

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, HEMATOLÓGICOS E
BIOQUÍMICOS DE PÔNEIS HÍGIDOS**

Tainá Caroline Beletti Valente Silva
Médica Veterinária

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, HEMATOLÓGICOS E
BIOQUÍMICOS DE PÔNEIS HÍGIDOS**

Discente: Tainá Caroline Beletti Valente Silva

Orientador: Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto

Coorientadora: Profa. Dra. Daniela Junqueira de Queiroz

**Dissertação apresentada à Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp,
Câmpus de Jaboticabal, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Ciências Veterinárias**

2023

FICHA CATALOGRÁFICA

S586p	<p>Silva, Tainá Caroline Beletti Parâmetros Fisiológicos, hematológicos e bioquímicos de pôneis hípidos / Tainá Caroline Beletti Silva. -- Jaboticabal, 2023 50 p. : tabs.</p>
	<p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal Orientadora: José Corrêa de Lacerda Neto Coorientadora: Daniela Junqueira Queiroz</p>
	<p>1. Hemograma. 2. Bioquímicos. 3. Pôneis. 4. Equinos. 5. Valores de referência. I. Título.</p>

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

IMPACTO ESPERADO NA SOCIEDADE

Essa dissertação visa auxiliar os médicos-veterinários clínicos no atendimento de pôneis, ao trazer variáveis fisiológicas, hematológicas e bioquímicas desses animais. Apesar de sua importância no mercado brasileiro e também fora do país, esses animais são pouco estudados e, normalmente, o médico-veterinário clínico se baseia em parâmetros de equinos de grande estatura para estabelecer quadro de higidez ou patologia, ao atender pôneis.

EXPECTED IMPACT ON SOCIETY

This study aims to assist clinical veterinarians in the care of ponies, by bringing physiological, hematological and biochemical variables of these animals. Despite their importance in the Brazilian market and also outside the country, these animals are little studied and, normally, the clinical veterinarian relies on parameters of large horses to establish health status or pathology, when treating ponies.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE PÔNEIS HÍGIDOS

AUTORA: TAINÁ CAROLINE BELETTI VALENTE SILVA
ORIENTADOR: JOSÉ CORRÊA DE LACERDA NETO
COORIENTADORA: DANIELA JUNQUEIRA DE QUEIROZ

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em Medicina Veterinária, área: Clínica Médica Veterinária pela Comissão Examinadora:

Profa. Dra. DANIELA JUNQUEIRA DE QUEIROZ (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / Centro Universitario Barão de Mauá - Ribeirão Preto/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIELA JUNQUEIRA DE QUEIROZ
Data: 15/08/2023 12:03:15 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. DANIELA GOMES DA SILVA (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia Veterinária / FCAV UNESP Jaboticabal

Documento assinado digitalmente
gov.br DANIELA GOMES DA SILVA
Data: 15/08/2023 14:12:15 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Profa. Dra. NARA SARAIVA BERNARDI (Participação Virtual)
Departamento de Clínica e Cirurgia / Universidade de Araraquara (UNIARA) - Araraquara/SP

Documento assinado digitalmente
gov.br NARA SARAIVA BERNARDI
Data: 03/08/2023 10:55:49 -0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Jaboticabal, 27 de julho de 2023

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Tainá Caroline Beletti Valente Silva: Nascida em Maringá, PR, no dia 13 de julho de 1995, filha de Waldermir Valente Silva e Mirian Beletti. Em janeiro de 2018 graduou-se Médica Veterinária pelo Centro Universitário Barão de Mauá – Ribeirão Preto, SP. Em fevereiro de 2021 concluiu o Programa de Aprimoramento Profissional em Medicina Veterinária, na área de Clínica Médica e Cirúrgica Grandes Animais, junto ao Hospital Veterinário Escola Barão de Mauá, pertencente à mesma instituição. Atua como Médica Veterinária da empresa Vetequine. Possui experiência na área de Clínica Médica e Cirúrgica de Equinos e Ruminantes e em Medicina Esportiva Equina. Atualmente é aluna regular do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, área de Clínica Médica e Fisiologia do Exercício da FCAV/UNESP – Jaboticabal sendo orientada pelo Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto e Profa. Dra. Daniela Junqueira de Queiroz, possuindo bolsa CAPES.

“Por vezes sentimentos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota.”

Madre Teresa de Calcutá

DEDICATÓRIA

Dedico à minha família, em especial
minha mãe Mirian Beletti, pois sem
ela meu sonho de ser Médica
Veterinária nunca seria realizado.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, meu orientador, ao qual agradeço imensamente pelos ensinamentos.

Profa. Dra. Daniela Junqueira de Queiroz, minha coorientadora, pela qual eu possuo sentimentos sinceros de gratidão e amizade.

Mirian Beletti, por ter me dado a oportunidade de cursar Medicina Veterinária e seguir meus sonhos.

Mariana Sachi Invernizzi, por me incentivar e acalmar meus momentos de ansiedade e desespero.

A toda minha família, Larissa, João Vitor, Alice, Vinicius, Nathalia e Manuela por todo o apoio.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

Aos meus cães, por me proporcionar felicidade diária.

SUMÁRIO

	Página
1 Introdução.....	1
2 Revisão de literatura.....	2
2.1 Hemograma.....	2
2.1.1 Eritrograma	2
2.1.2 Leucograma.....	4
2.2 Perfil bioquímico	6
3 Material e Métodos	11
3.1 Seleção dos animais e avaliação física	12
3.2 Colheita das amostras sanguíneas	12
3.3 Hemograma.....	13
3.4 Análises bioquímicas	13
3.5 Análise Estatística	14
4 Resultados.....	14
4.1 Parâmetros fisiológicos.....	14
4.2 Hemograma.....	15
4.3 Parâmetros Bioquímicos.....	18
5 Discussão	20
6 Conclusão.....	30
7 Referências	30

CERTIFICADO DO COMITÊ DE ÉTICA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Jaboticabal



CEUA – COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado **"Parâmetros bioquímicos, sanguíneos e hematológicos de pôneis"**, protocolo nº 3741/21, sob a responsabilidade do Prof. Dr. José Corrêa de Lacerda Neto, que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao Filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, no decreto 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA), da FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, UNESP - CÂMPUS DE JABOTICABAL-SP, em reunião ordinária de 16 de dezembro de 2021.

Vigência do Projeto	20/12/2021 a 30/12/2023
Espécie / Linhagem	Equina / Pônei
Nº de animais	48
Peso / Idade	150 a 200 Kg / 1 ano à 10 anos
Sexo	Machos e Fêmeas
Origem	Animal

Jaboticabal, 16 de dezembro de 2021.

Fabiana Pilarski
Profa. Dra. Fabiana Pilarski
Coordenadora – CEUA

PARÂMETROS FISIOLÓGICOS, HEMATOLÓGICOS E BIOQUÍMICOS DE PÔNEIS HÍGIDOS

RESUMO - Os parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímicos são ferramentas essenciais para avaliação da saúde dos equídeos, sendo necessário entender os fatores que podem influenciá-los durante a interpretação clínica. Desta forma, objetivou-se com o presente estudo definir os parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímico-séricos de pôneis hígidos e compará-los com os valores de referência utilizados para a espécie equina, a fim de determinar se é possível utilizar os valores de referência de cavalos no atendimento clínico de pôneis. Foram utilizados 48 pôneis hígidos, divididos em três grupos: Grupo 1 (G1), composto por pôneis machos e fêmeas em crescimento de 1 a 3 anos ($n = 4$); Grupo 2, composto por pôneis machos (inteiros e castrados) e fêmeas vazias de 4 a 10 anos ($n = 35$) e Grupo 3 (G3), composto por pôneis fêmeas prenhes e em lactação ($n = 9$). Foram realizadas avaliações dos parâmetros fisiológicos, como frequência cardíaca (FC), respiratória (FR) e temperatura retal (TR) e foram colhidas amostras de sangue para realização do hemograma e perfil bioquímico. Os pôneis do G1 apresentaram FC significativamente maior que a dos pôneis do G2 e G3, enquanto que os pôneis do G3 apresentaram menor TR que a dos demais grupos. Não houve diferença significativa no hemograma entre os grupos, mas houve correlação negativa ($r = -0,81$) entre a contagens de neutrófilos e linfócitos. Houve diferença significativa na atividade sérica da fosfatase alcalina (FA), e nas concentrações séricas de bilirrubina total (BT), direta (BD), e indireta (BI), proteína total (PT), globulinas e glicose entre os pôneis do G1 e do G3, quando comparado aos pôneis do G2. Concluiu-se que as variáveis hematológicas e a maioria das variáveis bioquímicas dos pôneis permaneceram dentro dos limites de referência que são utilizados para cavalos, podendo, portanto, adotar tais valores como base de comparação. No entanto, mais estudos necessitam ser realizados para determinar, com maior precisão, os valores de referência destes animais, pois a categoria e fase fisiológica dos pôneis influenciaram em alguns parâmetros fisiológicos e bioquímicos.

Palavras-Chave: bioquímica sérica, equídeos, função hepática, função renal, hemograma, valores de referência

PHYSIOLOGICAL, HEMATOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF HYGIID PONIES

ABSTRACT - Physiological, hematological and biochemical parameters are essential tools for assessing equine health, and it is necessary to understand which factors can influence them during clinical interpretation. Thus, the aim of this study was to define the physiological, hematological and biochemical serum parameters of healthy ponies and compare them with the reference values used for horses, and to determine if it is possible to use the reference values of horses in clinical care of ponies. 48 healthy ponies were used, divided into three groups: Group 1 (G1), composed of male and female ponies growing from 1 to 3 years ($n = 4$); Group 2, composed of male ponies (intact and castrated) and empty female ponies aged 4 to 10 years ($n = 35$) and Group 3 (G3), composed of pregnant and lactating female ponies ($n = 9$). Estimates of physiological parameters such as heart rate (HR), respiratory rate (RR) and rectal temperature (TR) were performed, and blood samples were collected for complete blood count and biochemical profile. The G1 ponies had a significantly higher HR than the G2 and G3 ponies, while the G3 ponies had a lower TR than the other groups. There was no significant difference in blood count between groups, but there was a negative correlation ($r = -0.81$) between neutrophils and lymphocytes. There was a significant difference in serum alkaline phosphatase activity (AP) and serum concentrations of total bilirubin (BT), direct (BD) and indirect (BI), total protein (PT), globulins and glucose between ponies from G1 and G3, when compared to the G2 ponies. It was concluded that the hematological variables and most of the biochemical variables of the ponies remained within the reference limits that are used for horses, allowing, therefore, to adopt such values as a basis for comparison. However, more studies will be carried out to determine, with greater precision, the reference values of these animals, since the category and the physiological phase of the ponies influenced some physiological and biochemical parameters.

Keywords: serum biochemistry, equidae, liver function, kidney function, blood count, reference values

1 INTRODUÇÃO

O processo de domesticação dos equinos favoreceu a formação e intensificação da criação de algumas raças de baixa estatura, característica marcante no pônei. Esse tamanho corporal diminuto foi determinado por mudanças genéticas e esta particularidade também está relacionada às diferentes demandas energética e metabólica quando comparadas às do animal de alta estatura (Blanckenhorn, 2000; Metzger et al., 2018).

Além dos determinantes genéticos, fatores epigenéticos como ambiente, dieta e atividade física, por exemplo, também podem influenciar o metabolismo do indivíduo, levando a possíveis variações não só de parâmetros fisiológicos, mas também hematológicos e bioquímicos (Gómez et al., 2004; Caiado et al., 2011; Carlslake et al., 2018;; Mattosinho et al., 2017).

