

Alterações hematológicas e bioquímica sérica de equinos atletas*(Hematological alterations and serum biochemistry of equine athletes)*

MATTOSINHO, Rodrigo de Oliveira¹; SAMPAIO, Augusto José Savioli de Almeida¹; BALARIN, Mara Regina Stipp¹; FIORATO, Camila André²; VASQUES, Gabriela Maria Benedetti³; MARCUSSO, Paulo Fernandes²; SILVA, Ana Lúcia Yoshida da³.

¹Universidade Estadual de Londrina-PR

²Universidade Estadual de Maringá-PR

³Uningá-PR

Artigo enviado em: 02/03/2017, aceito para publicação em 18/05/2017

DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/revcivet.v4i1.35706>

RESUMO

A relação homem e cavalo se dá desde os primórdios da história, esta auxiliou o homem em diversas de suas conquistas. Com o passar dos tempos essa relação se perpetuou, nos dias atuais os equinos são utilizados para os trabalhos em fazendas e principalmente em provas funcionais, onde colocam a prova todas suas habilidades atléticas independentemente do esporte a ser praticado. O mercado equino movimenta milhões em todo mundo e é responsável pela geração de milhares de empregos diretos e indiretos. Tendo em vista a grande importância desta espécie perante a humanidade e a grandiosidade e alto nível das provas funcionais envolvendo os equinos por todo o mundo, existem muitos estudos com objetivo de avaliar o desgaste muscular, stress e variações hematológicas nestes animais quando submetidos a exercícios. Diversos autores avaliaram equinos submetidos a diferentes modalidades esportivas, as mais frequentes são o salto, corrida e enduro, existem estudos recentes envolvendo animais de trabalho em provas de tambor, apartação, laço em duplas e outros. O objetivo do presente estudo é realizar uma revisão de literatura sobre as alterações hematológicas e bioquímica sérica que envolvem equinos submetidos ao exercício de diferentes formas e intensidade e correlacionar estas alterações.

Palavras-chave: Cavalos, Exames laboratoriais, Habilidade Atlética, Hematologia.

ABSTRACT

The relation man and horse is given from the beginnings of the history, this aided the man in several of its conquests. Over time this relationship has been perpetuated, nowadays equines are used for work on farms and especially in functional tests, where they put to the test all their athletic skills regardless of the sport being practiced. The equine market moves millions worldwide and is responsible for generating thousands of direct and indirect jobs. Given the great importance of this species to mankind and the grandiosity and high level of functional tests involving horses worldwide, there are many studies aiming to evaluate the muscular attrition, stress and hematological variations in these animals when submitted to exercises. Several authors have evaluated horses submitted to different sports modalities, the most frequent being jumping, running and endurance, there are recent studies involving working animals in drum tests, sorting, double loop and others. The objective of the present study is to perform a literature review on hematological and serum biochemistry alterations involving equines submitted to exercise of different forms and intensity and to correlate these alterations

Key-words: Athletic Skill, Hematology, Horses, Laboratory Tests.

INTRODUÇÃO

O homem e o cavalo possuem uma relação muito antiga, desde o início da domesticação dos animais (PRIMO, 2013). O cavalo auxiliou o homem em grandes feitos históricos. O cavalo que hoje conhecemos é resultado de um processo evolutivo muito longo. O primeiro ancestral dos equinos *Eohippus* tem cerca de 55 milhões de anos e possuía o tamanho de uma lebre, medindo aproximadamente 35cm de altura (LIMA *et al.*, 2006). Com o passar dos tempos, cerca de 20 a 40 milhões de anos atrás surge o *Mesohippus*, animal que habitava bosques e florestas, não possuía cascos formados e estatura um pouco maior. Até cerca de 3 a 10 milhões de anos atrás, quando surge o *Pliohippus*, o antecessor imediato dos cavalos atuais, pois já apresentava formação dos cascos e se assemelhava muito com os equinos de hoje. Tinha tamanho aproximado de 110 cm o que corresponde a pelo menos o dobro do tamanho do *Mesohippus* (PRIMO, 2013).

O processo evolutivo se baseou na diminuição do número de dedos e aumento da estatura. Outro aspecto primordial foi o fortalecimento dos dentes pré-molares e molares o que contribuiu para que passassem a viver em campos e savanas (MACFADDEN, 2008). Estas mudanças anatômicas em relação ao número de dígitos e estatura favoreceu o aumento da velocidade dos animais, o que facilitou o percurso de maiores distâncias em busca de alimento e água (TEIXEIRA, 2007).

