

## Interferentes intrínsecos, extrínsecos e de condicionamento físico em parâmetros sanguíneos de equídeos

Neide Judith Faria de Oliveira<sup>1</sup>, Ludmilla de Fátima Leal Pereira<sup>2</sup>, Laydiane de Jesus Mendes<sup>2</sup>, Raphael Rocha Wenceslau<sup>1</sup>, Rogério Marcos de Souza<sup>1</sup>

### Resumo

Objetivou-se com essa revisão de literatura discutir variações individuais, ambientais e de treinamento nos parâmetros hematológicos equídeos. Espécie, raça, idade, sexo e estágio fisiológico, fotoperíodo e época do ano, nutrição e estacionalidade na produção forrageira, exercício e treinamento podem interferir em variáveis sanguíneas. O perfil hematológico e bioquímico sanguíneo pode auxiliar a avaliar zootecnicamente equídeos, inclusive na seleção de animais mais tolerantes ao esforço. A ausência de valores de referência para as condições brasileiras pode dificultar a interpretação das análises. O condicionamento físico possui reflexos diretos no desempenho esportivo, nas células e outros componentes do sangue de equinos. Portanto, análises sanguíneas devem ser realizadas em animais atletas, para auxiliar no monitoramento do treinamento.

**Palavras-chave:** *Equus asinus*. *Equus caballus*. Hemograma. Bioquímica sérica.

## Intrinsic and extrinsic factors and physical conditioning interfering in equidae blood parameters

### Abstract

This literature review aimed to discuss individual variations, environmental influences and training interference in the equidae hematological parameters. Species, breed, age, sex and physiological phases, photoperiod and year season, nutrition and seasonality in forage production, exercise and training may influence hematological parameters. The hematological and biochemical profile may help to evaluate equidae zootecnically, including the selection of animals more tolerant to the effort. The absence of reference values for brazilian conditions can hinder the interpretation of results. The physical conditioning of equine species has a direct effect on sports performance, cells and other blood components. Therefore hematological analysis should be performed in athlete animals. Therefore hematological analysis should be performed in athlete animals, to help the monitoring of training.

**Keywords:** *Equus asinus*. *Equus caballus*. Haemogram. Serum biochemistry.

<sup>1</sup>Docente da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias

\*Autora para correspondência: neidejudith@hotmail.com

<sup>2</sup>Discente do Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias

Recebido para publicação em 20 de janeiro de 2016

Aceito para publicação em 24 de abril de 2016

## Introdução

No Brasil há 7.487,7 mil equídeos, sendo 5.363,2 mil equinos, 902,7 mil asininos e 1.221,8 mil muares (MINAS GERAIS. Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2015). No país, a equideocultura movimentou aproximadamente 7,5 bilhões de reais por ano e gerou 3,2 milhões de empregos e a prática de esportes equestres é crescente (LIMA; SHIROTA; BARROS, 2006). Assim, por refletirem a situação tecidual, parâmetros sanguíneos podem auxiliar na avaliação do treinamento e no manejo alimentar de equinos atletas (MIRANDA *et al.*, 2011) e contribuir para monitorar lesões musculares, transtornos funcionais e desequilíbrios nutricionais e metabólicos (BALARIN *et al.*, 2005).

O estudo hematológico e bioquímico sérico dos equinos é difundido mundialmente e pode ser indicador do status nutricional e de desempenho (DIAS *et al.*, 2011; MIKNIENÉ *et al.*, 2014; WANDERLEY *et al.*, 2015). Por meio do hemograma é possível verificar distúrbios sanguíneos, estabelecer relação entre treinamento e capacidade atlética e fazer inferências cruciais para monitorar o desempenho de equinos atletas (MELO *et al.*, 2013; SAMPLE *et al.*, 2015; SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2012; VAZZANA *et al.*, 2014). Porém, poucos estudos são específicos para animais criados em condições brasileiras. Objetivou-se com essa revisão de literatura discutir variações individuais, ambientais e de treinamento nos parâmetros hematológicos em equídeos.

## Fatores intrínsecos

Fatores intrínsecos interferentes nos parâmetros sanguíneos são próprios do indivíduo e podem ser responsáveis por variações. Esses representam particularidades de cada animal como espécie, raça, idade, sexo, categoria no rebanho, fase fisiológica, grau de adaptação e resistência ao desafio ambiental (ASSENZA *et al.*, 2013; BENESI *et al.*, 2006; HOLANDA *et al.*, 2013; SATUÉ; BLANCO; MUÑOZ, 2009; VERONESI *et al.*, 2014).

Ocorrem diferenças nos parâmetros sanguíneos entre espécies de equídeos domésticos, os quais incluem equinos, asininos e muares (VERONESI *et al.*, 2014; ZAKARI *et al.*, 2014). Os valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito foram semelhantes entre asininos e pôneis americanos. Porém, o volume corpuscu-

lar médio (VCM) foi mais elevado nos primeiros (WEISS; WARDROP, 2010). Em asininos saudáveis os tempos de protrombina e de trombo-plastina parcial ativada foram inferiores aos de equinos, indicando que parâmetros de coagulação variam entre essas espécies (MENDOZA *et al.*, 2011).

As raças equinas dividem-se em animais de “sangue quente” ou “sanguíneos” e de “sangue frio” ou “linfáticos” (WEISS; WARDROP, 2010; PADEN *et al.*, 2014). No primeiro encontram-se as raças: Árabe (FERRAZ *et al.*, 2009; SALES *et al.*, 2013), Puro Sangue Inglês (PSI) (ASSENZA *et al.*, 2013; MATRONE *et al.*, 2007) e Quarto de Milha (MÁRQUEZ *et al.*, 2014; MIRANDA *et al.*, 2011; VAZZANA *et al.*, 2014), dentre outras. No grupo “linfático” são incluídos animais compactos destinados às atividades de tração e pôneis (PADEN *et al.*, 2014). Em cavalos “sanguíneos” valores de eritrócitos, hemoglobina e hematócrito foram superiores aos animais “linfáticos”. Hematócrito inferior a 24% foi descrito em equinos de tração e pôneis saudáveis. A elevada contagem de eritrócitos do PSI se comparado aos animais compactos pode associar-se ao menor tamanho dessas células e maior número por unidade volumétrica de sangue (WEISS; WARDROP, 2010). Para cada raça existe perfil hematobioquímico específico conforme origem e funcionalidade. Em virtude da variação genética, ambiental ou de manejos, a interpretação requer valores de referência de populações equídeas (PADEN *et al.*, 2014; TAKASU *et al.*, 2013).