Apesar dessas diferenças de parâmetros serem bem consolidadas entre as espécies animais, pode ocorrer também a diferença de algumas variáveis entre animais da mesma espécie (Riccio et al., 2019). Na espécie equina, por exemplo, essas diferenças estão bem fundamentadas, no entanto a literatura é muito escassa quando refere-se a pôneis, mesmo estes animais tendo grande importância no mercado brasileiro de equinos, eles são considerados animais pouco conhecidos fisio e patologicamente, de tal forma que, estudos acerca de suas particularidades, incluindo os perfis das diferentes células do sangue, bem como dos seus constituintes bioquímico-séricos são escassos (Lassen e Swardson, 1995; Caiado et al., 2011;; Mattosinho et al., 2017; Witkowska-Piłaszewicz et al., 2021).

Assim, determinação de parâmetros e particularidades das diferentes categorias de pôneis torna-se essencial para nortear a interpretação dos resultados obtidos durante o exame clínico, e então distinguir o que é fisiológico de possíveis alterações patológicas (Lassen e Swardson, 1995).

Diante da escassez na literatura de valores de referência de parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímicos específicos para pôneis, na rotina da clínica de equídeos, durante a avaliação destes animais, utiliza-se frequentemente valores de referência de cavalos como base de comparação, mesmo sem a certeza se há ou

não variações destes parâmetros entre essas raças que possam influenciar na interpretação dos resultados. Esse fato confirma a necessidade de estudos e a compreensão das flutuações de parâmetros de pôneis, tanto no estado de hígidez, quanto no estado patológico.

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi definir os parâmetros fisiológicos, hematológicos e bioquímico-séricos de pôneis hígidos e compará-los com os valores de referência utilizados para cavalos, a fim de determinar se é possível utilizar os valores de referência de equinos no atendimento clínico de pôneis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Hemograma

O hemograma é o exame de diagnóstico complementar mais realizado na prática equina devido a sua confiabilidade, baixo custo, rapidez de execução e obtenção de resultados (Holanda et al., 2013; Melo et al., 2013). A diversidade de informações que o hemograma pode fornecer torna este exame auxiliar um dos mais requisitados e fornece dados importantes para atestar a saúde ou quadros patológicos dos animais (Grotto, 2009). Os parâmetros hematológicos podem ser influenciados pela raça, idade, sexo e alimentação, além do exercício físico (Piccione et al., 2001).

2.1.1 *Eritrograma*

O eritrograma compreende a contagem do número total de hemácias (He), volume globular médio (VGM) ou hematócrito (HT), concentração de hemoglobina (Hb), volume corpuscular médio (VCM) e concentração de hemoglobina corpuscular média (CHCM) (Lopes et al., 2007).

A função primária dos eritrócitos é transportar a hemoglobina, a qual é responsável por carrear oxigênio para os tecidos (Thrall et al., 2015).

A contagem dos eritrócitos possibilita o diagnóstico de anemia ou policitemia. A anemia é caracterizada por uma redução na massa de eritrócitos circulantes,

causada por um desbalanço entre a taxa de perda e/ou destruição e a taxa de produção pela medula óssea (Reed et al., 2004). As policitemias são caracterizadas pelo aumento do número de eritrócitos, concentração de hemoglobina e hematócrito em relação aos valores considerados normais (Soto et al., 2008; Thrall et al., 2015).

O hematócrito é o volume relativo dos eritrócitos em uma amostra de sangue, expresso em porcentagem por volume de sangue (Gomes et al., 2006). Normalmente é solicitado como parte do hemograma para verificar o estado de hidratação, hemorragias, bem como para avaliar sua gravidade, além de diagnóstico de anemia e policitemia, como também para monitorar o tratamento de anemia e, principalmente, para decidir a necessidade de transfusão sanguínea nos casos de anemia sintomática severa e para monitorar a efetividade desta transfusão (Lee et al., 1974; Gomes et al., 2006;). Quando ocorre diminuição do hematócrito, seja por alterações hepáticas, hemólise, hemorragia, hiper-hidratação ou estresse térmico de longa duração, considera-se o animal anêmico. Entretanto, quando o animal apresenta desidratação, doenças pulmonares ou tumores renais, havendo a estimulação da produção de eritropoetina, em resposta a essas patologias, o hematócrito pode atingir valor superior a 50%, tornando o sangue mais viscoso, que irá acarretar na diminuição do fluxo sanguíneo, promovendo distensão de capilares e pequenos vasos, dificultando o transporte de oxigênio, que, além de causar ruptura muscular e mucosas hiperêmicas, favorece a ocorrência de hipóxia tecidual, trombose e distúrbios no sistema nervoso central, sendo considerado policitemia quando este valor ultrapassa 60% (Gomes et al., 2006; Soto et al., 2008; Thrall et al., 2015).

O VCM e o CHCM são os índices eritrocitários mais usados na clínica. O VCM é o índice do tamanho das hemácias, o qual classifica a anemia em normocítica, quando se encontra normal, microcítica, quando está abaixo do normal ou macrocítica, quando está acima do normal (Thrall et al., 2015). A CHCM refere-se à quantidade de hemoglobina presente em uma determinada quantidade de eritrócitos. Este parâmetro classifica a anemia em hipocrômica, quando há diminuição, normocrômica, quando o valor encontrado está dentro dos limites de referência e hiperocrômica, quando o teor de hemoglobina nas hemácias é maior que o normal (Lopes et al., 2007; Silva, 2011).

Assim, a partir da avaliação do VCM e do CHCM é possível caracterizar as anemias, o que auxilia na determinação das possíveis causas. Anemia normocítica

normocrômica (VCM e CHCM normais) pode ser observada em doenças sistêmicas crônicas (falência renal e hepática), em anormalidades endócrinas, neoplasias e infecções crônicas. Já as anemias microcíticas hipocrômicas (VCM e CHCM abaixo do normal) estão associadas à deficiência de ferro e anemia megaloblástica na maioria das espécies. Anemia macrocítica (VCM acima do normal) pode ocorrer em cavalos após uma grave crise hemolítica ou hemorrágica (Reed et al., 2004).

O VGM é a percentagem de eritrócitos é obtido após centrifugação do sangue para que aconteça a sedimentação das células vermelhas. É um dos exames mais úteis no estudo da série vermelha, pois, a partir dele, é possível obter informações como coloração do plasma e capa linfocitária. O plasma canino e felino são límpidos e incolores, já do equino é amarelado devido ao caroteno e xantofila presentes na alimentação dos herbívoros (Lopes et al., 2007).

A plaqueta é uma estrutura que tem sua formação pela liberação de fragmentos do citoplasma do megacariócito; não se diz que são células porque não se dividem nem possuem núcleo (Silva e Hashimoto, 2006). Têm a função de se aderir às paredes dos vasos sanguíneos evitando, assim, hemorragias. Já o excesso de plaquetas pode ser prejudicial e, posteriormente, formar trombos obstruindo os vasos sanguíneos. Quando a quantidade de plaquetas diminui, conseqüentemente suas funções também reduzem, podendo levar o organismo a sofrer de hemorragias (Verrastro, 2005; Silva e D'Amico, 2010; Verrastro, et al.).

2.1.2 *Leucograma*

O leucograma é a parte do hemograma que, por meio de quantificações relativas e absolutas dos leucócitos totais e variados tipos células que o compõem, representa o status imunológico do animal. Durante um processo inflamatório e/ou infeccioso, o aumento da quantidade de células leucocitárias acima dos parâmetros considerados de normais e para a espécie é denominado de leucocitose, enquanto a redução denominada leucopenia, sendo que ambas as variações do número destas células na corrente sanguínea são indicativos de alterações fisiológicas e/ou processos patológicos que podem comprometer a saúde do animal e, portanto, devem ser interpretadas com atenção (Carrick e Begg, 2008).

No leucograma é feita a contagem total e diferencial dos leucócitos e os valores variam de acordo com sexo, idade e raça. A contagem diferencial é definida como uma contagem individual das células que compõe a série leucocitária, que são representadas pelos neutrófilos segmentados, neutrófilos bastonetes, eosinófilos, basófilos, linfócitos e monócitos (Wintrobe, 2008).

Os leucócitos fazem parte do sistema imunológico, apresentando componentes integrantes tanto da imunidade inata, como os macrófagos e monócitos, assim como da imunidade adaptativa, como os linfócitos, que ainda podem ser classificados em linfócitos T e linfócitos B. Este conjunto celular tem a responsabilidade de garantir a integridade do organismo por meio de da detecção de corpos estranhos, identificação de células velhas, fragmentos celulares e proteicos, assim como o reconhecimento antigênico e produção e liberação de sinalizadores e anticorpos que potencializam a ação de defesa, sendo que cada célula leucocitária exerce funções específicas e se comunicam umas com as outras afim de intensificar a proteção do organismo (Carrick e Begg, 2008).

A partir de um foco inflamatório, por exemplo, a liberação de mediadores químicos é capaz de promover a ativação e a infiltração de outras células leucocitárias em órgãos distantes da lesão original (Holanda et al., 2013; Miknienė et al., 2014). Dessa maneira, leucócitos desempenham um papel central na injúria tecidual em várias doenças e estão intimamente relacionados à falência orgânica durante a Síndrome da Resposta Inflamatória Sistêmica (SIRS).

Entre os leucócitos, os neutrófilos e macrófagos desempenham importante função por serem consideradas células sentinelas fagocitárias e apresentadoras de antígenos, sendo que entre estes dois tipos celulares, os neutrófilos compõem o maior grupamento de leucócitos e são as mais eficientes células fagocitárias (Giguere e Prescott, 2000).

Os linfócitos por sua vez, compõem o grupamento de células representativas do sistema imune adaptativo, sendo o segundo maior grupo de células leucocitárias. Em equinos, os animais jovens geralmente apresentam maior número de linfócitos circulantes do que os animais adultos (Carrick e Begg, 2008). No entanto, apesar de desempenhar importante função no reconhecimento de antígenos, em equinos, o número de linfócitos circulantes pode variar de acordo com a atividade física, onde o

aumento da intensidade dos exercícios promove uma mobilização linfocitária intensa, que pode apresentar, inclusive, inversão da relação de neutrófilos:linfócitos (Hines et al., 1996).

Em equinos saudáveis, os eosinófilos são pouco presentes quando considerados na contagem total dos leucócitos, tendo maior participação em casos de infecções parasitárias e hipersensibilidade (Carrick e Begg, 2008). Entretanto, apesar da pouca participação destas células na corrente sanguínea, já foi observado que, em alguns raros casos, pode ocorrer uma infiltração eosinofílica sem causa definida no trato gastrointestinal dos equinos, o que pode desencadear quadros de cólica, diarreia e enteropatias (Wilkie et al., 1985; Hubert, 2006).

Os basófilos, por outro lado, são células leucocitárias raras em equinos, mas que também agem em processos de hipersensibilidade imediata e tardia por meio da liberação de vasodilatadores como a histamina (Carrick e Begg, 2008).

2.2 Perfil bioquímico

Por meio da composição bioquímica do sangue é possível avaliar distúrbios nutricionais, metabólicos e fisiológicos, além de transtornos teciduais (Ortolani et al., 2002), de forma que, compreender as variações apresentadas durante a análise do perfil bioquímico de um animal requer entendimento prévio do profissional dos fatores que podem estar influenciando a variável analisada individualmente, mas considerando também a sua relação com as demais variáveis.

O fígado é considerado o maior órgão que desempenha função glandular mista, ou seja, tanto exócrina quanto endócrina, sendo que na espécie equina, este órgão tem uma particularidade por não apresentar vesícula biliar, responsável por armazenar a bile que, por sua vez, desempenha um importante papel na emulsificação da gordura dos alimentos antes de serem absorvidos (König e Liebich, 2016).

A diversidade funcional do fígado pode ser atribuída às principais células que compõem o parênquima deste órgão que são os hepatócitos, e por serem ricos em diversas organelas contribuem com a concentração e variação de diversos metabólitos bioquímicos, sendo responsáveis pelo metabolismo de glicose, de ureia, assim como, pela síntese de proteínas como albumina, globulinas, síntese do

colesterol, lipoproteínas e glicoproteínas. Desta forma, pode-se dizer que o desempenho funcional hepático contribui essencialmente na determinação da saúde dos animais e as disfunções hepáticas podem ser refletidas com alterações da concentração das variáveis laboratoriais (Junqueira e Carneiro, 2013).

