em atividade. Após exercícios prolongados ou provas de enduro tem sido observado decréscimo na concentração plasmática de glicose na maioria das vezes (LUCKE & HALL, 1980). Não obstante, o comportamento desses valores durante o tempo e durante o exercício deve ser considerado (PLOUG et al., 1983; BONEN et al., 1989). A interpretação dos valores de glicemia durante provas oficiais ou em concursos deve ser feita com cautela, devido ao fornecimento, por parte dos cavaleiros, de bebidas e suplementos energéticos contendo quantidades consideráveis de glicose.

Os radicais livres de oxigênio levam a perda de integridade da membrana e a diminuição de funções celulares por meio da peroxidação de lipídeos polinsaturados (PARINANDI et al., 1991; ARABADJIS et al., 1993), seguida de inativação enzimática e elevação de cálcio ionizado (Ca^{2+}), que, por sua vez, ativa vários processos degradativos nas células musculares durante o trabalho (BRAUGHLER, 1988; MALIS & BOVENTRE 1988). Estes fatos, bem como o decréscimo na síntese enzimática, podem explicar o decréscimo significativo das atividades de todas as enzimas que ocorreu nos primeiros 30km de prova (M_1), sem significado clínico. Isto também suporta o argumento de que as enzimas intracelulares, CK ou LDH, liberadas no sangue, são indicadores de perda de integridade do sarcolema, cuja extensão de resposta pode estar relacionada a inúmeros fatores, dentre eles a distância percorrida, conforme sugerido por OVERGAARD et al. (2004).

Aumentos plasmáticos da atividade de CK, AST (ANDERSON, 1975; ROSE et al., 1977; LUCKE & HALL, 1978; HARRIS et al., 1990; ANDREWS et al., 1995) e LDH (ANDERSON, 1975) tem sido notados em resposta ao exercício. Supõe-se que esses aumentos estejam relacionados a dano muscular evidente ou a alterações na membrana da fibra muscular, causando aumento transitório na sua permeabilidade (ANDERSON, 1975; BOYD, 1985). Entretanto, elevações fisiológicas podem ocorrer sem nenhuma destruição tecidual (CERNY & HARALAMBIE, 1983) e a extensão dessas elevações depende do tipo do esforço (ANDERSON, 1975; HARRIS et al., 1990). Durante as provas, notou-se em M_2 (~50km) que a atividade das enzimas CK e

LDH aumentou, corroborando o estudo de ARMSTRONG (1986); FRIEDEN & LIEBER (2001), que mostraram que aumentos nos valores plasmáticos de atividade dessas enzimas após o exercício são causados pelo extravasamento do sarcolema das fibras musculares lesadas no exercício.

Os valores referentes a atividade da enzima CK dependem imensamente da duração e do tipo de esforço (OVERGAARD et al., 2004). Notou-se também que valores de pico foram atingidos em M₃ e permaneceram elevados em M₄ (70 e 100 km de distância, respectivamente). Esses valores podem confirmar os dados revelados por HODGSON (1985), onde valores de pico ocorreram em 6 a 12 horas após o início do exercício.

A atividade da enzima LDH teve um comportamento semelhante ao da enzima CK, entretanto os valores de pico só foram alcançados nas primeiras 24 horas após as provas, permanecendo elevados no momento seguinte (48 horas pós-provas), retornando aos valores basais somente 72 horas após os esforços. Tais resultados revelaram valores de pico mais tardios da enzima LDH, conforme constatado em outros estudos (HODGSON, 1985; CLARKSON & EBBELING, 1988; HARRIS, 1998a).

Os dados referentes à atividade da enzima AST revelaram comportamento similar (diminuição significativa em M₁, permanecendo baixos pelos dois momentos consecutivos, M₂ e M₃). Entretanto, esses valores se elevaram para valores basais até 24 horas e aumentaram, significativamente, 48 horas pós-provas, retornando aos

As atividades enzimáticas do plasma de cavalos eliminados não revelaram nenhuma alteração significativa durante as provas quando comparados aos cavalos que finalizaram as provas nos momentos de desclassificação.

O principal problema na avaliação dos valores de enzimas musculares é definir a atividade enzimática em resposta a um regime específico de exercício. Considerando que o esforço extenuante pode resultar em elevações das atividades plasmáticas de CK, AST e LDH, sem nenhum sinal de dano ou rigidez muscular, também se torna difícil determinar o limite funcional ou fisiológico das alterações patológicas (MUÑOZ et al., 2002). Os dados obtidos no presente estudo indicaram elevação na atividade das enzimas, decorrentes de alterações musculares, em exercício prolongado de enduro. Estes resultados quando comparados a estudos prévios, sob as mesmas condições climáticas, porém de menores distâncias, 30 a 60km (TEIXEIRA-NETO et al., 2004), revelam a relação existente entre as alterações musculares e a duração ou prolongamento do esforço de enduro.