A idade precisa ser considerada para avaliar os parâmetros sanguíneos (CAMPELO, 2008; VERONESI *et al.*, 2014; SATUÉ; BLANCO; MUÑOZ, 2009). Em animais jovens a atividade de fosfatase alcalina (FA) pode ser três a cinco vezes superior à de adultos, por causa do crescimento e remodelamento ósseo. Valores de proteínas totais tendem a serem maiores em adultos, pois em neonatos os níveis de imunoglobulinas são inferiores e o sistema imune está em desenvolvimento (CAMPELO, 2008). Mudanças nos parâmetros hematológicos e bioquímicos foram descritas da primeira até a terceira semana de vida em asininos. Nos primeiros dias de vida identificou-se maior atividade de alanina aminotransferase (ALT), aspartatoaminotransferase (AST) e creatina fosfoquinase (CK) (VERONESI *et al.*, 2014).

Na Espanha, equinos de nove a 12 meses de idade apresentaram número de eritrócitos

e VCM menores quando comparados a animais de dois a três, de três a seis e de seis a nove meses. Nessa mesma faixa etária contagens de neutrófilos foram inferiores às encontradas em potros de um a dois meses. Até 60 dias de vida, albumina foi menor se comparada à de potros de seis a nove meses. De 60 a 90, 90 a 180 e 180 a 270 dias de idade a atividade de LDH foi maior se confrontada com a de potros com nove a 12 meses. A concentração de potássio e as atividades de CK e AST superiores ocorreram entre três a seis meses de vida. Nas faixas etárias de seis a nove e de nove a 12 meses o nível de cortisol foi inferior e o de adrenalina superior. Com o avançar da idade a ureia aumentou progressivamente e FA diminuiu. Dessa forma, é necessário estabelecer valores de referência para VCM, albumina, ureia, CK, AST, LDH e FA, para cada grupo de faixa etária (MUÑOZ *et al.*, 2012).

Em equinos Puro Sangue Espanhol Andaluz com mais de quatro anos hematócrito e hemoglobina foram superiores quando comparados a animais de dois a três anos de idade (ESCRIBANO *et al.*, 2013). Parâmetros sanguíneos de 44 matrizes prenhes com quatro a sete, oito a 12 e 13 a 17 anos demonstraram número superior de plaquetas em éguas jovens, podendo indicar maior capacidade regenerativa da medula óssea. Eosinofilia nas fêmeas mais velhas pode ser atribuída à exposição prolongada aos parasitas (SATUÉ; BLANCO; MUÑOZ, 2009). Porém, no periparto, a idade não influenciou parâmetros hematológicos e bioquímicos séricos em éguas de seis a 21 anos (MARIELLA *et al.*, 2014).

O sexo pode influenciar parâmetros sanguíneos e geralmente os valores encontrados para fêmeas de animais domésticos no hemograma podem ser inferiores aos de machos (YAQUB *et al.*, 2013). Porém hematócrito foi superior entre um a dois meses de idade nas potras e creatinina foi maior nos potros de nove a 12 meses. As fêmeas de dois a três, três a seis e seis a nove meses apresentaram maior concentração de aldosterona se comparadas aos potros de mesma idade (MUÑOZ *et al.*, 2012). Em garanhões hemoglobina, albumina e creatinina foram superiores às fêmeas, porém ocorreu o inverso para eosinófilos, CK, FA, ureia e magnésio (PADEN *et al.*, 2014). A maior concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) em equinos machos pode relacionar-se à maior necessidade de oxigênio para a

musculatura, mais robusta nesses (MELO *et al.*, 2013). Porém, em equinos da raça Mangalarga Marchador utilizados em cavalgada não ocorreram variações hematológicas e bioquímicas segundo o sexo (MELO *et al.*, 2013). Para fêmeas asininas, ocorreram valores inferiores de células vermelhas, hematócrito e hemoglobina (ZAKARI *et al.*, 2014). Em asininos miniatura adultos clinicamente sadios não houve variação entre sexos para proteína total, glicose, ureia, sódio, potássio, cloreto, cálcio, fósforo e magnésio séricos (MOZAFFARI; SAMADIEH, 2013).

A prenhez pode interferir em variáveis sanguíneas, pois ocorrem mudanças intensas no organismo nesse estágio fisiológico (MARIELLA *et al.*, 2014; MÁRQUÉZ *et al.*, 2014), apesar de Satué, Blanco e Muñoz (2009) não reportarem alterações sanguíneas em fêmeas equinas prenhes de diferentes idades. Durante a gestação e lactação éguas da raça Quarto de Milha apresentaram redução nas concentrações plasmáticas de colesterol total e na fração *High Density Lipoprotein* (HDL), lipoproteína de alta densidade, justificada por requerimento nutricional superior nessa fase. Notou-se aumento da proteína total e globulinas séricas na prenhez, associado ao acréscimo de anticorpos maternos para garantir a imunidade passiva para as crias (MÁRQUÉZ *et al.*, 2014). No terço final da gestação, o direcionamento de aminoácidos para constituir tecidos fetais é concomitante à redução da AST sérica nas fêmeas, pois nesse período catalisar a transformação de aminoácidos em carboidratos é secundário (CAMPELO, 2008). Menor atividade sérica de CK e AST foi identificada em éguas prenhes 20 e 10 dias antes do parto, sendo relacionado anabolismo fetal. Creatinina e ureia foram superiores no final da gestação, permanecendo a ureia alta até o sétimo dia pós-parto, provavelmente por associação com o elevado aporte anabólico fetal, justificada por menor glicemia uma semana pós-parto e maior demanda energética para a lactação. A maior concentração de glicose plasmática antes e no dia do parto pode decorrer de resistência periférica à insulina no final da gestação para garantir aporte glicêmico ao feto, além da liberação de cortisol e estímulo à gliconeogênese no parto. Hemoglobina e hematócrito foram menores sete dias pós-parto e sugere-se hemodiluição, pois o requisito de água nessa fase pode ser 50 a 75% superior. A leucocitose foi relacionada ao aumento de cortisol e catecolaminas plasmáticas no parto. Entretanto, no dia deste foi verificada menor concentração

de proteína total e elevação da albumina, com manutenção da relação albumina:globulinas séricas. Não ocorreram flutuações em plaquetas, atividade de FA e concentrações de triglicérides e de fibrinogênio em éguas no periparto (MARIELLA *et al.*, 2014).