Uma das alterações observadas em uma análise laboratorial quando há lesão hepática direta pela atividade da enzima Aspartato Aminotransferase que é considerada uma enzima de extravasamento, ou seja, é uma enzima que está presente na constituição dos componentes celulares hepáticos e é liberada em casos de danos celulares devido as injúrias hepáticas (Thrall et al., 2015). No entanto, apesar de estar diretamente associada a um dano hepático, a AST também pode ser encontrada em outros tecidos como o muscular e em células eritrocitárias, de forma que, apesar de ter alta sensibilidade hepatobiliar e meia vida longa, variando de 7 a 8 dias em equinos, a AST tem baixa especificidade hepática, evidenciando a necessidade de uma análise associada a outras variáveis bioquímicas para identificar se o aumento da enzima AST é de origem hepática ou muscular por, exemplo (Satué et al., 2022).

A enzima Gama Glutamiltransferase, por sua vez, apresenta importante participação na determinação da saúde hepática, pois, apesar de estar presente em diversos outros tecidos como glândula mamária, pulmões e rins, a quantidade de GGT produzida por estes órgãos é pequena, o que atribui maior sensibilidade e especificidade ao tecido hepático, além de apresentar meia vida de 3 dias em equinos (Satué et al., 2022). Diferentes estudos mostram que a enzima GGT se eleva quando há um comprometimento hepático, que pode ser proveniente desde processos hepáticos devido a intoxicações (Câmara et al., 2022), quadros secundários devido a laminites, obesidade (Schedlbauer et al., 2019) ou até modificações de suplementações nutricionais, como diferentes níveis de selênio fornecido na dieta (Calamari et al., 2010). Consideram, portanto, a enzima GGT como excelente biomarcador na avaliação da saúde hepática de equídeos, seja cavalos, pôneis ou jumentos. No entanto, vale ressaltar que, mesmo em condições fisiológicas, os estudos têm indicado que estes animais podem apresentar diferentes concentrações de GGT entre eles (Olga et al., 2021).

Em equinos, a enzima Fosfatase Alcalina é mais utilizada como indicador nos casos de ocorrência de uma enfermidade hepática crônica e para avaliar a capacidade excretória hepática, pois, apesar de ser uma enzima de indução assim como a GGT, a enzima FA demonstra baixa sensibilidade e especificidade a para identificação de injúrias hepáticas em equinos. Portanto, deve ser avaliada em conjunto as outras enzimas hepáticas mais específicas, tendo visto que também é produzida por outras células como eritrócitos, macrófagos, células intestinais e ósseas (Pearson, 1999; Thrall et al., 2015).

Apesar dos equinos não possuírem a vesícula biliar como abordado anteriormente como uma particularidade da espécie, a bilirrubina é um produto de excreção, sendo o principal pigmento biliar que é produzido a partir da liberação da porção heme quando os eritrócitos são fagocitados pelas células do sistema fagocítico mononuclear (Pearson, 1999; König e Liebich, 2016).

No exame laboratorial, a bilirrubina pode ser interpretada de com base na sua concentração total, apresentada como bilirrubina total, e por suas frações, bilirrubina direta e indireta. Por ter relação direta como a massa eritrocitária e função hepática, as variações das concentrações da bilirrubina total plasmática ou sérica podem ser provenientes desde complicações hepatobiliares, como quadros de cólicas, até enfermidades que cursem com quadros de hemólises, como intoxicações por veneno de cobra (Câmara et al., 2022; Nikvand et al., 2018; Thrall et al., 2015).

Já a fração da bilirrubina indireta, também denominada bilirrubina não conjugada, é transportada até o fígado pela proteína albumina, no fígado é convertida em sua forma conjugada ou direta e excretada na bile, sendo válido evidenciar também que, por ser carregada pela albumina, equinos em jejum ou com quadros de anorexia apresentam aumento da concentração de bilirrubina que será demonstrado no exame laboratorial (Pearson, 1999; Thrall et al., 2015; Câmara et al., 2022). Desta forma, ao compreender o metabolismo da bilirrubina é possível ter uma melhor análise sobre os resultados dos exames bioquímicos e direcionamento da origem das alterações apresentadas, pois o aumento da concentração de bilirrubina indireta é mais sensível para indicar doenças hepáticas, enquanto a concentração de bilirrubina direta pode elevar-se mais intensamente quando ocorrem obstruções dos canais biliares (Pearson, 1999).

A albumina por sua vez, além de participar como proteína carreadora da bilirrubina indireta, tem importante participação em diversas funções do organismo. Por ser produzida no fígado, lesões hepáticas graves que causam perdas de 60% a 80% da função hepática podem comprometer a síntese tanto da albumina quanto das globulinas, reduzindo a concentração destas proteínas na corrente sanguínea e alterando a osmolaridade plasmática, o que pode desencadear quadros de edemas e ascites, apesar da hipoalbuminemia não ser muito comum em equinos (Cullen e Stalker, 2016).

De forma geral, a concentração sérica de globulinas é mais estável que a de albumina, sendo assim, uma das formas de avaliar a ocorrência da insuficiência hepática é por meio da razão albumina:globulina que tende a estar menor, pois durante um processo crônico a síntese de globulinas tende a aumentar devido a maior produção de proteínas de fase aguda e/ou imunoglobulinas (Thrall et al., 2015), como observaram nos casos de equinos intoxicados por sementes de *Crotalaria* que apresentaram uma redução da concentração de albumina e aumento da concentração de globulinas (Câmara et al., 2022).

A albumina e as globulinas também estão presentes na composição das secreções lácteas, ou seja, compõem tanto o colostro quanto o leite materno, sendo as mais importantes frações proteicas do colostro conferindo, assim, o status imunológico do neonato (Pecka et al., 2012).

Tanto a albumina quanto as globulinas compõem outra variável importante presente no exame bioquímico que é a proteína total. No entanto, a interpretação da concentração deve ser realizada com cautela e sempre associada às frações de albumina e globulinas, pois nem sempre a redução de uma das frações proteicas causará redução da concentração de proteína total, ou seja, a concentração de albumina pode reduzir e de globulinas aumentar, de forma que na quantificação total, a concentração de proteína total permaneça estável (Thrall et al., 2015). Além disso, as proteínas têm outro papel importante que é seu envolvimento na farmacocinética de alguns medicamentos, aumentando a ligação e assim afetando a capacidade de distribuição da droga sendo para mais ou para menos (Mercer et al., 2020).

Tradicionalmente, a dieta dos equinos é baseada em forrageiras de baixo teor energético e apresenta quantidades variáveis de carboidratos não estruturais,

carboidratos estruturais e menor quantidade de proteínas e gorduras, sendo que, estes nutrientes serão utilizados como fontes de energia imediata, ou estocados no fígado nos adipócitos na forma de triglicérides (Hughes et al., 2004; McKenzie 2011).

De forma geral, a disponibilização das fontes energéticas, seja pelo do metabolismo dos carboidratos como fonte de glicose ou do metabolismo lipídico, ocorre também por meio da atividade hepática, onde os hepatócitos convertem os nutrientes em energia liberando-os quando há necessidade (Culler e Stalker, 2016). A rápida disponibilização de precursores energéticos em animais de alta atividade metabólica é essencial para o melhor desempenho e manutenção das necessidades orgânicas, de forma que, em equinos, o aumento da liberação da glicose na corrente sanguínea e a redução da ação da insulina é intensificada durante os exercícios físicos, e os animais podem apresentar níveis glicêmicos com concentrações 2 a 3 vezes ou mais acima dos níveis basais (Ramalho et al., 2012).

Em fases fisiológicas como a gestacional onde há o direcionamento o aumento do consumo de glicose para o crescimento fetal e produção de leite, associado a menor disponibilização para a manutenção das atividades maternas, a fêmea inicia a fase de déficit energético negativo, e começa a mobilizar outras fontes de energias, como os triglicerídeos, que por sua vez são metabolizado no fígado, convertidos em lipoproteínas de baixa densidade para serem lançados na circulação e utilizados pelas células dos tecidos periféricos (McKenzie, 2011).

Além das variações fisiológicas que ocorrem para atender as demandas, muitos estudos têm relatado a ocorrência de desordens metabólicas em equinos envolvendo o aumento das concentrações lipídicas, na forma de triglicérides, na corrente sanguínea, caracterizando os quadros de hiperlipidemias, onde os pôneis por exemplo, apresentam maior predisposição a ocorrência destas desordens do que um cavalo de estatura normal (Burden et al., 2011). Este fator tem sido relacionado ao fato de pôneis serem menos sensíveis a insulina, resultando em um status de resistência insulínica, o que favorece o aumento da liberação dos triglicérides na corrente sanguínea (Olga et al., 2021). Esta desordem tem sido relatada em animais que apresentam balanço energético negativo e alta eficiência hepática provenientes de uma alta demanda energética ou ingestão energética limitada como em casos de síndrome cólica (Bamford et al., 2016).

Um dos métodos de estudo da função renal mais amplamente utilizado, é a estimativa dos níveis de nitrogênio não proteico no sangue, ou seja, determinação dos níveis séricos de ureia e creatinina (Coles, 1984).

A síntese de ureia provém do mecanismo de excreção da amônia durante o catabolismo de aminoácidos. A formação da ureia é uma reação que requer a utilização de energia e ocorre, quase que exclusivamente, no fígado. A taxa de formação da ureia depende da taxa de catabolismo proteico (Kaneko et al., 2008). A ureia atravessa o filtro glomerular e 25% a 40% dela é reabsorvida quando passa através dos túbulos. O aumento na quantidade de urina diminui a reabsorção da ureia, enquanto que um baixo fluxo facilita sua reabsorção (Meyer et al., 1995).

Um aumento na ureia sanguínea pode refletir tanto uma aceleração no catabolismo proteico quanto uma diminuição na sua excreção urinária. Fatores não renais que diminuem os valores de ureia sanguínea são os esteroides, diminuição do catabolismo proteico e uma grave insuficiência hepática (Kaneko et al., 2008). O nível de ureia pode se elevar com o aumento do consumo dietético de proteína, colapso metabólico ou hemorragia no interior do trato gastrointestinal (Meyer et al., 1995).

A creatinina é uma substância nitrogenada não proteica formada durante o metabolismo muscular da creatina e fosfocreatina. A creatinina é excretada pela filtração glomerular e não há excreção ou reabsorção tubular em quantidades significativas. Os fatores que influenciam os níveis de creatinina e de ureia são os mesmos, com algumas exceções. A creatinina sérica não sofre interferência da dieta, e nem é tão facilmente influenciada pelos fatores catabólicos que afetam a formação de ureia (Coles, 1984)

Como ocorre com a ureia, a creatinina é um índice grosseiro da filtração glomerular. Uma severa perda muscular poderá reduzir a quantidade de creatinina formada. De forma semelhante à ureia, uma redução na taxa de filtração glomerular (TFG) aumenta a concentração sérica de creatinina. Os mesmos fatores pré-renal, renal e pós-renal que influenciam na concentração sérica de ureia, também afetam a creatinina sérica (Meyer et al., 1995).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (protocolo nº 3741/21) da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista (Unesp) – campus Jaboticabal.

Este estudo foi realizado em uma propriedade rural, localizada no município de Orlandia, estado de São Paulo – Brasil.

Foram utilizados 48 pôneis adultos e hípidos, sendo 23 machos e 25 fêmeas (vazias e gestantes), de 1 a 10 anos de idade. Os animais eram criados em sistema semi-intensivo, com acesso a pastagem de *tifton* e dieta a base de feno de soja perene (*Neonotonia wightii*) e concentrado, além de terem acesso a sal mineral e água *ad libitum*.

3.1 Seleção dos animais e avaliação física

Cada pônei foi submetido ao exame físico geral, no qual foram avaliadas a frequência cardíaca (FC), frequência respiratória (FR), temperatura retal e motilidade intestinal. Foi realizada também a avaliação da coloração das mucosas oculares e oral e do escore de condição corporal (ECC), de acordo com o proposto por Henneke et al. (1983), e apenas foram selecionados para fazer parte do experimento aqueles animais que apresentaram mucosas normocoradas e ECC entre 4 e 6.

