

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA ANIMAL: EQUINOS**

**CURVA DIÁRIA E VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR OBTIDOS COM
TONÔMETRO DE REBOTE EM EQUINOS HÍGIDOS DA RAÇA CRIOLA
(*Equus caballus*)**

ÂNGELA BEATRIZ DE OLIVEIRA BACCHIN

PORTO ALEGRE

2018

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA ANIMAL: EQUINOS

**CURVA DIÁRIA E VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR OBTIDOS
COM TONÔMETRO DE REBOTE EM EQUINOS HÍGIDOS DA RAÇA
CRIOULA (*Equus caballus*)**

Autora: Ângela Beatriz de Oliveira Bacchin

**Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do grau de Mestre
em Medicina Animal: Equinos**

**Orientador: Prof. Dr. João Antonio Tadeu
Pigatto**

PORTO ALEGRE

2018

CIP-Catálogo na Publicação

Bacchin, Ângela Beatriz de Oliveira
Curva diária e valores da pressão intraocular
obtidos com tonômetro de rebote em equinos hípidos da
raça Crioula (*Equus caballus*) / Ângela Beatriz de
Oliveira Bacchin. -- 2018.
79 f.
Orientador: João Antonio Tadeu Pigatto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Medicina Animal: Equinos,
Porto Alegre, BR-RS, 2018.

1. tonometria de rebote. 2. equinos. 3. curva
diária. 4. raça Crioula. I. Pigatto, João Antonio
Tadeu, orient. II. Título.

Ângela Beatriz de Oliveira Bacchin

CURVA DIÁRIA E VALORES DA PRESSÃO INTRAOCULAR OBTIDOS
COM TONÔMETRO DE REBOTE EM EQUINOS HÍGIDOS DA RAÇA CRIOULA
(*Equus caballus*)

Aprovada em 27 MAR 2018

APROVADO POR:

Prof. Dr. João Antonio Tadeu Pigatto

Orientador e Presidente da Comissão

Prof^ª. Dr^ª. Ana Cristina Pacheco de Araújo

Membro da Comissão

Prof. Dr. Carlos Afonso de Castro Beck

Membro da Comissão

M.V. Dr^ª. Maria Cristina Caldart de Andrade

Membro da Comissão

DEDICATÓRIA

Aos meus avós Wilson e Eva (*in memoriam*), pelo entusiasmo com que acompanharam minha evolução na medicina veterinária e pelo exemplo de carinho aos animais.

Aos meus pais, Paulo e Elisabeth, pelo amor, incentivo e esforços para que eu continuasse estudando. Saibam que os valores morais e éticos transmitidos durante a infância moldaram a pessoa que sou hoje.

Ao Vinicius meu marido, pela parceria, pelo amor e por me encorajar a não desistir quando tudo parecia impossível.

Ao Miguel, meu filho e razão do meu viver. Perdoe os momentos de ausência.

Aos cães, gatos, cavalos, ovelhas, enfim, a cada ser que me instigou a buscar por respostas neste universo chamado oftalmologia veterinária.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida.

Às avós do Miguel, Elisabeth e Alice, que o cuidaram com amor e carinho durante minhas ausências. A conclusão deste mestrado só foi possível pela presença de vocês.

Ao meu orientador, Prof. João Pigatto, pela oportunidade única em vivenciar a oftalmologia veterinária. Obrigada por cada desafio proposto, pois fizeram-me mover até aqui. Obrigada pela reconstrução da pessoa e da profissional que me tornei. Serei eternamente grata.

À banca examinadora, por dispor de seu tempo para avaliar este estudo.

A todos os integrantes do Serviço de Oftalmologia Veterinária da UFRGS, estagiários e colegas, inclusive aos que já fizeram parte dele: Tati e Cris meus sinceros agradecimentos.

À Géssica pela parceria, risadas e angústias compartilhadas. Que grata surpresa o mestrado me proporcionou. Nossa caminhada foi árdua, mas valeu cada minuto. Obrigada por todo apoio e auxílio. Que sigamos assim.

À Marcela, por toda ajuda na reta final desta dissertação e por ser sempre tão solícita.

Ao Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS, pelos desafios diários e pela troca de experiências com residentes, técnicos e professores, pois nos ensinam que ninguém caminha sozinho.

À FAVET-UFRGS, por promover o ensino de qualidade.

EPÍGRAFE

“Ninguém é suficientemente perfeito, que não possa aprender com o outro, e ninguém é totalmente destituído de valores que não possa ensinar algo ao seu irmão”.

São Francisco de Assis

RESUMO

A tonometria é de extrema importância durante o exame oftálmico, pois auxilia no diagnóstico e no acompanhamento do glaucoma e de inflamações intraoculares. No entanto, os valores da pressão intraocular podem sofrer influência do momento do dia em que o exame é realizado. Objetivou-se avaliar a pressão intraocular (PIO) com tonômetro de rebote em equinos hígdidos da raça Crioula em diferentes horários do dia. Foram avaliados ambos os olhos de 25 cavalos da raça Crioula, machos ou fêmeas, subdivididos em três categorias de diferentes idades designadas por GI: nove animais (3-5 anos de idade), GII: oito animais (6-8 anos de idade) e GIII: oito animais (9-16 anos de idade). Previamente à tonometria foram realizados teste lacrimal de Schirmer, biomicroscopia com lâmpada de fenda, prova da fluoresceína e oftalmoscopia indireta em todos os equinos. Num mesmo dia foram realizadas sete aferições da PIO (às 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 horas). A avaliação estatística utilizou o teste T de Student quando haviam dois grupos de comparações, e o teste de análise de variância (ANOVA) para as variáveis PIO, horário de aferição (tempo) e categoria de idade. O valor médio da pressão intraocular obtido foi de $28,4 \pm 3,7$ mmHg considerando todos os animais avaliados. Os valores médios da pressão intraocular para os equinos de GI, GII e GIII foram $29,2 \pm 3,5$ mmHg, $28,4 \pm 4,3$ mmHg e $27,7 \pm 3,2$ mmHg, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os olhos direito e esquerdo ($p=0,257$), nem entre sexos ($p=0,284$). Quando comparadas as idades, a PIO média foi significativamente maior nos indivíduos jovens ($p=0,012$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os diferentes horários do dia ($p=0,560$). Os valores da PIO aferidos com o tonômetro de rebote em equinos da raça Crioula sofreram influência da idade. Os valores da pressão intraocular média obtidos com tonômetro de rebote em equinos hígdidos não variaram em diferentes horários ao longo do dia.

Palavras-chave: tonometria de rebote, pressão intraocular, equinos.

ABSTRACT

The tonometry is extremely important during ophthalmic examination, because assists in the diagnosis and follow-up of glaucoma and intraocular inflammation. However, intraocular pressure values may be influenced by the moment of the day it is measured. The objective was to evaluate the intraocular pressure (IOP) with Rebound Tonometer in healthy horses of the Crioula breed at different times of the day. Twenty five horses, male or female, were divided into three groups by age: Group I: nine horses (3-5 years old), Group II: eight horses (6-8 years old), and Group III: eight horses (9-16 years old). Ophthalmic examination was performed previously by Schirmer Tear Test, slit lamp biomicroscopy, fluorescein test and indirect ophthalmoscopy in all horses. Seven measurements of intraocular pressure were assessed on the same day (at 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24 hours). The Student's T Test statistical analysis was used when there was two groups of comparisons, and the Analysis of Variance (ANOVA) was used for variables IOP, measurement time and age category. The average value of intraocular pressure was 28.4 ± 3.7 mmHg considering all the animals evaluated. The mean intraocular pressure for groups I, II and III were 29.2 ± 3.5 mmHg, 28.4 ± 4.3 mmHg and 27.7 ± 3.2 mmHg, respectively. There was no statistically significant difference between right and left eyes ($p = 0.257$), nor between genders ($p = 0.284$). When compared to the ages, the average IOP was significantly higher in young animals ($p = 0.012$). There was no statistically significant result between the different times of the day ($p = 0.560$). The IOP values measured with rebound tonometer in Crioula horses were influenced by age. The average intraocular pressure values obtained with rebound tonometer in healthy horses did not change with time of day.

Key words: rebound tonometry, intraocular pressure, equines.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** Valores da pressão intraocular média, expressos em mmHg, obtidos em equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), para as três categorias de idade..... 58
- Tabela 2** Valores da pressão intraocular média, expressos em mmHg, obtidos em equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), ao longo das sete aferições diárias..... 59

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

®: marca registrada

µl: microlitro

µm: micrômetro

AMP: Adenosina monofosfatase

ATP: Trifosfato de Adenosina

CEUA: Comitê de ética no uso de animais

CTD: Curva tensional diária

EUA: Estados Unidos da América

g: gramas

HA: humor aquoso

min: minuto

mm: milímetro

mmHg: milímetros de mercúrio

ms: milisegundo

PCR: Reação em cadeia da polimerase

PIO: pressão intraocular

SNC: Sistema nervoso central

UFRGS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul

URE: uveíte recorrente equina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	OBJETIVOS.....	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Anatomia ocular	16
3.2	Fisiologia e dinâmica da pressão intraocular.....	18
3.2.1	Humor aquoso.....	18
3.2.2	Produção e componentes do humor aquoso.....	18
3.2.3	Drenagem do humor aquoso.....	19
3.3	Tonometria.....	20
3.3.1	Tonômetro de rebote TonoVet®.....	21
3.4	Afecções que alteram a PIO.....	24
3.4.1	Glaucoma.....	25
3.4.1.1	Fisiopatologia do glaucoma.....	26
3.4.2	Uveíte recorrente equina.....	27
3.5	Fatores que influenciam a PIO.....	29
3.5.1	Ritmo circadiano.....	29
3.5.2	Estresse.....	33
3.5.3	Propriedades da córnea e idade.....	34
3.5.4	Anestesia.....	36
3.5.5	Pressão arterial e atividade física.....	38
3.5.6	Posição da cabeça.....	39
3.5.7	Outros fatores externos.....	40
4	ARTIGO CIENTÍFICO.....	42
4.1	Artigo.....	42
	Resumo.....	42
	Abstract.....	43
	Introdução.....	44
	Materiais e Métodos.....	45
	Resultados.....	46
	Discussão.....	46
	Conclusão.....	49
	Referências.....	50
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	59
	REFERÊNCIAS.....	61

ANEXOS.....	76
--------------------	-----------

1 INTRODUÇÃO

O humor aquoso (HA) é um fluido produzido constantemente pelo corpo ciliar, envolvendo processos ativos e passivos e caracterizando-se por um ultrafiltrado sanguíneo, cuja função é nutrir a lente e a córnea, carrear seus metabólitos, remover radicais livres e dar tônus ao bulbo ocular (DO; TO, 2000; TO *et al.*, 2002; LASSALINE; BROOKS, 2005). O HA deixa a câmara anterior pelo ângulo iridocorneal, através da malha trabecular que o preenche, chegando a uma rede de vênulas livres de sangue, o chamado plexo angular aquoso; esta via representa a drenagem convencional na maioria dos mamíferos, mas em equinos a rota uveoscleral tem maior representatividade. A via não convencional consiste num sistema intersticial através do músculo ciliar, que drena o fluido para os espaços supraciliar e supracoroidal, onde é absorvido pela circulação escleral e coroidal, difundindo-se para os tecidos orbitais (HAZEL *et al.*, 1985; SMITH *et al.*, 1986; SAMUELSON; SMITH; BROOKS, 1989; CULLEN; GRAHN, 2000).

O equilíbrio entre a produção e drenagem do HA resulta na PIO. A resistência à drenagem deste fluido causa elevação da pressão, desencadeando isquemia aos tecidos oculares, dano sensorial à retina e ao nervo óptico e perda visual, caracterizando glaucoma (BROOKS, 1999; WILLIS *et al.*, 2001a; GOEL *et al.*, 2010; WILKIE, 2010). A uveíte recorrente equina é a causa mais comum de cegueira na espécie, pois esta síndrome imunomediada gera episódios frequentes de inflamação intraocular, os quais podem desencadear catarata, sinéquias e glaucoma secundário ao depósito de células inflamatórias no ângulo de drenagem.

Em virtude das perdas econômicas motivadas por essas afecções, a mensuração da PIO tem valor diagnóstico em muitas condições oculares de equinos. A tonometria fornece uma estimativa da PIO, distribuída em todas as direções do olho, fazendo com que a córnea seja apenas a estrutura de acesso externo ao tonômetro (FRANZCO, 2004; KNIESTEDT *et al.*, 2008). O princípio da tonometria de rebote consiste na indução de impacto e passou a ter seu uso difundido em animais, pois, além de portátil, é de fácil utilização e não necessita de anestesia tópica (GOLDBLUM *et al.*, 2002; WANG *et al.*, 2005; DAVIES *et al.*, 2006; PRASHAR *et al.*, 2007; SPIESSEN *et al.*, 2015; SNYDER *et al.*, 2018).

A equideocultura nacional movimenta R\$ 7,3 bilhões/ano, sendo o rebanho efetivo do Brasil 5.496.817 animais, destes, 438.390 concentram-se no estado do Rio

Grande do Sul (IBGE, 2010). Dada a relevância econômica da espécie e sua aproximação como animal de companhia, a tonometria, como parte do exame oftálmico, tem sido mais empregada nos últimos anos (KOMAROMY *et al.*, 2006). A avaliação da PIO de cavalos motiva muitos estudos: as primeiras pesquisas, ao estabelecerem a variação normal da pressão, contribuíram para analisar as variações que ocorrem durante as afecções, assim como os fatores que interferem na PIO (MILLER; PICKET; MAJORS, 1990; SMITH *et al.*, 1990; DZIEZYC; MILLICHAMP; SMITH, 1992; WILLIS *et al.*, 2001b; PLUMMER; RAMSEY; HAUPTMAN, 2003; ANDRADE *et al.*, 2013; ANDRADE *et al.*, 2016).

Os valores da PIO sofrem influência de inúmeros fatores incluindo, o aparelho utilizado, a experiência do examinador, a espécie estudada, a espessura corneana, a idade do paciente, o método de contenção, a posição do corpo e da cabeça, entre outros. A película lacrimal, os anestésicos gerais, a desidratação e o horário do dia em que a PIO é mensurada, também interferem nos valores obtidos (DUNCALF, 1975; MILLER; PICKETT; MAJORS, 1990; WHITACRE; STEIN, 1993; GOLDBLUM *et al.*, 2002; KOMAROMY *et al.*, 2006; MARTINEZ-DE-LA-CASA *et al.*, 2006; KALESNYKAS; UUSITALO, 2007; OFRI *et al.*, 2008; BERTOLUCCI *et al.*, 2009; LIN *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2011; ALLBAUGH *et al.*, 2014; ANDRADE *et al.*, 2016).

Os equinos da raça Crioula originaram-se dos cavalos espanhóis, trazidos pelos colonizadores para o sul do Brasil. Atualmente, indivíduos registrados pela Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos (ABCCC) são aptos a participar das 11 modalidades esportivas oficiais da raça, com destaque à prova Freio de Ouro, além das competições morfológicas. Os valores da tonometria de rebote em indivíduos da raça já foram estabelecidos (ANDRADE *et al.*, 2016). No entanto, ao se recorrer à literatura, não foram encontrados estudos avaliando a PIO em equinos da raça Crioula em diferentes horários do dia. Objetivou-se avaliar a PIO em equinos de diferentes faixas etárias, em diferentes horários do dia, utilizando o tonômetro de rebote.

2 OBJETIVOS

Avaliar a pressão intraocular de cavalos hípidos da raça Crioula, machos ou fêmeas, de diferentes faixas etárias com o tonômetro de rebote TonoVet®.

Avaliar a pressão intraocular de cavalos hípidos da raça Crioula em diferentes horários do dia com o tonômetro de rebote TonoVet®.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Anatomia ocular

A parede externa do bulbo do olho é denominada túnica fibrosa e constituída pela esclera e pela córnea (CUTLER, 2005). A córnea corresponde a 14% da área total da superfície do bulbo ocular equino, estando localizada centralmente ao eixo do globo. A espessura média da córnea equina é de 893 μ m (ANDREW *et al.*, 2001). Suas camadas compreendem o epitélio, o estroma, a membrana de Descemet e o endotélio, além da camada fisiológica que é a película lacrimal (PIPPI; GONÇALVES, 2009).

A túnica média do bulbo ocular, ou túnica vascular, é composta pela úvea anterior e posterior. A túnica interna corresponde à camada nervosa, constituída pela retina (CUTLER, 2005).

A úvea anterior é formada pela íris e pelo corpo ciliar, e a posterior é formada pela coroide. A íris é composta pelos músculos esfíncter e dilatador, por vasos sanguíneos, por epitélio pigmentado posterior, por estroma e por melanócitos. A inervação do músculo esfíncter, responsável pela constrição pupilar, ocorre via sistema parassimpático, enquanto que o músculo dilatador, responsável pela dilatação pupilar, é innervado pelo sistema simpático. O epitélio pigmentado é mais espesso próximo à pupila, podendo se estender em sua margem superior, formando a grânula irídica ou *corpora nigra* nos herbívoros (CARASTRO, 2004; PIPPI; GONÇALVES, 2009). A pupila equina é mais oblonga e extensa no meridiano horizontal do que no vertical, mas uma pupila circular pode ser observada em potros. A coloração da íris geralmente é marrom, mas pode haver uma combinação natural de cores (CARASTRO, 2004).

O corpo ciliar é localizado atrás da íris, ancorando-se ao botão escleral e apresentando formato triangular. A porção mais interna e anterior do corpo ciliar é a região denominada *pars plicata*, e sua região posterior a *pars plana*, a qual une-se à coroide na *ora serrata*. A *pars plicata* é composta pelos processos ciliares e pelos músculos ciliares. Os músculos ciliares, circular e oblíquo, são pouco desenvolvidos nos animais, conferindo pobre poder de acomodação ao cristalino, o qual é sustentado pelos ligamentos zonulares que se ancoram aos processos ciliares. Os músculos ciliares dividem-se em duas camadas, resultando na fenda ciliar, ou também chamada de seio

cilioescleral. Esta fenda é preenchida pela malha trabecular ciliar, responsável por parte da drenagem do HA. O ângulo iridocorneal é limitado pela córnea periférica e esclera perilímbica, pela íris e porção anterior do corpo ciliar, sendo preenchido pela malha trabecular e pelos ligamentos pectíneos. Os ligamentos pectíneos são tiras ancoradas anteriormente na base da íris até a porção periférica da córnea, comunicando-se com o ângulo iridocorneal através de pequenos canais que se formam na malha trabecular. No cavalo, uma linha cinzenta que observamos circundar a córnea na região do limbo é a fixação dos ligamentos pectinados ao endotélio, representando a abertura do ângulo de drenagem (CARASTRO, 2004).

Os processos ciliares são os sítios de formação do HA. Cerca de 100 processos estendem-se à câmara posterior, sendo constituídos por duas camadas de epitélio: uma interna formada por epitélio não pigmentado e que faz contato com o HA na câmara posterior, e uma camada externa de epitélio pigmentado que faz contato com o estroma dos processos ciliares, permanecendo as duas camadas em aposição. O epitélio não pigmentado representa a continuidade da retina, enquanto que o pigmentado representa a continuidade do epitélio pigmentado retiniano. Os processos ciliares apresentam organelas e junções celulares, e seu epitélio não pigmentado possui interdigitações basais e laterais, mitocôndrias e retículo endoplasmático rugoso. Em geral, espécies com grande câmara anterior, como os equinos, tem processos ciliares mais volumosos e em maior número (HARA *et al.*, 1977 *apud* GOEL *et al.*, 2010; HOLLINGSTWORTH, 2011).

As células endoteliais da íris apresentam junções justapostas e baixo número de vesículas pinocíticas. As proteínas atravessam os capilares para o espaço extravascular somente no corpo ciliar, devido às fenestrações das células endoteliais, aos espaços intercelulares e às vesículas pinocíticas. Estas características limitam a concentração protéica no HA e constituem a barreira hematoaquosa (TO *et al.*, 2002).

Assim, observam-se as três funções do corpo ciliar: produzir e participar da drenagem do HA, além de fornecer sustentação à lente (PIPPI; GONÇALVES, 2009).