As variações individuais presentes nos equinos submetidos aos esforços de intensidades variadas permitem inferir, mesmo nos indivíduos com maior grau de adaptação e resistência aos desafios ambientais impostos, a existência de mudanças nos parâmetros hematológicos dependentes das particularidades de cada animal. Essas diferenças podem ser verificadas por meio da oscilação nas atividades das enzimas séricas AST, CK e LDH nos cavalos atletas submetidos aos exercícios de máxima intensidade, mesmo estando previamente condicionados (THOMASSIAN *et al.*, 2007). Na primeira semana de esforço, a concentração de fibrinogênio plasmático sofre interferência do treinamento físico e tende a aumentar, apesar dessa elevação não ultrapassar a faixa de normalidade para a espécie. A redução nos valores de fibrinogênio plasmático aos índices basais é subsequente aos sete primeiros dias e sugere adaptação ao protocolo de exercício. Porém, existem variações entre os tempos de retorno para cada animal (PICCIONE *et al.*, 2014).

### Fatores extrínsecos

Fatores extrínsecos interferentes nos componentes sanguíneos relacionam-se ao ambiente e manejo no qual os equinos são criados e podem alterar significativamente as variáveis. Clima, fotoperíodo, estacionalidade na produção forrageira, tipo de manejo e treinamento podem influenciar componentes sanguíneos (ASSENZA *et al.*, 2013; MIRANDA *et al.*, 2011; PADEN *et al.*, 2014; SANTIAGO *et al.*, 2013; COSTA *et al.*, 2015a).

Variáveis ambientais como altitude e clima podem acarretar variações dos constituintes sanguíneos. Temperatura, umidade do ar, precipitação pluviométrica, ventos, radiação solar e pressão atmosférica, dentre outros, possuem interferência fisiológica direta, sendo fundamental reconhecer e entender como o organismo reage às condições climáticas, em especial ao calor. Os animais homeotérmicos necessitam de condições ótimas para crescimento e desenvolvimento máximos, sendo necessária a manutenção dentro da zona de conforto térmico, a qual

para o equino é de 5 a 25°C. Dentro desses limites de temperatura a termorregulação não é necessária para ajustes ambientais (MORGAN, 1998). O sistema sanguíneo é sensível às mudanças ambientais, sendo importante indicador de respostas fisiológicas. Estresse por calor pode acarretar aumento na contagem de eritrócitos e leucócitos, no teor de hemoglobina e no hematócrito. Com o aumento da temperatura ambiente o equino perde líquido através da sudorese e do aparelho respiratório e isso pode reduzir o volume plasmático sanguíneo levando a hemoconcentração (MOTA *et al.*, 2008).

Fotoperíodo e época do ano podem influenciar na dinâmica dos componentes sanguíneos de equinos (SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2013). A ciclicidade desses animais é estimulada principalmente por aumento do fotoperíodo, sendo considerados reprodutores de “dias longos”. Portanto, a manifestação do estro é sazonal e natural nas éguas do início da primavera até o final do verão, ou seja, de abril a setembro no hemisfério Norte e de outubro a março, no Sul. Na primavera-verão, o maior fotoperíodo provoca menor secreção de melatonina e como consequência a atividade gonadal da fêmea equina é desencadeada. A espermatogênese possui baixa sensibilidade ao fotoperíodo, mas foram reportadas variações hormonais, seminais e no comportamento sexual em garanhões (BARUSELI, 2007). No inverno, ocorreu diminuição da contagem de eritrócitos e da concentração de hemoglobina em cavalos da raça Árabe (SATUÉ; GARDÓN; MUÑOZ, 2013). Na Espanha, entre maio e agosto valores de hemácias e hematócrito em éguas gestantes foram superiores, podendo ser atribuídos à maior temperatura ambiente e à resposta adaptativa ao estresse térmico por calor, atividade física ou alimentação fornecida ao animal. Os menores valores de hemoglobina corpuscular média (HCM) e CHCM durante esses meses podem estar relacionados ao aumento compensatório do número de glóbulos vermelhos (SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2013).

Os parâmetros sanguíneos nos equídeos podem ser influenciados por coleta das amostras em diferentes períodos ou horários do dia, estando essas oscilações relacionadas ao ciclo circadiano (SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2012). Verificou-se diferença entre os hormônios calcitropicos, cálcio ionizado e total, fósforo e magnésio entre os períodos do dia e entre inverno e verão. As concentrações

séricas de cálcio ionizado e paratormônio demonstraram variações circadianas somente no verão. As maiores médias de cálcio sérico total e precursor da vitamina D foram máximas às 16h, sendo o maior valor de paratormônio identificado às 7h. Atletas equinos podem sofrer interferências circadianas e não dispor de tempo suficiente para ajustar os mecanismos internos, se transportados para competições entre países de fusos horários muito distantes e/ou hemisférios diferentes (AZARPEYKAN *et al.*, 2016). Além disso, adequações na alimentação e outros fatores de manejo podem contribuir para essas variações hematológicas existentes no decorrer do dia (SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2012).

Nutrição e estacionalidade na produção forrageira podem ser interferentes na composição sanguínea (PADEN *et al.*, 2014) e a melhor qualidade do pasto na primavera pode antecipar o início da estação reprodutiva (BARUSELI, 2007). No equino, herbívoro não ruminante, as fibras auxiliam no funcionamento digestivo e há necessidade de mastigação para reduzir o estresse. Relações e quantidades de alimentos volumosos e concentrados adequadas garantem aporte nutricional e higidez gastrointestinal. Nas criações de equídeos no Brasil é mais comum o uso de pastos e de volumosos conservados como feno, sendo a silagem menos usada. A oferta e o valor nutricional de pastagens são limitados por área demandada e estacionalidade na produção de forrageiras tropicais. O uso de alimentos concentrados aumentou, sobretudo para animais criados próximos aos centros urbanos. O excesso destes pode acarretar menor aproveitamento dos nutrientes, favorecerem fermentações e quadros de laminitite e cólica indesejáveis (MENEZES, 2014; MOTA *et al.*, 2008). Em equinos, valores de hematócrito e hemácias foram similares ao receberem dietas contendo 25 e 35% de fibra em detergente neutro e proporções de volumoso e concentrado de 50:50 e 60:40 (MOTA *et al.*, 2008). Cavalos da raça Mangalarga Marchador alimentados com silagens de milho, sorgo e hemária demonstraram atividades de AST entre 271,6 a 395 e de GGT de 12,6 a 24,09 UI/L, sem alterações na função renal e hepática (MELO, 2008). Porém, a restrição alimentar provocou aumento na bilirrubina total e nos ácidos graxos não esterificados (AGNE) plasmáticos e redução de proteína total e betahidroxibutirato em matrizes prenhes, podendo ser prejudiciais para a prole. Em condição semi-extensiva a avaliação de escore corporal, AGNE e bilirrubina total podem ser indicadores