Após a seleção, os animais foram divididos em três grupos: Grupo 1 (G1), composto por pôneis machos e fêmeas em crescimento de 1 a 3 anos (n = 4); Grupo 2 (G2), composto por pôneis machos e fêmeas vazias de 4 a 10 anos (n = 35) e Grupo 3 (G3), composto por pôneis fêmeas prenhes e em lactação (n = 9).

3.2 Colheita das amostras sanguíneas

As amostras de sangue foram colhidas em um único momento, sendo obtidos 12 mL de sangue mediante punção da veia jugular externa, utilizando o sistema a vácuo com tubos sem anticoagulante, com anticoagulante (EDTA) e com fluoreto de sódio/EDTA. Logo após a colheita as amostras foram encaminhadas ao laboratório para realização hemograma e análises bioquímicas.

3.3 Hemograma

As contagens globais de hemácias (He), teor de hemoglobina (Hb), valor do hematócrito (Ht), contagem total de plaquetas (plaq) e a contagem total dos leucócitos foram obtidas com auxílio do contador automático de células.

Para a contagem diferencial de leucócitos foi realizado inicialmente esfregaço sanguíneo e, em seguida, as lâminas foram coradas com mistura de May-Grunwald, Giemsa e metanol, como proposto por Rosenfeld (1947). Posteriormente, as preparações citoscópicas foram analisadas à microscopia óptica de luz utilizando microscópio com aumento de 1000 vezes.

A fórmula leucocitária absoluta foi calculada por regra de três direta a partir da contagem global de leucócitos e porcentagens de células leucocitárias, como proposto por Kraus (2020).

3.4 Análises bioquímicas

As dosagens das concentrações séricas de albumina (método do verde de bromocresol), proteínas totais (PT) (método do biureto), ureia (método enzimático UV), creatinina (método do picrato alcalino - Jaffé), triglicérides (método enzimático - Trinder), bilirrubina total (BT) e direta (BD) (método de Sims-Horn), da concentração plasmática de glicose (método de GOD - Trinder) e das atividades séricas das enzimas aspartato aminotransferase (AST) (método cinético UV-IFCC), gamaglutamiltransferase (GGT) (método de Szasz modificado), fosfatase alcalina (FA) (método de Bowers e Mc Comb modificado) e creatinocinase (método UV-IFCC) (CK) foram realizadas em analisador bioquímico semiautomático (Bioplus® – BIO200) utilizando-se kits comerciais (Labtest®), conforme as instruções do fabricante. A concentração sérica de bilirrubina indireta (BI) foi obtida pela diferença aritmética entre as concentrações de bilirrubina total (BT) e bilirrubina direta (BD) e os teores de globulinas foram calculados pela diferença aritmética entre as concentrações de proteína total e albumina.

3.5 Análise Estatística

Os dados foram analisados utilizando-se o software Statistical Analysis System (SAS Institute, Cary, NC, USA) e a normalidade dos resíduos foi verificada de acordo com o teste de Shapiro-Wilk. As variáveis de parâmetros fisiológicos, perfil hematológico e bioquímica sérica foram consideradas paramétricas e avaliadas utilizando a análise de variância pelo modelo linear generalizado (GLM). Os grupos (G1, G2 e G3) foram considerados como efeito fixo e os animais foram considerados como efeito aleatório. Para os efeitos significativos, as médias foram comparadas usando o teste de Tukey com significância de $p \leq 0,05$.

As variáveis hematológicas e bioquímicas também foram submetidas à análise de correlação utilizando o Proc Corr, e consideradas aquelas que tiveram coeficiente de correlação e significativo ($p \leq 0,05$) pelo teste de Pearson.

4. RESULTADOS

No presente estudo, não houve efeito do sexo, escore corporal e nem interação entre variáveis fisiológicas, hematológicas e bioquímicas e os grupos.

4.1 Parâmetros fisiológicos

No presente trabalho, observou-se que os pôneis do G1 apresentaram a frequência cardíaca significativamente maior ($80 \pm 1,49$ bpm) que os pôneis do G2 ($46 \pm 2,91$ bpm) e os pôneis do G3 ($47 \pm 4,36$ bpm). Já em relação à temperatura retal, foi significativamente maior nos pôneis do G1 ($38,4 \pm 0,22^\circ\text{C}$) e do G2 ($38,2 \pm 0,06^\circ\text{C}$), quando comparada aos pôneis do G3 ($37,7 \pm 0,12^\circ\text{C}$). No entanto, não houve diferença entre os pôneis do G1 ($21 \pm 3,12$ mrpm), G2 ($20 \pm 0,92$ mrpm) e G3 ($21 \pm 1,8$ mrpm) em relação à frequência respiratória.

Com exceção da temperatura retal, tanto a FC, quanto a FR apresentaram valores acima dos que são utilizados como referência para cavalos. Os resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Comparação dos parâmetros fisiológicos frequência cardíaca, frequência respiratória e temperatura retal de pôneis hígdos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

Parâmetros fisiológicos	Grupos			EPM	Valor de P*	Valores de referência para cavalos**
	G1	G2	G3			
FC (bpm)	80 ^a	46 ^b	47 ^b	2,92	<.0001	28 a 40
FR (mrpm)	21	20	21	1,95	0,97	8 a 16
TR (°C)	38,4 ^a	38,2 ^a	37,7 ^b	0,13	0,005	37,2 a 38,9 (jovens) 37,5 a 38,5 (adultos)

G1: grupo de pôneis em crescimento com idade entre 1 e 3 anos; G2: grupo de pôneis machos e fêmeas vazias com idade entre 4 e 10 anos; G3: grupo de pôneis fêmeas prenhes e em lactação; FC, frequência cardíaca; bpm, batimentos por minuto; FR, frequência respiratória; mrpm, movimentos respiratórios por minuto; TR, temperatura retal; °C, graus Celsius; EPM, erro padrão médio.

*Médias marcadas com letras diferentes na linha mostram diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0.05$) pelo teste de Tukey.

**Feitosa (2014).

4.2 Hemograma

No perfil eritrocitário, todas as variáveis analisadas permaneceram dentro dos valores de referência que são utilizados para cavalos e os resultados estão apresentados na Tabela 2. Na avaliação entre os grupos, não foi observado diferença estatística no eritrograma dos pôneis do G1, G2 e G3 (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil eritrocitário de pôneis hígdos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

Eritrograma	Grupos			EPM	Valor de P*	Valores de referência para cavalos**
	G1 (n = 4)	G2 (n = 35)	G3 (n = 9)			
He ($\times 10^6/\mu\text{L}$)	8,92	7,82	7,55	0,31	0,06	6,5 a 10,5
Hb (g/dL)	14,27	13,94	13,73	0,53	0,85	11 a 18
Ht (%)	40,02	39,92	38,81	1,68	0,83	32 a 52
Plaq ($\times 10^3/\mu\text{L}$)	228,5	233,71	229,33	8,92	0,86	150 a 500

G1: grupo de pôneis em crescimento com idade entre 1 e 3 anos; G2: grupo de pôneis machos e fêmeas vazias com idade entre 4 e 10 anos; G3: grupo de pôneis fêmeas prenhes e em lactação; He: Hemácias; Hb: Hemoglobina; Ht: Hematócrito; Plaq: Plaquetas; EPM: erro padrão médio.

*Médias marcadas com letras diferentes na linha mostram diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0.05$) pelo teste de Tukey

** Fonte: Thrall et al., 2015

No leucograma, apenas os valores absolutos dos neutrófilos bastonetes dos pôneis do G1 e G2 apresentaram-se acima dos valores de referência que são utilizados para cavalos. Os resultados estão apresentados na Tabela 3. Na avaliação entre os grupos não foi observada diferença estatística no leucograma dos pôneis do G1, G2 e G3 (Tabela 3).

Tabela 3. Valores absolutos do perfil leucocitário de pôneis hípidos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

Leucograma	Grupos			EPM	Valor de P*	Valores de referência para cavalos**
	G1 (n = 4)	G2 (n = 35)	G3 (n = 9)			
Leucócitos (cél/ μ L)	11.425	10.626	10.478	740	0,76	5.500 a 12.500
Neutrófilos Segmentados (cél/ μ L)	5.213	4.784	5.104	368	0,7	2.700 a 6.700
Neutrófilos Bastonetes (cél/ μ L)	114	109	62	23	0,19	0 a 100
Basófilos	114	103	134	22	0,48	0 a 200
Eosinófilos	340	656	710	101	0,11	0 a 900
Linfócitos	5.237	4.598	4.119	399	0,28	1.500 a 5.500
Monócitos	408	231	246	48	0,07	0 a 800

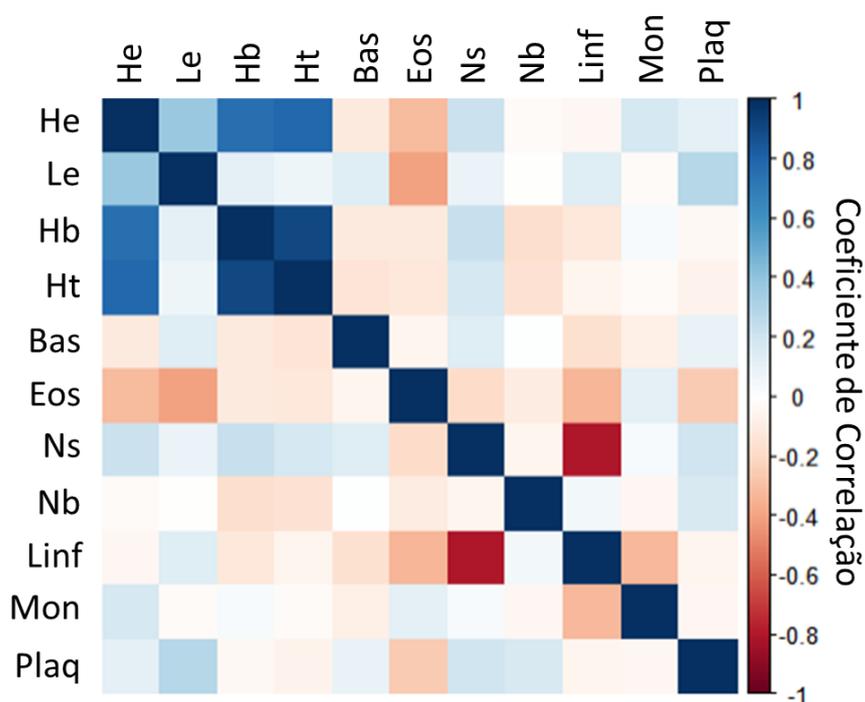
G1: grupo de pôneis em crescimento com idade entre 1 e 3 anos; G2: grupo de pôneis machos e fêmeas vazias com idade entre 4 e 10 anos; G3: grupo de pôneis fêmeas prenhes e em lactação; EPM, erro padrão médio.

*Médias marcadas com letras diferentes na linha mostram diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0.05$) pelo teste de Tukey.

** Fonte: Thrall et al., (2015)

Quanto ao perfil hematológico, observou-se forte correlação positiva e significativa no eritrograma entre He e Hb ($r=0,75$) e Ht ($r=0,78$), assim como entre Hb

e Ht ($r=0,90$). Já no leucograma, houve forte correlação negativa e significativa entre neutrófilos segmentados (Ns) e linfócitos (Linf) ($r= -0,81$), conforme se observa na Figura 1. A relação neutrófilo:linfócito foi de 1,01 no G1, 1,06 no G2 e 1,25 no G3.



He: Hemácias; Hb: Hemoglobina; Ht: Hematócrito; Plaq: Plaquetas; Le: Leucócitos; Ns: Neutrófilos segmentados; Nb: Neutrófilos bastonetes; Bas: Bastonetes; Eos: Eosinófilos; Linf: Linfócitos; Mon: Monócitos.