3.2 Fisiologia e dinâmica da pressão intraocular

3.2.1 Humor aquoso

O HA é um fluido claro que preenche as câmaras anterior e posterior, dá forma ao olho e exerce a nutrição da lente e da córnea, que são avasculares para permitir a passagem da luz. Além disso, remove os produtos do metabolismo, como o dióxido de carbono e ácido lático, transporta neurotransmissores, e permite a circulação de células inflamatórias em condições patológicas. Também auxilia nas propriedades ópticas e na manutenção do tônus do bulbo ocular (DO; TO, 2000, CARASTRO, 2004, GOEL *et al.*, 2010).

3.2.2 Produção e componentes do humor aquoso

O HA é formado a partir do sangue por três mecanismos: dois ocorrem de forma passiva, que incluem a difusão e a ultrafiltração, e o terceiro mecanismo de forma ativa, que envolve consumo energético pelo epitélio do corpo ciliar. A difusão se dá pelo movimento de solutos lipídicos através de um gradiente de concentração. O ultrafiltrado é formado a partir do gradiente osmótico do estroma ciliar, da pressão hidrostática dos capilares ciliares e devido à pressão da câmara posterior. A difusão e ultrafiltração causam acúmulo de plasma ultrafiltrado no estroma do corpo ciliar (MARTINS *et al.*, 2009).

A secreção ativa corresponde a 80% do total de HA formado, caracterizada pelo transporte de íons para os espaços basolaterais, entre as células do epitélio não pigmentado, acompanhado pelo movimento de água sob um gradiente osmótico para a câmara posterior. Em virtude da barreira hematoaquosa, há limitada quantidade de proteínas no HA, estabelecendo um equilíbrio que se opõe ao movimento passivo de fluido através da bicamada epitelial. Para tanto, a enzima anidrase carbônica catalisa a reação do dióxido de carbono com a água, resultando no íon bicarbonato, que é transportado juntamente com o sódio para a câmara posterior, culminando em um gradiente osmótico que causa influxo de água. O dispêndio energético se dá pela hidrólise de trifosfato de adenosina (ATP), mediada pela enzima $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATPase}$, localizada nos epitélios pigmentado e não pigmentado do corpo ciliar, assim como pela

anidrase carbônica (HAZEL *et al.*, 1985; TO *et al.*, 2002; MARTINS *et al.*, 2009; GOEL *et al.*, 2010; KIEL *et al.*, 2011).

Para alcançar a câmara posterior, o HA precisa atravessar a parede capilar, o estroma e a bicamada epitelial do corpo ciliar. A principal barreira para ultrapassagem destes tecidos são os complexos juncionais do epitélio não pigmentado. Após sua formação, o HA flui ao redor da lente e, através da pupila, chega à câmara anterior, movendo-se por correntes de convecção térmica, geradas pela temperatura mais fria da córnea e mais elevada da lente (HOLLINGSWORTH, 2005; MARTINS *et al.*, 2009; GOEL *et al.*, 2010).

O HA é composto por íons, glicose, aminoácidos, ureia, proteínas, oxigênio, dióxido de carbono. A fração proteica do HA é composta, principalmente, pelas proteínas do vítreo; a imunoglobulina G está em maior concentração, e o ascorbato é um importante antioxidante que protege as estruturas intraoculares dos danos causados pela radiação ultravioleta. Existem enzimas, denominadas colagenases, que já foram identificadas no HA de cães e que são responsáveis pela manutenção da matriz extracelular da malha trabecular e, conseqüentemente, influentes na PIO (WEINSTEIN *et al.*, 2007). Estas enzimas catabolizam os glicosaminoglicanos, constituintes da matriz extracelular e responsáveis pelo aumento da resistência à drenagem do HA pela malha trabecular (WEINSTEIN *et al.*, 2007; GOEL *et al.*, 2010).

3.2.3 Drenagem do humor aquoso

O HA deixa o bulbo do olho pelas vias de drenagem convencional e não convencional, sendo a última relativamente independente da PIO. A via convencional é formada pelo ângulo iridocorneal na câmara anterior, onde parte do fluido entra no canal de Schlemm, nos primatas, através da malha trabecular, passa pelos canais coletores e mistura-se ao sangue quando alcança as veias episclerais (NILSSON, 1997; TEDESCO; CALABRESE; SMITH, 2005; GOEL *et al.*, 2010).

Entre a base anterior da íris e o limbo, existe a fenda ciliar, preenchida por tecido conjuntivo esponjoso, a malha trabecular. Anteriormente à fenda ciliar, encontram-se fios de tecido conectivo denominados ligamentos pectinados, que se estendem da base da íris e se inserem profundamente no limbo, sendo mais numerosos e espessos no cavalo, principalmente nas regiões lateral e medial, onde são observados como uma linha cinza (HOLLINGSWORTH, 2011).

O ângulo iridocorneal do equino distingue-se por ser amplo e por apresentar fenda ciliar e ligamentos pectinados proeminentes, além do plexo angular aquoso, característico dos não primatas (ZOUACHE; EAMES; SAMSUDIN, 2016). O plexo angular aquoso é localizado entre a porção externa da malha trabecular e a esclera, formado por uma coleção de pequenas aberturas semelhantes a vasos (SAMUELSON; SMITH; BROOKS; 1989; DE GEEST *et al.*, 1990). A malha trabecular e o canal de Schlemm representam a principal via de drenagem do HA em humanos, cerca de 90% de sua totalidade (TRIPATHI *et al.*, 1992; MILLER *et al.*, 2001).

A rota uveoscleral é independente da PIO e significativamente influenciada pelo tamanho da partícula, representando a via não convencional de drenagem do HA. É formada por um sistema de rotas intersticiais que, através dos vasos do músculo ciliar, flui para os espaços supraciliares e supracoroidais, e então para a coroide e circulação escleral. O HA também penetra pelas veias da íris e do corpo ciliar, misturando-se ao sangue que drena posteriormente pelo sistema vórtex, somando-se à via de drenagem não convencional. A existência destas rotas alternativas à via convencional, pode explicar a resistência desta espécie ao aumento da PIO juntamente com a anatomia do ângulo iridocorneal (SMITH *et al.*, 1986). A perfusão de uma porção de albumina na câmara anterior de macacos, através do trato uveal e escleral, originou o termo “drenagem uveoscleral” para descrever este movimento que está presente na maioria das espécies, mas cuja contribuição varia consideravelmente, principalmente em jovens (BILL, 1965 *apud* WEINREB, 2000; JOHNSON, 2005).

3.3 Tonometria

O HA é um dos componentes internos do olho, responsável por manter o tônus ocular. Este fluido é constantemente produzido e drenado e, quando seu volume aumenta, todo o conteúdo ocular é pressionado contra o arcabouço externo que, por ser inflexível, gera forças opostas, ativando a drenagem e restaurando o estado de conforto do bulbo (FRANZCO, 2004). A principal causa de elevação da PIO é a resistência à drenagem do HA que, se mantida por um longo período, pode desencadear o glaucoma (WEINREB, 2000; KNIESTEDT *et al.*, 2008). A tonometria busca captar e avaliar este dinamismo que gera a PIO, além de ser um instrumento importante no diagnóstico e monitoramento do glaucoma, e possibilitar o manejo pós-operatório de doenças

corneanas, lenticulares e vitreoretinianas (WHITACRE; STEIN, 1993; SHAH, 2000). Com este método a PIO é estimada de maneira não invasiva através de inúmeros aparelhos, como os de indentação, de aplanção e de rebote, os quais geram mínimo distúrbio ao globo ocular (ALGUIRE, 1990; KNIESTEDT *et al.*, 2008).

A PIO resulta do equilíbrio entre produção e drenagem do HA, e é transmitida similarmente em todas as direções do bulbo. A córnea é a estrutura ocular acessível externamente para a mensuração da PIO. Nenhuma técnica de tonometria é ideal, pois a avaliação indireta da pressão está sujeita a interferência de fatores externos, como os movimentos oculares e a inexperiência do examinador (KNIESTEDT *et al.*, 2008).

A aplicação direta dos tonômetros sobre o bulbo do olho foi possível com o advento dos anestésicos tópicos. A lei Imbert-Fick é regida pela afirmativa de que o peso em uma esfera cheia de líquido, dividido pela área achatada, é equivalente à pressão interna da esfera. Esta lei relaciona-se ao Princípio de Pascal, onde a pressão em um fluido é igual em todos os pontos e direções, e ainda rege a base física da tonometria de aplanção (FRANZCO, 2004; KNIESTEDT, 2008).

A lei Imbert-Fick não é uma lei física, ou um princípio de engenharia, pois seus autores assumem que somente a força do peso atua sobre a esfera. Por isso não é verdadeira, uma vez que a córnea varia conforme sua curvatura, espessura e à presença, ou não, de edema. Além disso, a ponta do tonômetro não contata apenas a córnea, mas o filme lacrimal pré-corneano, que produz atração ou repulsão capilar entre o objeto em contato e seu menisco (WHITACRE; STEIN, 1993).

3.3.1 Tonômetro de rebote TonoVet[®]

Em 1997, Kontiola demonstrou um protótipo de tonômetro eletromecânico que não necessitava de anestésico local, e cujo princípio era diferente dos dispositivos de aplanção, revelando-se uma técnica útil para crianças, para córneas submetidas a cirurgias, e para pacientes não cooperativos. O dispositivo, mais tarde denominado Icare[®], continha uma sonda de aço inoxidável, ou de alumínio, que pesava entre 0,8 e 1,5 gramas, sendo colocada em movimento por uma mola de compressão, movendo-se cerca de 3 a 7 mm, com velocidade de 0,2 a 0,4 ms, impactando o olho e retornando. A velocidade da sonda era estimada por um sistema emissor de luz infravermelha. A

voltagem gerada pelo movimento da sonda era captada por um conversor conectado a um computador.

No estudo acima, realizado em olhos de suínos de abatedouro e em pacientes humanos, Kontiola observou que a precisão do dispositivo era influenciada pela sua inclinação e pela distância da qual a sonda era lançada. O autor constatou também que seria possível utilizar esta metodologia para lançar uma sonda magnética contra o olho, através de um solenóide, e que a desaceleração após o impacto poderia ser detectada por outro solenoide, caracterizando os primórdios do tonômetro de impacto, cujo princípio fora introduzido por Obbink (1931 *apud* KNIESTEDT *et al.*, 2008).

Em 2000, Kontiola publicou novo estudo acerca da aferição da PIO pelo método de indução de impacto, demonstrando o uso de uma sonda de aço inoxidável, com 50 mm de comprimento e com diâmetro de 1,4 mm, armazenada em um solenoide cuja extremidade possuía um magneto permanente. Um temporizador eletrônico emitia um pulso a 30ms, o que gerava um campo magnético que propelia a sonda, causando seu movimento até impactar o olho, e retorno ao dispositivo. Como resultado disso, uma voltagem era gerada no solenoide de mensuração. A análise deste projeto foi realizada em olhos de suínos de açougue, cauterizados e pressurizados, bem como em pacientes humanos portadores de glaucoma. Seus resultados mostraram menor precisão do que o Tonopen[®] comercial, mas com as vantagens de não necessitar de anestesia tópica, e não gerar desconforto durante o exame.

Mais tarde, além destes benefícios, a pequena ponteira da sonda, com envoltório plástico de 1 mm de diâmetro, possibilitou a execução de estudos em olhos de ratos, diminuindo a massa da sonda e ajustando os circuitos eletrônicos a um projeto básico do tonômetro clínico. Este protótipo era composto por uma bobina de solenoide para impulsionar a sonda magnetizada, e por outra para detectar o seu movimento, denominada bobina sensorial. Seu funcionamento consistia na produção de uma corrente elétrica geradora de um pulso elétrico, o qual induzia um campo magnético dentro do solenóide que empurrava a sonda contra a córnea, e de onde ela retornava. O campo magnético então, gerava uma voltagem detectada pela bobina sensorial, registrada, analisada e amplificada por um amplificador; a velocidade imediatamente antes do impacto, a desaceleração durante o impacto e a relação dos parâmetros foram correlacionados com a PIO (KONTIOLA *et al.*, 2001).

As leituras deste novo instrumento de mensuração da PIO também sofreram influência da espessura e hidratação da córnea. Entretanto, apresentou boa correlação

com a manometria e demonstrou ser uma alternativa para mensuração da PIO em olhos pequenos, como de roedores (comercialmente distribuído como Tono Lab[®]), além de não necessitar de anestesia tópica e ser bem tolerado pelo paciente (KONTIOLA *et al.*, 2001; GOLDBLUM *et al.*, 2002; DANIAS *et al.*, 2003; WANG *et al.*, 2005).

O tonômetro de rebote, também conhecido como tonômetro de indução de impacto, foi projetado especificamente para aferir a PIO em animais, em 2004, e denominado TonoVet[®]. Este instrumento portátil, que opera com quatro pilhas, possui curvas de calibração internas, desenvolvidas pelo fabricante para mensurar a PIO em cães, em gatos e em cavalos, além de oferecer a opção para aferição em outras espécies. Ele pode ser calibrado no modo “do”, para avaliação da PIO em cães e gatos, no modo “ho”, para cavalos, e no modo “p” para mensuração em outras espécies (LEIVA; NARANJO; PEÑA, 2006; ICARE[®], 2008). A sonda contata a córnea a 0,3 ms; tem 40 mm de comprimento e sua extremidade é revestida por uma capa plástica de 1,7 mm de diâmetro. O dispositivo pesa 250 g, e a taxa de aferição da PIO tange de 1 a 99 mmHg, sendo que apenas as médias com desvio padrão menor de 5% são consideradas pelo aparelho (ICARE[®], 2008).

Ao se aplicar pressão no botão de mensuração, um pulso elétrico é enviado para o solenoide, criando um campo magnético que repele o magneto e a sonda, a qual se move, impacta a córnea, e retorna ao dispositivo. Este movimento da sonda e do magneto fixo, induz uma voltagem no solenoide, que é amplificada e convertida em sinal digital pelo microprocessador. O *software* é programado para seis mensurações, sendo que as leituras maior e menor, são automaticamente descartadas, e o valor médio da PIO é calculado pelas leituras remanescentes. Após a sexta aferição, a letra P aparece na tela do dispositivo seguida por um apito sonoro, demonstrando a leitura média da PIO. As sondas são descartáveis para redução de contaminação microbiológica, e impactam a córnea entre uma distância de quatro a oito milímetros (KNOLLINGER *et al.*, 2005; BRUSINI *et al.*, 2006; DAVIES *et al.*, 2006; ICARE[®], 2008).

As vantagens do tonômetro de rebote incluem a não utilização de colírio anestésico, uma vez que a sonda colide brevemente com a córnea, sem gerar desconforto ocular; a avaliação da PIO em espécies com pequenas córneas, como as de ratos, cujos olhos compartilham similaridades anatômicas e fisiológicas com os de humanos e, por isso, são utilizados em pesquisas sobre o glaucoma. Por ser portátil e leve, permite a mensuração da PIO em pacientes pediátricos e geriátricos (DAVIES *et al.*, 2006; MORRIS *et al.*, 2006). Entretanto, assim como os tonômetros de aplanção, a

tonometria de rebote sofre influência da espessura corneana e do filme lacrimal, além de ser necessário o uso em pé, em frente ao olho, pois o decúbito dorsal e a inclinação da cabeça impedem a leitura da PIO, e as mensurações repetidas provocam efeito tonográfico (pelo achatamento da córnea), induzindo redução nos valores mensurados (BRUSINI *et al.*, 2006; ILIEV *et al.*, 2006; MORRIS *et al.*, 2006).

Em 2005, o tonômetro de rebote comercial Icare[®] foi testado em humanos (MARTINEZ-DE-LA-CASA *et al.*, 2006). A partir desta época, muitos trabalhos em animais começaram a ser publicados, como o uso do TonoVet[®] em cães e em cavalos e sua validação pela manometria em olhos enucleados, demonstrando forte correlação com a PIO verdadeira (KNOLLINGER *et al.*, 2005). Seu uso foi repetido em cavalos após contenção com cachimbo (ANDRADE *et al.*, 2016), em cães portadores de lente de contato terapêutica (AHN *et al.*, 2012) e em cães normotensos (LEIVA; NARANJO; PEÑA, 2006). Estudo realizado em galinhas demonstrou boa correlação com a manometria em olhos enucleados (PRASHAR *et al.*, 2007), e da mesma forma em olhos de suínos de abatedouro (LEWIN; MILLER, 2017).

O tonômetro de rebote também foi aplicado em olhos de coelhos e comparado às leituras do Tonopen Avia[®] (KALESNYKAS; UUSITALO, 2007; PEREIRA *et al.*, 2011; MA *et al.*, 2016). Seu uso também foi avaliado em olhos de gatos (RUSANEM *et al.*, 2010; MCLELLAN; KEMMERLING; KILAND, 2013; SPIESSEN *et al.*, 2015), em olhos de primatas não humanos (ELSMO *et al.*, 2011), em cobaias (OSTRIN; WILDSOET, 2016), em chinchilas (CHACALTANA; PIGATTO; DENARDIN, 2016; SNYDER *et al.*, 2018). Também foi avaliado em espécies silvestres, como em aves de rapina (JEONG *et al.*, 2007; REUTER *et al.*, 2010; REUTER *et al.*, 2011), em pinguins (MERCADO *et al.*, 2010), em furões (DI GIROLAMO *et al.*, 2013), em lêmures (DUBICANAC *et al.*, 2016), em alpacas (MCDONALD *et al.*, 2017) e em iguanas (ARAUJO *et al.*, 2017). Ademais, suas leituras foram avaliadas em patos e em gansos (MOOD *et al.*, 2017), em pombos (PARK *et al.*, 2017) e em rãs (CANIZZO, LEWBART, WESTERMEYER, 2017), dentre outras espécies de animais.

3.4 Afecções que alteram a PIO

Uma variedade de doenças pode causar perda visual nos equinos. O glaucoma surge da desordem nas vias de drenagem do HA, resultando em elevação da PIO e

neuropatia óptica, mas a doença ocular mais comum na espécie é o processo inflamatório denominado uveíte recorrente equina (URE). Olhos afetados por esta síndrome, usualmente apresentam valores de PIO diminuídos (LASSALINE; BROOKS, 2005; WADA, 2006).

A indústria equina gera empregos diretos e indiretos, sendo representativa em muitos países como nos EUA, onde ela move cerca de 112 bilhões de dólares ao ano. Devido à alta prevalência da URE, principalmente nas raças criadas nesta região do mundo, o impacto financeiro da doença fica em torno de 100 a 250 milhões de dólares ao ano (DWYER; GILGER, 2005).

3.4.1 Glaucoma

O glaucoma caracteriza-se por uma série de alterações patológicas intraoculares que culminam na elevação da PIO, desencadeando dano ao nervo óptico e perda visual (WILKIE; GILGER, 2004; TOLAR; LABELLE, 2013). A prevalência desta doença em cavalos é baixa quando comparada com cães e humanos (BROOKS, 1999). Entretanto, num estudo retrospectivo realizado na Universidade de Saskatchewan avaliando 199 cavalos, 6,5% deles apresentaram PIO maior do que 35 mmHg e sinais clínicos compatíveis com glaucoma (CULLEN; GRAHN, 2000). Do mesmo modo, Thangadurai e colaboradores (2010), ao avaliarem 500 equinos do exército indiano, constataram uma prevalência de 2,6% de indivíduos com PIO entre 40 e 65 mmHg.

A provável resistência do olho equino ao desenvolvimento do glaucoma, deve-se às rotas alternativas de drenagem do HA quando a via convencional está obstruída, e à amplitude da fenda ciliar e dos ligamentos pectinados, pois o cavalo é frequentemente exposto a traumas oculares, a perfurações corneanas e a episódios recorrentes de uveíte, isto é, condições que predisõem à síndrome glaucomatosa nas demais espécies (DE GEEST *et al.*, 1990; WILCOCK; BROOKS; LATIMER, 1991). Além disso, superprodução de HA como causa de glaucoma não foi relatada em nenhuma espécie doméstica (TOLAR; LABELLE, 2013).