Existem pinturas em cavernas na Europa que permitem dizer que os equinos eram abundantes no continente na idade da pedra e que as primeiras evidências de sua domesticação se deu por volta de 3300 a.C.,

uma série de fatores como modificações no clima, vegetação, abalos sísmicos entre outros fizeram com que os cavalos fossem extintos do continente americano a cerca de 10 mil anos atrás e só voltasse a aparecer juntamente com a colonização no ano de 1493 através de Cristovão Colombo (PRIMO, 2013).

Junto com o colonizador desembarcaram na Ilha de Santo Domingo vinte cavalos e cinco éguas da raça Andaluz. A presença de éguas sugere o desejo e a preocupação com a perpetuação da espécie no novo continente. Estes animais juntamente com os que chegaram posteriormente através de comerciantes e outros colonizados foram responsáveis pelo início das manadas do continente Americano (DOWDALL, 1977).

Usados unicamente como meio de transporte durante muitos séculos, os equídeos têm conquistado outras áreas, com forte tendência para lazer, esportes que englobam várias modalidades e até terapia para pacientes com deficiências e ou limitações (LESCHONSKI, *et al.*, 2008). Sendo reconhecidos por sua capacidade funcional e forma atlética (HINCHCLIFF E GEOR, 2004), uma de suas principais funções, continua sendo o trabalho diário nas atividades agropecuárias, onde aproximadamente cinco milhões de animais são utilizados, principalmente, para o manejo de bovinos (DOWDALL, 1977).

De modo que cada esporte equestre varia em grau de exigência muscular, resistência, força, agilidade e velocidade, sendo necessário tratamento e treinamento diferenciado para cada modalidade esportiva. Visando desta maneira maximizar as habilidades e performance individual do equino

assim como aptidão para desempenhar tal esporte (ARARIPE, 2010).

Considerando o cenário equestre atual, o Brasil possui o maior rebanho de equinos na América Latina e o terceiro mundial. Somados aos muares (mulas) e asininos (asnos) são 8 milhões de cabeças, movimentando R\$ 7,3 bilhões, somente com a produção de cavalos (FAO, 2003). O rebanho envolve mais de 30 segmentos, distribuídos entre insumos, criação e destinação final e compõe a base do chamado Complexo do Agronegócio Cavalo, responsável pela geração de 3,2 milhões de empregos diretos e indiretos. A maior população brasileira de equinos encontra-se na região Sudeste, logo em seguida aparecem as regiões Nordeste, Centro-Oeste, Sul e Norte. Destaque para o Nordeste, que além de equinos, concentra maior registro de asininos e muares. (MAPA, 2017).

Os equinos são cada vez mais exigidos fisicamente em competições, seu desempenho é determinado por inúmeros processos biológicos, a correta compreensão destes processos é essencial para que sejam treinados de forma correta, respeitando seus princípios fisiológicos e patológicos e o tratamento correto de doenças relacionadas com a atividade física (HINCHCLIFF E GEOR, 2004).

Avaliações dos parâmetros metabólicos, hematológicos e bioquímicos diante a diferentes intensidades de exercício auxiliam a traçar tendências de tais parâmetros para determinado grupo ou modalidade esportiva (SANTOS E GONZÁLES, 2006).

Existem muitas pesquisas envolvendo a fisiologia do exercício e avaliando o desempenho de cavalos atletas em provas funcionais (THOMASSIAN *et al.*, 2007; SALES *et al.*, 2013; OLIVEIRA *et al.*, 2014; WANDERLEY *et al.*, 2015). No entanto, são

escassas pesquisas envolvendo equinos utilizados em provas de laço, onde são submetidos a exercícios de alta intensidade e curta duração (MIRANDA *et al.*, 2011).

Sendo assim o presente trabalho teve como objetivo realizar uma revisão de literatura sobre as alterações hematológicas ocorridas em equinos atletas submetidos a exercício físico de diferentes intensidades.

HEMATOLOGIA E BIOQUÍMICA SÉRICA

A hematologia e bioquímica sérica dos equinos é utilizada como indicador de distúrbios metabólicos dos tecidos animais a poder avaliar lesões teciduais, desafios nutricionais, fisiológicos e do desempenho atlético (GONZÁLES E SCHEFFER, 2002; MIKNIENË *et al.*, 2014; WANDERLEY *et al.*, 2015).