Figura 1. Mapa de correlação das variáveis referentes ao hemograma de pôneis hígidos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

4.3 Parâmetros Bioquímicos

A série bioquímica foi composta pela avaliação das enzimas e metabólitos representativos da função renal, hepática e comprometimento muscular. Alguns grupos de pôneis apresentaram a concentração sérica de ureia, creatinina, atividade sérica GGT, BD, PT e concentração plasmática de glicose acima ou abaixo dos valores de referência que são utilizados para cavalos, conforme resultados apresentados na Tabela 4. Quando as variáveis bioquímicas foram comparadas entre os pôneis do G1, G2 e G3, foi observada diferença significativa nas concentrações de atividade sérica FA, BT, BD, BI, PT, globulinas e glicose (Tabela 4).

532 **Tabela 4.** Perfil bioquímico de pôneis hígdos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

Perfil Bioquímico	Grupos			EPM	Valor de P*	Valores de referência	
	G1 (n = 4)	G2 (n = 35)	G3 (n = 9)			Thrall**	Kaneko***
AST (U/L)	304,5	279,74	253,75	17,0	0,22	180 a 300	226 a 366
GGT (U/L)	17,33	18,29	20,55	1,63	0,36	7 a 17	4,3 a 13,4
FA (U/L)	289,67 ^a	187,12 ^b	231 ^a	17,54	0,01	90 a 290	-
BT (mg/dL)	1,4 ^a	0,83 ^b	1,2 ^a	0,12	0,001	0,6 a 2,1	1 a 2,0
BD (mg/dL)	0,69 ^a	0,33 ^b	0,38 ^b	0,07	0,009	0 a 0,40	0 a 0,4
BI (mg/dL)	1,12 ^a	0,49 ^b	0,81 ^a	0,1	0,0005	0,20 a 2,0	0,2 a 2,0
PT (g/dL)	5,25 ^b	8,03 ^a	5,9 ^b	0,55	0,0004	5,8 a 7,6	5,2 a 7,9 ^{*****}
Albumina (g/dL)	2,64	3,49	3,17	0,36	0,29	2,7 a 3,7	2,6 a 3,7 ^{*****}
Globulina (g/dL)	2,6 ^b	4,55 ^a	2,72 ^b	0,50	0,002	2,6 a 4,6	2,6 a 4,0 ^{*****}
Glicose (mg/dL)	115,3 ^a	94,76 ^a	61,15 ^b	11,38	0,01	75 a 110	75 a 115
Triglicérides (mg/dL)	33,25	33,7	21,37	5,2	0,12	100 a 500	4 a 44
Ureia (mg/dL)	45,5	56,03	50,77	4,46	0,24	20 a 50	21,4 a 51,5 ^{*****}
Creatinina (mg/dL)	0,85	1,01	0,9	0,05	0,06	1,1 a 2,0	1,2 a 1,9
CK (U/L)	267,38	388,66	420,69	54,97	0,28	130 a 470	-

G1: grupo de pôneis em crescimento com idade entre 1 e 3 anos; G2: grupo de pôneis machos e fêmeas vazias com idade entre 4 e 10 anos; G3: grupo de pôneis fêmeas prenhes e em lactação; AST: Aspartato aminotransferase; GGT: Gamaglutamiltransferase; FA: Fosfatase Alcalina; CK: creatinocinase; BI: bilirrubina indireta; BD: bilirrubina direta; BT: bilirrubina total; EPM: erro padrão médio.

*Médias marcadas com letras diferentes na linha mostram diferenças estatisticamente significativas ($P \leq 0,05$) pelo teste de Tukey

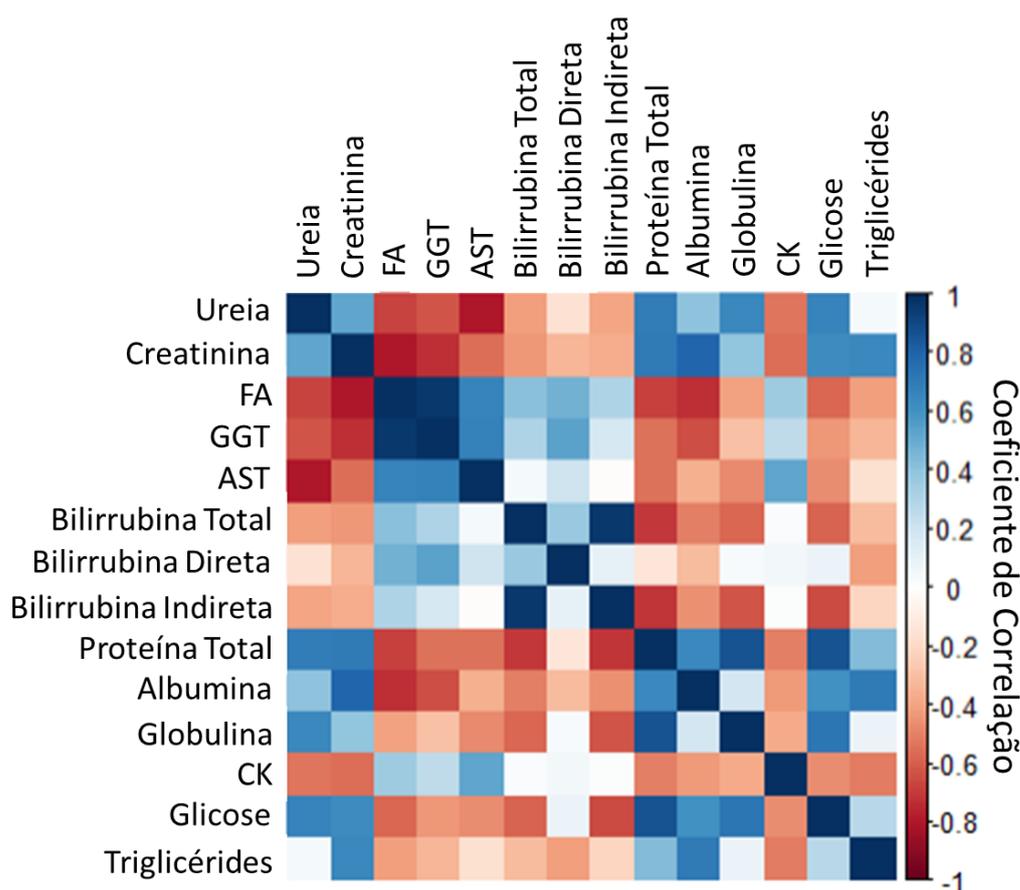
** Fonte: Thrall et al., (2015)

*** Fonte: Kaneko et al., (2008).

**** a unidade foi convertida de mmol/L para mg/dL por meio da divisão pelo fator de correção 0,1665 (Kaneko et al., 2008)

***** a unidade foi convertida de g/L para g/dL por meio da divisão pelo fator de correção 10 (Kaneko et al., 2008)

Quando se analisa a associação entre estes marcadores bioquímicos, observa-se que, em uma análise geral, houve forte correlação significativa positiva entre FA e GGT ($r=0,80$), BT e BI ($r=0,91$), assim como PT e globulina ($r=0,80$). Os resultados estão apresentados na Figura 2.



AST: Aspartato aminotransferase; GGT: Gama glutamiltransferase; FA: Fosfatase Alcalina; CK: creatinocinase

Figura 2. Mapa de correlação entre as enzimas e metabólitos renais, hepáticos e específicos de pôneis hígidos em crescimento (G1), adultos (G2) e fêmeas prenhes e em lactação (G3).

5. DISCUSSÃO

A compreensão dos parâmetros fisiológicos, assim como das variáveis hematológicas e bioquímicas, é utilizada como ferramenta essencial na avaliação da

saúde dos equídeos, principalmente quando há suspeitas da ocorrência de patologias ou deficiências nutricionais ou metabólicas (Lassen e Swardson, 1995; Mattosinho et al., 2017).

Inicialmente, a avaliação dos parâmetros fisiológicos dos animais utilizados no presente estudo, teve como propósito selecionar os animais saudáveis para colheita das amostras, no entanto, ao se analisar os dados obtidos de FC, FR e TR, observou-se que a FC dos pôneis de todos os grupos (G1, G2 e G3) estava acima dos valores de referência utilizados para cavalos.

Em estudo realizado por Shawaf et al. (2018) com pôneis de diferentes idades, foi observado que nem a idade e nem o sexo dos animais influenciou nos parâmetros fisiológicos (FC, FR e TR), o que contradiz os dados encontrados no presente estudo quanto à idade, no qual a FC foi maior no G1, quando comparada ao G2 e G3, e a TR foi maior no G1 e G2 em comparação ao G3. Nesse mesmo estudo, essas variáveis foram influenciadas pelas condições climáticas, onde a FC tendeu a ser mais elevada no verão do que no inverno, informação essa que não foi possível de ser levantada neste estudo, uma vez que foi realizada apenas uma avaliação dos animais no verão.

A frequência cardíaca é uma medida que representa a atividade nervosa simpática e parassimpática sobre as células marca-passo cardíacas, onde a elevação da frequência cardíaca é influenciada pela velocidade na qual estas células atingem o seu limiar de resposta à presença da norepinefrina. A liberação deste neurotransmissor pode ser influenciada tanto por fatores intrínsecos como a idade, quanto extrínsecos ao indivíduo, como manejos que ocasionem situações estressantes, ambiente e atividade física, por exemplo (Klein, 2014).

A frequência respiratória, por sua vez, reflete a atividade do sistema respiratório em realizar as trocas gasosas, sendo que o consumo de oxigênio e a produção de dióxido de carbono variam com a taxa metabólica que, por sua vez, depende da intensidade de atividade executada pelo animal. Além disso, o peso corporal metabólico também influencia o consumo de oxigênio de forma que, animais menores, consomem mais oxigênio por quilo de peso corpóreo do que animais maiores (Klein, 2014). Esta relação fisiológica pode ser um dos fatores que explica os dados obtidos no presente estudo, onde a frequência respiratória dos pôneis mesmo em repouso estava acima dos valores de referência utilizados para cavalos.

Ainda, ao se comparar as FC e FR entre os grupos, pode-se observar também que, mesmo os pôneis jovens apresentando quase o dobro de batimentos cardíacos por minutos quando comparados aos pôneis adultos (G2 e G3), esses animais mantiveram a mesma FR que os adultos.

A temperatura retal foi a única variável fisiológica avaliada no presente estudo que se manteve dentro dos valores de referência utilizados para cavalos jovens e adultos. A temperatura retal reflete o controle térmico entre perdas e ganhos de calor corporal com o meio externo (Reece et al., 2017) e pode ser influenciada por variações das condições fisiológicas, temperatura ambiental, exercícios, entre outros fatores (Kang et al., 2023).

Outras variáveis que podem ser influenciadas tanto por características inerentes ao animal, como categoria, fase fisiológica e ECC, assim como por fatores externos, como nutrição, manejo e atividades exercidas, são as variáveis hematológicas (Gómez et al., 2004; Caiado et al., 2011; Mattosinho et al., 2017; Carlslake et al., 2018).

No eritograma dos animais do presente estudo observou-se que as variáveis dos grupos G1, G2 e G3 permanecem dentro dos intervalos de referência utilizados para cavalos. Além disso, também não foi observado influência da idade e condição fisiológica (gestação e lactação) sobre essas variáveis. Resultados semelhantes foram encontrados por Olga et al. (2021), que também não observou influência nem da idade e nem da raça dos pôneis utilizados em seu estudo sobre eritograma.

Segundo Thrall et al. (2015), a morfologia dos eritrócitos varia de acordo com a espécie, o que nos leva a sugerir que este possa ser um dos principais fatores que contribuem com a manutenção da semelhança entre as características apresentadas pelos eritrócitos dos pôneis quando comparada aos cavalos e, conseqüentemente, mantem os valores encontrados no presente estudo dentro dos valores de referência dos cavalos.