O diagnóstico de glaucoma em cavalos pode ser dificultado pela flutuação da PIO ao longo do dia, inclusive em olhos glaucomatosos. Isto exige múltiplas aferições para confirmação e adequação da terapia a ser implantada, pois a elevação da PIO na ausência de sinais evidentes de dano retiniano, caracteriza uma hipertensão ocular (BROOKS, 1999; WILKIE; GILGER, 2004; MCLELLAN; MILLER, 2011).

O glaucoma pode ser classificado como primário, caracterizado pelo funcionamento anormal do sistema de drenagem do HA, sendo hereditário e infrequente em equinos. Além disso, o glaucoma pode ser congênito, em virtude do mau desenvolvimento do ângulo iridocorneal, ou mesmo pela disgenesia do segmento anterior, causando buftalmia ao nascimento (CULLEN; GRAHN, 2000; WILKIE, 2010). Por sua vez, o glaucoma secundário a traumas oculares, a neoplasias intraoculares e a própria URE, sendo a última a maior causa desta afecção, ocorre pelo depósito de membranas fibrovasculares, sinéquias anteriores ou posteriores e pelo acúmulo de debris inflamatórios e de hemácias nas vias de drenagem do HA, causando elevação da PIO (WILKIE; GILGER, 2004). Estudos prévios apontam a raça Apaloosa como predisposta à URE e, conseqüentemente, ao glaucoma (DWYER; CROCKETT; KALSOW, 1995; CURTO *et al.*, 2014). Somado a isso, cavalos acima de 15 anos de idade são mais propensos ao glaucoma, como relatado no estudo de Curto e colaboradores (2014), em que 65% dos 23 cavalos afetados pela doença tinham entre 16 e 35 anos.

As manifestações clínicas do glaucoma equino, principalmente secundário à URE, incluem sinais típicos de inflamação, como quemose, hiperemia conjuntival e dor. O edema de córnea também pode estar presente, devido à disfunção do endotélio, porém buftalmia em cavalos não é frequente como em cães, provavelmente pela elasticidade da túnica fibrosa equina (WILCOCK; BROOKS; LATIMER, 1991; WILKIE; GILGER, 2004; WILKIE, 2010). Injeção episcleral, úlceras de córnea, e luxação da lente também podem ser observadas, além de catarata, sinéquia e atrofia da *corpora nigra* (TOLAR; LABELLE, 2013). Nos casos crônicos há grande perda de células ganglionares da retina, resultando em midríase (WILCOCK; BROOKS; LATIMER, 1991).

Apesar da terapia médica e cirúrgica empregadas, olhos glaucomatosos em equinos respondem pobremente, com mau prognóstico, no que se refere à preservação da visão (WILCOCK; BROOKS; LATIMER, 1991; WILKIE; GILGER, 2004). Nos casos não responsivos ao tratamento, a enucleação ou ablação química do corpo ciliar são indicadas (WILKIE, 2010; TOLAR; LABELLE, 2013).

3.4.1.1 Fisiopatologia do glaucoma

A elevação da PIO altera a conformação da lâmina cribrosa, uma região porosa da esclera, através da qual ocorre a passagem dos axônios do nervo óptico. Ela possui elasticidade e composição bioquímica diferentes do restante da esclera, sendo constituída por matriz extracelular, por astrócitos e por capilares, nutrindo e auxiliando mecanicamente os axônios das células ganglionares da retina, quando se voltam ao canal escleral para compor o nervo óptico. A lâmina cribrosa constitui uma zona de transição de alta para baixa pressão hidrostática, devido ao alto gradiente de pressão decorrente da PIO e da pressão intraorbitária (BROOKS; KOMAROMY; KALLBERG, 1999). Quando há aumento na PIO, ocorre desalinhamento e compressão dos poros laminares, reduzindo o fluxo axoplasmático e gerando a morte das células ganglionares da retina (WAX; TEZEL; EDWARD, 1998; BROOKS; KOMAROMY; KALLBERG, 1999).

A vascularização do nervo óptico é acentuada e origina-se da artéria oftálmica externa. Aumentos na PIO induzem ajustes na microvascularização ocular através da alteração no diâmetro das arteríolas e dos capilares, a fim de manter o fluxo sanguíneo constante. Quando esta auto-regulação falha, há diminuição do funcionamento das células ganglionares retinianas, morte destas estruturas, redução do campo visual e cegueira (BROOKS; KOMAROMY; KALLBERG, 1999; WILKIE; GILGER, 2004).

3.4.2 Uveíte recorrente equina

A URE, também conhecida por oftalmia periódica, é uma das doenças oculares que mais acometem os cavalos. Caracteriza-se por episódios repetidos de inflamação intraocular, intercalados com períodos quiescentes, e pela presença de precipitados ceráticos e dor ocular, em um ou em ambos os olhos. Estes episódios causam liquefação vítrea e perda da transparência vítrea (BRANDES *et al.*, 2007). Apesar da prevalência ser desconhecida, estima-se que 2 a 25% dos cavalos dos EUA sejam atingidos (DWYER; CROCKETT; KALSOW, 1995; GERDING; GILGER, 2016).

A URE caracteriza-se por inflamação do trato uveal devido à quebra da barreira hemato-aquosa, possibilitando o fluxo de produtos e células inflamatórias para dentro do olho e ativando resposta imune intensa, principalmente pela entrada de macrófagos e linfócitos TCD₄⁺ na úvea anterior (GILGER *et al.*, 1999; KHURANA *et al.*, 2016). A síndrome pode se apresentar sob três formas: clássica, insidiosa e posterior. URE clássica cursa com inflamação ativa em toda úvea, incluindo a coroide, com

repercussões na córnea, na câmara anterior, no cristalino, na retina e no vítreo, podendo desencadear catarata, sinéquias, *phthisis bulbi* e cegueira, além de blefarospasmo e miose. A URE insidiosa apresenta baixo grau inflamatório, mas com efeito destrutivo cumulativo, comumente observada em cavalos da raça Appaloosa, nos EUA. E a URE posterior atinge, principalmente, vítreo, retina e coroide, desencadeando turbidez vítrea, descolamento retiniano e perda visual. Com a cronicidade da síndrome, estes cavalos podem desenvolver edema de córnea, hiperpigmentação da íris, atrofia da *corpora nigra*, catarata secundária, além de degeneração vítrea e retiniana (GILGER *et al.*, 1999; GILGER, 2010; BAUER, 2015).

Entre as causas infecciosas de URE estão agentes bacterianos, como a *Leptospira* spp., e agentes virais como o vírus da anemia infecciosa equina. Além disso, protozoários como o *Toxoplasma* spp., e parasitas, como o *Onchocerca* spp., também podem ocasionar a doença em equinos (GILGER *et al.*, 2008; BAUER, 2015). Há muito tempo a leptospirose tem sido vinculada aos episódios inflamatórios que precedem a URE em todo o mundo (WOLLANKE; ROHRBACH; GERHARDS, 2001; GILGER; DEEG, 2011). No entanto, a doença parece não ser prevalente na população equina do Reino Unido, uma vez que os títulos contra *Leptospira* spp. em suínos de abatedouros no sul da Inglaterra não foram evidentes, nem em populações de ratos de 11 fazendas na Inglaterra e Wales, provavelmente pela pobre adaptação da *L. pomona* aos hospedeiros de vida livre, limitando a infecção cruzada entre espécies (LOWE, 2010).

Devido a URE ser, frequentemente, uma manifestação ocular da leptospirose, muitos estudos investigaram o tema: em 112 cavalos com uveíte, 56% foram soropositivos para *Leptospira interrogans* sorovar *pomona*, sendo que destes, 59% desenvolveram cegueira e 25% pertenciam à raça Appaloosa (DWYER; CROCKETT; KALSOW, 1995). Em 2001, Wollanke, Rohrbach e Gerhards coletaram soro e humor vítreo de 242 cavalos com URE, isolando a bactéria em 126 dos 252 olhos estudados, além de constatarem 79% de anticorpos contra o sorovar *grippotyphosa* nas amostras vítreas. Em 2007, Brandes e colaboradores identificaram a bactéria no vítreo de 24% dos cavalos do estudo, sendo que a reação em cadeia de polimerase (PCR) revelou resultado positivo para *Leptospira* spp. em todas as 16 amostras do trabalho.

Estes estudos reforçam a hipótese de que a infecção persistente por *Leptospira* spp. é o fator crucial da patogênese da uveíte recorrente em cavalos, uma vez que a proteína bacteriana LruA provoca reação cruzada com as proteínas da lente,

estimulando, majoritariamente, o fluxo de linfócitos TCD₄⁺ ao trato uveal, resultando em intensa resposta imune (GILGER *et al.*, 1999; KHURANA *et al.*, 2016).

Desta forma, observa-se o impacto negativo da URE para cavalos e proprietários, pois a perda visual, a diminuição das funções do indivíduo e os custos com diagnóstico e tratamento, que giram em torno de U\$ 4.000 a U\$ 8.000 por indivíduo nos EUA, tornam o controle da síndrome frustrante (GERDING; GILGER, 2016). Embora as terapias antimicrobianas, o uso de implantes à base de ciclosporina supracoroidal e a vitrectomia para remoção do vítreo inflamado sejam terapias efetivas para casos de URE com curso inicial, muitos equinos falham em responder ao tratamento (GILGER, 2010).

3.5 Fatores que influenciam a PIO

A PIO não é um valor constante, pois sofre influência de inúmeros fatores como da pressão arterial, do exercício físico intenso, do momento do dia em que é aferida e do próprio modelo de tonometria aplicado (WILENSKEY, 1991; SALIM *et al.*, 2009). O desenvolvimento de doenças como a catarata, induzem uveíte e, conseqüentemente, diminuição dos valores da PIO, devido à instabilidade capsular do cristalino propiciar o extravasamento de proteínas lenticulares, geradoras de inflamação intraocular (GONÇALVES; PIPPI; PACHALY, 2005).

Desta forma, inúmeras variáveis que podem interferir na PIO são observadas. As que frequentemente influenciam os valores da PIO de cavalos serão abordadas nesta seção.

3.5.1 Ritmo circadiano

O ritmo circadiano compreende um ciclo biológico de, aproximadamente, 24 horas, em que muitos processos fisiológicos oscilam ordenados por um marca-passo central. Em mamíferos, este marcador central é localizado no núcleo supraquiasmático, uma região do hipotálamo, acima do quiasma óptico, em cada lado do terceiro ventrículo. No entanto, o sistema nervoso central (SNC) ainda é influenciado por estímulos externos, principalmente pelo ciclo de luz/escuridão, conforme explanado por Halberg (1959 *apud* DEL SOLE *et al.*, 2007). Quando a luz atinge a retina, um sinal

elétrico chega ao SNC pelo trato retino-hipotalâmico, influenciando a temperatura corporal, os níveis hormonais, e a secreção de melatonina pela glândula pineal, entre outros ritmos fisiológicos (KLERMAN *et al.*, 1998; DEL SOLE *et al.*, 2007).

A melatonina tem seus maiores níveis à noite. Este hormônio parece diminuir a produção de HA ao modificar a expressão de genes que codificam receptores adrenérgicos e a enzima anidrase carbônica, causando diminuição na PIO (HUETE-TORAL *et al.*, 2015).

É reconhecido que o sistema β -adrenérgico tem importante papel na regulação da formação do HA, uma vez que seus receptores já foram identificados nos processos ciliares de coelhos e de humanos, por exemplo. Foi demonstrado que as catecolaminas, ao se ligarem nos receptores de membrana, estimulam a cascata de formação da Adenosina Monofosfatase (AMP) cíclica, associada ao transporte iônico, resultando em aumento na formação do HA (TO *et al.*, 2002). Outros experimentos comprovaram ação direta do sistema nervoso simpático na elevação da PIO de coelhos, através da demonstração de altas concentrações de noradrenalina no HA durante a fase escura do experimento (LIU; DACUS, 1991).

Mais tarde, em 1998, Liu, Lindsey e Weinreb confirmaram a existência de um marcador endógeno em coelhos na ausência de luz, responsável por manter altos os níveis da PIO durante a fase de escuridão. Ao contrário dos estudos anteriores, em que os animais foram ambientados por, no mínimo, duas semanas a um padrão de 12 horas de luz e 12 horas de escuridão, e as medições ocorreram em horários pré-determinados em cada um deles, Pereira e colaboradores (2011) realizaram tonometria em coelhos sob fotoperíodo natural, às 6, 9, 12, 15 e 18 horas, demonstrando PIO mais elevada às 6 horas. Assim como coelhos, ratos possuem os maiores valores de PIO à noite, o que persiste em condições de escuridão constante (LOZANO; HARTWICK; TWA, 2015).

Sob o mesmo aspecto, também ocorreram flutuações diárias da PIO em gatos expostos a um fotoperíodo com 12 horas de luz e 12 horas de escuridão, assim como nos felinos expostos a 48 horas de escuridão constante, demonstrando pico de PIO à noite. No mesmo trabalho, a tonometria foi realizada também em gatos com uveíte e com glaucoma. Os valores noturnos da PIO foram significativamente maiores do que os valores diurnos (DEL SOLE *et al.*, 2007).

Em humanos, muitos estudos têm abordado a identificação da flutuação da PIO ao longo do dia e, muitas vezes, com resultados contraditórios. A explicação pode estar

no fato de diferirem no aparelho utilizado, no número amostral, nos tipos de glaucoma e na frequência das mensurações (WILENSKY, 1991; JONAS *et al.*, 2010).

Os valores da PIO em macacos foram mais elevados entre 9 e 10 horas, sendo mais pronunciado em jovens, com média de $15,7 \pm 2,0$ mmHg (BITO; MERRI; DE ROSSEAU, 1979). Em 2011, Liu e colaboradores aferiram a PIO em macacos tibetanos de diferentes idades, com tonometria de rebote, e constataram média mínima ($19,8 \pm 0,4$ mmHg) às 3 horas e média máxima ($29,3 \pm 0,9$ mmHg) às 12 horas, um achado único e relacionado, talvez, com o estímulo do sistema nervoso autônomo, em virtude do horário da alimentação.

A persistência de um ritmo na PIO de pintos da raça Leghorn White também foi observada no fotoperíodo natural, no regime de luz/escuridão, e sob escuridão constante, onde os maiores valores registrados ocorreram pela manhã, embora a amplitude dos registros tenha sido menor no último regime. Além disso, o ritmo diurno da PIO e a força mecânica exercida pela PIO na esclera promoveu a síntese de proteoglicanos e o crescimento ocular destes animais, colaborando para o alongamento axial do olho, comprovado pela ultrassonografia (NICKLA; WILSOET; WALLMAN, 1998).

Em cães saudáveis da raça Beagle, a PIO foi mensurada por 48 horas, a cada quatro horas, sob fotoperíodo natural, apresentando acrofase diurna, isto é, maiores valores em torno das 9:30 horas (GIANNETTO; PICCIONE; GIUDICE, 2009). Entretanto, investigação posterior em indivíduos da mesma raça, expostos a diferentes regimes de luz, incluindo 24 horas de luz e 24 horas de escuridão, mostrou flutuação da PIO em todos os períodos, exceto sob luz constante, e os maiores valores foram registrados ao final da escotofase (término da madrugada). Estudos prévios sugerem que a atividade geral dos cães seja influenciada pelas atividades diárias de seus tutores e, por isso, acarretando no desencontro destes resultados (PICCIONE *et al.*, 2010).

Chinchilas foram avaliadas em relação à existência de uma ritmicidade na PIO, sendo mensurada às 7, 12 e 19 horas. A média do grupo composto por 36 animais, de diferentes idades, foi de $2,49 \pm 0,56$ mmHg, não demonstrando diferença significativa entre os horários de aferição (CHACALTANA; PIGATTO; DENARDIN, 2016).

Em cavalos, Van der Woerd e colaboradores (1998) realizaram sete aferições tonométricas em 20 cavalos sadios, entre 8 e 20 horas, repetindo o procedimento após a instilação de pilocarpina. Os autores não encontraram diferença significativa entre os valores da PIO, tampouco no tamanho pupilar. Posteriormente, foi realizada tonometria

em 11 cavalos saudáveis, às 8 e às 16 horas, inclusive após o uso de atropina 1% tópica, não constatando variação significativa na PIO, exceto pelo uso da atropina que diminuiu em 11,2% este padrão registrado inicialmente em $18,85 \pm 3,39$ mmHg (HERRING *et al.*, 2000).

Com o objetivo de determinar os efeitos do latanoprost tópico 0,005%, um grupo de pesquisadores aferiu a PIO às 7, 9, 11, 15, 17 e 19 horas, durante 48 horas, em 20 cavalos adultos, repetindo as mensurações durante quatro dias após a instilação do fármaco. Os resultados demonstraram redução nos valores basais, mas os autores não referiram qualquer padrão circadiano na PIO (WILLIS *et al.*, 2001a). Da mesma forma, Larsson, em 2001, constatou a diminuição na PIO em equinos após o uso de latanoprost 0,005%, ao longo de 18 aferições em 24 horas, mas sem descrever a influência circadiana.

A fim de relatar as alterações da PIO de equinos com uveíte, Wada (2006) descreveu cinco casos da doença atendidos num hospital do Japão. Particularmente num destes casos, houve um baixo registro dentre as aferições, em olho normal, relacionado à mensuração realizada pela manhã naquele indivíduo.

A PIO de cavalos foi estudada em 20 animais adultos com o objetivo de avaliar o efeito hipotensor da brinzolamida tópica 1%, instilada uma e duas vezes ao dia. Para tanto, os pesquisadores aferiram a PIO em cinco momentos diários, mas apenas relataram a queda nos valores da pressão sob os dois protocolos, sem explicar a flutuação diurna da PIO (GERMANN *et al.*, 2008).

Devido às escassas investigações sobre o ritmo circadiano da PIO de cavalos, Bertolucci e colaboradores, em 2009, publicaram um experimento realizado na Itália com seis éguas atletas, da raça Thoroughbred, entre sete e nove anos idade, em anestro e em intervalo de descanso entre duas temporadas esportivas. Os animais foram previamente submetidos à avaliação oftalmológica, incluindo tonometria, e então mantidos em baias individuais, isolados da luz e da influência social. Estes indivíduos foram expostos a três regimes de iluminação, com mensurações da PIO a cada três horas, durante 24 horas, para os três fotoperíodos (12 horas de luz e 12 horas de escuridão, 24 horas de luz constante e 24 horas de escuridão constante). No primeiro dia do experimento, os cavalos foram mantidos sob o ciclo de luz/escuridão e, a partir do dia seguinte, expostos à escuridão constante por três dias e, então, submetidos à aferição da PIO durante 24 horas, a cada três horas. Subsequentemente, as éguas foram mantidas novamente sob 12 horas de luz/12 horas escuridão por duas semanas e, então,

submetidas à luz constante por três dias. No dia posterior, realizou-se a tonometria a cada três horas por 24 horas. Três mensurações com tonômetro de aplanção foram realizadas nos dois olhos, e os valores médios calculados. Os resultados do estudo demonstraram a existência de um ritmo da PIO ao longo de 24 horas, em cavalos expostos ao ciclo de 12 horas de luz e 12 horas de escuridão, com um pico ao final do dia, sendo este ritmo abolido após exposição constante à luz. Esta flutuação permaneceu após o regime de escuridão constante, comprovando a existência de um relógio circadiano endógeno.

O aumento da PIO é fator de risco importante para o desenvolvimento do glaucoma, por isso sua mensuração ao longo do dia auxilia no diagnóstico e na terapia antiglaucomatosa (LIU; LINDSEY; WEINREB, 1998; RODRIGUES *et al.*, 2004). A curva tensional diária (CTD) consiste na avaliação mais fidedigna do comportamento da PIO ao longo da síndrome glaucomatosa, uma vez que é realizada a partir das 6 horas até às 24 horas, com aferições a cada três horas. O traçado isolado não é o suficiente para diagnosticar a doença, mas é uma ferramenta importante para os casos duvidosos e para avaliação do comportamento da PIO (RODRIGUES *et al.*, 2004; LIMA *et al.*, 2010).

Em virtude da dificuldade prática em realizar a CTD, outros métodos foram introduzidos para simplificá-la, como a mini-curva (ou curva ambulatorial) e a mensuração às 6 horas. A mini-curva compreende as aferições às 8, 12, 15 e 18 horas, facilitando a execução para o médico e para o paciente. Todavia, a aferição da PIO às 6 horas é priorizada em pesquisas em humanos, pois os picos pressóricos apresentam-se ao término da madrugada (RODRIGUES *et al.*, 2004; CRONEMBERG; SILVA; CALIXTO, 2010).