A concentração sanguínea de um metabolito é indicativo do volume de reservas de disponibilidade imediata. Essa concentração se dá dentro de limites de variações fisiológicas, considerados os valores de referência. Os animais que apresentam concentrações fora dos valores de referência podem estar em desequilíbrio nutricional ou diminuição da capacidade de biotransformação de nutrientes (WITTWER, 1995).

A correta interpretação do perfil bioquímico é complexa devido os mecanismos que controlam o nível sanguíneo de metabólitos (ORTOLANI *et al.*, 2002). Existem diversos fatores que podem influenciar parâmetros sanguíneos dos equinos, podendo ser eles de origens intrínsecas como raça, idade, sexo, resistência, adaptação, rusticidade ao ambiente, entre outros (ASSENZA *et al.*, 2013; SATUÉ *et al.*, 2012; VERONESI *et al.*, 2014).

E fatores extrínsecos interferentes nos componentes sanguíneos relacionam-se ao clima, sanidade, ambiente e manejo em que são criados, além de intensidade dos treinamento e competições podem influenciar componentes sanguíneos (ASSENZA *et al.*, 2013; MIRANDA *et al.*, 2011; PADEN *et al.*, 2014; COSTA *et al.*, 2015).

Os exames laboratoriais são indispensáveis em equinos atletas, tais exames requerem conhecimento das alterações relacionadas ao esforço físico de alta intensidade que levam a fadiga muscular (BALARIN *et al.*, 2005). Os exercícios induzem de fato a variações nos constituintes bioquímicos séricos (MIRANDA *et al.*, 2011).

O equino é de forma geral sensível a mudanças ambientais, podendo essas refletirem em respostas fisiológicas e sanguíneas. O estresse térmico pode acarretar no aumento na contagem de leucócitos e eritrócitos, no teor de hemoglobina e no hematócrito. Com o aumento da temperatura o equino perde líquido através da sudorese e do aparelho respiratório, isso pode reduzir o volume plasmático sanguíneo levando a hemoconcentração (MOTA *et al.*, 2008)

A atividade sérica das enzimas é afetada pelo ritmo, duração, intensidade e frequência de treinamento (JONES, 2005; FERNANDES *et al.*, 2012). Exercícios repetitivos induzem a adaptação fisiológica dos cavalos e a resposta adaptativa reduz o estresse fisiológico associado ao exercício. Pois, mesmo em lesões musculares mínimas, componentes intracelulares como enzimas e mioglobina podem extravasar (FRANCISCATO *et al.*, 2006; SALES *et al.*, 2013).

Com o treinamento adequado e condicionamento físico as membranas celulares se tornam menos sensíveis às agressões do

exercício ou reduzem as alterações extracelulares prejudiciais aos miócitos (FERNANDES *et al.*, 2012). A atividade enzimática relacionada à função muscular indicam a intensidade das lesões em animais expostos a atividades físicas intensas (FRANCISCATO *et al.*, 2006; SALES *et al.*, 2013). Desta forma refletem nas vias metabólicas e no desenvolvimento funcional do cavalo atleta (PICCIONE *et al.*, 2007).

Equinos atletas podem sofrer interferências circadianas e não dispor de tempo suficiente para ajustar os mecanismos internos, se transportados para competições entre estados ou até mesmo países (AZARPEYKAN *et al.*, 2016), sendo necessário passarem por período de adaptação antes das competições. Além disso, adequações na alimentação, como trocas repentinas de rações e forrageiras e até manejo que acarrete stress podem contribuir para variações hematológicas e bioquímicas existentes no decorrer do dia (SATUÉ *et al.*, 2012). Os conhecimentos sobre bioquímica sérica são utilizados para garantir o rendimento esportivo e a saúde do cavalo atleta (KINGSTONN, 2004).

Através da composição bioquímica do plasma sanguíneo é possível avaliar distúrbios nutricionais, metabólicos e fisiológicos além de transtornos teciduais. (ORTOLANI *et al.*, 2002).