Quando se descartou o efeito da hemoconcentração sobre as atividades das enzimas CK, LDH e AST, verificou-se o mesmo comportamento apresentado anteriormente, confirmando que o hematócrito não apresentou associação linear com as referidas atividades enzimáticas.

O elevado consumo de oxigênio durante esforço extenuante provê vantagens metabólicas na produção de energia, mas, paradoxalmente, causa lesão oxidativa às células musculares (HARGREAVES et al., 2002). O consumo de oxigênio pode aumentar 10 a 20 vezes no homem e 30 vezes no cavalo (BUTTLER et al., 1993). Isto faz do cavalo ótimo modelo para se estudar o estresse oxidativo (WILLIAMS, 2003).

O exercício se revela um potente estímulo para a produção de espécies reativas de oxigênio (EROs) e evidências sugerem que esta produção pode contribuir para distúrbios induzidos pelo exercício, na homeostase muscular, bem como para a fadiga e lesões musculares (POWERS & LENNON, 1999). As concentrações de EROs no organismo são bem controladas por mecanismos para prevenir ou limitar a extensão

do dano. O estresse oxidativo induzido pelo exercício contribui para a intolerância ao esforço e mau desempenho, por meio da aceleração do processo de fadiga e de lesões de fibras musculares (SEN & PACKER, 2000).

O estresse oxidativo ocorre quando a produção de EROs suplanta as defesas antioxidantes. Prováveis mecanismos pelos quais os oxidantes são produzidos pelo exercício incluem lesão de isquemia e reperfusão, auto-oxidação de catecolaminas, ativação de fagócitos e extravasamento de elétrons pela cadeia de transporte mitocondrial (PACKER, 1997).

Devido as EROs apresentarem meia-vida curta, o único meio de se determinar diretamente sua produção é mediante técnicas de aprisionamento de elétrons ou ressonância do “*spin*” de elétrons. Esses métodos são caros e trabalhosos, por esse motivo outros métodos de avaliação são empregados, que incluem o “*status*” antioxidante (glutationa, vitamina E e catalase) ou biomarcadores do estresse oxidativo (peroxidação lipídica e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico [TBARS]) (WILLIAMS et al., 2003). O presente experimento tentou monitorar o estado antioxidante pela determinação da capacidade antioxidante do plasma, mensurando seu potencial redox, por voltametria cíclica, conforme descrito por GANDRA et al. (2004) concentração plasmática de ácido úrico e atividade intraeritrocitária da enzima catalase, mediante espectrofotometria.

A mensuração da capacidade antioxidante do plasma considera a ação cumulativa de todos os antioxidantes presentes no plasma e fluidos corporais, provendo assim um parâmetro mais integrado do que a simples soma de antioxidantes mensuráveis (GHISELLI et al., 2000).

Um resultado interessante do presente estudo foi a diminuição significativa no potencial redox do plasma com o prolongamento do esforço (mais de 50 km, M₂). Esse resultado corrobora o estudo de FRANKIEWICZ-JOZKO & SZARSKA (2000), em que foi notado decréscimo do estado antioxidante total do plasma em cavalos submetidos a provas de 160km de distância. Tais valores retornaram a normalidade, nas primeiras 24 horas de recuperação pós provas.

As concentrações plasmáticas de ácido úrico são maiores no homem do que no cavalo (MARLIN et al., 2002). Vários estudos têm reportado elevações significativas de ácido úrico em atletas da espécie humana após maratonas (ROKITZKI et al., 1994; CHILD et al., 1998; MARLIN et al. 2002), embora em outro estudo (SANCHEZ-QUESADA et al., 1998) não tenha sido relatada nenhuma variação.

A isquemia induzida pelo exercício promove a conversão da enzima xantina desidrogenase para a sua forma reativa, xantina oxidase (XO), que catalisa a conversão de hipoxantina a ácido úrico e tem sido proposta como principal contribuinte na produção de EROs (DUARTE et al., 1993; YOKOHAMA et al., 1990; RASANEN et al., 1996).

No presente experimento houve aumento significativo nas concentrações plasmáticas de ácido úrico nos cavalos, logo após completarem os primeiros 30 km das provas (M₁), o que pode estar relacionado ao estresse oxidativo induzido pelo exercício, com a considerável produção de ácido úrico através da catálise da enzima xantina oxidase, conforme indicado por DUARTE et al. (1993), YOKOHAMA et al. (1990) e RASANEN et al. (1996). Esse aumento se manteve até o final do experimento (72 horas pós-provas). Diversos estudos também indicaram que o calor e a umidade, associados ao exercício prolongado de enduro, causam uma grande diminuição de antioxidantes (MILLS et al., 1996), fato este que também pode ter contribuído para o decréscimo nos valores do presente experimento.