de desnutrição (BRINKMANN; GERKEN; RIEK, 2013).

### Condicionamento físico

Parâmetros sanguíneos podem ser alterados por atividade física (PICCIONE *et al.*, 2001; SANTOS, 2006). Foram identificados valores superiores de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina depois do esforço em equinos utilizados em até dez provas de *Team Penning* (MENDES *et al.*, 2015a) e maior número de eritrócitos depois do esforço em mais de dez provas de *Team Penning* (PEREIRA *et al.*, 2015a). Resultados do hemograma foram superiores após o exercício em animais Puro Sangue Espanhol Andaluz (ESCRIBANO *et al.*, 2013). Apesar de estarem aumentados imediatamente e cinco minutos após o exercício de vaquejada, os valores de eritrócitos, hematócrito e hemoglobina estabilizaram-se em 20 minutos depois (COSTA *et al.*, 2015a). Dependendo da intensidade e duração do esforço pode ocorrer elevação de 10 a 30% na contagem de leucócitos (PICCIONE *et al.*, 2001; SANTOS, 2006) e em equinos utilizados em até dez provas de *Team Penning* leucócitos totais, neutrófilos segmentados e monócitos foram superiores depois do esforço (MENDES *et al.*, 2015a). Depois de corridas cavalos da raça Árabe apresentaram relação neutrófilos: linfócitos aumentada (CYWINSKA *et al.*, 2010). Entretanto, o leucograma foi similar antes e após vaquejadas em animais Quarto de Milha (COSTA *et al.*, 2015b). Em resposta aos exercícios de máxima ou moderada intensidade os números plaquetários demonstraram elevação ou não alteraram, respectivamente. Porém menor agregabilidade plaquetária foi identificada após exercício de alta intensidade em cavalos atletas (SATUÉ; HERNÁNDEZ; MUÑOZ, 2012). Em equinos utilizados em *Team Penning*, valores semelhantes de plaquetas antes e depois do exercício foram verificados (MENDES *et al.*, 2015a; PEREIRA *et al.*, 2015a).

Metabólitos proteicos e nitrogenados sanguíneos são as proteínas, incluindo albumina e globulinas, divididas em alfa, beta e gama. Essas são sintetizadas no fígado, exceto a fração gama globulina, cuja produção ocorre no sistema imune. Responsáveis por muitas funções no organismo sofrem alterações em processos inflamatórios de origem bacteriana, parasitária, imunológica e metabólica. A elevação das proteínas plasmáticas ocorre em desidratação, estímulo da resposta imune induzida por vacinação, doenças autoimunes e inflamação crônica.

Hipoproteinemia acontece quase sempre com hipoalbuminemia em hepatopatias e nefropatias avançadas, enterites crônicas, desnutrição e verminoses severas. A concentração de proteínas totais inclui todas as frações séricas, exceto fibrinogênio, retido com os elementos celulares no coágulo (CAMPELO, 2008). Apesar de ser superior imediatamente após o exercício de vaquejada, a proteína total retornou a normalidade cinco minutos depois (COSTA *et al.*, 2015a). Alterações em proteínas de fase aguda, como amiloide sérico A, podem refletir rapidamente danos teciduais. Em cavalos da raça Árabe, os níveis de amiloide sérico A foram menores nos animais que completaram o enduro com sucesso se comparados aos eliminados por não retornarem aos padrões respiratórios ou cardíacos. A elevação dessa fração pode indicar pouco treinamento do animal e a provável eliminação na prova, mesmo sendo inespecífica e de aumentar em várias condições clínicas (CYWINSKA *et al.*, 2010). A avaliação da concentração de compostos nitrogenados como creatinina e ureia, apesar de indicar comprometimento da função renal, se usada conjuntamente com as proteínas permite verificar possíveis danos à musculatura em resposta ao exercício intenso (SOTO-BLANCO, 2015). A creatinina foi maior em potros doentes e cujas mães apresentavam placentas anormais. Portanto, avaliar creatinina dos neonatos pode auxiliar a identificar prontamente animais predispostos à síndrome de asfíxia perinatal (PIRRONE *et al.*, 2014).

Entre os metabólitos energéticos encontram-se variáveis para avaliação da higidez de equinos atletas, como lipídeos totais, formados por concentração de colesterol e frações deste, *Low density lipoprotein* (LDL) ou lipoproteína de baixa densidade, HDL e *Very low density lipoprotein* (VLDL) ou lipoproteína de muito baixa densidade; além de triglicerídeos e glicose. Esses parâmetros possuem correlação alta com a nutrição e indicam a qualidade das dietas às quais os animais estão sendo submetidos, porém podem ocorrer oscilações individuais (SOTO-BLANCO, 2015). Após o esforço do trote e do galope em animais PSI treinados por 12 meses houve aumento da glicemia, proporcional a intensidade do exercício (BALARIN *et al.*, 2005). Porém, equinos atletas utilizam mais eficientemente triglicerídeos na obtenção de energia para atividade muscular. Assim, mesmo nos bem condicionados, baixo desempenho pode associar-se à limitação fisiológica muscular na produção energética sob a forma de triacilglice-

rol (EVANS *et al.*, 1995; MELO *et al.*, 2013; REZENDE *et al.*, 2014; SANTIAGO *et al.*, 2013). A glicemia superior em potros sadios pode sugerir a necessidade de dosar a glicose nos neonatos, sendo indicativo de propensão à síndrome de asfíxia perinatal (PIRRONE *et al.*, 2014).