A análise do eritograma tem como objetivo principal a identificação da ocorrência de anemia e sua classificação, pois esta alteração está relacionada com o tamanho e quantidade de eritrócitos, teor de hemoglobina e resposta da medula óssea em responder ao processo anêmico. Desta forma, definir os parâmetros de normalidade do eritograma torna-se essencial, haja visto que pôneis são susceptíveis

a algumas enfermidades de grande importância como anemia infecciosa equina (Allen et al., 2015) e a Síndrome de *Fell Pony* (FPS), que é uma imunodeficiência fatal que ocorre em potros dessa raça que causa anemia grave, linfopenia de células B e infecções oportunistas (Tallmadge et al., 2012).

No leucograma, os valores apresentados entre os diferentes grupos de pôneis analisados no presente estudo, também se mantiveram dentro dos limites dos valores de referência utilizados para cavalos. Apesar da série branca do hemograma ser um indicador generalista de possíveis processos patológicos, nos estudos com pôneis apresentados na literatura, evidencia-se a relação neutrófilos:linfócitos, sendo que esta relação pode ser influenciada pela idade, status fisiológico e até raça e origem dos animais (Olga et al., 2021; Ono et al., 2021). No entanto, entre os estudos, essa relação varia abaixo ou acima de 1,0. No presente estudo, foi observado uma forte correlação negativa e significativa entre os neutrófilos e linfócitos, e esta relação variou entre 1,01(G1), 1,06 (G2) e 1,25 (G3). Alguns autores atribuem a ocorrência de neutrofilia e linfopenia à ação dos glicocorticoides endógenos ou exógenos, pois estes têm ação sobre as células de defesa (McFarlane et al., 2015; Miller et al., 2021), como observado por Ono et al. (2021) em um grupo de garanhões. No presente estudo, os animais não estavam em situação de estresse aparente para ser correlacionado a este fator específico, sendo necessário mais estudos sobre essas variáveis.

Quanto ao perfil bioquímico, a enzima AST não apresentou variações entre os animais dos grupos avaliados e manteve-se dentro dos valores de referência utilizados para cavalos. No entanto, esses resultados contradizem alguns dados na literatura que demonstram que a AST em pôneis apresenta atividade mais elevada do que em cavalos, mesmo em animais saudáveis (Olga et al., 2021). No estudo realizado por Schedlbauer et al. (2019), os autores sugeriram que a maior concentração de AST em pôneis, quando comparada a cavalos, poderia ser devido à maior sensibilidade hepática em resposta a algumas injúrias, como a deposição de gordura. A AST é uma enzima de extravazamento hepático, porém não é específica, uma vez que está presente também no citoplasma das células musculares. Desta forma, liberação de AST e constatação do aumento de sua atividade pode ser indicativo tanto da ocorrência de injúria hepática quanto muscular. Assim, durante a interpretação dos exames bioquímicos, é necessário associar os resultados de AST

com outras enzimas musculares, como CK, e hepáticas mais específicas, como a sorbitol desidrogenase (SDH) (Thrall et al., 2015).

Ao se comparar os valores de AST do presente trabalho com os valores encontrados por Ono et al. (2021), é possível perceber que os valores aqui encontrados são mais baixos, sugerindo que outros fatores possam influenciar na atividade sérica de AST entre pôneis. Este fator torna-se interessante principalmente quando os valores de referência de cavalos são utilizados como base.

No presente estudo, a enzima GGT foi a única variável em que todos os grupos apresentaram concentrações acima dos valores de referência para cavalos. Esta enzima é considerada um biomarcador hepático e energético. Segundo estudo realizado por Schedlbauer et al. (2019), pôneis em diferentes graus de obesidade e laminíticos apresentaram atividade sérica de GGT consideravelmente acima dos valores de referência quando comparados a cavalos na mesma situação, indicando que os pôneis podem apresentar maior susceptibilidade ao desenvolvimento de doenças hepáticas originárias de acúmulo lipídico do que equinos. Ao analisar os resultados do presente estudo, é possível sugerir que a atividade da enzima GGT em pôneis é fisiologicamente mais elevada do que em equinos pois, mesmo com a apresentação de bom escore de condição corporal, os animais apresentaram a atividade de GGT acima dos valores considerados normais para cavalos, parecendo assim, ser necessário considerar um maior intervalo de normalidade da atividade sérica dessa enzima para pôneis.

Ao analisar a atividade sérica da FA, por sua vez, observou-se que esta enzima foi significativamente maior nas categorias que passam por maior demanda metabólica, como nas fêmeas prenhes do G3. Resultados semelhantes aos encontrados por Souza et al. (2016), que observaram maior atividade sérica de FA em fêmeas gestantes quando comparadas às éguas vazias, podendo este aumento ser reflexo da influência da modificação fisiológica durante o período gestacional sobre a funcionalidade hepática, mas sem comprometer clinicamente o desempenho fisiológico. É possível sugerir também que esse aumento tenha contribuição do desenvolvimento fetal, haja visto que o crescimento ósseo fetal nos últimos meses de gestação favorece a elevação da isoforma da fosfatase alcalina originária da atividade osteoblástica (Hank et al., 1993). Além disso, já foi observado que potros apresentam

maiores concentrações de FA do que animais adultos e esta elevação pode ser atribuída tanto à atividade hepática, quanto à atividade osteoblástica (Hank et al., 1993; Thrall et al., 2015). Assim, acredita-se que o crescimento, no caso dos animais do G1, e desenvolvimento fetal, no caso dos animais do G3, possam ter contribuído para a elevação da concentração de FA nesses grupos, em comparação ao G2.

Por ser uma enzima de indução presente na membrana das células de diversos órgãos, incluindo fígado, ossos e placenta, e apesar do principal responsável pela sua síntese ser o fígado, em cavalos a utilização da FA como biomarcador de lesão hepática é menos interessante quando comparado a outras enzimas mais específicas, devido à baixa sensibilidade e amplo intervalo de referência (Thrall et al., 2015). No presente estudo, as concentrações de FA observadas nos animais de todos os grupos permaneceram dentro dos valores de referência utilizados para cavalos, no entanto mais estudos são necessários para estabelecer melhor essa amplitude do intervalo de referência e avaliar se, para lesões hepáticas, a FA também tem baixa sensibilidade ou pode ser considerado um melhor biomarcador já que, como comentado anteriormente, os pôneis parecem ser mais responsivos às injúrias hepáticas.

Em relação à concentração de bilirrubinas, apenas o G1 apresentou a concentração de bilirrubina direta acima dos valores de referência para cavalos. Em contrapartida, quando foi realizado a comparação entre os grupos, observou-se que as concentrações de bilirrubina total e indireta, tanto dos pôneis do G3 quanto dos pôneis do G1, foram maiores em relação aos pôneis do G2. As bilirrubinas são utilizadas como marcadores para avaliação do compartimento hepatobiliar por serem influenciadas por fatores infecciosos, tóxicos, farmacológicos, nutricionais e físicos (Calamari et al., 2010; Nikvand et al., 2019; Mercer et al., 2020; Poškienė et al., 2021; Soroko et al., 2022; Câmara et al., 2022), o que leva a sugerir que, mesmo em condições saudáveis, a fase e categoria em que o animal se encontra podem influenciar as concentrações destes metabólitos.

Os níveis de proteína total foram significativamente maiores nos pôneis do G2 do que os pôneis do G1 e G3, apresentando concentrações também acima dos valores de referência para cavalos. No entanto, tanto o G1 como o G3, são compostos por animais que se encontram em fases da vida em que há uma maior demanda

proteica devido ao crescimento muscular e atividade metabólica aumentada (Kitaoka et al., 2011; Loos et al., 2020) dado o crescimento fetal, formação do colostro/leite e ação imunológica (Rouse e Ingram, 1970); Pecka et al., 2012).

A concentração de PT é influenciada principalmente pela nutrição e composta pelas concentrações de albumina e globulinas e, apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre as categorias em relação à concentração sérica de albumina, observou-se que a concentração de globulinas foi o principal componente que influenciou as concentrações de PT, apresentando concentrações iguais ou menores que a de albumina nos pôneis do G1 e G3 e maiores que a de albumina nos pôneis adultos (G2). De acordo com Rouse e Ingram, (1970) e Pecka et al., (2012) , em fêmeas no final da gestação e lactação, as globulinas são consideradas componentes essenciais para formação de colostro e produção de leite, reduzindo, desta forma, as concentrações séricas maternas de globulinas, fato que pode explicar os resultados encontrados.

No presente estudo, as concentrações de glicose dos pôneis adultos (G2) encontraram-se dentro dos valores de referência preconizados para cavalos, mas nos pôneis jovens se mostraram acima do valor de referência estabelecido por Thrall et al. (2015) e no limite superior ao estabelecido por Kaneko et al. (2008), enquanto nas fêmeas do G3 apresentaram-se abaixo dos valores de referência para cavalos considerados no presente estudo. Com esses resultados é possível sugerir que, quando o animal está saudável, pode-se utilizar os valores de referência de equinos podendo, no entanto, ser esperada alterações quanto à concentração de glicose nas categorias que apresentam demandas diferentes, como animais em crescimento e fêmeas prenhes e em lactação. Os resultados obtidos no G2 e G3 também corroboram os valores de glicose encontrados por Olga et al. (2021) em diferentes raças de pôneis hípidos.

Vários fatores, fisiológicos ou não, podem influenciar o metabolismo energético (Rapson et al., 2016). Durante a gestação as modificações nas concentrações hormonais que regulam o metabolismo da glicose estão entre os principais componentes que interferem nas concentrações séricas maternas de glicose, pois priorizam e auxiliam no direcionamento deste elemento para o metabolismo placentário e crescimento fetal (Bell et al., 1999; Nostell et al., 2016; Rapson et al.,

2016; Vaughan et al., 2016; Beachler et al., 2021). No presente estudo, os pôneis do G3 apresentaram menores concentrações de glicose quando comparados aos pôneis do G1 e G2, podendo ser sugerido, portanto, que este resultado pode ter sido influenciado pela condição fisiológica que estas fêmeas se encontravam. Além disso, a concentração da glicose sanguínea também pode se modificar pela sensibilidade à insulina que apresenta uma ampla variação em pôneis, e pelo tipo de dieta que estes animais recebem. Já foi, inclusive, observado que a hidratação do feno fornecido pode impactar na resposta glicêmica destes animais (Carlake et al., 2018).

Os triglicerídeos, por sua vez, são reservas energéticas mais eficientes que o glicogênio, sendo considerados um parâmetro eficiente na avaliação da ocorrência de possíveis desordens metabólicas, endócrinas e até funcional do tecido adiposo e hepático em pôneis. Pelo fato do tecido adiposo ser um dos principais reservatórios de triglicerídeos, os estímulos nervosos e hormonais que estas células recebem influenciam no estoque e liberação dos ácidos graxos, assim como no ganho de peso representado pelo escore de condição corporal (Junqueira e Carneiro, 2013; Morgan et al., 2014; Adolph et al., 2019).

No presente estudo, as concentrações de triglicérides apresentadas por todos os grupos de pôneis estavam dentro dos parâmetros de referência de cavalos, e se assemelham às concentrações de triglicérides observadas por Olga et al. (2021), onde os pôneis avaliados apresentaram concentrações de triglicérides entre 26,25mg/dL a 36,75 mg/dL em média.

Alguns estudos demonstram que há diferenças entre pôneis e equinos em relação à composição, locais de armazenamento e formas de liberação das partículas lipídicas (Adolph et al., 2019). Há variações na literatura também sobre as concentrações de triglicérides em pôneis, e até em cavalos, entretanto a hipertrigliceridemia em ambos os animais tem sido correlacionada à ocorrência de doenças sistêmicas e desordens endócrinas, inicialmente, e que podem cursar, posteriormente, com desenvolvimento de laminite, resistência à insulina e doenças hepáticas, por exemplo. Em pôneis, estas alterações tem sido associadas a fatores intrínsecos ao animal, como aumento da idade, e a fatores extrínsecos, como suplementação alimentar, que podem influenciar o status metabólico indicando algum

distúrbio e até disfunção do tecido adiposo (Dunkel et al., 2013; Morgan et al., 2014; Adolph et al., 2019).