As principais enzimas, cuja atividade sérica é elevada em casos de lesão da musculatura esquelética e/ou cardíaca, são CK creatinina quinase, AST aspartato aminotransferase, FA fosfatase alcalina, gama glutamiltransferase (GGT) e LDH lactato desidrogenase (ANDREAZZI *et al.*, 2014). Desta forma são as comumente utilizadas nas

avaliações do sistema muscular e desgaste físico nos equinos (THOMASSIAN *et al.*, 2005).

Sendo assim as alterações em suas concentrações representam grande importância clínica e no treinamento e condicionamento do equino atleta pois as alterações que participam ativamente da produção de energia (CARDINET, 1997).

A creatina quinase (CK) é muito utilizada como ferramenta no diagnóstico de problemas musculares. Podem ser obtidas informações sobre o estado muscular durante o treinamento através da dosagem de CK, seus níveis elevados indicam lesões musculares e podem refletir em doenças musculares subclínicas (PICCIONE *et al.*, 2007, THOMASSIAN *et al.*, 2007).

Segundo Valberg *et al.*, 1993 o pico de concentração sérica da CK se dá de 4 a 6 horas após a ocorrência da lesão, e os valores podem voltar à normalidade após 24 até 96 horas.

Aspartato aminotransferase (AST) é uma enzima citoplasmática e mitocondrial que catalisa a transaminação do L-aspartato para a formação de oxalacetato e glutamato, e está presente em maior concentração nos hepatócitos. O aumento do AST pode ser causado por lesão de hepatócitos e também células musculares, sua mensuração torna-se importante para determinar efeitos maléficos de exercícios (MCGOWAN, 2008). Possui tempo de meia-vida plasmática longo, de aproximadamente 8 dias e o seu pico acontece cerca de 24 horas após a lesão (THOMASSIAN *et al.*, 2007).

Assim como a CK, não é uma enzima específica do tecido muscular, existe em muitos tecidos como duas isoformas, no citosol e na mitocôndria, sendo mais abundante no fígado e nos músculos e em baixa atividade em vários

outros tecidos (LEHNINGER *et al.*, 2013). Por esse motivo, além de utilizada para avaliar lesão muscular, é usada para investigar doenças hepáticas de qualquer etiologia e pode também estar relacionada com alterações no miocárdio (DAVIS *et al.*, 2013).

Sendo assim, em problemas musculares é conveniente associar a avaliação das atividades enzimáticas de AST e CK. Encontrar a atividade sérica de CK aumentada e a atividade de AST baixa é indicativo de lesão muscular recente, enquanto níveis baixos de CK e altos de AST indicam processos que podem ter ocorrido já há cerca de 24 horas ou mais. (GONZÁLES E SILVA, 2003, CARDINET, 1997).

Discretos aumentos das enzimas CK e AST após o exercício não estão associados com a lesão da célula muscular, mas com o aumento da permeabilidade da membrana. Porém, caso haja lesão na musculatura durante o exercício, um aumento marcante na concentração dessas enzimas será observado, de maneira que a avaliação da magnitude e do tempo de curso dessas alterações auxilia na identificação do tipo de lesão muscular (VALBERG, 1996).

A atividade da lactato desidrogenase (LDH) catalisa a oxidação reversível do lactato para piruvato e é alta em vários tecidos, o aumento na sua concentração sérica pode ser devido à lesão de hepatócitos, lesão muscular esquelética e cardíaca. Existem cinco isoenzimas da LDH, sendo a isoenzima LDH5 predominante na musculatura (KINGSTONN, 2004).

Geralmente é dosado LDH total, sem subdividir suas isoenzimas (PEREIRA NETO, 2011). Como está diretamente relacionada com a produção de lactato, a concentração dessa enzima no músculo esquelético vem sendo

utilizada como marcador da atividade enzimática anaeróbica, a qual aumenta em exercícios de alta intensidade e de curta duração. (GONZÁLES E SILVA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2011).

A gama glutamiltransferase (GGT) é considerada enzima de indução. Sendo sintetizada por quase todos os tecidos corporais, sua maior concentração se encontra no pâncreas e rins. Estando em baixas concentrações nos ductos biliares e hepatócitos, se encontra em grande quantidade no colostro de vacas e ovelhas, é transferida juntamente com os anticorpos presentes no colostro aos neonatos (FAGLIARI *et al.*, 1996).

