



## Avaliação do perfil bioquímico de equinos submetidos a provas de três tambores

*Evaluation of the biochemical profile of horses subjected to barrel racing competitions*

Bianca Prato Ribeiro <sup>[1]</sup>, Daniele Pinheiro da Silva <sup>[2]</sup>, Richarlla Aparecida Buscariol Silva <sup>[3]</sup>, Anessa Tiemi Yoshida <sup>[4]</sup>, Heliná Rayne Pereira Toledo <sup>[5]</sup>, Ana Cláudia Scatolim de Almeida <sup>[6]</sup>, Danila Fernanda Rodrigues Frias <sup>[7]</sup>

**Resumo:** A presente pesquisa teve como objetivo avaliar o perfil bioquímico sérico de equinos submetidos a provas de três tambores. Participaram da pesquisa, 15 equinos que realizam provas de três tambores. Foram realizadas três colheitas de sangue, sendo a primeira antes da realização da prova, a segunda imediatamente após um percurso, realizado sob galope e a terceira após 30 minutos do término da passada. Em cada momento foram coletados 2 mL de sangue em tubo a vácuo com EDTA e 2 mL em tubo com fluoreto, após antissepsia local por meio de venopunção da jugular. O material foi utilizado para realização dos exames de cloreto, cálcio total, ureia, creatinina, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais (PT), glicose e lactato. Os dados obtidos foram analisados por meio do Teste Scott-Knott para a comparação de médias. Os índices bioquímicos de ureia, creatinina, PT, lactato e glicose aumentaram durante o exercício físico. Quanto as concentrações séricas em relação à AST-TGO, CK e cálcio total não foram observadas diferenças significativas entre os períodos analisados. A concentração de cloreto, reduziu significativamente no T3. Um percurso de três tambores ocasiona alterações bioquímicas séricas em equinos, principalmente no que diz respeito ao aumento significativo na concentração de lactato plasmático, porém as variáveis estudadas apresentaram respostas de acordo com o esperado fisiologicamente do organismo em resposta ao exercício físico, sem prejuízos ao animal.

**Palavras-chave:** Bioquímica sérica, competições, desempenho, mecanismos fisiológicos

**Abstract:** Equestrian sport is recognized worldwide for showcasing athletes with great abilities, and hence why this practice is constantly growing in search of the best animal performance in competitions. Understanding and characterizing the animal's physiological mechanisms are of great importance for assessing its performance. On this basis, the present study was developed to examine the serum biochemical profile of horses subjected to barrel racing competitions. The study involved 15 horses that perform in these events. Three blood samples were collected: the first before the competition; the second immediately after a run, performed at a gallop; and the third 30 min after the end of the stride. In each collection, 2 mL of blood were harvested in a vacuum tube containing EDTA and 2 mL in a tube with fluoride, after local antiseptic, by jugular vein puncture. The material was used for analysis of chloride, total calcium, urea, creatinine, creatine kinase (CK), aspartate aminotransferase (AST), total protein (TP), glucose and lactate. Data were analyzed using the Scott-Knott test for mean comparison. The biochemical indices of urea, creatinine, TP, lactate and glucose increased during physical exercise. Serum concentrations of AST-GOT, CK and total calcium did not differ significantly between the analyzed periods. Chloride concentration decreased significantly at T3. A run of barrel racing causes serum biochemical changes in horses, mainly a significant increase in plasma lactate concentration, but the studied variables showed responses in line with those physiologically expected of the body in response to physical exercise, without harm to the animal.