Além disso, em equinos, o distúrbio que envolve alterações metabólicas conhecido como síndrome metabólica equina, tem sido relatado por diferentes estudos, e quando comparado entre cavalos e pôneis, os estudos observam que os pôneis apresentam uma maior sensibilidade a ocorrência da síndrome, que é definida pela ocorrência de obesidade, desregulação de insulina e predisposição para laminite, e que cursa com quadros de dislipidemia, hiperleptenemia, hipertensão arterial e baixo grau inflamatório, e requer maior atenção ao avaliar o perfil bioquímico, em especial a concentração de triglicérides, quando trata-se de pôneis (Bamford et al., 2016; Mello et al., 2019; Schedlbauer et al., 2019).

Em relação aos metabólitos indicativos do perfil renal, no presente estudo a concentração sérica de creatinina nos grupos G1 e G3, apresentou-se abaixo dos valores de referência utilizados para cavalos, e semelhante aos resultados descritos por Zatzman et al. (1982), ao avaliar a função renal de pôneis e cavalos, e ao estudo realizado por Olga et al. (2021). Ambos os estudos encontraram concentrações séricas de creatinina mais baixas em pôneis do que em cavalos. Já em relação à concentração sérica de ureia, apenas os pôneis do G2 apresentaram valores acima dos limites de referência utilizados para cavalos.

Para equinos, a mensuração das concentrações de ureia e creatinina séricas é utilizada como indicador indireto da avaliação da taxa de filtração glomerular, uma vez que a creatinina não é nem secretada e nem absorvida pelos glomérulos renais e nem a ureia livre e a creatinina são reabsorvida pelos túbulos renais sendo, desta forma, o aumento da concentração sérica de creatinina um indicativo de possível redução da taxa de filtração. No entanto, para associar a elevação da creatinina a um dano renal, mais de 75% da funcionalidade dos glomérulos renais precisa estar comprometida, dificultando diagnóstico precoce de possível insuficiência renal glomerular (Kohn e Chew, 1987; Thrall et al., 2015). Pelo fato de a creatinina ter parte do seu metabolismo realizado pelo tecido muscular, a saúde muscular pode influenciar também em suas concentrações e, pelo fato dos equinos terem uma grande massa muscular, injúrias musculares, como quadro de rabdomiólise aguda, podem aumentar a liberação de creatinina na circulação sanguínea (Kohn e Chew, 1987), sendo indicado, desta

forma, a associação conjunta com a ureia, e até com a CK, durante a interpretação da análise bioquímica.

Outro ponto a ser considerado é o fato de a ureia ser metabolizada nos hepatócitos e a sua concentração ser influenciada pela eficiência hepática. Apesar de raramente ser observado insuficiência hepática em equinos, a perda de 60 a 80% da massa hepática leva à apresentação de alterações clínicas, sendo que, esta perda pode ter sido originada por diferentes causas (Kohn e Chew, 1987; Satué et al., 2022) que conseqüentemente pode comprometer o metabolismo da ureia por exemplo. Além disto, como abordado anteriormente, algumas enzimas hepáticas em pôneis apresentam diferentes concentrações quando comparados a cavalos, que pode ser sugerido uma maior sensibilidade dos hepatócitos em resposta as injúrias.

No presente estudo, a CK também se apresentou dentro dos parâmetros de referência utilizados para cavalos. No entanto, os resultados do presente estudo divergiram daqueles encontrados por Olga et al. (2021) em alguns grupos de pôneis, os quais apresentaram maiores concentrações de CK, mesmo não havendo lesão muscular. No entanto, os resultados corroboram esses mesmos autores quanto ao fato da idade/categoria dos pôneis não exercer influência na concentração sérica desta enzima.

Esta iso-enzima tem papel fundamental no metabolismo energético muscular, e apesar de poder ser encontrada em diversos outros tecidos e órgãos, como o tecido sanguíneo, cardíaco, a tireoide e o baço, por exemplo, em equinos a maior expressão do gene da enzima CK é presente no tecido muscular (Echegaray e Rivera, 2001; Do et al., 2015). Sendo assim, devidoo à grande massa muscular esquelética presente nos equídeos, a iso-enzima CK é considerada um parâmetro relevante durante avaliação bioquímica e que requer cuidados na interpretação de seus resultados, pois alguns estudos já demonstraram que 30 minutos após a prática da atividade física é possível encontrar uma elevação significativa nas concentrações plasmáticas de CK em equinos de raça pura, sendo esta elevação proveniente da energia requerida durante a contração muscular (Do et al., 2015). Além da elevação da concentração no sangue ocorrer devido atividade física, a CK também tem servido como indicador sensível em achados clínico-patológicos para casos de isquemias gastrointestinais,

quando é observado o aumento da sua concentração no fluido peritoneal, o que a torna um parâmetro valioso nos casos de síndrome cólica (Kilcoyne et al., 2018).

6. CONCLUSÃO

As variáveis hematológicas e a maioria das variáveis bioquímicas permaneceram dentro do intervalo de valores de referência que são utilizados para cavalos, podendo, portanto, adotá-los como base de comparação, mas nos parâmetros fisiológicos, a FC e FR dos pôneis são mais elevadas do que a de cavalos, sendo necessário o estabelecimento de valores de referência específico para estes animais. A categoria e fase fisiológica dos pôneis influenciaram em alguns parâmetros fisiológicos, assim como em algumas enzimas e metabólitos marcadores do perfil hepático.

7. REFERÊNCIAS

Adolph S, Schedlbauer C, Blaue D, Schöniger A, Gittel C, Brehm W, Fuhrmann H, Vervuert I (2019) Lipid classes in adipose tissues and liver differ between Shetland ponies and Warmblood horses. **PLoS One** 14:e0207568. doi: 10.1371/journal.pone.0207568.

Allen LJ, Schwartz EJ (2015) Free-virus and cell-to-cell transmission in models of equine infectious anemia virus infection. **Math Biosciences** 270:237-48. doi: 10.1016/j.mbs.2015.04.001.

Bamford NJ, Rosales CM, Williamson AJ, Steel CM, Tennent-Brown BS (2016) Severe hypophosphataemia associated with the management of hyperlipaemia in a miniature pony. **Equine Veterinary Education**. doi: 10.1111/eve.12674.

Beachler TM, Gracz HS, Morgan DR, Baley SA, Bosrt L, Ellis KE, Dollen KA, Lyle SK, Nebel A, Andrews NC, Koipalli J, Gadsby J, Bailey CS (2021) Plasma metabolomic profiling of healthy pregnant mares and mares with experimentally induced placentitis. **Equine Veterinary Journal** 53: 85–93.

Bell AW, Hay Jr WW, Ehrhardt RA (1999) Placental transport of nutrients and its implications for fetal growth. **Journal of Reproduction and Fertility** 54: 401–410.
Blanckenhorn WU (2000) The evolution of body size: what keeps organisms small? **The Quarterly Review of Biology** 75:385-407.

Burden FA, Du TN, Hazell-Smith E, Trawford AF (2011) Hyperlipemia in a population of aged donkeys: description, prevalence, and potential risk factors. **Journal of Veterinary Internal Medicine** 25:1420-1425.

Caiado JCC, Pissinate GL, Souza VRC, Fonseca LA, Coelho CS (2011) Lactacidemia e concentrações séricas de aspartato aminotransferase e creatinoquinase em equinos da raça Quarto de Milha usados em provas de laço em dupla. **Pesquisa Veterinária Brasileira** 31:452–458.

Calamari L, Abeni F, Bertin G (2010) Metabolic and hematological profiles in mature horses supplemented with different selenium sources and doses. **Journal Animal Science** 88:650–659.

Câmara ACL, Sousa AVL, Moraes DDA, Fonseca EF, Fino TCM, Paludo GR, Soto-Blanco B (2022) Hematological and Serum Biochemical Changes and Their Prognostic Value in Horses Spontaneously Poisoned by *Crotalaria spectabilis*. **Frontiers in Veterinary Science** 8:1–6.

Carrick JB, Begg AP (2008) Peripheral Blood Leukocytes. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 24:239–259.

Carslake HB, Argo CMG, Pinchbeck GL, Dugdale AHA, McGowan CM (2018) Insulinaemic and glycaemic responses to three forages in ponies. **Veterinary Journal** 235:83–89.

Coles EH (1984) Patologia clínica veterinária. São Paulo: Manole, p. 565.

Cullen JM, Stalker MJ. Liver and Biliary System (2016) In: Jubb K, Palmer's Pathology of domestic animals.

Do KT, Cho HW, Badrinath N, Park JW, Choi JY, Chung YH, Lee HK, Ki DS, Cho BW (2015) Molecular Characterization and Expression Analysis of Creatine Kinase Muscle (CK-M) Gene in Horse. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** 28:1680-1685.

Dunkel B, Wilford SA, Parkinson NJ, Ward C, Smith P, Grahame L, Brazil T, Schott HC 2nd (2014) Severe hypertriglyceridaemia in horses and ponies with endocrine disorders. **Equine Veterinary Journal** 46:118-22. doi: 10.1111/evj.12089.

Echegaray M e Rivera MA (2001) Role of Creatine Kinase Isoenzymes on Muscular and Cardiorespiratory Endurance. **Genetic and Molecular Evidence Sports Med** 31:919-934.

Feitosa FLF (2014) *Semiologia veterinária: a arte do diagnóstico*. São Paulo: Roca, 644.

Giguère S, Prescott JF (2000) Equine Immunity to Bacteria. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 16:29-47. [https://doi.org/10.1016/S0749-0739\(17\)30117-7](https://doi.org/10.1016/S0749-0739(17)30117-7).

Gómez C, Petró P, Andaur M, Pérez R, Matamoros R (2004) Medición post-ejercicio de variables fisiológicas, hematológicas y bioquímicas en equinos de salto holsteiner. **Revista Científica** 14:1-19.

Gomes K et al. (2006) Avaliação do hematócrito e da proteína plasmática em sangues hemodiluídos. **Revista Eletrônica de Medicina Veterinária** 7. Ano III, número 07: 1-6.

Grotto HZW (2009) O hemograma: importância para a interpretação da biópsia. Revista brasileira de hematologia e hemoterapia. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia** 31:178-182.

Hank AM, Hoffmann WE, Sanecki RK, Schaeffer DJ, Dorner JL (1993) Quantitative determination of equine alkaline phosphatase isoenzymes in foal and adult serum. **Journal of Veterinary Internal Medicine** 7:20-4. doi: 10.1111/j.1939-1676.1993.tb03164.x.

Henneke DR, Poiter GD, Kreider JL, Yeates BF (1983) Relationship between condition score, physical measurements and body fat percentage in mares. **Equine Veterinary Journal** 15:371–372.

Hines MT et al. (1996) Exercise and immunity: a review with emphasis on the horse. **Journal of Veterinary Internal Medicine** 10:280-9. doi: 10.1111/j.1939-1676.1996.tb02063.x. PMID: 8884712.

Holanda LC, Vaz SG, Almeida TLAC, Melo SKM, Lira L, Santos FL, Rego EW, Teixeira MN (2013) Variáveis hematológicas de equinos (*Equus caballus*, Linnaeus, 1958) da raça Mangalarga Marchador. **Medicina Veterinária** 7:1-6.

Hubert J (2006) Equine eosinophils why do they migrate?. **Veterinary Journal** 171:389-92

Hughes KJ, Hodgson DR, Dart AJ (2004) Equine hyperlipaemia: a review. **Australian Veterinary Journal** 82:136-142.

Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss M (2008) **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press p. 1-936.

Joonè CJ et al. (2019) Antigen-specific CD4⁺ and CD8⁺ T-cell responses in PBMC from pony mares immunized with either native or recombinant zona pellucida vaccines. **Theriogenology** 126:106e113.

Junqueira LCU, Carneiro J (2013) **Histologia Básica**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan 1-645.