3.5.2 Estresse

O estresse é um processo fisiológico e neuro-hormonal, pelo qual passam os seres vivos para enfrentar as mudanças ambientais, a fim de manter a homeostase. O estresse pode ser desencadeado por vários agentes estressores, como comportamentais, somáticos e psicológicos, os quais ativam neurorreceptores do sistema nervoso simpático, estimulando a medula da adrenal a liberar catecolaminas, resultando em aumento da frequência cardíaca, frequência respiratória e diminuição da circulação sanguínea, por exemplo. Entretanto, se o agente estressor persistir, ocorre estímulo do

hipotálamo e liberação do hormônio liberador de corticotropinas, estimulando a adeno-hipófise a liberar hormônio adrenocorticotrópico, o qual provoca a produção de cortisol pelo córtex da adrenal (COLBORN *et al.*, 1991; ORSINI; BONDAN, 2006).

Ao se ativar o sistema nervoso β -adrenérgico, receptores desta classe, localizados nos processos ciliares, podem sofrer ligação com as catecolaminas, resultando em conversão do ATP em AMP cíclico. Este, é um ativador enzimático que aumenta o transporte de cálcio transepitelial, a produção de HA e, conseqüentemente, a PIO (TO *et al.*, 2002).

O medo, o transporte e as situações impostas pelo ser humano ao cavalo, causam a liberação de cortisol pelo eixo-hipotálamo-hipófise-adrenal e, quando a exposição ao estresse é crônica, os níveis de cortisol permanecem altos por muito tempo, desencadeando imunossupressão e até atrofia das glândulas adrenais (IRVINE; ALEXANDER, 1994; GRANDIN, 1997; MOSTL; PALME, 2002; GONTIJO *et al.*, 2014). Além disso, estudos prévios demonstraram acrofase diurna do cortisol em cavalos, com ritmicidade permanecendo também após regime de escuridão constante (IRVINE; ALEXANDER, 1994; GIANNETTO *et al.*, 2012).

Estudos relacionando a PIO da espécie equina com os níveis de cortisol são escassos. Pesquisas anteriores demonstraram que o uso do cachimbo, método de contenção rotineiro em equinos, proporcionou aumento em 81% dos níveis plasmáticos de β -endorfina, um opióide endógeno liberado pela adeno-hipófise em casos de dor e choque cardiogênico, além de aumentar a concentração de cortisol sistêmico em garanhões (COLBORN *et al.*, 1991; MCCARTHY; JEFFCOTT; CLARKE, 1993).

Entretanto, a relação direta do uso do cachimbo como fator estressor e a PIO de cavalos só foi estudada em 2016, quando Andrade e colaboradores demonstraram que a PIO média de 45 cavalos da raça Crioula aumentou de $29,35 \pm 4,08$ mmHg para $34,68 \pm 6,47$ mmHg com este instrumento de contenção, tendo sido realizada a tonometria entre 15:30 e 17:30 horas, para evitar a flutuação diurna do cortisol.

3.5.3 Propriedades da córnea e idade

A tonometria de aplanção é regida pela lei Imbert-Fick, em que a força exercida para aplanar a superfície corneana anterior é igual à PIO verdadeira. Todavia, esta lei exclui as propriedades elásticas da córnea e a sucção exercida pelo filme lacrimal sobre o instrumento (ROBERT, 2007).

A correlação positiva entre curvatura corneana e PIO foi abordada por Mark (1973 *apud* MORAD *et al.*, 1998). Neste estudo, em 400 coelhos, foi demonstrado que o aumento da curvatura da córnea em uma dioptria produzia uma elevação de 0,34 mmHg na leitura do tonômetro de aplanção. Mudanças no estroma da córnea, como edema induzido por úlcera ou redução na sua espessura por facoemulsificação, podem superestimar ou subestimar a PIO, respectivamente (KAUFMANN; BACHMANN; THIEL, 2004; BRUSINI *et al.*, 2006).

Em cães, já foi demonstrada a relação direta entre a espessura da córnea e os valores da PIO, mas com divergências nas discussões: Gilger e colaboradores (1991) reportaram que a espessura corneana de 562µm, aumentou com o aumento da idade, concluindo que a membrana de Descemet torna-se mais espessa e a densidade endotelial diminui com o passar do tempo. Ao encontro desta afirmativa, Park e colaboradores, em 2011, evidenciaram a correlação direta entre espessura central da córnea e os valores da PIO, principalmente pelo TonoVet[®], demonstrando que a tonometria de rebote também é influenciada pelas propriedades da córnea.

Gelatt e Mackay, em 1998, ao utilizarem quatro diferentes tonômetros de aplanção em cães, de diversas raças e idades, constataram que os valores da PIO declinaram 2 a 4 mmHg, nos animais acima de seis anos. Da mesma forma, Kato (2014) comparou as mensurações da PIO com dois tonômetros de aplanção em 68 olhos normais e em 191 olhos caninos com diferentes doenças (catarata, uveíte ou glaucoma). O autor identificou relação inversa entre espessura da córnea e os valores da PIO, que diminuíram com o aumento da idade em olhos normais, embora tal comportamento não tenha se repetido em olhos doentes. O autor discutiu que seus resultados em cães normais, assim como em outras espécies, demonstraram que a paquimetria é influenciada pela ação mecânica do tonômetro de aplanção.

A relação entre espessura corneana e valores da PIO foi demonstrada por Martinez-de-la-Casa e colaboradores (2006). Os autores constataram correlação positiva entre os parâmetros após o uso dos tonômetros de aplanção, de rebote e de contorno dinâmico, em 90 pacientes com glaucoma ou hipertensão ocular.

Num estudo realizado com lhamas e alpacas, embora a espessura da córnea não tenha sido avaliada, foi possível concluir que os valores da PIO, com a tonometria de aplanção, diminuíram com o aumento da idade (NUHSBAUM *et al.*, 2000). Igualmente, Ofri e colaboradores, em 2008, constataram em 33 leões avaliados que os valores da PIO pela tonometria de aplanção, aumentaram dramaticamente até os 20

meses de vida, estabilizando em torno dos 40 meses e, decrescendo a partir de então. A tonometria de aplanção realizada em 24 dromedários, também apresentou menores valores no grupo com mais de cinco anos de idade, apontando como provável causa desta correlação inversa, a diminuição da produção do HA, associada com o declínio sistêmico da saúde (FEATHERSTONE; HEINRICH, 2013; MARZOK; EL-KHODERY, 2015).

Em equinos, a paquimetria da córnea há muito tempo é estudada. Em cavalos da raça Rocky Mountain há uma queratopatia hereditária conhecida como córnea globosa, onde a câmara anterior é extremamente profunda e protuída, mas com PIO normal. Estudo realizado com 129 indivíduos desta raça demonstrou, através da paquimetria ultrassônica, que a região central de córneas normais eram mais finas ($770,0 \pm 7,5 \mu\text{m}$), enquanto que em córneas globosas, o quadrante medial é mais delgado ($787,5 \pm 15,8 \mu\text{m}$), além de apresentar correlação positiva entre espessura corneana e idade. Os valores da tonometria de aplanção não apresentaram diferença significativa entre os dois grupos do estudo (RAMSEY; HAUPTMAN; PETERSEN-JONES, 1999; RAMSEY *et al.*, 1999).

A paquimetria fornece uma avaliação quantitativa indireta da densidade das células endoteliais, fundamentais na manutenção da transparência da córnea, à medida em que limitam a absorção de água e solutos da câmara anterior para o estroma. Um estudo com 52 olhos normais de 26 cavalos demonstrou uma espessura corneana média de $893 \mu\text{m}$, porém, sem correlação com a idade (ANDREW *et al.*, 2001).

Concordando com a pesquisa anterior, a paquimetria e a tonometria de aplanção aplicadas em 41 indivíduos da raça Mini Horse, não se correlacionaram com a idade. Os animais do estudo apresentaram PIO média de 26 mmHg e espessura corneana média de $785,6 \mu\text{m}$ (PLUMMER; RAMSEY; HAUPTMAN, 2003).

Do mesmo modo, um estudo avaliando a curvatura corneana em dez potros Standarbred, não identificou diferença significativa neste parâmetro em relação a indivíduos adultos, previamente analisados pelo mesmo grupo de pesquisa (TOWNSEND; WASSERMAN; JACOBI, 2013). A espessura corneana de equinos é menor na região central, e sua influência sobre os valores da tonometria ainda não está estabelecida (VAN DER WOERDT *et al.*, 1995; ANDREW *et al.*, 2001; TOWNSEND; WASSERMAN; JACOBI, 2013).

3.5.4 Anestesia

A realização de procedimentos cirúrgicos intraoculares preconiza a redução da PIO antes da incisão ocular, pois a súbita redução da pressão pode expelir o conteúdo do bulbo (DUNCALF, 1975). A maioria dos depressores do SNC, incluindo agentes hipnóticos, tranquilizantes, neurolépticos e narcóticos, provocam diminuição na PIO, com exceção da quetamina que, assim como a succinilcolina, aumenta o tônus dos músculos extraoculares (DUNCALF, 1975; CUNNINGHAM; BARRY, 1986).

Os anestésicos gerais e narcóticos agem diretamente no centro de controle do diencéfalo, facilitando ou inibindo a produção e a drenagem do HA, relaxando ou contraindo os músculos extraoculares e *orbicularis oculi*, ou indiretamente pelos efeitos no sistema cardiovascular ou respiratório (CUNNINGHAM; BARRY, 1986).

Dentre os narcóticos, a morfina produz leve hipotensão. A atropina, administrada antes da anestesia para redução das secreções do trato respiratório superior, causa leve redução na PIO, provavelmente por relaxar a musculatura lisa, e os anestésicos inalatórios também podem diminuir a PIO, por facilitarem a drenagem do HA, como o halotano (DUNCALF, 1975). Doses sedativas de barbitúricos e tiopental, ocasionaram redução na PIO, mas relaxantes musculares como o atracúrio não influenciaram os valores da tonometria (CUNNINGHAM; BARRY, 1986).

A administração intravenosa de xilazina foi avaliada em 20 cavalos, observando-se redução da PIO em 23% deles, através da tonometria de aplanção, provavelmente pela redução no ultrafiltrado plasmático. Entretanto, o bloqueio do ramo palpebral do nervo auriculopalpebral, com cloridrato de mepivacaína, não influenciou os valores da PIO (VAN DER WOERDT *et al.*, 1995).

O uso de vecurônio como relaxante muscular não despolarizante em 16 equinos, não causou diferença significativa na PIO, mostrando-se bom imobilizador e centralizador do bulbo ocular em procedimentos oftálmicos. Porém, a romifidina utilizada como medicação pré-anestésica, causou redução nos valores da PIO, o que foi reafirmado em estudos recentes (BECHARA *et al.*, 1998; MARZOK; EL-KHODERY; OHEIDA, 2014).

Em seis cavalos saudáveis foram avaliados três protocolos de indução, com uma semana de intervalo entre eles, demonstrando que a administração intravenosa de xilazina diminuiu significativamente a PIO, por sua ação hipotensora, pelo relaxamento muscular e pela redução na produção do HA. Ao contrário, a administração de

quetamina aumentou em 37% a PIO, e o propofol em 8%, mas os valores permaneceram dentro do intervalo normal para equinos (FERREIRA *et al.*, 2013).

Os efeitos dos anestésicos tópicos sobre os valores da PIO ainda não estão estabelecidos. Num estudo em 212 pacientes foi observada diminuição significativa na PIO, em até 15 minutos, após a instilação de oxibuprocaína e betoxicaína, relacionada com a facilitação na drenagem do HA (BAUDOUIN; GASTAUD, 1994).

Os valores da tonometria de rebote em 40 olhos de cães demonstraram leve aumento, mas não significativo, após a instilação de lidocaína 4%. Possivelmente isso deva-se ao fato de ser um potente anestésico local, que pode induzir irritação ocular, desencadeando aumento na pressão sanguínea e, conseqüentemente, na PIO (GORIG *et al.*, 2006). Em 2013, Kim e colaboradores constataram uma queda não significativa nos valores da PIO aferida com o tonômetro de rebote em ratos, e com Tonopen em cães, após a instilação de proparacaína 0,5%.

3.5.5 Pressão arterial e atividade física

Quando ocorre queda na perfusão arterial do olho há diminuição significativa na PIO. Isto foi evidenciado em estudos prévios, onde a compressão na carótida ipsilateral causou quedas de 10 a 20 mmHg em alguns segundos (WHITACRE; STEIN, 1993).

Há uma relação direta entre a pressão arterial e os valores da PIO, por isso alguns humanos relatam perda de campo visual quando sua pressão arterial cai de forma súbita. A elevação na pressão sistólica, ao contrário, aumenta a pressão nos capilares do corpo ciliar, acarretando aumento na produção de HA e, conseqüentemente, no valor da PIO (KLEIN; KLEIN; KNUDTSON, 2005).

A influência da atividade física sobre a PIO é controversa. É sabido que aumento na pressão venosa pode causar elevação na PIO, porém um estudo com cinco cavalos italianos de salto, submetidos a um programa de treinamento por uma hora diária, não revelou diferença significativa nas mensurações da tonometria de aplanção. Foi sugerido que o valor da PIO após atividade física está relacionado à adaptação cardiovascular, e não à pressão sanguínea, quando o exercício é leve ou há adaptação cardiovascular (GIUDICE *et al.*, 2010).

A tonometria de rebote foi realizada em 69 cavalos de enduro para avaliar o efeito da desidratação antes, durante e logo após o término da competição. Demonstrou-se que a PIO diminuiu em cavalos de curtas distâncias, enquanto que nos animais com

atividade física mais prolongada, ela não variou significativamente. Os autores sugeriram que a flutuação da PIO ao longo do exercício físico, pode ser usada como indicador de desidratação em cavalos de performance (ALLBAUGH *et al.*, 2014).

3.5.6 Posição da cabeça

A influência das mudanças na posição da cabeça e do corpo motivam muitos estudos. A realização da tonometria de aplanção em 24 cães saudáveis, tanto sentados como em decúbito dorsal e esternal, demonstrou que o valor médio da PIO foi significativamente maior durante o decúbito dorsal. O estudo não demonstrou diferença significativa ao se aferir a PIO em indivíduos sentados (BROADWATER *et al.*, 2008).

Em estudo de Rajaei *et al.* (2018), os autores constataram que a PIO se elevou em 21 gatos aferidos com tonometria de rebote após o uso do decúbito dorsal. A tonometria de aplanção também foi realizada nestas três posições em 16 gatos saudáveis, demonstrando que a posição dorsal elevou a PIO em 3,3 mmHg, embora os valores médios da PIO tenham permanecido dentro dos padrões normais para a espécie, nas três posições (GHAFARI; GHEREKHLOO, 2017).

Em cavalos, a tonometria de aplanção foi realizada em 60 olhos de 30 indivíduos, quando a cabeça era posicionada acima e abaixo do nível do coração. O estudo demonstrou que a PIO teve um aumento de 8 mmHg em 87% dos olhos, quando a cabeça ficava abaixo do nível do coração. Os autores discutiram que, após a inversão de postura, ocorre aumento na pressão venosa episcleral, congestão dos tecidos orbitais e do trato uveal, contribuindo para a elevação da PIO (KOMAROMY *et al.*, 2006).

Em 2017, Monk e colaboradores avaliaram a PIO em 18 cavalos após indução anestésica durante o içamento do indivíduo para a mesa cirúrgica, constatando elevação nos valores deste parâmetro. Os autores discutiram provável elevação na pressão hidrostática ocular quando o animal está suspenso na talha, resultante da maior distância do olho ao coração. Os pesquisadores consideraram também a influência do peso corporal, alertando para este fator de risco em equinos suspeitos de hipertensão e que são transportados desta forma para o bloco cirúrgico.

Sob o ponto de vista clínico, é amplamente aceito que o olho do cavalo tolera melhor uma elevação da PIO do que o olho humano e o canino, por exemplo, visto que o equino mantém a visão por mais tempo, mesmo em olhos glaucomatosos. Talvez esta característica esteja na definição de que o cavalo é uma presa constante ao longo de

suas horas de pastoreio na natureza e, por isso, deve suportar estas constantes alterações de pressão intraocular (KOMAROMY *et al.*, 2006).

3.5.7 Outros fatores externos

Diversos fatores são apontados por causarem alteração nos valores da tonometria. A extensão dorso-ventral e lateral das pálpebras produziu aumentos significativos na PIO de cães (KLEIN *et al.*, 2011) e de gatos (RAJAEI *et al.*, 2018), constatando-se que, na primeira espécie, a melhor forma de contenção para realização da tonometria é apoiando uma mão do auxiliar, gentilmente, no queixo e a outra atrás da cabeça do paciente.

Além da forma de contenção, estudos prévios recomendaram o uso da peiteira em cães, em detrimento da coleira, principalmente em indivíduos glaucomatosos, a fim de evitar elevação na PIO (PAULI *et al.*, 2006). Esta compressão no pescoço resulta em constrição das veias jugulares e represamento venoso na úvea anterior e coroide, além da estase venosa episcleral (KLEIN *et al.*, 2011). Entretanto, a compressão das veias jugulares em gatos não produziu elevação na PIO num estudo com 21 felinos, provavelmente pela compressão não ter sido mantida pelo tempo adequado para gerar flutuação (RAJAEI *et al.*, 2018).

O uso de agentes cicloplégicos em alterações oftálmicas é comum, principalmente no tratamento da uveíte, pois a midríase produzida pelo relaxamento do músculo esfíncter da íris e o relaxamento do músculo ciliar, resultam em conforto ao paciente (SMITH *et al.*, 1986). Embora contraindicada em casos de glaucoma, por deslocar periféricamente a raiz da íris e assim diminuir o ângulo iridocorneal e a drenagem do HA, a atropina seria indicada no tratamento de olhos glaucomatosos de cavalos pelo estímulo à drenagem uveoscleral, entretanto, um efeito significativo na redução da PIO não foi observado em estudo com quatro cavalos (MUGHANNAM; BUYUKMIHCI; KASS, 1999).

Mensurações repetidas para aferição da PIO já foram apontadas como indutoras de baixos valores de pressão, em diversas espécies (WHITACRE; STEIN, 1993; MOORE *et al.*, 1995; MORRIS *et al.*, 2006). Este efeito ainda não está estabelecido: Moore e colaboradores (1995) constataram que, após 15 leituras com o tonômetro de

aplanação em ratos, os valores da PIO diminuíram, mas os autores ressaltaram que não houve significado clínico.

Todavia, um estudo utilizando tonometria de rebote em ratos verificou que, após dez aferições repetidas, houve uma redução na PIO. Os autores sugeriram mudanças na conformação da córnea semelhante a uma “escavação”, indutora de efeito tonográfico (MORRIS *et al.*, 2006). Em cavalos, no entanto, este efeito ainda não foi estabelecido.

Numa pesquisa foi constatado que a tonometria de aplanção em 38 cães saudáveis da raça Beagle, ao ser realizada por examinador inexperiente, teve um acréscimo de 4 mmHg em relação às aferições dos demais examinadores. Provavelmente isso se deva ao fato de que pressões instáveis exercidas na córnea, resultam em diferenças significativas na PIO (LIN *et al.*, 2009). O uso do Tonopen e do TonoVet[®] em 30 cavalos por três avaliadores com diferentes experiências na execução do exame, demonstrou que o último dispositivo superestimou os valores da PIO, mas apresentou grau satisfatório de reprodutibilidade, o que indica ser menos influenciado pelo examinador (MORENO, 2016).

4 ARTIGO CIENTÍFICO

Esta dissertação de mestrado foi elaborada na forma de artigo científico, e descreve a pesquisa, os resultados, a discussão e as conclusões, conforme as normas da revista Ciência Rural. O artigo será traduzido para a língua inglesa no momento de sua submissão.

4.1 Artigo

Curva diária e valores da pressão intraocular obtidos com tonômetro de rebote em equinos hípidos da raça Crioula (*Equus caballus*)

Daily curve and intraocular pressure values obtained with rebound tonometer in healthy horses of the Crioula breed (*Equus caballus*)

Ângela Beatriz de Oliveira Bacchin¹ João Antonio Tadeu Pigatto¹

¹ Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil.