A mensuração dos níveis séricos de GGT é importante para avaliação de distúrbios nutricionais, podendo indicar alterações nutricionais e diagnóstico de diferentes enfermidades. Em condições favoráveis as proteínas são utilizadas durante a atividade física na reparação tecidual e na glicogênese em fases de recuperação (GORDON *et al.*, 2006).

A Fosfatase Alcalina (FA) é considerada uma enzima de indução sendo amplamente distribuída no organismo, sintetizada no fígado, epitélios intestinais e renais. Os hepatócitos respondem por sua maior atividade sérica normal. A FA catalisa a hidrólise de ésteres de ácidos fosfórico em condições alcalinas (GONZÁLEZ E SILVA, 2003). O aumento da concentração sérica de FA pode ser notado pela indução de drogas e fármacos e também em doenças crônicas, inclusive neoplasias, nos casos de distúrbios hepáticos nota-se o aumento de sua atividade no soro devido a colestase causada por obstrução dos canalículos intra e extrabiliares (MORAIS *et al.*, 2000). Portanto a administração de drogas que favorecem a recuperação e aumentam o

desempenho físico e atlético dos equinos pode ser facilmente detectada com sua mensuração.

De acordo com Jones (2005), a musculatura equina possui grande capacidade adaptativa durante os treinamentos. As fibras musculares passam por mudanças estruturais e na sua atividade enzimática quando expostas a exercícios repetitivos. A resposta adaptativa aparece de diversas formas, tornando o equino mais tolerante a determinada atividade, dependendo da duração, frequência e tipo de treinamento.

A hematologia é frequentemente utilizada durante testes para avaliação do desempenho atlético (FERRAZ *et al.*, 2009). O exercício causa efeitos variáveis no eritrograma, dependendo da sua duração e intensidade, do nível de treinamento, do condicionamento físico do animal, e também, pode ser influenciado pela raça, idade, sexo e alimentação (PICCIONE *et al.*, 2007).

O exercício gera o aumento do VG, na contagem total de hemácias e concentração de hemoglobina. O equino já adaptado a rotina de treinamentos possui maior capacidade de carrear oxigênio para o músculo em atividade, aumentando a capacidade aeróbica. Estas elevações estão ligadas a liberação de catecolaminas durante o exercício, promovendo esplenomegalia. Devido à grande capacidade de armazenamento do baço equino, de 6 a 12 litros de sangue, em resposta a liberação de catecolaminas durante a atividade física, rapidamente são liberadas na circulação um grande número de eritrócitos. A amplitude da liberação das catecolaminas depende tanto da intensidade quanto da duração da atividade física (SATUÉ *et al.*, 2012).

Também podem ser encontradas alterações no índice de eritrocitário após o

exercício, sendo elas aumentos no VCM e diminuição da CHCM (KINGSTONN, 2004), observaram elevação do VCM e redução da CHCM após intensa atividade física. Outros autores tiveram resultados diferentes, segundo Boucher *et al.* (1981), que relata redução do VCM e aumento da CHCM após prova de enduro. Pesquisas mais recentes Lopes *et al.* (2009), Miranda *et al.* (2011) e Gundasheva (2015) que relataram a não interferência do exercício de vaquejada, team penning e salto, respectivamente, nos valores de VCM e CHCM.

Podem também ser encontradas alterações leucocitárias no perfil hematológico de equinos após exercícios, isso dependendo da intensidade e duração. O baço além de eritrócitos, também promove a mobilização de linfócitos. O aumento plasmático do ACTH e cortisol, que por sua vez estimulam a produção de neutrófilos e a migração de granulócitos para os tecidos, essa resposta é semelhante ao que ocorre com as catecolaminas no eixo hipotálamo-hipófise-gonadas (SATUÉ *et al.*, 2012).

Por meio do hemograma é possível verificar alterações sanguíneas, melhorar a relação entre treinamentos e desempenho atlético, corrigindo déficits nutricionais ou até mesmo fadiga recorrente do esforço físico do equino atleta (SAMPLE *et al.*, 2015; SATUÉ *et al.*, 2012).

CONCLUSÃO

Através da biografia consultada conclui-se que o correto treinamento e adaptação dos equinos é imprescindível para minimizar as alterações hematológicas e de bioquímica sérica encontradas durante a prática desportiva, os fatores estresse e climáticos

também podem impactar de forma negativa no desempenho atlético dos animais.