Kang H, Zsoldos RR, Sole-Guitart A, Naraya E, Cawdell-Smith AJ, Gaughan JB (2023) Heat stress in horses: a literature review. **International Journal of Biometeorology** 17: 1-10.

Klein BG (2014) **Cunningham - tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro : Elsevier: 1-624.

Kohn CW, Chew DJ (1987) Laboratory diagnosis and characterization of renal disease in horses. **The Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 3:585-615.

König, HE; Liebich HG (2016) **Anatomia dos animais domésticos: texto e atlas colorido**. Porto Alegre : Artmed: 1-824.

Kraus C (2020) **Atlas didático de hematologia: Medula óssea e sangue periférico**. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Farmácia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina: 1-71.

Kilcoyne I, Nieto JE, Dechant (2018) Predictive value of plasma and peritoneal creatine kinase in horses with strangulating intestinal lesions. **Veterinary Surgery** 48: 1–7.

Kitaoka Y, Hoshino D, Mukai K, Hiraga A, Takemasa T, Hatta H (2011) Effect of growth on monocarboxylate transporters and indicators of energy metabolism in the gluteus medius muscle of thoroughbreds. **American Journal of Veterinary Research** 72: 1107–1111.

Lassen ED, Swardson CJ (1995) Hematology and hemostasis in the horse: normal functions and common abnormalities. **Veterinary Clinics of North America: Equine Practice** 11:351–389.

Lee JA, Roussel JD, Beatty JF. (1974) Effect of temperature season on bovine adrenal cortical function, blood cell profile, and milk production. **Journal of dairy Science** 59:104-108.

Loos CMM, McLeod KR, Stratton SC, Van Doorn DA, Kalmar ID, Vanzant ES, Urschel KL (2020) Pathways regulating equine skeletal muscle protein synthesis respond in a dose-dependent manner to graded levels of protein intake. **Journal Animal Science** 98:1–8.

Lopes STA et al. (2007) **Manual de patologia clínica veterinária**. UFSMCCR: Departamento de clínica de pequenos animais, 3:1-117.

Mattosinho RDO, Sampaio AJSA, Balarin MRS, Fiorato CA, Vasques GMB, Silva ALY, Marcusso PF (2017) Alterações hematológicas e bioquímica sérica de equinos atletas. **Revista de Ciência Veterinária e Saúde Pública** 4:082-091.

McFarlane D, Hill K, Anton J (2015) Neutrophil function in healthy aged horses and horses with pituitary dysfunction. **Veterinary Immunology and Immunopathology** 165:99–106.

Mckenzie HC (2011) Equine hyperlipidemias. **Veterinary Clinics: Equine Practice** 27:59-72.

Melo SKM, Lira LB, Almeida TLAC, Rego EW, Cordeiro-Manso HECC, Manso-Filho HC (2013) Índices hematimétricos e bioquímica sanguínea no cavalo de cavalgada em condições tropicais. **Ciência Animal Brasileira** 14:208-215.

Mello EBFRB, Botteon PTL, Hess TM, Spíndola BF, Souza BG, Barros TL, Raimundo BPS (2019) Lipidograma e sensibilidade à insulina em éguas Mangalarga Marchador. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 71:1187-1192.

Mercer MA, McKenzie HC, Davis JL, Wilson KE, Hodgson DR, Cecere TE, McIntosh BJ (2020) Pharmacokinetics and safety of repeated oral dosing of acetaminophen in adult horses. **Equine Veterinary Journal** 52:120–125.

Metzger J, Rau J, Naccache F, Bas CL, Lindgren G, Distl O (2018) Genome data uncover four synergistic key regulators for extremely small body size in horses. **BMC Genomics** 19:1–15.

Meyer DJ, Coles EH, Rich LJ (1995) **Medicina de Laboratório Veterinária: interpretação e diagnóstico**. São Paulo:Roca p. 308.

Miknienė Z, Maslauskas K, Kerzienė S, Kučinskienė J, Kučinskas A (2014) The effect of age and gender on blood haematological and serum biochemical parameters in žemaitukai horses. **Veterinarija ir Zootechnika** 65:37-43.

Miller AB, Harris PA, Barker VD, Adams AA (2021) Short-term transport stress and supplementation alter immune function in aged horses. **PLoS One** 16:1–16.

Morgan RA, McGowan TW, McGowan CM (2014) Prevalence and risk factors for hyperinsulinaemia in ponies in Queensland. **Australia. Australian Veterinary Journal** 92:101-106.

Nikvand AA, Jalali SM, Ghadrđan MA, Razi JM, Hassanpour AS (2019) Clinical, hematologic, hemostatic, and serum biochemical findings related to survival in Arabian horses with colic. **Veterinary Clinical Pathology** 48:8-25.

Nostell KEA, Lindåse SS, Bröjer JT (2016) Blood pressure in Warmblood horses before and during a euglycemic-hyperinsulinemic clamp. **Acta Veterinaria Scandinavica** 58:65–70.

Olga WP, Cywinska A, Polczynska K, Czopowicz M, Strzelec K, Biazik A, Jaworska M, Crisman M, Witkowski L (2021) Variations in haematological and biochemical parameters in healthy ponies. **BMC Veterinary Research** 17:1-10

Ono T, Inoue Y, Hisaeda K, Yamada Y, Hata A, Shimokawa MT, Shibano K, Kitagawa H, Ohzawa E, Iwata E (2021) Effect of seasons and sex on the physical, hematological, and blood biochemical parameters of noma horses. **Journal of Equine Science** 32:21–25.

Ortolani EL, Gonzalez FHD, Barros L, Campos R (2002) Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluidos corporais (sangue, leite, urina). In: Congresso Nacional de Medicina Veterinária **Anais...** Gramado: UFRGS, 2002: 1-48.

Pecka E, Dobrzański Z, Zachwieja A, Szulc T, Czyz K (2012) Studies of composition and major protein level in milk and colostrum of mares. **Animal Science Journal** 83: 162–168.

Pearson EG (1999) Liver disease in the mature horse. **Equine Veterinary Education** 11:87–96.

Piccione G, Assenza A, Fazio F, Giudice E, Caola G (2001) Different periodicities of some haematological parameters in exercise-loaded athletic horses and sedentary horses. **Journal of Equine Science** 12:17- 23.

Poškienė I, Gruodytė R, Autukaitė J, Juozaitienė V, Antanaitis R (2021) Speed and blood parameters differ between arabian and Žemaitukai horses during endurance racing. **Animals** 11:1–13.

Ramalho LO, Caiado JCC, Souza VRC, Coelho CS (2012) Glicemia e concentrações séricas de insulina, triglicérides e cortisol em equinos da raça Quarto de Milha e mestiços usados em provas de laço em dupla. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science** 49:318-324.

Rapson JL, II HCS, Nielsen BD, McCutcheon LJ, Harris PA, Geor RJ (2016) Effects of age and diet on glucose and insulin dynamics in the horse. **International Journal of Laboratory Hematology** 38:42–49.

Reece WO (2017) **Dukes - Fisiologia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan: 1594.

Reed SM, Bayly WM, Sellon DC (2004) Equine Internal Medicine. St Louis (MO): Saunders:1-1465.

Riccio AV, Alonso MA, Souza DF, Affonso FJ, Belli CB, Fernandes CB (2019) Parâmetros de vitalidade, comportamentais e laboratoriais de neonatos asininos e equinos – revisão comparativa. **Revista Brasileira de Reprodução Animal** 43:756-764.

Rosenfeld G (1947) Corante pancreático para hematologia e citologia clínica- Nova combinação dos componentes May-Grünwald e do Giemsa num só corante de emprego rápido. **Memórias do Instituto Butantan** 20:329-334.

Rouse BT, Ingram DG (1970) The total protein and immunoglobulin profile of equine colostrum and milk. **Immunology** 19:901-7.

Satué K, Pastor LM, Chicharro D, Gardón JC (2022) Hepatic Enzyme Profile in Horses. **Animals** 12:1-12. <https://doi.org/10.3390/ani12070861>.

Schedlbauer C, Blaue D, Gericke M, Blüher M, Starzonek J, Gittel C, Brehm W, Vervuert I (2019) Impact of body weight gain on hepatic metabolism and hepatic inflammatory cytokines in comparison of Shetland pony geldings and Warmblood horse geldings. **PeerJ** 7:e7069 DOI 10.7717/peerj.7069

Shawaf T, Hussen J, Al-Zoubia M, Hamaasha H, Zatzman KAB (2018) Impact of season, age and gender on some clinical, haematological and serum parameters in Shetland ponies in east province, Saudi Arabia. **International Journal of Veterinary Science and Medicine** 6:61-64.

Silva HISB (2011) **Contribuição para o estudo do hemograma do cavalo puro sangue lusitano**. 78 f. Dissertação (Mestrado - Medicina Veterinária) - Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias.

Silva PH, Hashimoto Y (2006) **Coagulação: visão laboratorial da hemostasia primária e secundária**. Livraria e Editora Revinter LTDA, Rio de Janeiro, Revinter, 2006: 1-156.

Silva LL, D'Amico EA (2010) Estudo comparativo entre agregação plaquetária por turbidimetria e impedância elétrica em pacientes sob terapia antiplaquetária a base de ácido acetilsalicílico. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia** 32:463-468.

Soroko M, Górnjak W, Zielińska P, Górnjak A, Śniegucka K, Nawrot K, Korczyński M (2022) Effect of *Lentinula edodes* on Morphological and Biochemical Blood Parameters of Horses. **Animals** 12:1-10.

Soto JCH, Oliveira RG, Meneguetti VC, Sacco SR (2008) Policitemia e eritrocitose em animais domésticos: Revisão de literatura. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária** 6:1-7.

Souza AF, Schade J, Kunz JR, Ramos AF, Albuquerque MSM, Fontequ GV, Costa D, Saito ME, Fontequ JH (2016) Perfil bioquímico sérico de equinos clinicamente saudáveis da raça Campeiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 68:839–844.

Tallmadge RL, Stokol T, Gould-Earley MJ, Earley E, Secor EJ, Matychak MB, Felipe MJ (2012) Fell Pony syndrome: characterization of developmental hematopoiesis failure and associated gene expression profiles. **Clinical and Vaccine Immunology** 19:1054-64. doi: 10.1128/CVI.00237-12.

Thrall AM, Weiser G, Alisson RW, Campbell TW (2015) **Hematologia e Bioquímica Clínica Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Tydén E, Tallkvist J, Tjälve H, Larsson P (2008) P-glycoprotein in intestines, liver, kidney and lymphocytes in horse. **Journal of Veterinary Pharmacology and Therapeutics** 32:167–176.

Vaughan OR, Davies KL, Ward JW, Blasio MJ, Fowden AL, Vaughan O (2016) A physiological increase in maternal cortisol alters uteroplacental metabolism in the pregnant ewe. **The Journal of Physiology** 594.21:6407–6418.

Verrastro T et al. (2005) **Hematologia e Hemoterapia: Fundamentos de morfologia, Fisiologia, Patologia e clínica**. São Paulo: Atheneu: 1-312.

Wilkie JSN, Yager JA, Nation PN, Clarck EG, Townsend HG, Baird JD (1985) Chronic Eosinophilic Dermatitis: A Manifestation of a Multisystemic, Eosinophilic, Epitheliotropic Disease in Five Horses. **Veterinary Pathology** 22:297-305

Wintrobe MM (2008) Utilidad Del extendido de sangre periférica: los leucócitos. **Medicina & Laboratorio: Programa de Educación Médica continua certificada universidad de Antioquia** 14:9-10.

Witkowska-Piłaszewicz O, Cywińska A, Michlik-Półczyńska K, Czopowicz M, Strzelec K, Biazik A, Parzeniecka-Jaworska M, Crisman M, Witkowski L (2021) Variations in haematological and biochemical parameters in healthy ponies. **BMC Veterinary Research** 17:1-10.

Zatzman ML, Clarke B, Ray WJ, Garner HE, Traver D (1982) Renal function of the pony and the horse. **American Journal of Veterinary Research** 43:608-612.