Resumo

A tonometria é de extrema importância durante o exame oftálmico. Objetivou-se avaliar a pressão intraocular (PIO) com tonômetro de rebote em equinos hípidos da raça Crioula em diferentes horários do dia. Foram avaliados ambos os olhos de 25 cavalos da raça Crioula, machos ou fêmeas. Considerando as idades dos animais, foram designados três grupos, sendo GI: nove animais (3-5 anos de idade), GII: oito animais (6-8 anos de idade) e GIII: oito animais (9-16 anos de idade). Previamente à tonometria foram realizados teste lacrimal de Schirmer, biomicroscopia com lâmpada de fenda, prova da fluoresceína e oftalmoscopia indireta em todos os equinos. Num mesmo dia foram realizadas sete aferições da PIO (às 6, 9, 12, 15, 18, 21 e 24 horas). A avaliação estatística utilizou o teste T de Student quando haviam dois grupos de comparações, e o teste de análise de variância (ANOVA) para as variáveis PIO, horário de aferição (tempo) e categoria de idade. O valor médio da pressão intraocular obtido foi de $28,4 \pm 3,7$ mmHg considerando todos os animais avaliados. Os valores médios da pressão intraocular para os equinos de GI, GII e GIII foram $29,2 \pm 3,5$ mmHg, $28,4 \pm 4,3$ mmHg e $27,7 \pm 3,2$ mmHg, respectivamente. Não houve diferença estatisticamente significativa entre os olhos direito e esquerdo ($p= 0,257$), nem entre sexos ($p= 0,284$).

Quando comparadas as idades, a PIO média foi significativamente maior nos indivíduos jovens ($p= 0,012$). Não houve diferença estatisticamente significativa entre os diferentes horários do dia ($p= 0,560$). Os valores da PIO aferidos com o tonômetro de rebote em equinos da raça Crioula sofreram influência da idade. Os valores da pressão intraocular média obtidos com tonômetro de rebote em equinos hígidos não variaram em diferentes horários ao longo do dia.

Palavras-chave: Tonometria de rebote, pressão intraocular, equinos.

Abstract

Evaluation of intraocular pressure (IOP) is extremely important during ophthalmic examination. The objective was to evaluate the intraocular pressure with Rebound Tonometer in healthy Crioula breed horses at different times of the day. Twenty five horses, male or female, were divided into three groups by age: Group I: nine horses (3-5 years old), Group II: eight horses (6-8 years old), and Group III: eight horses (9-16 years old). Ophthalmic examination was performed previously by Schirmer Tear Test, slit lamp biomicroscopy, fluorescein test and indirect ophthalmoscopy in all horses. Seven measurements of intraocular pressure were assessed on the same day (at 6, 9, 12, 15, 18, 21 and 24 hours). The Student's T Test statistical analysis was used when there was two groups of comparisons, and the Analysis of Variance (ANOVA) was used for variables IOP, measurement time and age category. The average value of intraocular pressure 28.4 ± 3.7 mmHg. The mean intraocular pressure for groups I, II and III were 29.2 ± 3.5 mmHg, 28.4 ± 4.3 mmHg and 27.7 ± 3.2 mmHg, respectively. There was no statistically significant difference between right and left eyes ($p = 0.257$), nor between sexes ($p = 0.284$). When compared to the ages, the average IOP was significantly higher in young animals ($p = 0.012$). There was no statistically significant change between the different times of the day ($p = 0.560$). The IOP values measured with rebound tonometer in Crioula horses were influenced by age. The average intraocular pressure values obtained with rebound tonometer in healthy horses did not change with time of day.

Key words: Rebound tonometry, intraocular pressure, equines.

Introdução

A tonometria é uma estimativa indireta da pressão intraocular (PIO). A tonometria de rebote baseia-se no movimento de uma sonda que toca a córnea, sem a necessidade de colírio anestésico, e retorna ao dispositivo; a desaceleração produz uma voltagem que é convertida pelo microprocessador após seis leituras, calculando automaticamente o valor médio da PIO (ALGUIRE, 1990; KONTIOLA, 1997, 2000, 2001; BRUSINI et al., 2006).

A PIO é o resultado do balanço entre as taxas de produção e de drenagem do humor aquoso, um fluido responsável pela nutrição da córnea e da lente, e pela remoção dos metabólitos provenientes destes tecidos avasculares (TO et al., 2002). As vias de drenagem do humor aquoso compreendem a convencional e não convencional, constituídas pelo ângulo iridocorneal e malha uveoescleral, respectivamente, sendo a última a principal via de saída deste fluido da câmara anterior em equinos (SAMUELSON et al., 1989). Quando a drenagem do humor aquoso se torna ineficaz, há uma hipertensão ocular que, se persistente, leva à degeneração das células ganglionares retinianas e o estabelecimento do glaucoma (ULTER & BROOKS, 2011). Por outro lado, uveítes recorrentes cursam com hipotensão ocular e liquefação vítrea (BRANDES et al., 2007; GILGER, 2010). Alguns sinais clínicos associados a estas afecções, como edema de córnea e blefarospasmo, são comuns a outras doenças e, por isso, a tonometria assume importante papel no diagnóstico destas alterações (OFRI et al., 1998).

Os valores da PIO podem sofrer interferência de inúmeros fatores como, por exemplo, do dispositivo utilizado, da experiência do examinador, da idade e da espessura da córnea (GELATT & MACKAY, 1998; RAMSEY et al., 1999; NUHSBAUM et al., 2000; SAKATA, 2000; LIN et al., 2009). A pressão sanguínea sistêmica, o uso de agentes cicloplégicos e de sedativos intravenosos, também influenciam a pressão ocular, embora o bloqueio aurículo-palpebral pareça não exercer efeito sobre a PIO em cavalos (VAN DER WOERDT et al., 1995; HERRING et al., 2000; KLEIN et al., 2005; RIBEIRO et al., 2010). Mensurações repetidas, manipulação palpebral e compressão das veias jugulares durante a tonometria alteram artificialmente os valores da PIO (KLEIN et al., 2011), assim como estes podem oscilar em decorrência da desidratação (ALLBAUGH et al., 2014). Ademais, estudos vem sendo realizados para identificar o comportamento da PIO conforme o horário do dia em que ela é aferida, constatando um ritmo circadiano que perdura, inclusive, quando os

animais são submetidos a períodos de escuridão permanente (BERTOLUCCI et al., 2009; RIBEIRO et al., 2010; PEREIRA et al., 2011).

Os valores da PIO de equinos da raça Crioula obtidos com o TonoVet® já foram estabelecidos (ANDRADE et al., 2016). No entanto, o momento do exame oftálmico e o entendimento de uma flutuação diária na PIO são significantes para o diagnóstico e manejo de doenças oculares (GIANNETTO et al., 2009; PICCIONE et al., 2010). Objetivou-se obter os valores da pressão intraocular em equinos hípidos da raça Crioula em diferentes horários do dia, utilizando o tonômetro de rebote.

Materiais e métodos

Foram estudados 25 equinos da raça Crioula, machos ou fêmeas, de diferentes idades, provenientes da Cabanha São Caetano (Porto Alegre-Rio Grande do Sul), estabulados, alimentados com ração comercial e com feno, além de água à vontade. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS) e conduzida conforme o estatuto da *Association for Research in Vision and Ophthalmology* (ARVO) para o uso de animais em pesquisas oftálmicas. Foram inclusos na pesquisa os cavalos passíveis de manipulação e considerados saudáveis após avaliação oftálmica que incluiu teste lacrimal de Schirmer (Teste Lacrimal de Schirmer, Ophthalmos, SP, Brasil), biomicroscopia com lâmpada de fenda (SL15, Kowa, Japão), prova da fluoresceína (Fluoresceína sódica 1%, Ophthalmos, SP, Brasil) e oftalmoscopia indireta.

Foi utilizado o tonômetro de rebote (TonoVet®, Tiolat, Helsinki, Finlândia) calibrado no modo “ho”. A tonometria foi realizada em ambos os olhos conforme a curva tensional diária: às 6, 9, 12, 15, 18, 21 e às 24 horas, por ser a avaliação mais fiel do comportamento da PIO. As aferições da PIO foram efetuadas pelo mesmo examinador e ocorreram dentro da cocheira respectiva a cada cavalo. Devido à manipulação palpebral e compressão jugular induzirem aumento na pressão intraocular, elas foram evitadas durante a execução do estudo. A cabeça de cada equino foi mantida acima do nível do coração durante o exame. A contenção foi gentilmente realizada com buçal pelo mesmo auxiliar. Os exames foram realizados sob luminosidade natural e, à noite, exercidos com auxílio de uma lanterna. Os animais foram distribuídos em três grupos conforme a idade: GI (3-5 anos), GII (6-8 anos) e GIII 3 (9-16 anos).

Os dados foram compilados e analisados através do *software* SPSS® (18.0 version, Chicago, *IL Statistical Package for the Social Sciences*). A análise estatística

apresentou as variáveis quantitativas como média±desvio padrão. O teste T de Student foi empregado quando haviam dois grupos de comparações, e o teste de análise de variância (ANOVA), seguido do teste de Tukey (*Post-Hoc*), foram aplicados quando haviam mais de dois grupos de análise. Todos os testes foram empregados considerando um nível de significância de 5% (valor de $p < 0,05$).

Resultados

Os cavalos previamente selecionados foram considerados hígidos à avaliação oftálmica e demonstraram tolerância à tonometria de rebote. A pressão intraocular média dos 25 animais foi $28,4 \pm 3,7$ mmHg, com o valor mínimo de 19 mmHg e o valor máximo de 45 mmHg. A pressão intraocular média dos bulbos oculares direitos e esquerdos foi $27,9 \pm 3,6$ mmHg e $29,1 \pm 3,8$ mmHg, respectivamente, não diferindo estatisticamente ($p = 0,257$). A pressão intraocular média das fêmeas e dos machos foi $29,2 \pm 3,7$ mmHg e $27,6 \pm 3,6$ mmHg, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre si ($p = 0,284$). Os valores médios da PIO das três categorias de idade estão exemplificados na Tabela 1, demonstrando diferença significativa entre os equinos mais jovens, em relação ao grupo mais velho ($p = 0,008$). Entretanto, os horários de aferições não demonstraram influência estatística sobre os valores da PIO ($p = 0,560$), conforme demonstrado na Tabela 2.

Discussão

A tonometria de rebote tem sido empregada para obtenção dos valores da pressão intraocular em diferentes espécies, incluindo ratos, cães, pinguins, gatos, pombos, rãs, entre outras (WANG et al., 2005; LEIVA et al., 2006; MERCADO et al., 2010; MCLELLAN et al., 2013; PARK et al., 2017; CANNIZZO et al., 2017). O tonômetro de rebote tem sido utilizado rotineiramente para avaliação da PIO em equinos (GERMANN et al., 2008). Este equipamento já foi validado para a espécie equina, o exame é tolerado pelos animais e não existe a necessidade de anestesia tópica (KONTIOLA, 2000; KNOLLINGER et al., 2005).

A equideocultura brasileira gera 640 mil empregos diretos e 200.000 indiretos, além de movimentar R\$ 7,3 bilhões anualmente; dos quase seis milhões de equinos do Brasil, aproximadamente 8% estão no Estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2010). Cerca de 300 mil animais da raça Crioula compõem o rebanho nacional (ABCCC, 2015). Dada a relevância econômica da espécie e sua aproximação como animal de

companhia, a tonometria como parte do exame oftálmico tem sido mais empregada nos últimos anos (KOMAROMY et al., 2006).

A tonometria é capaz de revelar mínimas reduções neste parâmetro em equinos com sinais subclínicos de uveíte (ALGUIRE, 1990; WADA, 2006). Por sua vez, o exame auxilia no diagnóstico do glaucoma, que é uma afecção multifatorial e cuja elevação da PIO é fator de risco à degeneração das células ganglionares da retina (CULLEN & GRAHN, 2000; WILKIE & GILGER, 2004).

No presente estudo foram encontrados valores compreendidos entre 19 mmHg e 45 mmHg, com valor médio de $28,4 \pm 3,7$ mmHg. Os valores de referência da PIO já foram estabelecidos para inúmeras espécies. Com tonometria de rebote, a PIO média em coelhos foi $9,51 \pm 2,62$ mmHg (PEREIRA et al., 2011), em aves de rapina foi $10,45 \pm 1,64$ mmHg (JEONG et al., 2007, REUTER et al., 2010), em iguanas foi $18,0 \pm 1,7$ mmHg (ARAUJO et al., 2017), enquanto que em chinchilas foi $9,7 \pm 2,5$ mmHg (SNYDER et al., 2018). Em ovelhas, com a tonometria de aplanção foi obtida PIO média de $16,36 \pm 2,19$ mmHg (PIGATTO et al., 2011).

O valor médio da PIO do presente estudo vem ao encontro dos resultados de KNOLLINGER (2005), cujos valores da tonometria de rebote variaram de 10 a 34 mmHg, e ao encontro dos resultados de ANDRADE et al (2016), em que a PIO média aferida com o TonoVet[®] foi $29,35 \pm 4,08$ mmHg. As sete aferições da PIO não resultaram em qualquer alteração ocular nos cavalos da pesquisa, uma vez que foram monitorados por 30 dias após o experimento.

Além disso, o equipamento utilizado para aferição da PIO também interfere em seus valores. Estudos realizados com equinos aplicaram a tonometria de aplanção, e resultados comparativos demonstraram que o TonoVet[®] superestimou a PIO em relação aos valores obtidos com o tonômetro de aplanção Tonopen Avia[®], em equinos da raça Crioula (ANDRADE, 2011). Contrariamente, os valores do Tonopen Avia[®] foram significativamente superiores aos do TonoVet[®] em coelhos hípidos (PEREIRA et al., 2011). Além disso, há presença de vibrissas abaixo da pálpebra inferior equina que, ao serem tocadas pela aproximação do tonômetro, podem ocasionar o fechamento palpebral por estímulo ao nervo facial, alterando a PIO (GANDHI et al., 2001; CARASTRO, 2004).

A PIO pode sofrer influência da idade e da espessura da córnea (RAMSEY et al., 1999; NUSHBAUM et al., 2000; RIBEIRO et al., 2010). No presente estudo não foi realizada avaliação da espessura da córnea, mas animais entre 3 a 5 anos tiveram

valores médios de PIO significativamente maiores que a categoria composta por cavalos entre 9 e 16 anos. Estes resultados vão ao encontro de GELATT e MACKAY (1998), que detectaram com quatro tonômetros um declínio na PIO de até 4 mmHg em cães acima de seis anos, em comparação aos indivíduos com menos de 24 meses. A relação inversa entre tonometria e idade foi também observada em lhamas, alpacas e dromedários (NUSHBAUM et al., 2000; MARZOK; EL-KHODERY, 2015), assim como o aumento dramático da PIO foi constatado em leões com até 20 meses de idade, e seu declínio a partir dos 40 meses (OFRI et al., 2008). A espessura corneana de cavalos parece aumentar com o aumento da idade, o que acarretaria maiores valores na PIO (RAMSEY et al., 1999; ANDRADE et al., 2016). Porém, estudos prévios em humanos indicaram que o envelhecimento reduz significativamente a síntese de humor aquoso e a drenagem uveoscleral, a principal via de drenagem do aquoso em cavalos (TORIS et al., 1999).

Relativamente à influência do sexo sobre os valores da PIO, o presente estudo não demonstrou diferença significativa, concordando com estudos prévios em equinos (KOMAROMY et al., 2006). Além disso, pesquisas realizadas em outras espécies também não demonstraram diferenças nos valores da PIO em virtude do gênero, como em pinguins, em patos, em aves de rapina e em cães (GALATT; MACKAY, 1998; MERCADO et al., 2010; REUTER et al., 2011; MOOD et al., 2017). Entretanto, os valores da PIO se mostraram maiores em leões machos (OFRI et al., 1998).

A PIO sofre variação durante o dia em função do ritmo circadiano (GIANNETTO et al., 2009). Ainda não está estabelecido um padrão circadiano sobre os valores da PIO de humanos, mas comumente são observados picos pressóricos pela manhã (RODRIGUES et al., 2004). Outras espécies demonstraram um ritmo nos valores da PIO ao longo do dia. Um comportamento circadiano da PIO em coelhos, após o regime de 12/12 horas de luz e escuridão, foi identificado com os maiores valores à noite (LIU; DACUS, 1991). Todavia, PEREIRA e colaboradores (2011) ao avaliarem a PIO de coelhos sob fotoperíodo natural, ao longo de cinco aferições diárias, das 6 às 18 horas, encontraram os maiores valores do parâmetro às 6 horas. A flutuação circadiana em macacos apresentou picos da PIO entre 9 e 10 horas (BITO et al., 1979). Ao se avaliar o ritmo circadiano da PIO em cães da raça Beagle, sob fotoperíodo natural, a acrofase do parâmetro foi diurna (GIANNETTO et al., 2009), porém estudos posteriores na raça, aplicando regimes constantes de luz e de escuridão, revelaram os maiores valores ao término da escotofase (PICCIONE et al., 2010). Também avaliando

a ritmicidade da PIO em gatos, sob fotoperíodos constantes de luz e de escuridão, DEL SOLE e colaboradores (2007) encontraram a acrofase à noite. Um estudo em ratos apresentou um padrão circadiano nos valores da PIO que persistiu na escuridão, sendo os maiores valores do parâmetro registrados à noite (MOORE et al., 1996).

Deste modo, ainda não há consenso sobre a influência do ritmo circadiano sobre os valores da PIO em animais (MOORE et al., 1996; DEL SOLE et al., 2007; PEREIRA et al., 2011). Esta oscilação é fator de risco para os portadores ou suspeitos de glaucoma, sendo necessário o acompanhamento da pressão intraocular para detecção dos picos e manejo da terapia antiglaucomatosa por meio da curva tensional diária, com aferições a cada três horas, a partir das 6h às 24h (RODRIGUES et al., 2004; LIMA et al., 2010).

No presente estudo, relativamente aos diferentes horários do dia em que a tonometria foi empregada, não foram encontradas diferenças entre as mensurações realizadas. Estes resultados divergiram do estudo de BERTOLUCCI et al. (2009) que submeteram os animais a três regimes luminosos diferentes, constatando um pico na PIO ao final do dia e uma queda nos valores noturnos, além de detectarem um ritmo endógeno que permaneceu sob condições de escuridão constante. Os resultados do presente estudo não constataram uma flutuação circadiana na PIO, assim como VAN DER WOERDT e colaboradores (1998), ao realizarem a tonometria em 20 cavalos, das 8 horas às 20 horas. Igualmente, HERRING et al. (2000) realizaram a tonometria em 11 equinos saudáveis, às 8 horas e às 16 horas, e não identificaram variações significativas na PIO. Da mesma forma, GERMANN et al. (2008) não demonstraram flutuação nos valores da PIO ao longo das cinco aferições diárias realizadas em 20 cavalos, a fim de avaliar o efeito hipotensor da brinzolamida. Num estudo realizado por CHACALTANA et al. (2016) em chinchilas, não foi observado comportamento circadiano, provavelmente porque as mensurações noturnas não se realizaram em ambiente hermeticamente escuro. Da mesma forma, a presente pesquisa foi conduzida sob fotoperíodo natural. Embora o sistema nervoso simpático pareça sinalizar a elevação na PIO, a iluminação ambiental pode sincronizar esta flutuação (LIU; DACUS, 1991).

Conclusão

Os valores da pressão intraocular média obtidos com tonômetro de rebote em equinos hígdos não variaram em diferentes horários ao longo do dia.

Agradecimentos

À Cabanha São Caetano por disponibilizar os animais para esta pesquisa e à Capes pela concessão da bolsa de estudos.

Aprovação do Comitê de Bioética e Biossegurança

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética No Uso de Animais da Faculdade de Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CEUA-UFRGS), sob o protocolo de número 32754 (aprovado em 8 de maio de 2017), e conduzido conforme as normas da *Association for Research in Vision and Ophthalmology* (ARVO).

Conflito de interesses

Os autores declaram não ter conflito de interesses neste estudo.