REFERENCIAS

- ANDREAZZI, M. A.; PRESTES K. M. R.; CANATO JUNIOR C. C.; SIMONELLI S. M. Avaliação dos níveis séricos de enzimas musculares em equinos praticantes de hipismo clássico. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, p. 366-376, dez. 2014.
- ARARIPE, M.G.A. Detecção sorológica do Herpesvírus Equídeo (EHV-1 / EHV- 4) e parâmetros hematológicos e bioquímicos de equinos utilizados em vaquejada. 2010, 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – **Faculdade de Veterinária, Universidade Estadual do Ceará**, Fortaleza, 2010.
- ASSENZA, A.; TOSTO F.; CASELLA S.; FAZIO F.; GIANNETTO C.; PICCIONE G. Changes in blood coagulation induced by exercise training in young athletic horses. **Research in Veterinary Science**, Roma, v. 95, n.3, p. 1151-1154, dez. 2013.
- AZARPEYKAN S.; DITTMER K. E.; GEE E. K.; MARSHALL J. C.; ELDER P.; ACKE E.; THOMPSON K. G. Circadian rhythm of calciotropic hormones, serum calcium, phosphorus and magnesium during the shortest and longest days of the year in horses in New Zealand. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, Berlim, s. v., s. n., p. 1-9, fev. 2016
- BALARIN M. R. S.; LOPES R. S.; KOHAYAGAWA A. Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartato aminotransferase, creatinoquinase, gamaglutamiltransferase e lactato desidrogenase em equinos puro sangue inglês submetidos a exercícios de diferentes intensidades, **Semina de Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 211-218, 2005.
- BOUCHER J. H.; FERGUSON, E.W.; WILHELMSSEN, C.L.; STATHAM, N.; MCMEEKIN, R.R. Erythrocyte alterations endurance exercise in horses. **J. Applied Physiology**, v. 51, n. 1, p.131-134, 1981.
- CARDINET G. H. Skeletal muscle function. In: KANEKO J. J.; HARVEY J. W.; BRUSS M. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5th ed. London: Academic Press, 1997. 932 p.
- COSTA M. L. L.; AVELAR V. A.; ALMEIDA G. R.; BESSA A. F. O.; S. NETO L. L.; MOREIRA G. R. Parâmetros hematimétricos de equinos Quarto de Milha de vaquejada. **V&Z**