**Keywords:** competitions, performance, physiological mechanisms, serum biochemistry

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20210024>

**URL:** <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8150734>

Autor para correspondência. E-mail: biancaprato.mv@gmail.com

Recebido em 20.06.2021. Aceito em 30.09.2021

<sup>[1]</sup>Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, biancaprato.mv@gmail.com

<sup>[2]</sup>Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, dannipinheiro10@hotmail.com

<sup>[3]</sup>Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, buscariolricharlla@gmail.com

<sup>[4]</sup>Médica Veterinária, Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, anessayoshida@outlook.com

<sup>[5]</sup>Discente do Curso de Medicina Veterinária da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, helinatoledo20@gmail.com

<sup>[6]</sup>Médica Veterinária, PetLab Laboratório Clínico Veterinário, anaclaudia\_scatolim@hotmail.com

<sup>[7]</sup>Docente do Programa de Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, Campus Fernandópolis, danila.frias@universidadebrasil.edu.br

## Introdução

Os equinos são animais empregados para prática esportiva demonstrando resultados notáveis, e que tem capacidade de melhorar sua performance atlética a cada dia por meio de métodos de treinamento, alimentação e suplementação adequados em cada fase de sua carreira (FERRAZ, 2006).

Dentre as modalidades esportivas que utilizam equinos podemos citar provas tipo western que incluem apartação, três tambores, team roping (laço em dupla), rédeas, vaquejada e laço comprido (COELHO et al., 2011).

A prova dos três tambores é uma modalidade esportiva considerada de precisão, pois o atleta deve contornar três tambores distribuídos de forma triangular em uma pista de areia o mais rápido possível, sem derrubar os tambores (CARVALHO, 2015). Desta forma, o equino deverá apresentar agilidade e velocidade em curto espaço de tempo, e para que isso ocorra, sua produção de

energia deve ser rápida para suprir a demanda intensa da contração muscular (BLACK, 1999).

Durante a realização da prova de três tambores, quando o equino alcança seu esforço máximo, a utilização de energia pelos músculos esqueléticos excede a capacidade de produção de ATP por via aeróbia, fazendo com que a produção inicie por meio da glicólise anaeróbia, que gera como subproduto o ácido láctico (MARLIN; NANKERVIS, 2002).

Além da produção de ácido láctico, é importante salientar que devido ao exercício, ocorrem alterações reversíveis na ultraestrutura do músculo esquelético equino, como elevações na permeabilidade do sarcolema e liberação das proteínas musculares, como creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST) e mioglobina na corrente circulatória (MCCUTCHEON; BYRD; HODGSON, 1992).

Outra questão importante é o comprometimento de performance do

equino em razão a perda de eletrólitos (ADAMU et al., 2012; LINHARES et al., 2017). Dentre os mais importantes podemos destacar o sódio, potássio, cálcio, e o cloreto, que podem ser perdidos devido a intensa sudorese ou por serem requeridos para manutenção das funções metabólicas (BOFFI, 2007; ASSENZA et al., 2014).

Quando estes animais são expostos a treinamentos rigorosos e/ou de forma incorreta, o objetivo em busca de um bom resultado não é alcançado, e o estresse causado aumenta consideravelmente o aparecimento de patologias e lesões relacionadas às atividades esportivas (RESENDE, 2005).

O treinamento adequado é fundamental para adaptação do corpo de um equino as mudanças que ocorrem durante um esforço físico intensivo (PICCIONE et al., 2010; TRIGO et al., 2010; FAZIO et al., 2011).

A clínica veterinária esportiva está em pleno desenvolvimento e visa a prevenção de lesões e o aprimoramento da performance animal, por isso o uso de testes bioquímicos para avaliação do potencial de desempenho despertam crescente interesse, pois evitam a aplicação excessiva de esforço físico ao animal, o que impede a ocorrência de lesões graves (BLOOD; RADOSTITS; GAY, 1991).

Desta forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o perfil bioquímico sérico de equinos submetidos a provas de três tambores, visando melhorar o rendimento desses animais nas competições sem que haja prejuízo à saúde dos mesmos.

### **Material e métodos**

O projeto foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com uso de animais (CEUA) da Universidade Brasil, com protocolo nº 2000060. Participaram da pesquisa 15 equinos atletas que realizam provas de três tambores regularmente provenientes da região Noroeste Paulista.

Foram realizadas três coletas de sangue. A primeira antes da realização da prova (T1), a segunda imediatamente após um percurso, realizado sob galope (T2) e a terceira após 30 minutos do término da passada (T3). Em cada momento foram colhidos 2 mL de sangue em tubo a vácuo com ativador de coágulo, após antissepsia local por meio de venopunção da jugular.