Referências

ABCCC. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. 2015. Disponível em: <<http://www.cavalocrioulo.org.br>>. Acesso em: Fev. 02, 2018.

ALGUIRE, P. C. Tonometry. In:_____.**Clinical methods: the history, physical, and laboratory examinations**. 3. ed. Boston: Butterworth, 1990. p. 581-584.

ALLBAUGH, R. A. et al. Intraocular pressure in equine athletes during endurance competitions. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 154-159, July 2014. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24837002>. Accessed: Dez. 15, 2016. doi: 10.1111/vop.12182.

ANDRADE, M. C.C. **Estudo comparativo entre a tonometria de rebote e a tonometria de aplanção em equinos da raça Crioula (*Equus caballus*)**. 2011. 76 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Animal)-Curso de Pós-graduação em Medicina Animal: Equinos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ANDRADE, M. C. C. et al. Lip twitch restraint on rebound tonometry in horses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1486-1490, Ago 2016. Available from: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000801486>. Accessed: Fev. 10, 2017. doi: 10.1590/0103-8478cr20150378.

ARAUJO, N. L. L. C. et al. Evaluation of selected ophthalmic diagnostic tests in green iguanas (*Iguana iguana*). **Journal of Exotic Pet Medicine**, New York, v. 26, n. 3, p. 176-187, July 2017. Available from: <www.sciencedirect.com/science/article/pii/S155750631730143X>. Accessed: Set. 21, 2017. doi: 10.1053/j.jepm.2017.05.009.

BERTOLUCCI, C. et al. Circadian intraocular pressure rhythms in athletic horses under different lighting regime. **Chronobiology International**, London, v. 26, n. 2, p. 348-358, Feb. 2009. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19212846>. Accessed: Fev. 12, 2017. doi: 10.1080/07420520902751035.

BITO, L. Z. et al. Intraocular pressure of rhesus monkey (*Macaca mulata*). I. An initial survey of two free-breeding colonies. **Investigative Ophthalmology Visual and Science**, Saint Louis, v. 18, n. 8, p. 785-793, Aug. 1979. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/110720>. Accessed: Fev. 10, 2018.

BRANDES, K. et al. Recurrent uveitis in horses: vitreal examinations with ultrastructural detection of leptospire. **Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, Pathology, Clinical Medicine**, Berlin, v. 54, n. 5, p. 270-275, Jun. 2007. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17523963>. Accessed: Fev. 15, 2017. doi: 10.1111/j.1439-0442.2007.00921.x.

BRUSINI, P. et al. Comparison of ICare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. **Journal of Glaucoma**, New York, v. 15, n. 3, p.213-217, June 2006. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16778643>. Accessed: Fev. 13, 2017. doi: 10.1097/01.jig.0000212208.87523.66.

CANNIZZO, S. A. et al. Intraocular pressure in American bullfrogs (*Rana catesbeiana*) measured with rebound and applanation tonometry. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 526-532, Nov. 2017. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28247466>. Accessed: Jan. 14, 2018. doi: 10.1111/vop.12463.

CARASTRO, S. M. Equine ocular anatomy and ophthalmic examination. **Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 285-299, Aug. 2004. doi: 10.1016/j.cveq.2004.04.013.

CHACALTANA, F. D. Y. C. et al. Assessment of intraocular pressure in chinchillas of diferente age groups using rebound tonometry. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n. 8, p. 1466-1471, Ago. 2016. Available from: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782016000801466>. Accessed: Nov. 03, 2017. doi: 10.1590/0103-8478cr20151206.

COHEN, C. M.; REINKE, D. A. Equine tonometry. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Ithaca, v. 156, n. 12, p. 1884-1887, June 1970.

CULLEN, C. L.; GRAHN, B. C. Equine glaucoma: a retrospective study of 13 cases presented at the Western College of Veterinary Medicine from 1992 to 1999. **The Canadian Veterinary Journal**, Guelph, v. 41, n. 6, p. 470-480, June 2000. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10857031> Accessed: Ago. 20, 2017. doi: pmc1476223.

DEL SOLE, M. J. et al. Circadian rhythm of intraocular pressure in cats. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 155-161, June 2007. Available

from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17445076>. Accessed: Mar. 09, 2017. doi: 10.1111/j.1463-5224.2007.00525.x.

GANDHI, P. D. et al. Attempted eyelid closure affects intraocular pressure measurement. **American Journal of Ophthalmology**, Chicago, v. 131, n. 4, p. 417-420, Apr. 2001. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11292401>. Accessed: July, 29, 2017. doi: 0002-9394/01.

GELATT, K. N.; MACKAY, E. O. Distribution of intraocular pressure in dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 1, p. 109-114, June 1998. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11397218>. Accessed: June 27, 2017. doi: 10.1046/j.1463-5224.1998.00024.x.

GERMANN, S. E. et al. Effects of topical administration of 1% brinzolamide on intraocular pressure in clinically normal horses. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 40, n. 7, p. 662-665, Nov. 2008. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18487097>. Accessed: Fev. 15, 2017. doi: 10.2746/042516408x287426.

GIANNETTO, C. et al. Daytime profile of the intraocular pressure and tear production in normal dog. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 12, n. 5, p. 302-305, Sep-Oct. 2009. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19751490>. Accessed: Fev., 07, 2018. doi: 10.1111/j.1463-5224.2009.00717.x.

GILGER, B. C. Equine recurrent uveitis: the viewpoint from the USA. **Equine Veterinary Journal. Supplement**, Suffolk, n. 37, p. 57-61, Mar. 2010. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20939168>. Accessed: Jan. 08, 2018. doi: 10.1111/042516409X090002.

HERRING, I. P. et al. Effect of topical 1% atropine sulfate on intraocular pressure in normal horses. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 3, n. 2-3, p. 139-143, June 2000. doi: 10.1046./j.1463-5224.2000.3230139.x.

IBGE Banco de dados agregados/IBGE Sistema IBGE de recuperação automatic-SIDRA, 2010. Available: <www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/lista>. Accessed: Fev. 02, 2018.

JEONG, M. B. et al. Comparison of the rebound tonometer (TonoVet[®]) with the applanation tonometer (TonoPen XL[®]) in normal Eurasian Eagle owls (*Bubo bubo*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 10, n. 6, p. 376-379, Nov-Dec. 2007. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17970999>. Accessed: Fev. 13, 2017. doi: 10.1111/j.1463-5224.2007.00573.x.

KLEIN, B. E. K. et al. Intraocular pressure and systemic blood pressure: longitudinal perspective: the Beaver Dam Eye Study. **British Journal of Ophthalmology**, London, v. 89, n. 3, p. 284-287, Mar. 2005. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15722304>. Accessed: Dez. 27, 2017. doi: 10.1136/bjo.2004.048710.

KLEIN, H. E. et al. Effect of eyelid manipulation and manual jugular compression on intraocular pressure measurement in dogs. **Journal American of Veterinary Medical Association**, New York, v. 238, n. 10, p. 1292-1295, May. 2011. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21568774>. Accessed: Set. 07, 2017. doi: 10.2460/javma.238.10.1292.

KNOLLINGER, A. M. et al. Evaluation of a rebound tonometer for measuring intraocular pressure in dogs and horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 227, n. 2, p. 244-248, July 2005. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16047660>. Accessed: Fev.10, 2017. doi: 01084791.

KOMAROMY, A. M. et al. Effect of head position on intraocular pressure in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 67, n. 7, p. 1232-1235, July 2006. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16817748>. Accessed: Dez. 15, 2016. doi: 10.2460/ajvr.67.7.1232.

KONTIOLA, A. A new electromechanical method for measuring intraocular pressure. **Documenta Ophthalmologica**, v. 93, n. 3, p. 265-276, 1997. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9550354>. Accessed: Ago. 25, 2017. doi: 9550354.

KONTIOLA, A. I. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. **Acta Ophthalmologica Scandinavica**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 142-145, Apr. 2000. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10794245>. Accessed: Fev. 13, 2017. doi: 10.1034/j.1600-0420.2000.078002142.x.

KONTIOLA, A. I. The induction/impact tonometer: a new instrument to measure intraocular pressure in rat. **Experimental Eye Research**, London, v. 73, n. 6, p. 781-785, Dec. 2001. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11846509>. Accessed: Fev. 13, 2017. doi: 10.1006/exr.2001.1088.

LEIVA, M. et al. Comparison of the rebound tonometer (ICare®) to the applanation tonometer (Tonopen XL®) in normotensive dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 17-21, Jan-Feb. 2006. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16409240>. Accessed: June, 27, 2017. doi:10.1111/j.1463-5224.2005.00429.x.

LIMA, F. P. A. et al. Avaliação do comportamento da pressão intraocular em pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto assimétrico submetidos ao teste provocativo da ibopamina. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 69, n. 3, p. 165-169, 2010. Available from: <www.scielo.br/pdf/rbof/v69n3/a05v69n3.pdf>. Accessed: Jan. 07, 2018.

LIN, S. L. et al. The Tonopen XL® tonometer and observers. **Taiwan Veterinary Journal**, v. 35, n. 1, p. 15-20, 2009.

LIU, J. H. K. & DACUS, A. C. Endogenous hormonal changes and circadian elevation of intraocular pressure. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, v. 32, n.3, p. 496-500, Mar. 1991. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2001924>. Accessed: Jan. 10, 2018.

MARZOK, M. A.; EL-KHODERY, S. A. Intraocular pressure in clinically normal dromedary camels (*Camelus dromedaries*). **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 76, n. 2, p. 149-154, Feb. 2015. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25629912>. Accessed: Jan. 18, 2018. doi: 10.2460/ajvr.76.2.149.

MCLELLAN, G. J. et al. Validation of the TonoVet® rebound tonometer in normal and glaucomatous cats. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 111-118, Mar. 2013. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22672669>. Accessed: Mar., 09, 2017. doi: 10.1111/j.1463-5224.2012.01038.x.

MERCADO, J. A. et al. Intraocular pressure in captive black-footed penguins (*Spheniscus demersus*) measured by rebound tonometry. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 24, n. 2, p. 138-141, June 2010. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20806659>. Accessed: Fev. 09, 2017. doi: 10.1647/2009-002.1.

MILLER, P. E. et al. Evaluation of two applanation tonometers in horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 51, n. 6, p. 935-937, June 1990.

MOOD, M. A. et al. Measurement of tear production and intraocular pressure in ducks and geese. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 1, p. 53-57, Jan. 2017. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26785687>. Accessed: Set. 09, 2017. doi: 10.1111/vop.12351.

MOORE, C. G. et al. Circadian rhythm of intraocular pressure in the rat. **Current Eye Research**, London, v. 15, n. 2, p. 185-191, Feb. 1996. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8670727>. Accessed: Dec. 12, 2017.

NUHSBAUM, M. T. et al. Intraocular pressure in normal llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 31-34, Mar. 2000. Available from: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1463-5224.2000.00103.x/abstract>>. Accessed: Mar. 12, 2017. doi: 10.1046/j.1463-5224.2000.00103.x.

OFRI, R. et al. Factors affecting intraocular pressure in lions. **The Veterinary Journal**, v. 177, n. 1, p. 124-129, London, July 2008. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17561420>. Accessed: Fev. 16, 2018. doi: 10.1016/j.tvjl.2007.04.003.

OFRI, R. et al. Tonometry in three herbivorous wildlife species. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 1, n. 1, p. 21-24, Mar. 1998. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11397205>. Accessed: Jun. 27, 2017. doi: 10.1046/j.1463-5224.1998.00004.x.

OFRI, R. et al. The effects of anesthesia and gender on intraocular pressure in lions (*Panthera leo*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 29, n. 3, p.

307-310, Sept. 1998. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9809604>. Accessed: Mar., 08, 2018.

PARK, S. et al. Ultrasound biomicroscopy and tonometry in ophthalmologically normal pigeon eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 468-471, Sept. 2017. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28074538>. Accessed: Set. 29, 2017. doi: 10.1111/vop.12450.

PEREIRA, F. Q. et al. Comparison of a rebound and na applanation tonometer for measuring intraocular pressure in normal rabbits. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 321-326, Sept. 2011. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21929609>. Accessed: Fev. 25, 2017. doi: 10.1111/j.1463-5224.2011.00879.x.

PICCIONE, G. et al. Influence of different artificial lighting regimes on intraocular pressure circadian profile in the dog (*Canis familiaris*). **Experimental Animals**, Tokyo, v. 59, n. 2, p. 215-223, 2010. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20484855>. Accessed: Dez. 26, 2017. doi: 10.1538/expanim.59.215.

PIGATTO, J. A. T. et al. Intraocular pressure measurement in sheep using an applanation tonometer. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 6, p. 685-689, Nov.-Dec. 2011. Available from: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2011000600002>. Accessed: Fev.10, 2017. doi: 10.1590/S0034-737X2011000600002.

PLUMMER, C. E. et al. Assessment of corneal thickness, intraocular pressure, optical corneal diameter, and axial globe dimensions in Miniature Horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 6, p. 661-665, June 2003. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12828248>. Accessed: Dez.15, 2016.

RAMSEY, D. T. et al. Corneal thickness, intraocular pressure, and optical corneal diameter in Rocky Mountain horses with cornea globose or clinically normal corneas. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 60, n. 10, p. 1317-1321, Oct. 1999.

REUTER, A. et al. Accuracy and reproducibility of the TonoVet[®] rebound tonometer in birds of prey. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 13, p. 80-85, Sep. 2010. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20840094>. Accessed: Fev. 15, 2017. doi: 10.1111/j.1463-5224.2010.00817.x.

REUTER, A. et al. Reference intervals for intraocular pressure measured by rebound tonometry in ten raptor species and factors affecting the intraocular pressure. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Boca Raton, v. 25, n. 3, p. 165-172, Sept. 2011. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22216716>. Accessed: Mar. 10, 2017. doi: 10.1647/2009-056.1.

RIBEIRO, A. P. et al. Intraocular pressure and tear secretion in saanen goats with different ages. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 9, p. 798-802, Sept. 2010. doi: 10.1590/S0100-736X2010000900015.

RODRIGUES, L. D. et al. Picos de pressão intra-ocular: comparação entre curva tensional diária, minicurva e medida da pressão intra-ocular às 6 horas. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 127-131, Feb. 2004. Available from: <www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492004000100023>. Accessed: Jan.07, 2018. doi: 10.1590/S0004-27492004000100023.

SAMUELSON, D. et al. Morphologic features of the aqueous humor drainage pathways in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 50, n. 5, p. 720-729, May 1989. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2729716>.

SAKATA, K. et al. Estudo da correlação entre pressão intra-ocular e espessura corneana central (projeto glaucoma). **Arquivo Brasileiro de Oftalmologia**, São Paulo, v.63, n. 5, p. 355-358, Out. 2000. doi: 10.1590/S0004-27492000000500005.

SNYDER, K. C. et al. Tonometer validation and intraocular pressure reference values in the normal chinchilla (*Chinchilla lanigera*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 4-9, Jan. 2018. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28303681>. Accessed: Fev. 18, 2018. doi: 10.1111/vop.12468.

TO, C. H. et al. The mechanism of aqueous humour formation. **Clinical and Experimental Optometry**, Carlton, v. 85, n. 6, p. 335-349, Nov. 2002. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12452784>. Accessed: Mar. 20, 2017.

TORIS, C. B. et al. Aqueous humor dynamics in the aging human eye. **American Journal of Ophthalmology**, v. 127, n. 4, p. 407-412, Apr. 1999. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10218693>. Accessed: Fev. 26, 2018. doi: 10.1016/S0002-9394(98)00436-X.

ULTER, M. E.; BROOKS, D. E. Glaucoma. In: _____. **Equine ophthalmology**. 2.ed. Maryland Heights: Elsevier Saunders, 2011. Cap. 9, p. 350-366.

VAN DER WOERDT, A. et al. Effect of auriculopalpebral nerve block and intravenous administration of xylazine on intraocular pressure and corneal thickness in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 56, n. 2, p. 155-158, Feb. 1995.

VAN DER WOERDT, A. et al. Normal variation in, and effect of 2% pilocarpine on, intraocular pressure and pupil size in female horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 59, n. 11, p. 1459-1462, Nov. 1998.

WADA, S. Changes of intraocular pressure in uveitic horses. **Journal Equine Science**, v. 17, n. 3, p. 67-73, 2006. Available from: <www.jstage.jst.go.jp/article/jes/17/3/17_3_67/_pdf>. Accessed: Fev. 10, 2017.

WANG, W. H. et al. Noninvasive measurement of rodent intraocular pressure with a rebound tonometer. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 46, n. 12, p. 4617-4621, Dec. 2005. Available from: <www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16303957>. Accessed: Feb. 13, 2017. doi: 10.1167/iovs.05-0781.

WILKIE, D. A. & GILGER, B. C. Equine glaucoma. **Veterinary clinics of north America**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 381-391, Aug. 2004. doi: 10.1016/j.cveq.2004.04.002.

Tabela 1. Valores da pressão intraocular média, expressos em mmHg, obtidos em equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), para as três categorias de idade.

Idades	Nº de cavalos (%)	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média ± DP	F de Fisher	Valor de p^*
GI (3-5 anos)	9 (36,0)	20	38	29,2 ± 3,5		
GII (6-8 anos)	8 (32,0)	19	45	28,4 ± 4,3	4,519	0,012
GIII (9-16 anos)	8 (32,0)	21	35	27,7 ± 3,2		

DP: Desvio padrão.

*O teste post-hoc de Tukey foi aplicado posteriormente ao ANOVA. Houve diferença significativa entre as categorias de idades 3-5 anos vs. 9-16 anos ($p = 0,008$), mas não entre as demais comparações ($p > 0,05$).

Tabela 2. Valores da pressão intraocular média, expressos em mmHg, obtidos em equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), ao longo das sete aferições diárias.

PIO	Valor Mínimo	Valor Máximo	Média ± DP	F de Fisher	Valor de <i>p</i> *
6h	21	35	27,5 ± 3,1		
9h	21	45	29,3 ± 4,1		
12h	24	38	29,1 ± 3,5		
15h	19	36	28,9 ± 3,7	2,073	0,560
18h	20	38	28,6 ± 4,0		
21h	20	35	27,4 ± 3,8		
24h	21	35	28,2 ± 3,5		
Total	19	45	28,5 ± 3,7	-	-

DP: Desvio padrão.

*O teste post-hoc de Tukey foi aplicado posteriormente ao ANOVA, mas conforme o esperado nenhuma das comparações entre os grupos apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A tonometria de rebote foi exequível em equinos da raça Crioula de diferentes faixas etárias.

Os valores da pressão intraocular média obtidos com tonômetro de rebote em equinos hípidos não variaram em diferentes horários ao longo do dia.

O presente estudo contribuiu com os trabalhos prévios acerca da influência da idade sobre os valores da PIO, uma vez que equinos entre 9 e 16 anos apresentaram valores menores deste parâmetro, em relação aos animais entre 3 e 5 anos.

REFERÊNCIAS

ABCCC. Associação Brasileira de Criadores de Cavalos Crioulos. Disponível em: <www.cavalocrioulo.org.br>. Acesso em: Fev 2, 2018.

AHN, J. T. *et al.* Accuracy of intraocular pressure measurements in dogs using two different tonometers and plano therapeutic soft contact lenses. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 15, p. 83-88, Mar. 2012.

ALGUIRE, P. C. Tonometry. In: **Clinical methods: the history, physical and laboratory examinations**. 3 ed. Boston: Butterworth Publishers, 1990. cap. 118, p. 581-584.

ALLBAUGH, R. A. *et al.* Intraocular pressure changes in equine athletes during endurance competitions. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 154-159, July 2014.

ANDRADE, M. C. C. *et al.* Lip twitch restraint on rebound tonometry in horses. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1486-1490, ago. 2016.

ANDRADE, S. F. *et al.* Intraocular pressure measurements with the Tono-Pen XL[®] and Perkins[®] applanation tonometers in horses and cattle. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 5, p. 865-870, maio 2013.

ANDREW, S. E. *et al.* Density of corneal endothelial cells and corneal thickness in eye of euthanatized horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 62, n. 4, p. 479-482, Apr. 2001.