- em Minas**, Belo Horizonte, [s. v.], p. 110-111, abr. 2015a. Suplemento especial.
- DAVIS T. Z.; STEGELMEIER B. L.; LEE S. T.; GREEN B. T. Experimental rayless goldenrod (*Isocoma pluriflora*) toxicosis in horses. **Hall b Toxicon**, v. 73, p. 88-95, 2013.
- DOWDALL R. C., **Trabajando de a Caballo**. Argentina: Editorial Hemisfério Sur, 1977.
- FAGLIAR J. J.; OLIVEIRA E. C.; PEGORER M. F.; FERRANTE JUNIOR L. C.; CAMPOS FILHO E. Relação entre o nível sérico de gamaglobulinas e as atividades de gamaglutamiltransferase, fosfatase alcalina e aspartato aminotransferase de bezerros recém-nascidos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 48, n. 2, p. 105-112, 1996.
- FAO. Agricultural Data – FAOSTAT, 2003. Capturado em 15 jan. 2005. Online. Disponível na Internet <http://faostat.fao.org/faostat/collections?subset=agriculture>. Acesso 27/02/2017.
- FERNANDES, W. R., RODRIGUES J. A.; MICHIMA L. E. S.; SIQUEIRA R. F. Avaliação do estresse oxidativo em cavalos de trote através da mensuração de malondialdeído (MDA) e glutathione reduzida (GSH) eritrocitária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 7, p. 677-680, jul. 2012.
- FERRAZ G. C.; TEIXEIRA NETO A. R.; D'ANGELIS F. H. F.; LACERDA NETO J. C.; QUEIROZ NETO A. Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, n. 6, p. 431-437, 2009.
- FRANCISCATO C.; LOPES S. T. A.; VEIGA A. P. M.; MARTINS D. B.; EMANUELLI M, P.; OLIVEIRA L. S. S. Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1561-1565, out. 2006.
- GONZÁLES F. H. D.; SCHEFFER J. F. S. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado -RS, Brasil. **Anais...** Gramado -RS: SBMV e SOVERGS, p. 5-17, 2002.
- GONZÁLES F. H. D.; SILVA S. C **Introdução a bioquímica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2003. 198 p.
- GORDON M. E.; MCKEEVER K. H.; BETROS C. L. Exercise-induced alterations in plasma concentrations of ghrelin, adiponectin, leptina, glucose, insulin, and cortisol in horse. **Veterinary Journal**, London, v.23, p. 1-9, 2006.
- GUNDASHEVA D. Effect of exercise on erythron, heart and respiratory rates in horses vaccinated against equine herpes virus 4/1 and equine influenza vírus. **Comparative Clinical Pathology**, v. 24, p. 1565-1572, 2015.
- HINCHCLIFF K. W.; GEOR R. J. Integrative physiology of exercise. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. Cap 1, p. 3-8.
- JONES E. W. Scientific training. **Jornal of Equine Veterinary Science**, Wildomar, v. 25, n. 7, p. 320-321, 2005.
- KINGSTON J. K. Hematological na serum biochemical response to exercise and training. In: HINCHCLIFF, K.W.; KANEPS, A.J.; GEOR, R.J. **Equine sports medicine and surgery**. Philadelphia, PA: W.B. Saunders, 2004. 1364 p.
- LEHNINGER A. L.; NELSON D. L.; COX M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. 5. ed. São Paulo: Sarvier, 2013. 1273 p.
- LESCHONSKI C.; SERRA C. M.; MENANDRO C. Programa de vigilância de zoonoses e manejo de equídeos do Estado de São Paulo. **Boletim Epidemiológico Paulista**, São Paulo, v.5, n.52, p. 07-15, 2008.
- LIMA R. A. S.; SHIROTA R.; BARROS G. S. C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo**. Piracicaba: ESALQ/USP. 2006. 250 p.
- LOPES K. R. F.; BATISTA J. S.; DIAS R. V. C.; SOTO-BLANCO B. Influência das competições de vaquejada sobre os parâmetros indicadores de estresse em equinos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 538-543, abr./jun. 2009.
- MACFADDEN B. J. Geographic variation in diets of ancient populations of 5-million-year-old (early Pliocene) horses from southern North America. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 266, p.83-94, 2008.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Equídeos. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/equideos>. Acesso em: 27 fevereiro, 2017.
- MCGOWAN C. Clinical pathology in the racing horse: the role of clinical pathology in assessing fitness and performance in the racehorse.