O material foi acondicionado em caixa isotérmica com gelo e transportado ao laboratório para realização dos exames. Foram avaliados os padrões referentes a dosagem de cloreto, cálcio total, ureia, creatinina, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais (PT), glicose e lactato.

Os valores de referência dos padrões bioquímicos para equinos em repouso, segundo Kaneko et al. (1997),

Boffi (2007), e Padilha et al. (2017), encontram-se descritos na Tabela 1.

**Tabela 1.** Padrões bioquímicos para equinos em repouso

Variável Analisada	Valores de Referência
Creatinina	1,1 - 1,9mg dL <sup>-1</sup>
Ureia	22 - 48mg dL <sup>-1</sup>
AST	226-366UI L <sup>-1</sup>
CK	100-300UI L <sup>-1</sup>
Cálcio Total	11,2-13,6mg dL <sup>-1</sup>
Lactato	10-16mg dL <sup>-1</sup>
Glicose	75-115mg dL <sup>-1</sup>
PT	5,2 - 7,9mg dL <sup>-1</sup>
Cloreto	99-109mMol L <sup>-1</sup>

Fonte: Kaneko et al. (1997), Boffi (2007), e Padilha et al. (2017), adaptado.

Os dados obtidos foram tabulados e analisados por meio do Teste Scott-Knott para a comparação de médias, e os resultados expostos em tabelas e gráficos.

### Resultados e discussão

Os resultados obtidos após a realização dos exames bioquímicos estão expressos na Tabela 2.

Ao analisar os índices bioquímicos de ureia e creatinina, ambos aumentaram durante o exercício físico e 30 minutos de descanso não foram suficientes para o retorno à níveis basais. A perda hídrica

com subsequente redução do volume plasmático pode ser responsável pelo aumento na concentração de ureia e creatinina em equinos após prática de exercício físico.

Por outro lado, o aumento do metabolismo celular resulta na produção de elementos que também aumentam a creatinina circulante. Um exemplo é o aumento da liberação da creatinina muscular e a diminuição de sua excreção urinária durante o exercício físico (BOFFI, 2007; SANTOS, 2006).

**Tabela 2.** Padrões referentes a dosagem de cloreto, cálcio total, ureia, creatinina, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais (PT), glicose e lactato de equinos atletas que realizam provas de três tambores.