ARAUJO, N. L. L. C. *et al.* Evaluation of selected ophthalmic diagnostic tests in green iguanas (*Iguana iguana*). **Journal of Exotic Pet Medicine**, New York, v. 26, n. 3, p. 176-187, July 2017.

BARSOTTI, G. *et al.* Schirmer tear test type I readings and intraocular pressure values assessed by applanation tonometry (Tonopen[®]XL) in normal eyes of four European species of birds of prey. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 16, n. 5, p. 365-369, Sept.2013.

BAUDOIN, C.; GASTAUD, P. Influence of topical anesthesia on tonometric values of intraocular pressure. **Ophthalmologica**, Basel, v. 208, n. 6, p. 309-313, July 1994.

BAUER, B. C. Ocular pathology. **The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice**, Philadelphia, v.31, n. 2,p. 425-448, Aug. 2015.

BECHARA, J. N. *et al.* Intraocular pressure evaluation of equines anesthetized with romifidine, tiletamine/zolazepam, halothane and vecuronium. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 28, n. 1, p. 59-64, jan-mar.1998.

BERTOLUCCI, C. *et al.* Circadian intraocular pressure rhythms in athletic horses under different lighting regime. **Chronobiology International**, London, v. 26, n. 2, p. 348-358, Feb. 2009.

BITO, L. Z.; MERRITE, S. Q.; DE ROSSEAU, C. J. Intraocular pressure of rhesus monkey (*Macaca mulata*). I. An initial survey of two free-breeding colonies. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 18, n. 8, p. 785-793, Aug. 1979.

BRANDES, K. *et al.* Recurrent uveitis in horses: vitreal examinations with ultrastructural detection of leptospores. **Journal of Veterinary Medicine. Physiology, Pathology, Clinical Medicine**, Berlin, v. 54, n. 5, p. 270-275, June 2007.

BROADWATER, J. J. *et al.* Effect of body position on intraocular pressure in dogs without glaucoma. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 69, n.4, p. 527-530, Apr. 2008 [abstract].

BROOKS, D. E. Equine Ophthalmology. *In*: GELATT, K. N. **Veterinary Ophthalmology**. 3th ed. Philadelphia: Lippincott, Williams, Wilkins, p. 1053-1116, 1999.

BROOKS, D. E.; KOMAROMY, A. M.; KALLBERG, M. E. Comparative optic nerve physiology: implications for glaucoma, neuroprotection, and neuroregeneration. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 13-25, 1999.

BRUSINI, P. *et al.* Comparison of Icare tonometer with Goldmann applanation tonometer in glaucoma patients. **Journal of Glaucoma**, New York, v. 15, n. 3, p. 213-217, June 2006.

CANNIZZO, S; LEWBART, G. A.; WESTEMEYER, H. D. Intraocular pressure in American bullfrogs (*Rana catesbeiana*) measured with rebound and applanation tonometry. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 526-532, Nov. 2017.

CARASTRO, S. M. equine ocular anatomy and ophthalmic examination. **The Veterinary Clinics of North America Equine Practice**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 285-299, Aug. 2004.

CHACALTANA, F. D. Y. C.; PIGATTO, J. A. T.; DENARDIN, I. T. Assessment of intraocular pressure in chinchillas of diferente age groups using rebound tonometry. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 8, p. 1466-1471, ago. 2016.

COLBORN, D. R. *et al.* Responses of cortisol and prolactin to sexual excitement and stress in stallions and geldings. **Journal of Animal Science**, Champaigne, v. 69, n. 6, p. 2556-2562, June 1991.

CRONEMBERGER S.; SILVA, A. C. L.; CALIXTO, N. Importance of intraocular pressure measurement at 6:00 a.m. in bed and in darkness in suspected and glaucomatous patients. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 73, n. 4, p. 346-349, July-Aug. 2010.

CULLEN, C. L.; GRAHN, B. H. Equine glaucoma: a retrospective study of 13 cases presented at the Western College of Veterinary Medicine from 1992 to 1999. **The Canadian Veterinary Journal**, Guelph, v. 41, n. 6, p. 470-480, June 2000.

CUNNINGHAM, A. J.; BARRY, P. Intraocular pressure-physiology and implications for anaesthetic management. **Canadian Anaesthetists Society Journal**, Toronto, v. 33, n. 2, p. 195-208, Mar. 1986.

CURTO, E. M. *et al.* Equine glaucoma: a histopathologic retrospective study (1999-2012). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 17, n. 5, p. 334-342, Sep. 2014.

CUTLER, T. J. Diseases and surgery of the globe and orbit. *In*: GILGER, B. C. **Equine Ophthalmology**. Saint Louis: Elsevier, p. 63-106, 2005.

DANIAS, J. *et al.* Method for the noninvasive measurement of intraocular pressure in mice. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 44, n. 3, p. 1138-1141, Mar. 2003.

DAVIES, L. N. *et al.* Clinical evaluation of rebound tonometer. **Acta Ophthalmologica Scandinavica**, Oxford, v. 84, n. 2, p. 206-209, Apr. 2006.

DE GEEST, J. P. *et al.* The morphology of the equine iridocorneal angle: a light and scanning electron microscopic study. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 10, p. 30-35, Sept. 1990.

DEL SOLE, M. J. *et al.* Circadian rhythm of intraocular pressure in cats. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 10, n. 3, p. 155-161, May-June 2007.

DI GIROLAMO, N. *et al.* Evaluation of intraocular pressure in conscious ferrets (*Mustela putorius furo*) by means of rebound tonometry and comparison with applanation tonometry. **The Veterinary Record**, London, v. 172, n. 15, p. 1-8, Apr. 2013.

DO, C. W.; TO, C. H. Chloride secretion by bovine ciliary epithelium: a model of aqueous humor formation. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 41, n. 7, p. 1853-1860, June 2000.

DUBICANAC, M. *et al.* Intraocular pressure in the smallest primate aging model: the gray mouse lemur. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 13, p. 1-9, Sept. 2016.

DUNCALF, D. Anesthesia and intraocular pressure. **Bulletin of the New York Academy of Medicine**, New York, v. 51, n. 3, p. 374-381, Mar. 1975.

DWYER, A. E., CROCKETT, R. S.; KALSOW, C. M. Association of leptospiral seroreactivity and breed with uveitis and blindness in horses: 372 cases (1986-1993). **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 207, n. 10, p. 1327-1331, Nov. 1995 [abstract].

DWYER, A.; GILGER, B. C. Equine recurrent uveitis. *In*: GILGER, B. C. **Equine Ophthalmology**. Saint Louis: Elsevier Saunders, p. 285-322, 2005.

DZIEZYC, J.; MILLICHAMP, N. J.; SMITH, W. B. Comparison of applanation tonometers in dogs and horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 201, n. 3, p. 430-433, Aug. 1992.

ELSMO, E. J. *et al.* Evaluation of rebound tonometry in non-human primates. **Experimental Eye Research**, London, v. 92, n. 4, p. 268-273, Apr. 2011.

FEATHERSTONE, H. J.; HEINRICH, C. L. Ophthalmic examination and diagnostics part 1: the eye examination and diagnostic procedures. *In*: GELATT, K. N. **Veterinary Ophthalmology**. 5thed. Ames: John Willy & Sons Inc., p.533-613, 2013.

FERREIRA, T. H. *et al.* Effects of ketamine, propofol, or thiopental administration on intraocular pressure and qualities of induction of and recovery from anesthesia in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 74, n. 8, Aug. 2013.

FRANZCO, G. C. S. Application of physical principles in the development of tonometry. **Clinical and Experimental Ophthalmology**, Carlton, v. 32, n. 6, p. 633-636, Dec. 2004.

GELATT, K. N.; MACKAY, E. O. Distribution of intraocular pressure in dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 1, n. 2-3, p. 109-114, June 1998.

GERDING, J. C.; GILGER, B. C. Prognosis and impact of equine recurrent uveitis. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 48, n. 3, p. 290-298, May 2016.

GERMANN, S. E. *et al.* Effects of topical administration of 1% brinzolamide on intraocular pressure in clinically normal horses. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 40, n. 7, p. 662-665, Nov. 2008.

GHAFFARI, M. S. *et al.* reference values for intraocular pressure and Schirmer tear test in clinically normal Sanjabi sheep. **Small Ruminant Research**, v. 97, n. 101-103, May 2011.

GHAFFARI, M. S. *et al.* determination of reference values for intraocular pressure and Schirmer tear test in clinically normal ostriches (*Struthio camelus*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 43, n. 2, p. 229-232, June 2012.

GHAFFARI, M. S.; GHEREKHLOO, A.A. Effect of position on intraocular pressure in clinically normal cats. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, v. 1, n. 3, p. 1-3, Sept. 2017.

GIANNETTO, C.; PICCIONE, G.; GIUDICE, E. Daytime profile of the intraocular pressure and tear production in normal dog. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 12, n. 5, p.302-305, Sept-Oct. 2009.

GIANNETTO, C. *et al.* Comparison of cortisol and rectal temperature circadian rhythms in horses: the role of light/dark cycle and constant darkness. **Biological Rhythm Research**, v. 43, n. 6, p. 681-687, Dec. 2012.

- GILGER, B. C. *et al.* Canine corneal thickness measured by ultrasonic pachymetry. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 52, n. 10, p. 1570-1572, Oct. 1991 [abstract].
- GILGER, B. C. *et al.* Characterization of T-lymphocytes in the anterior uvea of eyes with chronic equine recurrente uveitis. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, Amsterdam, v. 71, n. 1, p. 17-28, Oct. 1999.
- GILGER, B. C. *et al.* Role of bacteria in the pathogenesis of recurrent uveitis in horses from the southeastern United States. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 69, n. 10, p. 1329-1335, Oct. 2008 [abstract].
- GILGER, B. C. Equine recurrent uveitis: the viewpoint from the USA. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, suppl., n. 37, p. 57-61, Mar. 2010.
- GILGER, B. C.; DEEG, C. Equine recurrent uveitis. In: GILGER, B. C. *Equine Ophthalmology*, 2thed. Maryland: Elsevier Saunders, p. 317-349, 2011.
- GIUDICE, E. *et al.* The effect of aerobic exercise on intraocular pressure in horse. **Acta Veterinaria BRNO**, v. 79, n. 3, p. 409-413, 2010.
- GOEL, M. *et al.* Aqueous humor dynamics: a review. **The Open Ophthalmology Journal**, v. 4, p. 52-59, Sept. 2010.
- GOLDBLUM, D. *et al.* Non-invasive determination of intraocular pressure in the rat eye. Comparison of an electronic tonometer (TonoPen), and a rebound (impact probe) tonometer. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, Berlin, v. 240, n. 11, p. 942-946, Nov. 2002.
- GONÇALVES, G. F.; PIPPI, N. L.; PACHALY, J. R. pressão intra-ocular em cães com catarata. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, Umuarama, v. 8, n. 1, p. 57-61, jan/jun. 2005.
- GONTIJO, L. D. *et al.* Bem-estar em equinos de policiamento em Curitiba/PR: indicadores clínicos, etológicos e ritmo circadiano do cortisol. **Ciência Rural**, v. 44, n. 7, p. 1272-1276, jul. 2014.
- GORIG, C. *et al.* Comparison of the use of new handheld tonometers and established applanation tonometers in dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v.67, n. 1, p. 134-144, Jan. 2006.
- GRANDIN, T. Assessment of stress during handling and transport. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 75, n. 1, p. 249-257, Jan. 1997.
- GUM, G. G. *et al.* Intraocular pressure in normal dairy cattle. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 1, p. 159-161, Mar. 1998.
- HAZEL, S. J. *et al.* Laboratory evaluation of aqueous humor in the healthy dog, cat, horse, and cow. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 657-659, Mar. 1985.

HERRING, I. P. *et al.* Effect of topical 1% atropine sulfate on intraocular pressure in normal horses. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 3, n. 2-3, p. 139-143, 2000.

HOLLINGSWORTH, S. R. Disease of the anterior uvea. *In*: GILGER, B. C. **Equine Ophthalmology**, Saint Louis: Elsevier Saunders, p. 253-268, 2005.

HOLLINGSWORTH, S. R. Diseases of the uvea. *In*: GILGER, B. C. **Equine Ophthalmology**. 2th ed. Saint Louis: Elsevier Maryland Heights, p.267-281, 2011.

HUET-TORAL, F. *et al.* Melatonin receptors trigger cAMP production and inhibit chloride movements in nonpigmented ciliary epithelial cells. **The Journal of Pharmacology and Experimental Therapeutics**, Baltimore, v. 352, n. 1, p. 119-128, Jan. 2015.

IBGE, 2010. IBGE Banco de dados agregados/IBGE Sistema IBGE de recuperação automática-SIDRA. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/lista>>. Acessado em 02/02/2018.

ICARE tonometer vet: user's and maintenance manual. Espoo, 2008. 44p. Disponível em: <www.icaretonometer.com/uploads/manual/manuals/VET%20manuals/Icare_VET_manual_low_res.pdf>. Acessado em: ago. 25, 2017.

ILIEV, M. E. *et al.* Comparison of rebound tonometry with Goldmann applanation tonometry and correlation with central corneal thickness. **British Journal of Ophthalmology**, London, v. 90,n. 7, p. 833-835, July 2006.

IRVINE, C. H. G.; ALEXANDER, S. L. Factors affecting the circadian rhythm in plasma cortisol concentrations in the horse. **Domestic Animal Endocrinology**, Stoneham, Apr. 1994.

JEONG, M. B. *et al.* Comparison of the rebound tonometer (TonoVet[®]) with the applanation tonometer (Tono Pen XL[®]). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 10, n. 6, p. 376-379, Nov-Dec. 2007.

JOHNSON, D.H. Trabecular meshwork and uveoscleral outflow models. **Journal of Glaucoma**, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 308-310, Aug. 2005.

JONAS, J. B. *et al.* Circadian intraocular pressure profiles in chronic open angle glaucomas. **Journal of Ophthalmic and Vision Research**, Tehran, v. 5, n. 2, p. 92-100, Apr. 2010.

KALESNYKAS, G.; UUSITALO, H. Comparison of simultaneous readings of intraocular pressure in rabbits using Perkins handheld, Tono-Pen XL, and TonoVet tonometers. **Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology**, New York, v. 245, n. 5, p. 761-762, May 2007.

- KATO, K. Comparison of two handheld applanation tonometers and the association of central corneal thickness, age, and intraocular pressure in normal and disease canine eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 17, n. 6, p. 417-425, Nov. 2014.
- KAUFMANN, C.; BACHMANN, L. M.; THIEL, M.A. Comparison of dynamic contour tonometry with Goldmann applanation tonometry. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 45, n. 9, p. 3118-3121, Sept. 2004.
- KHURANA, S. K. *et al.* Leptospirosis in horses: special reference to equine recurrent uveitis. **Journal of Experimental Biology and Agricultural Sciences**, v. 4, n. 123-131, Dec. 2016.
- KIEL, J. W. *et al.* Ciliary blood flow and aqueous humor production. **Progress in Retinal and Eye Research**, Oxford, v. 30, n. 1, p. 1-17, Jan. 2011.
- KIM, J. *et al.* Effect of topical anesthesia on evaluation of corneal sensitivity and intraocular pressure in rats and dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 16, n. 1, p. 43-46, Jan. 2013.
- KLEIN, B. E. K.; KLEIN, R.; KNUDTSON, M. D. Intraocular pressure and systemic blood pressure: longitudinal perspective: the Beaver Dam eye study. **British Journal of Ophthalmology**, London, v. 89, n. 3, p. 284-287, Mar. 2005.
- KLEIN, H. E. *et al.* Effect of eyelid manipulation and manual jugular compression on intraocular pressure measurement in dogs. **Journal American of Veterinary Medical Association**, v. 238, n. 10, p. 1292-1295, May 2011.
- KLERMAN, E. B. *et al.* Nonphotic entrainment of the human circadian pacemaker. **The American Journal of Physiology**, Washington, v. 274, p. 991-996, Apr. 1998 [abstract].
- KNIESTEDT, C. *et al.* Tonometry through the ages. **Survey of Ophthalmology**, New York, v. 53, n. 6, p. 568-591, Nov-Dec. 2008.
- KNOLLINGER, A. M. *et al.* Evaluation of a rebound tonometer for measuring intraocular pressure in dogs and horses. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 227, n. 2, p. 244-248, July 2005.
- KOMAROMY, A. M. *et al.* Effect of head position on intraocular pressure in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 67, n. 7, p. 1232-1235, July 2006.
- KONTIOLA, A. A new electromechanical method for measuring intraocular pressure. **Documenta Ophthalmologica**, Dordrecht, v. 93, n. 3, p. 265-276, 1996-1997.
- KONTIOLA, A. I. A new induction-based impact method for measuring intraocular pressure. **Acta Ophthalmologica Scandinavica**, Oxford, v. 78, n. 2, p. 142-145, Apr. 2000.

- KONTIOLA, A. I. *et al.* The induction/impact tonometer: a new instrument to measure intraocular pressure in the rat. **Experimental Eye Research**, London, v. 73, n. 6, p. 781-785, Dec. 2001.
- KVAPIL, P. *et al.* Tear production, intraocular pressure and conjunctival bacterial flora in selected captive wild ruminants. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 52-57, Jan. 2018.
- LARSSON, L. Intraocular pressure over 24 hours after single-dose administration of latanoprost 0,005% in healthy volunteers. A randomized, double-masked, placebo controlled, cross-over single center study. **Acta Ophthalmologica Scandinavica**, Oxford, v. 79, n. 6, p. 567-571, Dec. 2001.
- LASSALINE, M. E.; BROOKS, D. E. Equine glaucoma. *In*: GILGER, B. C. **Equine Ophthalmology**. Saint Louis: Elsevier Saunders, p. 323-339, 2005.
- LEIVA, M.; NARANJO, C.; PEÑA M. T. Comparison of the rebound tonometer (Icare[®]) to the applanation tonometer (Tonopen XL[®]) in normotensive dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 17-21, Jan-Feb. 2006.
- LEWIN, A. C.; MILLER, P. E. calibration of the TonoVet and Tono-Pen Vet tonometers in the porcine eye. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 6, p. 571-573, 2017.
- LIMA, F. P. A. *et al.* Avaliação do comportamento da pressão intraocular em pacientes com glaucoma primário de ângulo aberto assimétrico submetidos ao teste provocativo da ibopamina. **Revista Brasileira de Oftalmologia**, v. 69, n. 3, p. 165-169, 2010.
- LIN, S. L. *et al.* The TonoPen XL[®] tonometer and observers. **Taiwan Veterinary Journal**, v. 35, n. 1, p. 15-20, 2009.
- LIU, J. H. K.; DACUS, A. C. Endogenous hormonal changes and circadian elevation of intraocular pressure. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, v. 32, n. 3, p. 496-500, Mar. 1991.
- LIU, J. H. K.; LINDSEY, J. D.; WEINREN, R. N. Physiological factors in the circadian rhythm of protein concentration in aqueous humor. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 39, n. 3, p. 553-558, Mar. 1998.
- LIU, G. *et al.* Characterization of intraocular pressure responses of the Tibetan monkey (*Macaca thibetana*). **Molecular Vision**, Atlanta, v. 17, p. 1405-1413, May 2011.
- LOZANO, D. C.; HARTWICK, A. T.E.; TWA, M. D. Circadian rhythm of intraocular pressure in the adult rat. **Chronobiology International**, Oxford, v. 32, n. 4, p. 513-523, May 2015.
- LOWE, R. C. Equine uveitis: a UK perspective. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 37, p. 46-49, Mar. 2010.

MA, D. *et al.* Repeatability, reproducibility and agreement of intraocular pressure measurement in rabbits by the TonoVet and Tono-Pen. **Scientific Reports**, London, v.12, n. 6, p.1-7, Oct. 2016.

MAGGS, D. J.; MILLER, P. E.; OFRI, R. Basic diagnostic techniques. *In: Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*; 4thed. Saint Louis; Saunders Elsevier; 2008; 5; 81-106.

MARTINEZ-DE-LA-CASA, J. M. *et al.* Effect of corneal thickness on dynamic contour, rebound, and Goldmann tonometry. **Ophthalmology**, Rochester, v. 113, n. 12, p. 2156-2162, Dec. 2006.