A atividade intraeritrocitária da enzima catalase, também foi monitorada nesse estudo e não revelou qualquer alteração significativa quando comparou-se os valores mensurados durante e após as provas com os valores basais.

VI. CONCLUSÕES

A metodologia empregada no presente estudo possibilitou o acompanhamento das alterações fisiológicas que realmente ocorrem durante o esforço de enduro de longa distância em clima tropical. A interpretação dos dados possibilita um melhor entendimento das adaptações fisiológicas de cavalos atletas submetidos ao referido esforço e também revela o tempo necessário para eliminar do organismo catabólitos produzidos em decorrência desse exercício. Desta maneira, demonstrou-se que diferentes comportamentos das variáveis analisadas podem ser utilizados como uma ferramenta para caracterizar e acompanhar a extensão da alteração causada e o tempo de recuperação necessário após esse tipo de exercício.

VIII. REFERÊNCIAS

- ALLEN, B. V. Age differences in the haemogram of the National Hunt trained racehorse. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 21, p. 309-310, 1989.
- ALEXANDER, S. L.; IRVINE, C. H. G.; ELLIS, M. J.; DONALD, R. A. The effect of acute exercise on the secretion of corticotrophin-releasing factor, arginine vasopressin, and adrenocorticotropin as measured in pituitary venous blood from the horse. **Endocrinology**, Baltimore, v. 128, p. 65-72, 1991.
- ANDERSON, B. Regulation of water intake **Physiol. Rev.**, Baltimore, 58, Suppl., p. 582-603, 1978.
- ANDERSON, M. G. The influence of exercise on serum enzyme levels in the horse **Equine Vet. J.**, New Market, v. 7, p. 160-165, 1975.
- ANDREWS, F. M.; GEISER, D. R.; WHITE S. L.; WILLIAMSON, L. H.; MAYKUTH, P. L.; GREEN, E. M. Hematological and biochemical changes in horses competing in a 3 star horse trial and 3 day event. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 40, Suppl., p. 57-63, 1995.
- ARABADJIS, P. G.; TULLSON, P. C.; TERJUNG, R. L. Purine nucleoside formation in rat skeletal muscle fiber types. **Am. J. Physiol.**, Baltimore, v. 264, p. 1246-1251, 1993.
- ARMSTRONG, R. B. Muscle damage and endurance events. **Sports Med.**, Auckland, v. 3, p. 370-381, 1986.
- BONEN, A.; McDERMOTT, J. C.; HUTBER, C. A. Carbohydrate metabolism in skeletal muscle: An update of current concepts. **Int. Sports Med.**, Stuttgart, v. 10, p. 385-401, 1989.
- BOOTH, F. W.; WATSON, P. A. Control of adaptations in protein levels in response to exercise. **Fed. Proc.**, v. 44, p. 2293-2300, 1985.
- BOYD, J. W. The mechanisms relating to increases in plasma enzymes and isoenzymes in diseases of animals **Vet. Clin. Pathol.**, Davis, v. 12, p. 9-25, 1985.

BRAUGHLER, J. M. Calcium and lipid peroxidation In: HALLIWELL, B. (Ed.) **Oxygen radicals and tissue injury**, Federation of American Societies for Experimental Biology, 1988, Bethesda. p. 94-104.

BUTLER, P. J.; WOAKES, A. J.; SMALE, K, ROBERTS, C. A.; HILLIDGE, C. J.; SNOW, D. H.; MARLIN, D. J. Respiratory and cardiovascular adjustments during exercise of increasing intensity and during recovery in Thoroughbred racehorses. **J. Expt. Biol.**, Kawasaki, v. 179, p. 159-180, 1993

CARDINET III, G. H.; FOWLER, M. E.; TYLER, W. S. The effect of training exercise and tying up on serum transaminase activities in the horse. **Am. J. Vet. Res.**, Chicago, v. 24, p. 980-984, 1963

CARLSON, G. P. Thermoregulation and fluid balance in the exercising horse. In: SNOW, D. H.; PERSON, S. G. B., ROSE, R. J. (Ed.). **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983, p. 275-309.

CARLSON, G. P.; MANSMANN, R. A. Serum electrolyte and plasma protein alterations

COYNE, C. P.; CARLSON, G. P.; SPENSLEY, M. S.; SMITH, J. Preliminary investigation of alterations in blood viscosity, cellular composition, and electrophoresis plasma protein fraction profile after competitive racing activity in thoroughbred horses. **Am. J. Vet. Res.**, Chicago, v. 51, p. 1956-1963, 1990.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária no Brasil. **Estudo do Complexo do Agronegócio Cavalos**, Brasília, 2004, 68 p.

CONVERTINO, V. A.; ARMSTRONG, L. E.; COYLE, E. F.; MACK, G. W.; SAWKA, M. N.; SENAY, L. C.; SHERMAN, W. M. Position stand: exercise and fluid replacement **Med. Sci. Sports Exerc.**, Hagerstown, v. 28, p. i-vii, 1996.