AMOSTRA	Creatinina	Ureia	AST	CK	Cálcio	Lactato	Glicose	PT	Cloreto
1 T1	1,5	34	295	405,8	11,5	34,1	71,7	6,8	86,3
1 T2	1,7	35	344	413,4	14,9	162	86,2	7,6	96,7
1 T3	2,1	37	298	357,8	17,1	116	93,8	7,3	93,3
2 T1	1,5	27	203	481,3	11,7	26,5	67,2	6,7	84,4
2 T2	1,6	29	223	492	15,5	132	89,4	7,1	92,2
2 T3	2	32	213	377,7	18,5	114,5	99,7	6,8	91,3
3 T1	1,5	28	269	209	16	45	55,7	5,8	150
3 T2	1,7	29	311	248	19	164	56,3	6,6	153
3 T3	1,8	30	294	215	21,3	105	89,3	6,3	124
4 T1	2	34	233	293	14,2	58	65,7	4,2	119
4 T2	2,4	38	297	299	16	259	75,6	6,5	123
4 T3	2,5	39	265	267	19,8	181	93,2	6,3	108
5 T1	1,6	31	186	189	10,9	42	59,2	5,5	145
5 T2	1,7	35	226	202	9,9	148	64	6,2	123
5 T3	1,6	37	214	199	8,6	88	77	5,8	109
6 T1	1,8	44	205	197	10,6	48	61,4	6	156
6 T2	2	47	255	237	8,6	174	66,5	6,6	131
6 T3	1,8	49	225	204	7,8	96	73	6,5	116
7 T1	1,7	50	259	195,5	16	44	65,2	6	124
7 T2	2	53	332	229	13,8	152	73,8	6,4	121
7 T3	1,9	54	284	216	13,4	94,5	80	6,1	106
8 T1	1,7	65	274	269	7,5	56	69,6	6,3	130
8 T2	1,9	61	317	349	7,2	159	74	6,7	123
8 T3	1,7	63	283	289	6,8	86	78	6,2	122
9 T1	1,1	57	289	303	9,3	42	61,2	6,5	128
9 T2	1,4	57	370	375	8,4	155	68	6,9	108
9 T3	1,5	58	323	281	8,2	101	72	6,5	101
10 T1	1,3	56	340	296,5	8,4	62	56	6,8	129
10 T2	1,5	52	420	264	6,4	172	69	7,1	119
10 T3	1,4	57	407	269	6,1	121	71,3	6,4	102
11 T1	1,7	62	245	216	10,3	43	71	7,9	122
11 T2	2	58	302	238	7,7	131	79	8,8	115
11 T3	1,9	59	296	225	7,8	107	78,6	7,4	103
12 T1	1,2	65	338	309	10,4	38	68,3	7,1	136
12 T2	1,4	54	393	380	7,9	120	74,8	8	128
12 T3	1,4	57	349	356	7,5	100	75	7	126
13 T1	1,3	55	330	276	7,4	61	61,6	6,2	108
13 T2	1,6	50	410	278	7,2	172	73,8	6,8	89,7
13 T3	1,5	55	406	347	6,8	120	71	6,6	82,5
14 T1	1,8	60	315	264	7,5	42	60	6	127
14 T2	1,9	58	360	272	7,2	154	71,4	6,2	103
14 T3	1,8	59	342	365	8	103	67	6	92,8
15 T1	1,4	56	365	258	7	47	66	6,5	129
15 T2	1,6	57	395	347	6,6	155	67,5	6,8	104,8
15 T3	1,6	59	333	293	6,2	103	65,9	6,2	98,7

Fonte: Autoria Própria

Na Tabela 3, encontram-se as médias dos parâmetros bioquímicos séricos

dos animais nos três períodos avaliados (T1, T2 e T3).

**Tabela 3.** Médias referentes a dosagem de cloreto, cálcio total, ureia, creatinina, creatina quinase (CK), aspartato aminotransferase (AST), proteínas totais (PT), glicose e lactato de equinos atletas que realizam provas de três tambores

VARIÁVEL ANALISADA	T1	T2	T3
CREATININA	1.540000 a	1.760000 b	1.766667 b
UREIA	47.266667 a	49.933333 b	49.666667 b
AST-TGO	276.400000 a	330.333333 a	302.133333 a
CK	277.473333 a	308.226667 a	284.100000 a
CÁLCIO	10.580000 a	10.720000 a	10.926667 a
LACTATO	45.906667 a	160.600000 c	109.066667 b
GLICOSE	63.986667 a	72.620000 b	78.986667 c
PROTEÍNA TOTAL	6.286667 a	6.953333 b	6.493333 a
CLORETO	124.913333 b	115.360000 b	105.040000 a

Fonte: Autoria Própria

Quanto as concentrações séricas em relação à AST-TGO e CK, não foram observadas diferenças significativas entre os períodos analisados. Este fato pode estar relacionado ao condicionamento físico dos animais que participaram deste experimento, pois pequenos aumentos de CK ou não interferência em seus valores de referência são esperados em indivíduos bem condicionados (THOMASSIAN et al., 2007).

O mesmo fator, condicionamento físico, pode explicar o pequeno aumento dos níveis de AST nos equinos avaliados, pois animais treinados e condicionados apresentam menor magnitude de aumento desta enzima (CÂMARA, SILVA et al., 2007).

Com isso, os achados do presente estudo em relação à AST e CK, indicam que os equinos avaliados estavam condicionados ao nível de atividade física proposta.