O treinamento induz aumento na atividade sérica das enzimas (FERNANDES *et al.*, 2012), pois, mesmo em lesões musculares mínimas, componentes intracelulares como enzimas e mioglobina podem extravasar (FRANCISCATO *et al.*, 2006; SALES *et al.*, 2013). O condicionamento físico pode tornar as membranas celulares menos sensíveis às agressões do exercício ou reduzir as alterações extracelulares prejudiciais aos miócitos (FERNANDES *et al.*, 2012). A atividade enzimática relacionada à função muscular indica a intensidade de lesões em animais submetidos aos exercícios físicos (FRANCISCATO *et al.*, 2006; SALES *et al.*, 2013). As principais enzimas, cuja atividade sérica é elevada em casos de lesão da musculatura esquelética e/ou cardíaca, são CK, AST, FA, gama glutamiltransferase (GGT) e LDH (ANDREAZZI *et al.*, 2014; NOLETO, 2012; SANTIAGO *et al.*, 2013; ZOBBA *et al.*, 2011). Em cavalos da raça Árabe, atividades séricas de AST, CK e LDH elevaram-se após o teste padrão de exercício progressivo em esteira de alta velocidade. A maior atividade de AST ocorreu de 12 a 24 horas depois do esforço; de CK, entre três a seis horas e de LDH, em 24 horas (THOMASSIAN *et al.*, 2007). Em equinos PSI treinados por 12 meses, ocorreu elevação de CK proporcional a intensidade do esforço de trote e galope (BALARIN *et al.*, 2005). Em equinos Puro Sangue Espanhol Andaluz, exames bioquímicos séricos foram superiores após o exercício e somente LDH não reduziu no repouso. Para proteína total, LDH, AST, CK, ácido úrico e creatinina a herdabilidade verificada foi de média a alta, com elevada repetibilidade, podendo indicar os melhores atletas a serem selecionados (ESCRIBANO *et al.*, 2013). Em equinos utilizados em até 10 provas de *Team Penning*, AST, LDH e CK foram similares antes e após o exercício (MENDES *et al.*, 2015b), porém, em mais de dez provas, a atividade de CK foi superior depois do esforço (PEREIRA *et al.*, 2015b), assim como encontrado em animais da raça Árabe em atividades de enduro (CYWINSKA *et al.*, 2010).

O condicionamento dos animais possibilita maior capacidade aeróbica mesmo sob exercícios de moderada a baixa intensidade.

Após duas semanas de treino há redução na glicogenólise, o aumento de enzimas oxidativas e da extração de oxigênio por tecidos, mas adaptações aeróbicas ao treinamento ocorrem em seis semanas (ABRANTES, 2013; BITSCHNAU *et al.*, 2010). Atletas de alto desempenho quase sempre são estimulados a se exercitarem próximos ao limite máximo de esforço e por causa dessa elevada exigência é necessário treinar os indivíduos para diminuir lesões (MARC *et al.*, 2000). O exercício aeróbico altera a composição lipídica e proteica da membrana plasmática eritrocitária, melhorando a capacidade osmótica celular. Atividade anaeróbica, contrariamente, pode desencadear aumento da fragilidade dos eritrócitos e torná-los mais susceptíveis às variações osmóticas (FERNANDES *et al.*, 2012). A hemorragia pulmonar induzida por exercício foi correlacionada positivamente com o grau de atividade executado por equinos. Quanto mais extenuante o esforço, maior é a chance de ocorrência e a magnitude da lesão, pois para suprir a oxigenação tecidual no exercício intenso, a mobilização eritrocitária esplênica é máxima. O maior volume sanguíneo e aumento da frequência cardíaca elevam a pressão intravascular ao ponto de romper capilares pulmonares (MUCCIACITO JÚNIOR, 2006; VICCINO, 2007).

A capacidade esportiva equina é reconhecida desde a antiguidade e na avaliação do desempenho torna-se fundamental identificar habilidade, capacidade e intensidade de esforço mais adequada ao indivíduo (BITSCHNAU *et al.*, 2010). Na atividade física, a resposta hematológica resulta do estresse agudo, do aumento transitório de cortisol, adenocorticotrofina

(ACTH) e catecolaminas plasmáticas, liberadas por meio do eixo hipotálamo-hipófise-adrenal. Catecolaminas mobilizam eritrócitos e linfócitos esplênicos e ACTH e cortisol estimulam a produção de neutrófilos e migração tecidual de granulócitos (PICCIONE *et al.*, 2001; SANTOS, 2006). Em equinos Puro Sangue Árabe, ácido láctico e cortisol plasmático e salivar aumentaram 30 minutos após o exercício e foram correlacionados positivamente (KĘDZIERSKI *et al.*, 2014). O cortisol plasmático aumentou após exercício de longa duração em equinos, tendo correlação positiva com leptina, a adipocina tecidual reguladora de apetite, ingestão de alimentos e gasto energético (KĘDZIERSKI, 2014).

### Considerações finais

Apesar de variar em diversas condições clínicas, o perfil hematológico e bioquímico sanguíneo pode auxiliar a avaliar zootecnicamente equídeos, inclusive na seleção de animais mais tolerantes ao esforço. Nas análises devem ser considerados interferentes intrínsecos, atribuídos ao indivíduo, e extrínsecos relacionados ao meio no qual o animal está inserido. Além disso, a ausência de valores de referência estabelecidos para as diferentes raças criadas em condições brasileiras pode dificultar a interpretação das análises, sendo necessário controle seriado individual. O condicionamento físico de equinos possui reflexos diretos no desempenho atlético, nas células e outros componentes do sangue. Portanto, quando possível, as análises sanguíneas devem ser realizadas em animais utilizados em práticas esportivas.

### Referências

AZARPEYKAN, S. *et al.* 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. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jpn.12477/epdf>>. Acesso em: 20 abr. 2016.

ABRANTES, R. G. P. **Validação de um protocolo de treinamento para validação de um protocolo de treinamento para provas de marcha da raça Mangalarga Marchador**. 2013. 77f. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. 2013. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

ANDREAZZI, M. A. *et al.* Avaliação dos níveis séricos de enzimas musculares em equinos praticantes de hipismo clássico. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 19, p. 366-376, dez. 2014. Disponível em: <<http://conhecer.org.br/enciclop/2014b/AGRARIAS/avaliacao%20dos%20niveis%20sericos.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

ASSENZA, A. *et al.* 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. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com.ez27.periodicos.capes.gov.br/S0034528813002300/1-s2.0-S0034528813002300-main.pdf?>>. Acesso em: 10 abr. 2015.