- Veterinary Clinics – Equine Practice**, v. 24, p. 405-421, aug. 2008.
- MIKNIENĖ Z.; MASLAUSKAS K.; KERZIENĖ S.; KUČINSKIENĖ J.; KUČINSKAS A. The effect of age and gender on blood haematological and serum biochemical parameters in žemaitukai horses. **Veterinarija ir Zootechnika**, Kaunas, v.65, n.87, p.37-43, abr. 2014.
- MIRANDA R. L. D.; MUNDIM A. V.; SAQUY A. C. S.; COSTA A. S.; GUIMARÃES E. C.; GONÇALVES F. C.; CARNEIRO E SILVA F, O. Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de *team penning*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 31, n. 1, p. 81-86, jan. 2011.
- MORAIS M. G.; RANGEL J. M.; MADUREIRA J. S.; SILVEIRA A. C. Variação sazonal da bioquímica clínica de vacas aneladas sob pastejo contínuo de *Brachiaria decumbens*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 52, n. 2, p.98-104, 2000.
- MOTA J. S.; ARAÚJO K. V.; LEITE G. G.; MASCARENHAS A. G. Concentrações plasmáticas de cortisol e parâmetros sanguíneos, bioquímicos e fisiológicos em equinos sob dieta com diferentes níveis de fibra. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 107-125, jul/dez. 2008.
- OLIVEIRA C. A. A.; AZEVEDO J. F.; MIRANDA A. C. T.; SOUZA B. G. Hematological and blood gas parameters' response to treadmill exercise test in eventing horses fed different protein levels. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 34, p. 1279–1285, 2014.
- OLIVEIRA G. I. V.; KUHWARA K. C.; LAPOSY C. B.; MELCHERT A. Bioquímica sérica de equinos da raça puro sangue lusitano antes e após exercício. **Colloquium Agrariae**, v. 7, n. 2, p. 14-19, 2011.
- ORTOLANI E. L.; GONZALEZ F. H. D.; BARROS L.; CAMPOS R. Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite, urina). In: CONGRESSO NACIONAL DE MEDICINA VETERINÁRIA, 29, 2002, Gramado **Anais...** Gramado: UFRGS, 2002. p. 48.
- PADEN L.; GOMERCIC T.; DURAS M.; ARBANASIC H.; GALOV A. Hematological and serum biochemical reference values for the Posavina and Croatian cold blood horse breeds. **Acta Veterinaria-Beograd**, Belgrado, v. 60, n. 2, p. 200-212, jun.2014.
- PEREIRA NETO, E. Avaliação hematológica e bioquímica em equídeos durante exercício. 2012, 43 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Centro Universitário Vila Velha, Universidade de Vila Velha, 2011.
- PICCIONE G.; GIANNETTO C.; FAZIO F.; DI MAURO S.; CAOLA G. Haematological response to diferente workload in jumper horses. **Bulgarian Journal of Veterinary Medicine**, Stara Zagora, v. 10, n. 1, p. 21-28, 2007.
- PRIMO, A. T. **O mundo do Cavalo: uma história de 55 milhões de anos**. Porto Alegre. Meridional Ltda, 2013.
- SALES J. V. F.; DUMONT C. B. S.; LEITE C. R.; MORAES J. M.; GODOY R. F.; LIMA E. M. M. Expressão do Mg+2, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 33, n. 1, p. 105- 110, jan. 2013.
- SAMPLE S. H.; FOX K. M.; WUNN D.; ROTH E.; FRIEDRICHS K. R. Hematologic and biochemical reference intervals for adult Friesian horses from North America. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 44, n. 2, p. 194-1996, dez. 2015.
- SANTOS V. P.; GONZÁLES F. H. D. Efeito do protocolo de exercício sobre variáveis hematológicas e bioquímicas em eqüinos de salto. **Acta Scientiae Veterinarie**, v. 34, n. 2, p. 243-244, 2006.
- SATUÉ, K.; HERNÁNDEZ, A.; MUÑOZ, A. Physiological factors in the interpretation of equine hematological profile: Hematology - **Science and Practice**, Dr. Charles Lawrie (Ed.), Europe: Inteeh, 2012.
- TEIXEIRA, A. L. **Cavalo Crioulo - O Símbolo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Viver no Campo Editora, 2007.
- THOMASSIAN A.; CARVALHO F.; WATANABE M. J.; SILVEIRA V. F.; ALVES A. L. G.; HUSSNI C. A.; NICOLETTI J. L. M. Atividades séricas da aspartatoaminotransferase, creatina quinase e lactato desidrogenase de equinos submetidos ao teste padrão de exercício progressivo em esteira. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 3, p. 183-190, dez. 2007.
- THOMASSIAN A.; WATANABE M. J.; ALVES A. L. G.; HUSSNI C. A.; NICOLETTI J. L. M.; FONSECA B. P. Blood concentration of lactate and determination of V4 in Arabian horses during a incremental exercise test performed at a high-speed treadmill. **Arquive of Veterinary Science**, v. 10, n. 1, p. 63-68, 2005.

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

VALBERG S.; HAGGENDAL J.; LINDHOLM A. Blood chemistry and skeletal muscle metabolic responses to exercise in horses with recurrent exertional rhabdomyolysis. *Equine Veterinary Journal*, v. 25, n. 1, p. 17-22, 1993.

VERONESI M. C.; GLORIA A.; PANZANI S.; SFIRRO M. P.; CARLUCCIO A.; CONTRI A. Blood analysis in newborn donkeys: hematology, biochemistry, and blood gases analysis. *Theriogenology*, Milão, v.82, n.2, p.294-303, jul.2014.

WANDERLEY, E. K.; BEM B. S. C.; MELO S. K. M.; GONZALEZ J. C.; MANSO H. E. C.C. C.; FILHO H. C. M. Hematological and biochemical changes in Mangalarga Marchador horses after a fourbeat gait challenge in three different distances. *Journal of Equine Veterinary Science*, Champaign, v.35, n.4, p.259- 263, abr. 2015.

WITTWER, F. Empleo de los perfiles metabólicos em el diagnostico de desbalances metabólicos nutricionales em el ganado. *Buiatria*, v. 2, n. 1, p. 16-20, 1995.