DEATON, C. M.; MARLIN, D. J.; ROBERTS, C. A. SMITH, N.; HARRIS, P.A.; KELLY F. J.; SCHROTER, R. C. Antioxidant supplementation and pulmonary function at rest and exercise. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 34, Suppl., p. 58-62, 2002.

DEATON, C. M.; MARLIN, D. J. Exercise-associated oxidative stress. **Clin. Tech. Equine Pract.**, Santa Barbara, v. 2, n. 3, p. 278-291, 2003.

DESMECHT, D.; LINDEN, A.; AMORY, H.; ART, T.; LEKEUX, P. Relationship of plasma lactate production to cortisol release following completion of different types of sport events in horses **Vet. Res. Commun.**, v. 20, p. 371-379, 1996.

DUARTE, J. A. R.; APPELL, H. J.; CARVALHO, F.; BASTOS, M. L.; SOARES, J. M. C. Endothelium derived oxidative stress may contribute to exercise induced muscle damage. **Int. J. Sports Med.**, Stuttgart, v. 14, p. 440-443, 1993.

DUNCAN, J. R.; PRASE, K. W. Veterinary medicine clinical pathology. 2. ed., Iowa: Iowa State University Press, 1986, p. 175-179.

DUSTERDIECK, K. F.; SCHOTT II, H. C.; EBERHART, S. W.; WOODY, K. A.; COENEN, M. Electrolyte and glycerol supplementation improve water intake by horses performing a simulated 60 km endurance ride. **Equine Vet. J.** New Market, 30, Suppl., p. 418-424, 1999.

- DYBDAL, N. O.; GRIBBLE, D.; MADIGAN, J. E.; STABENFELDT, G.H. Alterations in plasma corticosteroids, insulin and selected metabolites in horses used in endurance rides **Equine Vet. J.**, New Market, v. 12, p. 137-140, 1980.
- EVANS, D.; ROSE, R. J. Cardiovascular and respiratory responses in thoroughbred horses during treadmill exercise. **J. Exp. Biol.**, v. 134, p. 397-408, 1988.
- FERLAZZO, A.; FAZIO, E.; MEDICA, P.; MURANIA, C.; PICCIONE, G. Adrenal response to physical activity in training and competing sport horses In: Congress International Society of Applied Ethology 28th, 1994, Foulum, Dinamarca, Proceedings...p. 38.
- FITTS, R. H. Cellular mechanisms of muscle fatigue **Physiol. Rev.**, Baltimore, v. 74, p. 49-94, 1994.
- FITZSIMONS, J. T. Angiotensin, thirst and sodium appetite. **Physiol. Rev.**, Baltimore, v. 78, p. 583-686, 1998.
- FRANKIEWICZ-JOZKO, A.; SZARSKA, E. Antioxidant level to exercise in the blood of endurance horses. **Biol. Sport.**, v. 17, p. 217-227, 2000.
- FRIDEN, J.; LIEBER, R. L. Serum creatine kinase level is a poor predictor of muscle function after injury. **Scan. J. Med. Sci. Sports**, Belconnen, v.11, p.126-127, 2001.
- GANDRA, P.G.; ALVES, A. A.; MACEDO, D. V. Eletrochemical determination of antioxidant capacity for physical exercise evaluation. **Quim. Nova**, São Paulo, v. 27, n. 6, p. 980-985, 2004.
- GEOR, R. J.; MCCUTCHEON, L. J. Thermoregulation and clinical disorders associated with exercise and heat stress. **Comp. Cont. Educ. Pract. Vet.**, Princetown, v. 18, p. 436-444, 1996.
- GEOR, R. J.; HINCHCLIFF, K. W.; SAMS, R. A. Beta adrenergic blockade augments glucose utilization in horses during graded exercise. **Equine Vet. J.** New Market, v. 20, p. 163-172, 2000.

GHISELLI, A; SERAFINI, M.; NATELLA, F.; SCACCINI, C. Total antioxidant capacity as a tool to assess redox status: critical view and experimental data. **Free Radical Biol. & Med.**, New York, v. 11, p. 1106-1114, 2000.

GREEN, H.J.; JONES, S.; BALL-BOURNET, M.; FARRANCE, B.; RANNEY, D. Adaptations in muscle metabolism to prolonged voluntary exercise and training. **J. Appl. Physiol.** Bethesda, v. 78, p. 138-145, 1995.

GREENLEAF, J. E. Problem: thirst, drinking behavior and involuntary dehydration **Med. Sci. Sports Exerc.**, v. 24, p. 645-656, 1992.

GROSSKOPFT, J. F. W.; van RENSBURG, J. J. Haematology and blood biochemistry of horses during a 210 km endurance rides. IN: SNOW, D. H.; PERSSON, S. G. B.; ROSE, R. J. (Ed). **Equine exercise physiology**. Cambridge: Granta Editions, 1983b, p. 416-424.