MARTINS, B. C. *et al.* Glaucoma. *In: LAUS, J. L. Oftalmologia Clínica e Cirúrgica em Cães e em Gatos*. São Paulo: Roca LTDA, p.151-167, 2009.

MARZOK, M. A.; EL-KHODERY, S. A.; OHEIDA, A. H. Effect of intravenous administration of romifidine on intraocular pressure in clinically normal horses. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 149-153, July 2014.

MARZOK, M. A.; EL-KHODERY, S. A. Intraocular pressure in clinically normal dromedary camels (*Camelus dromedaries*). **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 76, n. 2, p. 149-154, Feb. 2015.

MCCARTHY, R. N.; JEFFCOTT, L. B.; CLARKE, I. J. Preliminary studies on the use of plasma β -endorphin in horses as an indicator of stress and pain. **Journal of Equine Veterinary Science**, v. 13, n. 4, p. 216-219, Apr. 1993.

MCDONALD, J. E. *et al.* Comparison of intraocular pressure measurements using rebound (TonoVet[®]) and applanation (TonoPen XL[®]) tonometry in clinically normal alpacas (*Vicugna pacos*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 2, p. 155-159, Mar. 2017.

MCLELLAN, G. J.; KEMMERLING, J. P.; KILAND, J. A. Validation of the TonoVet[®] rebound tonometer in normal and glaucomatous cats. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 16, n. 2, p. 111-118, Mar. 2013.

MCLELLAN, G. J.; MILLER, P. E. Feline glaucoma-a comprehensive review. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 14, n. 1, p. 15-29, Sept. 2011.

MERCADO, J. A. *et al.* Intraocular pressure in captive black-footed penguins (*Spheniscus demersus*) measured by rebound tonometry. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, v. 24, n. 2, p. 138-141, June 2010.

MILLER, P. E.; PICKETT, P.; MAJORS, L. J. Evaluation of two applanation tonometers in horses. **American Journal Veterinary Research**, v. 51, n. 6, p. 935-937, June 1990.

MILLER, P. E. *et al.* Evaluation of two applanation tonometers in cats. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 52, n. 11, p. 1917-1921, Nov. 1991 [abstract].

- MILLER, T. L. *et al.* Description of ciliary body anatomy and identification of sites for transscleral cyclophotocoagulation in the equine eye. **Veterinary ophthalmology**, Oxford, v. 4, n. 3, p. 183-190, Sept. 2001.
- MONK, C. S. *et al.* Measurement of intraocular pressure in healthy anesthetized horses during hoisting. **Veterinary Anaesthesia and Analgesia**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 502-506, May 2017.
- MONTIANI-FERREIRA, F. *et al.* The capybara eye: clinical tests, anatomic and biometric features. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 11, n. 6, p. 386-394, Dec. 2008.
- MOOD, M. A. *et al.* Measurement of tear production and intraocular pressure in ducks and geese. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 1, p.53-57, Jan. 2017.
- MOORE, C. G.; MILNE, S. T.; MORRISON, J. C. Noninvasive measurement of rat intraocular pressure with the Tono-Pen. **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 34, n. 2, p. 363-369, Feb. 1993.
- MOORE, C. G. *et al.* Long-term non-invasive measurement of intraocular pressure in the rat eye. **Current Eye Research**, London, v. 14, n. 8, p. 711-717, Aug. 1995.
- MOORE, C. G.; JOHNSON, E. C.; MORRISON, J. C. Circadian rhythm of intraocular pressure in the rat. **Current Eye Research**, London, v. 15, n. 2, p. 185-191, Feb. 1996.
- MORAD, Y. *et al.* Corneal thickness and curvature in normal-tension glaucoma. **Journal of Ophthalmology**, v. 125, n. 2, p. 164-168, Feb. 1998.
- MORENO, T. M. **Pressão intraocular média obtida por três diferentes avaliadores utilizando os tonômetros de rebote e de aplanção em equinos**. 2016. 59 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Animal: Equinos) Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- MORRIS, C. A. *et al.* Comparison of invasive and non-invasive tonometry in the mouse. **Experimental Eye Research**, London, v. 82, n. 6, p. 1094-1099, Feb. 2006.
- MOSTL, E.; PALME, R. Hormones as indicators of stress. **Domestic Animal Endocrinology**, Auburn, v. 23, n. 1-2, p.67-74, July 2002.
- MUGHANNAM, A. J.;BUYUKMIHCI, N. C.; KASS, P. H. Effect of topical atropine on intraocular pressure and pupil diameter in the normal horse eye. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 2, n. 4, p. 213-215, 1999.
- NICKLA, D. L.; WILDSOET, C.; WALLMAN, J. The circadian rhythm in intraocular pressure and its relation to diurnal ocular growth in chicks. **Experimental Eye Research**, London, v. 66, n. 2, p. 183-193, Feb. 1998.
- NILSSON, S. F. E. The uveoscleral outflow routes. **Eye**, London, v. 11, n. 2, p. 149-154, 1997.

NUHSBAUM, M. T. *et al.* Intraocular pressure in normal llamas (*Lama glama*) and alpacas (*Lama pacos*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 3, n. 1, p. 31-34, mar. 2000.

OFRI, R.; HOROWITZ, I. H.; KASS, P. H. Tonometry in three herbivorous wildlife species. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 1, n. 1, p. 21-24, Mar. 1998.

OFRI, R. *et al.* Intraocular pressure and tear production in captive eland and fallow deer. **Journal of Wildlife Diseases**, Iowa, v. 37, n. 2, p. 387-390, Apr. 2001.

OFRI, R. *et al.* Factors affecting intraocular pressure in lions. **The Veterinary Journal**, London, v. 177, n. 1, p. 124-129, July 2008.

ORIÁ, A. P. *et al.* Tear production, intraocular pressure and conjunctival microbiota, cytology and histology of New Zealand rabbits. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 10, p. 1024-1028, Oct. 2014.

ORSINI, H.; BONDAN, E. F. Fisiopatologia do estresse em animais selvagens em cativeiro e suas implicações no comportamento e bem-estar animal-revisão de literatura. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, v. 24, n. 24, p. 7-13, 2006.

OSTRIN, L.A.; WILDSOET, C. F. Optic nerve head and intraocular pressure in the guinea pig eye. **Experimental Eye Research**, London, v. 146, p. 7-16, May 2016.

PARK, Y. W. *et al.* Effect of central thickness on intraocular pressure with the rebound tonometer and the applanation tonometer in normal dogs. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 14, n. 3, p. 169-173, May 2011.

PARK, S. *et al.* Ultrasound biomicroscopy and tonometry in ophthalmologically normal pigeon eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 20, n. 5, p. 468-471, sept. 2017.

PAULI, A. M. *et al.* Effects of the application of neck pressure by a collar or harness on intraocular pressure in dogs. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 42, n. 3, p. 207-211, 2006.

PEREIRA, F. Q. *et al.* Comparison of a rebound and a applanation tonometer for the measurement intraocular pressure in normal rabbits. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 14, n. 5, p. 321-326, Sept. 2011.

PICCIONE, G. *et al.* Influence of different artificial lighting regimes on intraocular pressure circadian profile in the dog. **Experimental Animals**, v. 59, n. 2, p. 215-223, Tokyo, 2010.

PIGATTO, J. A. T. *et al.* Intraocular pressure measurement in sheep using an applanation tonometer. **Revista Ceres**, Viçosa, v.58, n. 6, p. 685-689, Nov-Dec. 2011.

PIPPI, N. L.; GONÇALVES, G. F. Anatomofisiologia ocular. *In*: LAUS, J. L. **Oftalmologia Clínica e Cirúrgica em Cães e em Gatos**. São Paulo: Roca LTDA, p. 1-10, 2009.

- PLUMMER, C. E.; RAMSEY, D. T.; HAUPTMAN, J. G. Assessment of corneal thickness, intraocular pressure, optical corneal diameter, and axial globe dimensions in miniature horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 64, n. 6, p. 661-665, June 2003.
- PRASHAR, A. *et al.* Measurement of intraocular pressure (IOP) in chickens using a rebound tonometer: quantitative evaluation of variance due to position inaccuracies. **Experimental Eye Research**, v. 85, n. 4, p. 563-571, Oct. 2007.
- RAJAEI, S. M. *et al.* Effect of body position, eyelid manipulation, and manual jugular compression on intraocular pressure in clinically normal cats. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 21, n. 2, p. 140-143. Mar. 2018.
- RAMSEY, D. T. *et al.* Congenital ocular abnormalities of Rocky Mountain horses. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 47-59, 1999.
- RAMSEY, D. T.; HAUPTMAN, J. G.; PETERSEN-JONES, S. M. Corneal thickness, intraocular pressure, and optical corneal diameter in Rocky Mountain horses with cornea globose or clinically normal corneas. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 60, n. 10, p. 1317-1321, Oct. 1999.
- REICHERT OPHTHALMIC INSTRUMENTS: Tono-Pen Vet applanation tonometer, user's guide, New York, USA, 2014. Disponível em:
<www.danscottandassociates.com/uploads/4/2/7/4/42749367/tonopen_vet_manual.pdf>
. Acessado em: set. 04, 2017.
- REITSAMER, H. A. *et al.* Tonopen measurement of intraocular pressure in mice. **Experimental Eye Research**, London, v. 78, n. 4, p. 799-804, Apr. 2004.
- REUTER, A. *et al.* Accuracy and reproducibility of the TonoVet[®] rebound tonometer in birds of prey. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 13, p. 80-85, sept. 2010.
- REUTER, A. *et al.* Reference intervals for intraocular pressure measured by rebound tonometry in ten raptor species and factors affecting the intraocular pressure. **Journal of Avian Medicine and Surgery**, Boca Ratón, v. 25, n. 3, p. 165-172, Sept. 2011.
- RIBEIRO, A. P. *et al.* Intraocular pressure and tear secretion in Saanen goats with different ages. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 9, p. 798-802, Sept., 2010.
- ROBERT, Y. C. A. What do we measure with various techniques when assessing IOP? **Survey of Ophthalmology**, New York, v. 52, n. 2, p. 105-108, Nov. 2007.
- RODRIGUES, L. D. *et al.* Picos de pressão intra-ocular: comparação entre curva tensional diária, minicurva e medida da pressão intra-ocular às 6 horas. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, São Paulo, v. 67, n. 1, p. 127-131, Feb. 2004.
- RUSANEN, E. *et al.* Evaluation of a rebound tonometer (TonoVet[®]) in clinically normal cat eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 13, n. 1, p. 31-36, Jan. 2010.

SALIM, S. *et al.* Comparison of intraocular pressure measurements with the portable PT 100 noncontact tonometer and Goldmann applanation tonometry. **Clinical Ophthalmology**, Auckland, v. 3, p. 341-344, June 2009.

SAMUELSON, D.; SMITH, P.; BROOKS, D. Morphologic features of the aqueous humor drainage pathways in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 50, n. 5, p. 720-729, May 1989.

SELMİ, A. L.; MENDES, G. M.; MACMANUS, C. Tonometry in adult yellow-footed tortoises (*Geochelone denticulata*). **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 305-307, Dec. 2003.

SHAH, S. Accurate intraocular pressure measurement-the myth of modern ophthalmology? **Ophthalmology**, Birmingham, v. 107, n. 10, p. 1805-1807, Oct. 2000.

SILVEIRA, C. P. B. *et al.* Ophthalmic parameters in adult lowland paca (*Cuniculus paca*) raised in captivity. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 21, n. 1, p. 42-47, Jan. 2018.

SMITH, P. J. *et al.* Unconventional aqueous humor outflow of microspheres perfused into the equine eye. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 47, n. 11, p. 2445-2453, Nov. 1986.

SMITH, P.J. *et al.* Tonometric and tonographic studies in the normal pony eye. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 10, p. 36-38, Sept. 1990.

SNYDER, K. C. *et al.* Tonometer validation and intraocular pressure reference values in the normal chinchilla (*Chinchilla lanigera*). **Veterinary Ophthalmology**, v. 21, n. 1, p. 4-9, Jan. 2018.

SPIESSEN, L. V. *et al.* Clinical comparison of the TonoVet® rebound tonometer and the Tono-Pen Vet applanation tonometer in dogs and cats with ocular disease: glaucoma or corneal pathology. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 18, n.1, p. 20-27, Jan.2015.

STRUBBE, D. T.; GELATT, K. N. Ophthalmic examination and diagnostic procedures. *In*: GELATT, K. N. **Veterinary Ophthalmology**. 3thed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, p. 427-466, 1999.

SWINGER, R.L.; LANGAN, J. N.; HAMOR, R. Oular bacterial flora, tear production, and intraocular pressure in a captive flock of Humboldt penguins (*Spheniscus humboldti*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 40, n. 3, p. 430-436, Sept.2009.

TEDESCO, R. C.; CALABRESE, K. S.; SMITH R. L. Architecture of the ciliary muscle of gallus domesticus. **The Anatomical Record. Part A, Discoveries in Molecular, Celular, and Evolutionary Biology**, New Jersey, v.284, n.2, p. 544-549, June 2005.

THANGADURAI, R. *et al.* Prevalence of ocular disorders in an indian population of horses. **Journal of Equine Veterinary Science**, Kolkata, v.30,n. 6, p. 326-329, June 2010.

TO, C. H. *et al.* The mechanism of aqueous humour formation. **Clinical and Experimental Optometry**, Carlton, v. 85, n. 6, p. 335-349, Nov. 2002.

TOLAR, E.L.; LABELLE, A. L. How to diagnose and manage horses with glaucoma. **Ophthalmology**, v. 59, p. 174-180, 2013.

TRIPATHI, R. C. *et al.* Role of receptors in the trabecular meshwork of the eye as targeted to the development of antiglaucoma therapy. **Drug Development Research**, Chicago, v. 27, n. 3, p. 191-228, June 1992.

TORIS C.B. *et al.* Aqueous humor dynamics in the aging human eye. **American Journal of Ophthalmology**, Oxford, v. 127, n. 4, p. 407-412, 1999.

TOWNSEND, W. M.; WASSERMAN, N.; JACOBI, S. A pilot study on the corneal curvatures and ocular dimensions of horses less than one year of age. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 45, n. 2, p. 256-258, Mar. 2013.

VAN DER WOERDT, A. *et al.* Effect of auriculopalpebral nerve block and intravenous administration of xylazine on intraocular pressure and corneal thickness in horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 56, n. 2, p. 155-158, Feb. 1995.

VAN DER WOERDT, A. *et al.* Normal variation in, and effect of 2% pilocarpine on, intraocular pressure and pupil size in female horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 59, n. 11, p. 1459-1462, Nov. 1998.

VIEIRA, E. R. *et al.* Caracterização da equideocultura no estado de Minas Gerais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, n. 1, p. 319-323, 2015.

WADA, S. Changes of intraocular pressure in uveitic horses. **Journal Equine Science**, Suffolk, v. 17, n. 3, p. 67-73, May 2006.

WANG, W. *et al.* Noninvasive measurement of rodent intraocular pressure with a rebound tonometer, **Investigative Ophthalmology and Visual Science**, Saint Louis, v. 46, n. 12, p.4617-4621, Dec. 2005.

WAX, M. B.; TEZEL, G.; EDWARD, D. Clinical and ocular histopathological findings in a patient with normal-pressure glaucoma. **Archives of Ophthalmology**, v. 116, n. 8, p. 993-1001, Aug. 1998.

WEINREB, R. N. Uveoscleral outflow: the other outflow pathway. **Journal of Glaucoma**, New York, v. 9 , n. 5, p. 343-345 , Oct. 2000.

WEINSTEIN, W.L. *et al.* Identification of ocular matrix metalloproteinases present within the aqueous humor and iridocorneal drainage angle tissue of normal and glaucomatous canine eyes. **Veterinary Ophthalmology**, Oxford, v. 10, n. 1, p. 108-116, Nov-Dec. 2007.

WHITACRE, M. M.; STEIN, R. Sources of error with use of Goldmann-type tonometers. **Survey of Ophthalmology**, New York, v. 38, n. 1, p. 1-30, July-Aug. 1993.

WILCOCK, B.P.; BROOKS, D. E.; LATIMER, C. A. Glaucoma in horses. **Veterinary Pathology**, v. 28, p. 74-78, 1991.

WILENSKY, J. T. Diurnal variations in intraocular pressure. **Transactions of the American Ophthalmological Society**, Rochester, v. 89, p. 757-790, 1991.

WILKIE, D. A.; GILGER, B. C. Equine glaucoma. **Veterinary Clinics of North America**, Philadelphia, v. 20, n. 2, p. 381-391, Aug.2004.

WILKIE, D. A. Equine glaucoma: state of the art. **Equine Veterinary Journal**, Suffolk, v. 37, p. 62-68, Mar. 2010.

WILLIS, A. M. *et al.* Effects of topical administration of 0,005% latanoprost solution on eyes of clinically normal horses. **American Journal of Veterinary Research**, v. 62, n. 12, p. 1945-1951, Dec. 2001a.

WILLIS, A. M. *et al.* Effect of topical administration of 2% dorzolamide hydrochloride or 2% dorzolamide hydrochloride-0,5% timolol maleate on intraocular pressure in clinically normal horses. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 62, n. 5, p. 709-713, May 2001b.

WOLLANKE B.; ROHRBACH, B. W.; GERHARDS, H. Serum and vitreous humor antibody titers in and isolation of *leptospira interrogans* from horses with recurrent uveitis. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, New York, v. 219, n. 6, p. 795-800, Sep. 2001.

ZOUACHE, M. A.; EAMES, I.; SAMSUDIN, A. Allometry and scaling of the intraocular pressure and aqueous humour flow rate in vertebrate eyes. **Plos One**, California, v.11, n. 3, p. 1-25, Mar. 2016.

ANEXO 1- Quadro demonstrativo dos valores da pressão intraocular, expressos em mmHg, em 25 equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), ao longo das sete aferições diárias.

Cavalo	Idade (anos)	Sexo	6h		9h		12h		15h		18h		21h		24h	
			OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE	OD	OE
1	8	M	25	27	27	28	34	36	31	32	37	38	24	29	27	23
2	5	F	22	29	28	27	28	27	29	30	31	35	26	23	27	35
3	13	M	27	29	27	29	32	29	30	26	25	24	24	28	24	22
4	16	M	24	27	29	24	29	25	33	29	24	27	24	26	23	22
5	8	M	21	24	29	30	28	31	29	30	26	27	23	28	21	28
6	5	F	24	27	28	28	38	35	33	36	31	36	30	34	31	31
7	9	F	25	30	26	30	29	33	32	34	24	28	27	30	27	29
8	9	M	26	29	26	28	28	25	33	33	24	26	29	28	22	22
9	5	F	30	31	33	37	30	34	28	32	30	32	20	22	27	31
10	7	F	31	30	40	45	37	34	35	36	32	34	32	33	33	31
11	6	F	23	28	31	31	25	30	30	31	27	31	25	27	33	34
12	11	M	32	29	31	29	31	32	29	28	33	33	33	29	33	35
13	6	F	26	29	30	29	28	31	27	29	26	30	30	29	28	31
14	5	M	26	31	29	33	31	32	22	26	26	25	32	35	28	30
15	5	F	29	28	29	32	26	31	28	29	26	29	27	31	28	26
16	5	F	28	31	31	34	25	28	26	27	29	26	26	31	28	31
17	7	M	24	24	27	30	26	24	22	19	23	20	22	23	23	25
18	5	F	30	33	31	33	28	30	21	21	24	25	22	23	27	26
19	10	F	33	33	25	25	24	27	32	29	28	31	24	28	28	28
20	4	M	30	35	29	27	27	27	31	28	31	28	31	28	30	29
21	16	M	25	25	21	21	24	24	29	27	26	24	26	28	29	28
22	8	M	27	26	25	29	28	28	25	26	33	35	24	27	28	31
23	9	M	27	27	26	29	27	26	29	29	30	27	27	25	32	30
24	3	F	24	28	30	32	28	32	31	33	31	29	34	35	30	31
25	6	F	23	25	27	30	25	27	26	28	26	30	25	23	27	28

ANEXO 2- Distribuição dos valores da pressão intraocular média, expressos em mmHg, obtidos em equinos da raça Crioula, utilizando o tonômetro de rebote (Tonovet[®]), ao longo das sete aferições diárias.