- BALARIN, M. R. S. *et al.* Avaliação da glicemia e da atividade sérica de aspartatoaminotransferase, creatinoquinase, gama-glutamilttransferase e lactato desidrogenase em equinos Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a exercícios de diferentes intensidades. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 2, p. 211-218, abr./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/2294>>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- BARUSELI, P. **Compêndio de Reprodução Animal**. INTERVET. 2007. Reprodução de equinos. p. 141-164. 2007. Disponível em: <[http://www.abspecplan.com.br/upload/library/Compendio\\_Reproducao.pdf](http://www.abspecplan.com.br/upload/library/Compendio_Reproducao.pdf)>. Acesso em: 25 abr. 2015.
- BENESI, F. J. *et al.* Influência do sexo e da idade nos valores séricos das bilirrubinas, AST e GGT de cavalos da raça Mangalarga. **ARS Veterinária**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 103-111, maio/ago. 2006. Disponível em: <<http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/view/87/76>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- BITSCHNAU, B. C. *et al.* Performance parameters and post exercise heart rate recovery in Warmblood sports horses of different performance levels. **Equine Veterinary Journal**, Fordham, v. 42, n. 38, p. 17-22, nov. 2010.
- BRINKMANN, L.; GERKEN, M.; RIEK, A. Effect of long-term feed restriction on the health status and welfare of a robust horse breed, the Shetland pony (*Equus ferus caballus*). **Research in Veterinary Science**, Roma, v. 94, n. 3, p. 826-831, jun. 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S003452881200313X>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- CAMPELO, J. A. C. S. **Perfil bioquímico sérico de éguas gestantes e não gestantes das raças Brasileiro de Hipismo e Bretão**. 2008. 75f. Tese - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, São Paulo. 2014. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/cmv/d/2074.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2015.
- COSTA, M. L. L. *et al.* Parâmetros hematimétricos de equinos Quarto de Milha de vaquejada. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte, [s. v.], p. 110-111, abr. 2015a. Suplemento especial.
- COSTA, M. L. L.; AVELAR, V. A.; ALMEIDA, G. R. *et al.* Leucometria global e diferencial de equinos Quarto de Milha de vaquejada. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte, [s. v.], p. 108-109, abr. 2015b. Suplemento especial.
- CYWINSKA, A. *et al.* Serum amyloid A level as a potential indicator of the status of endurance horses. **Equine Veterinary Journal**, Fordham, v. 42, n. 38, p. 23-27, nov. 2010. Disponível em: <<http://www.biomedcentral.com/1746-6148/9/91>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- DIAS, D. C. R. *et al.* Influência do exercício sobre o hemograma, enzimas marcadoras de lesão muscular e índice de peroxidação de biomoléculas em equinos submetidos à atividade de salto. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 18, n. 1, p. 36-42, jan./abr. 2011. Disponível em: <<http://www.uff.br/rbcv/ojs/index.php/rbcv/article/view/245/88>>. Acesso em: 19 mar. 2015.
- ESCRIBANO, B. M. *et al.* Genetic analysis of haematological and plasma biochemical parameters in the Spanish pure bred horse exercised on a treadmill. **Animal**, Cambridge, v. 7, n. 9, p. 1414-1422, set. 2013. Disponível em: <<http://journals.cambridge.org/download.php?dcid>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- EVANS, D. L. *et al.* The effects of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise. **Equine Veterinary Journal**, Fordham, v. 18, n. 1, p. 422-425, maio 1995. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2042-3306.1995.tb04965.x/pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2015.
- FERNANDES, W. R. *et al.* Avaliação do estresse oxidativo em cavalos de trote através da mensuração de malondialdeído (MDA) e glutatona reduzida (GSH) eritrocitária. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 7, p. 677-680, jul. 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v32n7/a17v32n7.pdf>>. Acesso em: 08 set. 2015.
- FERRAZ, G. C. *et al.* Alterações hematológicas e cardíacas em cavalos Árabes submetidos ao teste de esforço crescente em esteira rolante. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 431-437, nov./dez. 2009. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/viewFile/26793/28576>>. Acesso em: 30 mar. 2015.
- FRANCISCATO, C. *et al.* Atividade sérica das enzimas AST, CK e GGT em cavalos Crioulos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 10, p. 1561-1565, out. 2006. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v41n10/a14v41n10.pdf>>. Acesso em: 02 abr. 2015.
- HOLANDA, L. C. *et al.* Variáveis hematológicas de equinos (*Equus caballus*, Linnaeus, 1958) da raça Mangalarga Marchador. **Medicina Veterinária**, Recife, v. 7, n. 3, p. 1-6, jul/dez. 2013. Disponível em: <<http://www.revista.dmv.ufrpe.br/index.php/rdmv/article/viewFile/304/171>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- KĘDZIERSKI, W. *et al.* Changes in salivary and plasma cortisol levels in Purebred Arabian horses during race training session. **Animal Science Journal**, Malden, v. 85, n. 3, p. 313-317, mar. 2014. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/asj.12146/pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- KĘDZIERSKI, W. Changes in plasma leptin concentration during different types of exercises performed by horses. **Animal**, Cambridge, v. 8, n. 9, p. 1456-1461, sep. 2014. Disponível em: <[http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM8\\_09%2F51731114001220a.pdf&code=0c2b96fa501bbde6cc1b3917051f9ad5](http://journals.cambridge.org/download.php?file=%2FANM%2FANM8_09%2F51731114001220a.pdf&code=0c2b96fa501bbde6cc1b3917051f9ad5)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- IMA, R. A. S.; SHIROTA, R.; BARROS, G. S. C. **Estudo do complexo do agronegócio cavalo, CEPEA/ESALQ/USP relatório final**. Piracicaba, 2006 p. 251. Disponível em: <[http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/cavalo\\_completo.pdf](http://www.cepea.esalq.usp.br/pdf/cavalo_completo.pdf)>. Acesso em: 08 mar. 2015.