O cálcio manteve os níveis de concentração iguais em todos os períodos, não demonstrando alterações significativas, permanecendo dentro dos valores de referência para equinos sadios. Exercícios de menor intensidade são responsáveis pela não alteração nos níveis de cálcio sérico em equinos, diferente do que ocorre em exercícios de alta intensidade que diminuem este índice (DONNER, 2013). Além disso, quando o animal apresenta redução do nível de cálcio circulante pode indicar fadiga

muscular (FRANDSON, 1979). Nesta pesquisa, ficou evidente que a intensidade do exercício realizado não alterou a quantidade de cálcio sérico dos equinos, demonstrando que os animais não apresentaram quadro de fadiga muscular.

O lactato apresentou aumento significativo durante o exercício (T2), porém após 30 minutos de descanso (T3), os valores começaram a baixar, mas ainda não haviam atingido o limiar de normalidade. Durante a realização da atividade física todas as fontes de energia são ativadas e por isso espera-se a elevação da concentração sérica de lactato (MCGOWAN, 2008).

Quando se avalia a concentração de lactato pós exercício verifica-se o nível de esforço e o grau de preparo físico do animal, pois quanto maior for este aumento, maior o esforço e o despreparo físico do mesmo (GOMIDE et al., 2006).

Como os animais desta pesquisa apresentaram redução significativa do lactato no T3, pode-se avaliar o efeito do treinamento sobre o condicionamento físico destes, pois equinos com melhor preparo físico tendem a apresentar melhores taxas de remoção de lactato (GAMA et al., 2012), o que indica efeito positivo do treinamento para o condicionamento físico dos animais (ASSENZA et al., 2014; SANTIAGO et

al., 2013), o que foi característico nesta pesquisa.

Ao analisar a glicose, os animais apresentaram aumento significativo no T2, e aumento ainda maior no T3. Este aumento pode estar relacionado a glicogenólise e à gliconeogênese que ocorre durante o exercício por ação dos reguladores de metabolismo, cortisol e catecolaminas aumentados, insulina diminuída. Estes fatores aumentam a quantidade de glicose circulante (FONSECA et al., 2011; BARBOSA et al., 2016).

De acordo com a intensidade e tempo de duração do exercício, as concentrações de glicose séricas podem variar. Seu metabolismo e sua concentração são reguladas pelo fígado, pâncreas, músculos, rins, adrenal, hipófise e tireoide. Durante a prática de exercício físico, o glicogênio armazenado nos músculos é liberado e utilizado para a contração muscular, e a gliconeogênese atua como reguladora da taxa glicêmica durante a atividade física dos equinos (LINDNER, 2000; SANTOS, 2006).

Observou-se nesta pesquisa que a concentração de PT aumentou durante a prática do exercício, mas o tempo descanso preconizado foi suficiente para retorno aos níveis basais. Um fator relacionado ao aumento da concentração de PT em

equinos é a perda hídrica que ocorre durante a realização de treinamentos ou provas de exercício, pois promove aumento da osmolaridade do sangue (SANTOS, 2006).

Possivelmente, o grau de desidratação dos animais avaliados no presente estudo foi pequeno, ou as perdas pela sudorese foram compensadas pelas reservas intracelulares, especialmente das células musculares e eritrócitos, por isso, a PT rapidamente voltou aos valores de referência após o descanso.

Com relação à concentração de cloreto, ocorreu redução significativa no T3, ou seja, já durante o período de descanso dos animais. Equinos perdem cloreto pela sudorese ao praticar exercício físico (DONNER, 2013), por isso, a diminuição dos níveis encontrados nesta pesquisa já era esperada.

### **Conclusão**

Esta pesquisa permitiu concluir que um percurso de três tambores ocasiona alterações bioquímicas séricas nos equinos competidores, principalmente no que diz respeito ao aumento significativo na concentração de lactato plasmático, porém as alterações não são suficientes para promover lesões musculares.

Este fato pode estar relacionado ao bom condicionamento físico apresentado pelos animais nesta pesquisa e reforça a

importância da realização de treinamentos adequados dos equinos antes de sua exposição a provas físicas de maior intensidade.

Um fato importante a salientar é que as variáveis estudadas apresentaram respostas de acordo com o esperado fisiologicamente de um equino sadio e estão principalmente relacionadas as respostas que o organismo deve produzir para manutenção de seu correto funcionamento mesmo sendo exposto ao exercício físico.