GROSSKOPF, J. F. W.; van RENSBURG, J. J. Some observations on the haematology and blood biochemistry of horses competing in 80 km endurance rides. In: SNOW, D. H.; PERSSON, S. G. B.; ROSE, R. J. (Ed.): **Equine exercise physiology I**. Cambridge, Granta Editions, 1983a, p. 425-431.

HALLIWELL, B.; GUTTERIDGE, J. M. Iron toxicity and oxygen radicals. In:_____Clarendon Press (2 Ed.) **Free radicals in biology and medicine**, Oxford, 1989, p. 86-123.

HAIR J. R., J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Multivariate Data Analysis** (5. ed.), New Jersey, 1998.

HARGREAVES, B. J.; KRONFELD, D. S.; WALDRON, J. N.; LOPES, M. A.; GAY, L. S.; SAKER, K. E.; COOPER, W. L.; SKLAN, D. J.; HARRIS, P. A. Antioxidant status and muscle cell leakage during endurance exercise. **Equine Vet. J.**, New Market, 34, Suppl., p. 116-121, 2002.

HARRIS, P. A. Equine rhabdomyolysis syndrome. In: Metabolic and endocrine problems of the horse. **Metabolic and endocrine problems of the horse**. London, In: WATSON T., SAUNDERS W. B. (Ed.), p. 75-99, 1998a.

HARRIS, P. A. Musculoskeletal Disease. In: REED, S. M.; BAYLY, W. M. **Equine internal medicine** (Ed). W.B. Saunders, Philadelphia, 1998b, p. 375-397.

HARRIS, P. A.; SNOW, D. H.; GREET, T. L.; ROSSDALE, P. D. Some factors influencing plasma AST/CK activities in thoroughbred racehorses **Equine Vet. J.**, New Market, v. 9, Suppl., p. 66-71, 1990

HINCHCLIFF, K. W.; McKEEVER, K. H.; MUIR, W. W.; SAMS, S. Furosemide reduces accumulated oxygen deficit in horses during brief intense exertion. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 81, p. 1550-1554, 1996.

HODGSON, D.R. Myopathies in athletic horses. **Comp. Cont. Educ.** v. 7, p. S551-S556, 1985.

HOFFMAN, R. M.; HESS, T. M.; WILLIAMS, C. A.; KRONFELD D. S.; GRIEWE-CRANDELL, K. M.; WALDRON, J. E.; GRAHAM-THIERS, P. M.; GAY, L. S.; SPLAN, R. K.; SAKER, K. E.; HARRIS, P. A. Speed associated with plasma pH, oxygen content, total protein and urea in 80 km race. Equine Exercise Physiology 6. **Equine Vet. J.** New Market, 34, Suppl., p. 39-43, 2002.

HOPPER, M. K.; PIESCHI Jr, R. L.; PELLETIER, N. G.; ERICKSON, H. H. Cardiopulmonary effects of acute blood volume alteration prior to exercise. In: PERRSON, S. G. B.; LINDHOLM, A.; JEFFCOTT, L. B., **Equine exercise physiology** (3.ed.), Davis, ICEEP Publications, 1991, p. 9-16.

HOROHOV, D. W.; DIMOCK, A. N.; GURINALDA, P.D.; FOLSOM, R. W.; MALINOWSKI, K.; McKEEVER, K. H. Effects of exercise on the immune response of young and old horses. **Am. J. Vet. Res.** Chicago, v. 60, p. 643-647, 1999.

HUBBARD, R. W.; SANDICK, B. L.; MATTHEW, W. T.; FRANCESCONI, R. P.; SAMPSON, J. B.; DURKOT, M. J.; MALLER, O.; ENGELL, D. Voluntary dehydration and alliesthesia for water. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 57, p. 868-875, 1984.

IRVINE, C. H. G.; ALEXANDER, S. L. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. **Domestic animal endocrinology**, Stonehan, v. 11, n. 2, p. 227-238, 1994.

JENKINS, R. R. Free radical chemistry: Relationship to exercise. **Sports Med.**, Auckland, v. 5, p. 156-170, 1988.

Jl, L. L. Exercise and oxidative stress: Role of the cellular antioxidant systems. In: HOLLOSZY, J. O., (Ed.) **Exercise sport science reviews**. Baltimore, MD: Williams & Wilkins, 1995, p. 135-166.

KINGSTON, J. K. Hematologic and serum biochemical responses to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. (Ed.) **Equine sports medicine and surgery**. Basic and clinical Sciences of the equine athlete. Saunders Co., p. 939-948, 2004.

KINGSTON, J. K.; GEOR, R. J.; McCUTCHEON, L. J. Use of dew point hygrometry, direct sweat collection and measurement of body water losses to determine sweating rates in exercising horses **Equine Vet. J.** New Market, 22, Suppl.,p. 108-113, 1997.