- MARC, M. *et al.* Plasma cortisol and ACTH concentrations in the warm blood horse in response to a standardized treadmill exercise test as physiological markers for evaluation of training status. **Journal of Animal Science**, Mariensee, v. 78, p. 1936-1946, jul. 2000. Disponível em: <<https://www.animalsciencepublications.org/publications/jas/articles/78/7/1936>>. Acesso em: 13 maio 2015.
- MARIELLA, J. *et al.* Hematologic and biochemical profiles in Standardbred mares during peripartum. **Theriogenology**, Milão, v. 81, n. 4, p. 526-53, mar. 2014. Disponível em: <[http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X\(13\)00452-4](http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X(13)00452-4)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- MÁRQUEZ, A. *et al.* Perfis lipídico y proteico en plasma de yeguas de raza Cuarto de Milla en diferentes etapas reproductivas. **Revista Veterinaria**, v. 25, n. 1, p. 54-57, jun. 2014. Disponível em: <[http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-68402014000100011&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1669-68402014000100011&script=sci_arttext)>. Acesso em: 19 maio 2015.
- MATRONE, M. *et al.* Avaliação de bioquímica sérica em cavalos da raça Puro Sangue Inglês (PSI) submetidos a treinamentos de rotina no Jockey Club de São Paulo – interferência do treinamento na saúde do equino atleta. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 25, n. 3, p. 253-256, jul./sep. 2007. Disponível em: <[http://www.unip.br/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2007/03\\_jul\\_set/V25\\_N3\\_2007\\_p253-256.pdf](http://www.unip.br/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2007/03_jul_set/V25_N3_2007_p253-256.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- MELO, H. A. **Consumo, preferência alimentar, monitoramento clínico, hematológico e bioquímico de equinos alimentados com silagem**. 2008. 57f. Dissertação (Mestre em Ciências Veterinárias). Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br:8080/dspace/bitstream/handle/1884/18184/Dissertacao%20-%20Helen%20Aline%20Melo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- MELO, S. K. M. *et al.* Hematological parameters and blood biochemistry in pleasure horses in tropical region. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 14, n. 2, p. 208-215, abr./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/viewFile/16484/15446>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- MENDES, L. J. *et al.* Enzimas séricas de equinos submetidos ao esforço de até dez participações em provas de *Team Penning*. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte, [s. v.], p. 100-102, abr. 2015b. Suplemento especial.
- MENDES, L. J. *et al.* Hemograma de equinos submetidos ao esforço de até dez participações em provas de *Team Penning*. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte, [s. v.], p. 102-103, abr. 2015a. Suplemento Especial.
- MENDOZA, F. J. *et al.* Coagulation profiles of healthy Andalusian donkeys are different than those of healthy horses. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Hoboken, v. 25, n. 4, p. 967-970, jul. 2011. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1939-1676.2011.0748.x/epdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- MENEZES, M. L. **Parâmetros plasmáticos de equinos alimentados com níveis crescentes de polpa cítrica**. 2014. 55f. Dissertação (Mestre em Zootecnia). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/ Departamento de Zootecnia - Universidade de São Paulo. Pirassununga. 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74131/tde-05052014-164429/pt-br.php>>. Acesso em: 20 abr. 2015.
- MIKNIENĖ, Z. *et al.* 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. Disponível em: <<http://vetzoo.lva.lt/data/vols/2014/65/pdf/mikniene.pdf>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- MIRANDA, R. L. *et al.* Perfil hematológico de equinos submetidos à prova de *team penning*. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 31, n. 1, p. 81-86, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pvb/v31n1/13.pdf>>. Acesso em: 14 abr. 2015.
- MOTA, J. S. *et al.* 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. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/fzva/article/view/5056/3921>>. Acesso em: 10 abr. 2015.
- MORGAN, K. Thermoneutral zone and critical temperatures of horses. **Journal of Thermal Biology**, Durham, v. 23, n. 1, p. 59-61, feb. 1998.
- MOZAFFARI, A. A.; SAMADIEH, H. Analysis of serum and cerebrospinal fluid in clinically normal adult miniature donkeys. **New Zealand Veterinary Journal**, Palmerston, v. 61, n. 5, p. 297-299, feb. 2013. (Abstract). Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23444916>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- MUCCIACITO JUNIOR, A. A. **Estudos da correlação entre a hemorragia pulmonar induzida por exercício e alterações das vias aéreas anteriores e traqueia identificadas por exame endoscópico em equinos da raça Puro Sangue no Jockey Clube**. 2006. 140f. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10137/tde-05032007-143236/pt-br.php>>. Acesso em: 10 ago. 2015.
- MUÑOZ, A. *et al.* Age-and gender-related variations in hematology, clinical biochemistry, and hormones in Spanish fillies and colts. **Research in Veterinary Science**, Roma, v. 93, n. 2, p. 943-949, out. 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034528811004620>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- NOLETO, P. G. **Perfil bioquímico sérico de equinos submetidos a provas de esforço físico**. 2012. 55f. Dissertação – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2012. Disponível em: <[http://www.bdt.ufu.br/tde\\_arquivos/6/TDE-2012-11-07T135255Z-3236/Publico/d.pdf](http://www.bdt.ufu.br/tde_arquivos/6/TDE-2012-11-07T135255Z-3236/Publico/d.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2015.