### **Referências**

ADAMU, M.A.; NORANIZA, M.A.; RASEDEE, A.; BASHIR, A. Metabolic responses in endurance horses during racing in relation to uric acid profile, leucocytes, heart rate and plasma biochemical parameters. **Veterinárni Medicina**, v.57, p.591-596, 2012.

ASSENZA, A.; BERGERO, D.; CONGIU, F.; TOSTO, F.; GIANNETTO, C.; PICCIONE, G. Evaluation of serum electrolytes and blood lactate concentration during repeated maximal exercise in horse. **Journal of Equine Veterinary Science**, v.34, p.1175-1180, 2014. DOI: 10.1016/j.jevs.2014.07.001.

BARBOSA, J.P.B.; DENADAI, D.S.; GERARDI, B.; PEREIRA, M.A.; CHAVES, A. A.; GOMIDE, L. M. W.; PEIRO, J. R.; MENDES, C. N. Avaliação endoscópica das vias aéreas, do perfil de gases, dos eletrólitos e do equilíbrio ácido-base em equinos submetidos ao treinamento de três tambores. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.68, p.1152-1158, 2016. DOI: 10.1590/1678-4162-8739.



BLACK, J.B. Purchase examination of the western show and performance horse. **American Association of Equine Practitioners**, v.45, p.1-3, 1999.

BLOOD, D. C., RADOSTITS, O.M., GAY, C. C. **Clínica veterinária**. 7.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991, 1263p.

BOFFI, F.M. (Ed). **Fisiologia del ejercicio em equinos**. Buenos Aires: Inter-Médica, 2007. 307p.

CÂMARA E SILVA, I.A.; DIAS, R.V.C.; SOTO-BLANCO, B. Atividades séricas de creatina quinase, lactato desidrogenase e aspartato aminotransferase em equinos de diferentes categorias de atividade. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 1, p.250-252, 2007. DOI: [10.1590/S0102-09352007000100041](https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000100041).

CARVALHO, M.G. **Carga de trabalho de equinos da raça Quarto de Milha monitorados com sistema de posicionamento global (GPS) e monitor cardíaco durante exercício de três tambores**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Animal). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu – São Paulo – Brasil, fevereiro de 2015.

COELHO, C.S.; LOPES, P.F.R.; PISSINATI, G.L.; RAMALHO, L.O.; SOUZA, V.R.C. Influência do exercício físico sobre sódio e potássio séricos em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços submetidos à prova de laço em dupla. **Revista Brasileira de Ciências Veterinárias**, v.18, n.1, p.32-35, 2011. DOI: [10.4322/rbcv.2014.117](https://doi.org/10.4322/rbcv.2014.117).

DONNER, A. C. **Efeitos da ingestão ad libitum de repositores hidroeletrólitos e energéticos em equinos submetidos ao treinamento de marcha**. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Departamento de Veterinária, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais - Brasil, fevereiro de 2013.

FAZIO, F.; ASSENZA, A.; TOSTO, F.; CASELLA, S.; PICCIONE, G.; CAOLA, G. Training and haematochemical profile in Thoroughbreds and Standardbreds: A longitudinal study. **Livestock Science**, v.141, p.221–226, 2011. DOI: [10.1016/j.livsci.2011.06.005](https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.06.005).

FRANDSON, R.D. **Microanatomia e fisiologia do músculo**. In: Anatomia e fisiologia dos animais domésticos. 2.ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1979. p.145-161.

FERRAZ, G.C. **Respostas endócrinas, metabólicas, cardíacas e hematológicas de equinos submetidos ao exercício intenso e à administração de cafeína, aminofilina e clenbuterol**. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal – São Paulo - Brasil, dezembro de 2006.

FONSECA L.A.; GIRARDI, F.M.; COELHO, C.S.; BARIONI, F.G.; RANGESL, V.B.; GONCALVES, R.C. Influence of chromium supplementation on energy metabolism in horses used in policing activity. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.1175-1180, 2011. DOI: [10.1590/S0102-09352011000500019](https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000500019).