KNIGHT, P. K.; RAY, S. P.; ROSE, R. J. Effects of phlebotomy and autologous blood transfusion on oxygen transport in the racehorse **Equine Vet. J.** New Market, 30, Suppl., p.143-147, 1999.

KRONFELD, D. S. Body fluids and exercise: replacement strategies. **J. Equine Vet. Sci.**, Wildomar, v. 21, p. 368-376, 2001.

KRAEMER, R. R.; ABOUDEHEN, K. S.; CARRUTH, A. K.; DURAND, R. T.; ACEVEDO, E. O.; HEBERT, E. P.; JOHNSON, L. G.; CASTRACANE, V. D. Adiponectin responses to continuous and progressively intense intermittent exercise. **Med. Sci. Sport Exerc.**, v. 35, p. 1320-1325, 2003

LACERDA NETO, J. C.; MARQUES, L. C. Utilização de p

LINDHOLM, A. Patophysiology of exercise induced diseases of the musculoskeletal system of the equine athlete. In: **Equine Exercise Physiology 2** In: Gillespie, J. R.; Robinson, N. E. (Ed.), Davis, ICEEP Publications, 1987, p. 711-727.

LINDSAY, W. A.; MCDONELL, W.; BIGNELL, W. Equine postanesthetic forelimb lameness: Intracompartmental muscle pressure changes and biochemical patterns. **Am. J. Vet. Res.**, v. 41, p. 1919-1924, 1980.

LUCKE, J. N.; HALL, G. N. Biochemical changes in horses during a 50-mile endurance ride. **Vet. Rec.**, London, v. 102, p. 356-358, 1978.

LUCKE, J. N.; HALL, G. N. Further studies on the metabolic effects of long distance riding: Golden Horseshoe Ride 1979, **Equine Vet. J.**, New Market, v. 12, p. 189-192, 1980.

LUCKE, J. N.; HALL, G. M. Long distance exercise in the horse: Golden Horseshoe Ride 1978. **Vet. Rec.**, London, v. 106, p. 405-407, 1980.

LUGER, A.; DEUSTER, P. A.; KYLE, S. B.; GALLUCCI, W. T.; MONTGOMERY, L. C.; GOLD, P. W.; LYNN LORIAUX, D.; CHROUSOS, G. P. Acute hypothalamic-pituitary-adrenal responses to the stress of treadmill exercise. **N. Engl. J. Med.**, v. 316, p. 1309-1315, 1987.

MALIS, C. D.; BOVENTRE, J. V. Susceptibility of mitochondrial membranes to calcium and reactive oxygen species: implications for ischemic and toxic tissue damage. **Progress Clin. Biol. Res.**, v. 282, p. 235-259, 1988.

MARLIN, D. J.; FENN, K.; SMITH, N.; DEATON, C. D.; ROBERTS, C. A.; HARRIS, P. A.; DUNSTER, C.; KELLY, F. J. Changes in circulatory antioxidant status in horses during prolonged exercise American Society for Nutritional Sciences. In: WALTHAM INTERNATIONAL SYMPOSIUM: PET NUTRITION COMING OF AGE, 2002, **Proceedings...**

McEWEN, S. A.; HULLAND, T. J. Histochemical and morphometric evaluation of skeletal muscle from horses with exertional rhabdomyolysis (tying up). **Vet. Pathol.**, Washington, v. 23, p. 400-40, 1986.

McKEEVER, K. H. The endocrine system and the challenge of exercise. **Vet. Clin. North Am.:** Equine Pract., Orlando, v. 18, p. 321-353, 2002.

McKEEVER, K. H.; GORDON, M. B. Endocrine alterations in the equine athlete. In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. (Ed.): Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete, 5. ed., Philadelphia, Saunders, 2004, p. 793-814.

McKEEVER, K. H.; AGANS, J. M.; GEISER, S.; SCALI, R.; GUIRNALDA, P. D.; KEARNS, C. F.; LORIMER, P. J. Effect of recombinant erythropoietin administration on red cell volume, aerobic capacity and indices of performance in Standardbred horses In: 16TH EQUINE NUTRITION AND PHYSIOLOGY SYMPOSIUM, 1999. **Proceedings...** p. 163-167.

MCUTCHEON, L. J.; GEOR, R. J. Sweat fluid and ion losses in horse during training and competition in cool vs. hot ambient conditions: implications for ions supplementation. **Equine Vet. J.**, New Market, 22, Suppl., p. 54-62, 1996.

MILLS, P.C.; SMITH, N. C.; CASAS, I.; HARRIS, P.; HARRIS, R. C.; MARLIN, D. J. Effects of exercise intensity and environmental stress on indices of oxidative stress and iron homeostasis during exercise in the horse. **Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.**, v. 74, p. 60-66, 1996.