- PADEN, L. *et al.* 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. Disponível em: <[http://bib.irb.hr/datoteka/702920.Padjen\\_2014\\_Acta\\_Veterinaria.pdf](http://bib.irb.hr/datoteka/702920.Padjen_2014_Acta_Veterinaria.pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- PEREIRA, L. F. L. *et al.* Hemograma de equinos submetidos ao esforço de mais de dez participações em provas de *Team Penning*. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte,[s.v.], p. 104-106, abr. 2015a. Suplemento especial.
- PEREIRA, L. F. L. *et al.* Enzimas séricas de equinos submetidos ao esforço superior a dez participações em provas de *Team Penning*. **V&Z em Minas**, Belo Horizonte,[s.v.], p. 99-100, abr. 2015b. Suplemento especial.
- PICCIONE, G. *et al.* Different periodicities of some haematological parameters in exercise-loaded athletic horses and sedentary horses. **Journal of Equine Science**, Champaign, v.12, n.1, p.17-23, mar. 2001.
- PICCIONE, G. *et al.* Training-induced changes in clotting parameters of athletic horses. **Journal of Veterinary Science**, Seoul, v. 15, n. 1, p. 45-49, jul, 2014. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3973765/pdf/jvs-15-45.pdf>>. Acesso em: 19 abr. 2016.
- PIRRONE, A. *et al.* Gross placental morphology and foal serum biochemistry as predictors of foal health. **Theriogenology**, Milão, v.81, n.9, p.1293-1299, jun. 2014. Disponível em: <[http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X\(14\)00107-1/pdf](http://www.theriojournal.com/article/S0093-691X(14)00107-1/pdf)>. Acesso em: 10 out. 2015.
- REZENDE, H. H. C. *et al.* Bioquímica sérica e leucometria de equinos Mangalarga Marchador suplementados com cromo e submetidos à prova de marcha. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 219-225, jan./fev. 2014. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/18030/13703>>. Acesso em: 05 maio 2015.
- SALES, J. V. F. *et al.* Expressão do Mg<sup>2+</sup>, CK, AST e LDH em equinos finalistas de provas de enduro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Seropédica, v. 33, n. 1, p. 105-110, jan. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-736X2013000100019](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2013000100019)>. Acesso em: 06 mar. 2015.
- SAMPLE, S. H. *et al.* Hematologic and biochemical reference intervals for adult Friesian horses from North America. **Veterinary Clinical Pathology**, v. 44, n. 2, p. 194-1996, dez. 2015. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/vcp.12248/pdf>>. Acesso em: 06 mar. 2015.
- SANTIAGO, J. M. *et al.* Hematologia e bioquímica sérica de equinos de concurso completo de equitação em treinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 65, n. 2, p. 383-392, abr. 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352013000200013&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352013000200013&script=sci_arttext)>. Acesso em: 05 mar. 2015.
- SANTOS, V. P. **Varições Hemato-bioquímicas em equinos de salto submetidos a diferentes protocolos de exercício físico**. 2006. 95f. Dissertação (Mestre em ciências veterinárias), Faculdade de veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2006. Disponível em: <[http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/dm\\_vps.pdf](http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/dm_vps.pdf)>. Acesso em: 22 maio 2015.
- SATUÉ, K.; BLANCO, O.; MUÑOZ, A. Age-related differences in the hematological profile of Andalusian broodmares of Carthusian strain. **Veterinari Medicina**, Praga, v. 54, n. 4, p. 175-182, abr. 2009. Disponível em: <<http://www.vri.cz/docs/vetmed/54-4-175.pdf>>. Acesso em: 01 abr. 2015.
- SATUÉ, K.; GARDÓN, J. C.; MUÑOZ, A. Influence of the month of the year in the hematological profile in carthusian broodmares. **Hematology and Leukemia**, Bedfordshire, [s.v.], [s.n.], p. 1-6, out. 2013. Disponível em: <<http://www.hoajonline.com/journals/pdf/2052-434X-1-6.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.
- 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. 596 p. Disponível em: <<http://www.intechopen.com/books/hematology-science-and-practice/haematological-profile-of-the-horse-physiological-factors-influencing-equine-haematology>>. Acesso em: 23 mar. 2015.
- MINAS GERAIS, Secretaria de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Equideocultura. **Boletim Agropecuário**, [s.v.], n. 5, 2015. Disponível em: <[http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/equideocultura\\_fev\\_2015%5b1%5d.pdf](http://www.agricultura.mg.gov.br/images/documentos/equideocultura_fev_2015%5b1%5d.pdf)>. Acesso em: 14 mar. 2015.
- SOTO-BLANCO. Parâmetros sanguíneos como ferramenta zootécnica. **Caderno de Ciências Agrárias**, Montes Claros, v. 7, n. 1, p. 101-115, jan./abr.2015. Suplemento 1.
- TAKASU, M. *et al.* Hematological and biochemical reference values for the endangered Kiso horse. **Journal of Equine Science**, Champaign, v. 24, n. 4, p. 75-78, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4013988/pdf/jes-24-075.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2015.
- THOMASSIAN, A. *et al.* 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. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/bjvras/article/viewFile/26637/28420>>. Acesso em: 05 fev. 2015.
- VAZZANA, I. *et al.* Haematological changes following reining trials in Quarter Horses. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 42, n. 1, p. 1-5, jan. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=289029240003>>. Acesso em: 05 fev. 2015.
- VERONESI, M. C. *et al.* Blood analysis in newborn donkeys: hematology, biochemistry, and blood gases analysis. **Theriogenology**, Milão, v.82, n.2, p.294-303, jul.2014. Disponível em: <<http://ac.els-cdn.com.ez27.periodicos.capes.gov.br>>. Acesso em: 15 abr. 2015.
- VICCINO, C. **Ocorrência de hemorragia pulmonar induzida por esforço em cavalos de salto no estado de São Paulo**. 2007. 66f. Dissertação (Mestre em Medicina Veterinária), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10136/tde-27092007-134947/en.php>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

WANDERLEY, E. K. *et al.* Hematological and biochemical changes in Mangalarga Marchador horses after a four-beat gait challenge in three different distances. **Journal of Equine Veterinary Science**, Champaign, v.35, n.4, p.259-263, abr. 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0737080615000106>>. Acesso em: 15 set. 2015.

YAQUB, L. S.; KAWU, M. U.; AYO, J. O. Influence of reproductive cycle, sex, age and season on haematologic parameters in domestic animals: a review. **Journal of Cell and Animal Biology**, Cairo, v. 7, n. 4, p. 37-43, abr. 2013. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/article/Yaqub%20et%20al.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

WEISS, D. J.; WARDROP, K. J. (Eds.). **Schalm's Veterinary Hematology**. 6 ed. Iowa: Blackwell Publishing, 2010, 1232 p.

ZAKARI, F. O. *et al.* Effect of age, sex, physical activity and meteorological factors on haematological parameters of donkeys (*Equus asinus*). **Comparative Clinical Pathology**, Harrow, [s.v.], [s.n.], p. 1-8, out. 2014. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00580-014-2026-3#>>. Acesso em: 29 abr. 2015.

ZOBBA, R. *et al.* Physical, hematological, and biochemical responses to acute intense exercise in polo horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Champaign, v. 31, n. 9, p. 542-548, sep. 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S073708061100102X>>. Acesso em: 28 fev. 2015.