GAMA, J.; SOUZA, M.; PEREIRA NETO, E.; SOUZA, V.; COELHO, C.S. Concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase e concentrações plasmáticas de lactato em equinos da raça Mangalarga Marchador após exercício físico. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 49, n. 6, p. 480-486, 2012. DOI: [10.11606/issn.1678-4456.v49i6p480-486](https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.v49i6p480-486).

GOMIDE, L.M.W.; MARTINS, C.B.; OROZCO, C.A.G.; SAMPAIO, R.C.L.; BELLI, T.; BALDISSERA, V.; LACERDA NETO, J.C. Concentrações sanguíneas de lactato em equinos durante a prova de fundo do concurso completo de equitação. **Ciência Rural**, v. 36, n.2, p.509-513, 2006. DOI: [10.1590/S0103-84782006000200022](https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200022).

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. (Eds.). **Clinical biochemistry of domestic animals**. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

LINDNER, A. Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sports horse in practice. **Revue de Médecine Vétérinaire**, v.151, p.611618, 2000.

LINHARES, J.M.; DI FILIPPO, P.A.; BOGOSSIAN, P. M.; GUERRA, R.V.B. A.; BUSTAMANTE, S.R.B.; CARVALHO, C. B.; FERREIRA, F. S. Physical exercise on serum electrolytes and acid base balance in Mangalarga Marchador horses submitted to cavalcade of 4, 8 and 20km. **Ciência Rural**, v.47, p.1-6, 2017. DOI: **10.1590/0103-8478cr20160277**.

MARLIN, D.; NANKERVIS, K. **Equine exercise physiology**. 1ed. Blackwell Publishing, Oxford, 2002. 304p.

MCCUTCHEON, L.J.; BYRD, S.K.; HODGSON, D. R. Ultrastructural changes in skeletal muscle after fatiguing exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.72, p.1111- 1117, 1992. DOI: **10.1152/jap.1992.72.3.1111**.

MCGOWAN, C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice**, v. 24, p. 405-421, 2008. DOI: **10.1016/j.cveq.2008.03.001**.

PADILHA, F.G.F.; DIMACHE, L.A.G.; ALMEIDA, F.Q.; FERREIRA, A.M.R. Blood biochemical parameters of Brazilian sport horses under training in tropical climate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.6, p.678-682, 2017. DOI: 10.1590/S1806-92902017000800008.

PICCIONE, G.; CASELLA, S.; GIANETTO, C.; MESSINA, V.; MONTEVERDE, V.; CAOLA, G.; GUTTADAURO, S. Haematological and haematochemical responses to training and competition in standardbred horses.

**Comparative Clinical Pathology**, v.19, p.95-101, 2010. DOI: **10.1007/s00580-009-0902-z**.

RESENDE, A.M. **Miosites no cavalo atleta**. In: II Simpósio do Cavalo Atleta/ IV Semana do Cavalo. Anais... II Simpósio do Cavalo Atleta – IV Semana do Cavalo, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, p.56-75, 2005.

SANTIAGO, J.M; ALMEIDA, F.Q.; SILVA, L.L.F.; MIRANDA, A.C.T; AZEVEDO, J.F.; OLIVEIRA, C.A.A.; CARRILHO, S. S. Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 383-392, 2013. DOI: **10.1590/S0102-09352013000200013**.

SANTOS, V.P. **Variações hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes a tipos de protocolos de exercício**. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – Rio Grande do Sul – Brasil, 2006.

THOMASIAN, A.; CARVALHO, F.; WATANABE, M.J.; SILVEIRA, V.F.; ALVES, A.L.G.; HUSSNI, C.A.; NICOLETI, J.L.M. Atividades séricas da aspartato aminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 44, n. 3, p. 183-190, 2007. DOI: **10.11606/issn.1678-456.bjvras.2007.26637**.

TRIGO, P.; CASTEJON, F.; RIBER, C.; MUNOZ, A. Use of biochemical parameters to predict metabolic elimination in endurance rides. **Equine Veterinary Journal Supplement**, v.38, p.142-146,