MUÑOZ, A.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R.; LUCAS, R. G.; CASTEJÓN, F. M. Effect of training duration and exercise on blood borne substrates, plasma lactate and enzyme concentrations in Andalusian, Anglo-Arabian and Arabian breeds. **Equine Vet. J.**, New Market, 34, Suppl., p. 25-251, 2002.

NAYLOR, J. R.; BAYLY, W. M.; SCHOTT II, H. C.; GOLLNICK, P. D.; HODGSON, D. R. Equine plasma and blood volumes decrease with dehydration but subsequently increase with exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 75, p. 1002-1008, 1993.

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

- OVERGAARD, K.; FREDSTED, A.; HYLDAL, A.; INGEMANN-HANSEN, T.; GISSEL, H.; CLAUSEN, T. Effects of running distance and training on Ca²⁺ content and damage in human muscle. **Med. Sci. Sports & Exerc.**, Hagerstown, v. 36, n.5, p.821-829, 2004.
- PACKER, L. Oxidants, antioxidant nutrients and the athlete. **J. Sports Sci.** v. 15, p. 353-363, 1997.
- PARINANDI, N. L.; ZWIZINSKI, C. W.; SCHMID, H. H. O. Free radical induced alteration of Myocardial membrane proteins. **Arch. Biochem. Biophys.**, v. 289, p. 118-123, 1991.
- PERSSON, S. G. B.; BERGSTEN, G. Circulatory effects of splenectomy in the horse. **Zentralbl. Veterinarmed.** v. 20, p. 456-467, 1973.
- PERSSON, S. G. B. On blood volume and working capacity in horses. **Acta Physiol Scand.** 19, Suppl., p. 1-189, 1967.
- PLOUG, T.; GALBO, H.; RICHTER, E. A. Increased muscle glucose uptake during contractions. No need for insulin. **Am. J. Physiol.**, Baltimore, v. 247, p. E726-E731, 1983.
- POWERS, S. Influence of exercise and fiber type on antioxidant enzyme activity in rat skeletal muscle. **Am. J. Physiol.**, Baltimore, v. 266, p. 375-380, 1994.
- POWERS, S.K.; LENNON, S. L. Analysis of cellular responses to free radicals: focus on exercise and skeletal muscle. **Proc. Nutr. Soc.**, v. 58, p. 1025-1033, 1999.
- RASANEN, L. A.; WIITANEN, P. A.; LILIUS, E. M.; HYYPPA, S.; POSO, A. R. Accumulation of uric acid in plasma after repeated bouts of exercise in the horse. **Comp. Biochem. Physiol.**, New York, v. 114B, n. 2, p. 139-144, 1996.
- RICKETTS, S. W. Hematologic and biochemical abnormalities in athletic horses In: HINCHCLIFF, K. W.; KANEPS, A. J.; GEOR, R. J. (Ed.). **Equine sports medicine and surgery: basic and clinical sciences of the equine athlete**, Philadelphia, 2004, p. 949-966.

ROKITZKI, L.; LOGEMANN E.; SAGREDOS, N.; MURPHY, W.; WETZEL-ROTH, W.; KEUL, J. Lipid peroxidation and antioxidative vitamins under extreme endurance stress. **Acta Physiol. Scand.**, v. 151, p. 149-158, 1994.

ROSE, R. J. Haematological changes associated with endurance exercise. **Vet. Record.**, London, v. 110, p. 175-177, 1982.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Haematological and plasma biochemical parameters in endurance horses during training. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 14, p. 144-148, 1982.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R. Hematology and biochemistry In: _____ Saunders Co (Eds), **The athletic horse**, Philadelphia, 1994, p. 63-78.

ROSE, R. J.; PURDUE, R. A.; HENSLEY, W. Plasma biochemistry alterations in horses during an endurance ride. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 9, p. 122-126, 1977.

ROSE, R. J.; HODGSON, D. R.; SAMPSON, D. CHAN, W. Changes in plasma biochemistry in horses in a 160 km endurance ride. **Aus. Vet. J.**, v. 60, p. 101, 1983.

RUBIO, D.; RIBER, C.; SANTISTEBAN, R. et al. Hematologic alterations as an index of exercise tolerance in different breeds of horses. **Equine Athlete**, Santa Barbara, v. 7, p. 10-12, 1994.

SALTIN, B.; STRANGE, S. Maximal oxygen uptake: "old" and "new" arguments for a cardiovascular limitation. **Med. Sci. Sports Exerc.**, Hagerstown, v. 24, p. 30-37, 1992.

SANCHEZ-QUESADA, J.L.; JORBA, O; PAYES, A.; OTAL, C.; SERRA-GRIMA, R.; GONZALEZ-SASTRE, F.; ORDONEZ-LLANOS, J. Ascorbic acid inhibits the increase in low density lipoprotein (LDL) susceptibility to oxidation and the proportion of electronegative LDL induced by intense aerobic exercise. **Coron. Artery Dis.**, v. 9, p. 249-255, 1998.

SCHOTT II, H. C.; McGLADE, K. S.; MOLANDER, H. A.; LEROUX, A. J.; HINES, M. T. Body weight, fluid, electrolyte and hormonal changes in horses competing in 50 and 100 mile endurance rides. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v. 58, p. 303-309, 1997.

SEJERSTED, O. M. Electrolyte imbalance in body fluids as a mechanism of fatigue during exercise In: LAMB D.; GISOLFI, C. V. (Ed.) **Perspectives in exercise science and sports medicine 5**. Energy metabolism in exercise and sport., Dubuque, p. 149-206, 1992.

SEN, C. K. Oxidants and antioxidants in exercise. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 79, p. 675-686, 1995.

SEN, C. K. Glutathione homeostasis in response to exercise training and nutritional supplements. **Mol. Cell Biochem.**, The Hague, v. 196, p. 31-42, 1999.

SEN, C. K.; PACKER, L. Thiol homeostasis and supplements in physical exercise. **Am. J. Clin. Nutr.**, New York, v. 72, Suppl. 2, p. 653S-669S, 2000.

SICILIANO, P. D. LAWRENCE, L. M., DANIELSEN, K., POWELL, D. M.; THOMPSON, K. N. Effect of conditioning and exercise type on serum creatine kinase and aspartate aminotransferase activity. **Equine Vet. J.** New Market, 18, Suppl., p. 243-247, 1995.

SJODIN, B.; WESTING, Y. H.; APPLE, F. S. Biochemical mechanisms for oxygen free radical formation during exercise

SNOW, D. H.; RICKETTS, S. W.; MASON, D. K. Haematological response to racing and training exercise in thoroughbred horses, with particular reference to the leucocyte response. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 15, p. 149-154, 1983.

STEVENSON, E. T.; DAVY, K. P.; SEALS, D. R. Maximal aerobic capacity and total blood volume in highly trained middle-aged and other female endurance athletes. **J. Appl. Physiol.**, Bethesda, v. 77, p. 1659-1696, 1994.

TEIXEIRA-NETO, A. R.; FERRAZ, G. C.; MATAQUEIRO, M. I.; LACERDA-NETO, J. C.; QUEIROZ-NETO, A. Electrolyte reposition on physiologic variables of horses submitted to 30 and 60 km endurance rides **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n.5, p. 1505-1511, 2004.

THORNTON, J. R. Hormonal responses to exercise and training **Vet. Clin. North Am.: Equine Practice**, Orlando, v. 1, p. 477-496, 1985.

transfusion on oxygen transport in the racehorse. **Equine Vet. J.**, New Market, 30, Suppl., p. 143-147, 1999.

VALBERG, S.; ÉSSEN-GUSTAVSSON, B.; LINDHOLM, A.; PERSSON, S. G. B. Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses during and after different speeds and duration of trotting **Equine Vet. J.** New Market, v. 21, p. 91-95, 1989.

VALBERG, S.; JOHNSON, L.; LINDHOLM, A.; HOLMGREN, N. Muscle histopathology and plasma aspartate aminotransferase, creatino kinase and myoglobin changes with exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. **Equine Vet. J.**, New Market, v. 25, p. 11-16, 1993.

WAGNER, P.; ERICKSON, B. K.; KUBO, K.; HIRAGA, A.; KAI, M.; YAMAYA, Y.; RICHARDSON, R. SEAMAN, J. Maximum oxygen transport and utilization before and after splenectomy. **Equine Vet. J.**, New Market, 18, Suppl., p. 82-89, 1995.

WILLIAMS, C. A.; KRONFELD, D. S.; HESS, T. M.; WALDRON, J. E.; SAKER, K. E.; HOFFMAN, R. M.; HARRIS, P. A. Oxidative stress in horses in three 80 km races. **Equine Nutr. Phys. Soc. Proc.** 18, p. 47-52, 2003.

WILLIAMS, C. A.; KRONFELD, D. S.; HESS, T. M.; WALDRON, J. E.; SAKER, K. E.; HOFFMAN, R. M.; HARRIS, P. A. Vitamin E intake and oxidative stress in endurance horses. **Equine Nutr. Phys. Soc. Proc.** 18, p. 134-135, 2003.

WILLMORE, J. H.; COSTILL, D. L. Hormonal regulation of exercise. In: WILLMORE J. H.; COSTILL, D. L. (Ed). **Physiology of sport and exercise.** Champaign, IL: Human Kinetics, 1994, p. 122-143.

YOKOHAMA, Y.; BECKMAN, J. S.; BECKMAN, T. K.; WHEAT, J. K.; CASH, T. G.; FREEMAN, B.; PARKS, D. A. Circulating xanthine oxidase: potential mediator of ischemic injury. **Am. J. Physiol.**, Baltimore, v. 258, p. G564-G570, 1990.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)