

# CORRELAÇÃO ENTRE TONOMETRIA E PAQUIMETRIA EM EQUINOS PURO SANGUE INGLÊS SAUDÁVEIS

## CORRELATION BETWEEN TONOMETRY AND PACHYMETRY IN HEALTHY THOROUGHBRED HORSES

Natacha Giglio Pereira<sup>1</sup>; Jorge da Silva Pereira<sup>1</sup>; Fabiana Batalha Knackfuss<sup>2</sup>;  
André Vianna Martins<sup>1,3</sup>

### RESUMO

A tonometria é o método utilizado para medir a PIO, essencial para diagnosticar e gerenciar patologias, como por exemplo o glaucoma, tanto em humanos quanto em animais, enquanto que a paquimetria é um exame que mede a espessura da córnea e pode ser feita através de um mapeamento geral ou mesmo através da obtenção da espessura central da córnea (ECC). Neste estudo, pesquisadores investigaram a correlação entre a paquimetria e a tonometria em 32 equinos saudáveis da raça Puro Sangue Inglês. Os valores obtidos para a pressão intraocular – PIO, paquimetria corneana central e a pressão intraocular corrigida foram tratados como dados paramétricos, permitindo o uso do teste t de *Student* para identificar correlações, tanto positivas e/ou negativas. Pelo teste t de *Student* não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre PIO aferida, paquimetria e PIO corrigida pela paquimetria, tanto no olho direito, quanto no olho esquerdo. Entretanto, os resultados mostraram diferenças estatisticamente significativas entre os sexos, com as fêmeas apresentando médias inferiores tanto na espessura central da córnea quanto na pressão intraocular corrigida, quando comparadas aos machos. No presente estudo pode-se concluir que não foi evidenciada correlação direta entre a PIO e ECC e a PIO corrigida nos equinos testados, tampouco relação entre a ECC e a PIO entre os olhos direito e esquerdo. Entretanto, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os sexos, onde tanto a ECC e PIO corrigida apresentaram-se maiores nos machos. Essas descobertas podem indicar a necessidade de considerar diferenças de gênero ao avaliar esses parâmetros em cavalos, possivelmente devido a diferenças anatômicas ou fisiológicas intrínsecas entre machos e fêmeas. Embora a grande maioria dos casos de glaucoma em equinos esteja associada à uveíte recorrente, portanto, glaucoma secundário, maiores e mais aprofundados estudos a respeito da doença primária em equinos são necessários.

**Palavras-chave:** Diagnóstico. Oftalmologia. Cavalos.

### ABSTRACTS

Tonometry is the method used to measure IOP, essential for diagnosing and managing pathologies, such as glaucoma, both in humans and animals, while pachymetry is an exam that measures the thickness of the cornea and can be done through a general mapping or even by obtaining the central corneal thickness (CCT). In this study, researchers investigated the correlation between pachymetry and tonometry in 32 healthy Thoroughbred horses. The values obtained for intraocular pressure – IOP, central corneal pachymetry and corrected intraocular pressure were treated as parametric data, allowing the use of Student's t test to identify correlations, both positive and/or negative. Using Student's t test, no significant statistical differences were observed between measured IOP, pachymetry and IOP corrected by pachymetry, both in the right and left eyes. However, the results showed statistically significant differences between the sexes, with females presenting lower averages in both central corneal thickness and corrected intraocular pressure, when compared to males. In the present study, it can be concluded that there was no direct correlation between IOP and BCS and corrected IOP in the horses tested, nor was there a relationship between BCS and IOP between the right and left eyes. However, statistically significant differences were found between the sexes, where both BCS and corrected IOP were higher in males. These findings may indicate the need to consider gender differences when evaluating these parameters in horses, possibly due to intrinsic anatomical or physiological differences between males and females. Although the vast majority of cases of glaucoma in horses are associated with recurrent uveitis, therefore secondary glaucoma, larger and more in-depth studies regarding the primary disease in horses are necessary.

1 Médico Veterinário, Centro de Estudos, Pesquisa e Oftalmologia Veterinária – CEPOV, Rio de Janeiro/RJ – nat.pereira03@gmail.com; pereirajspereira@gmail.com

2 Zootecnia e Estatística. UNIGRANRIO, Duque de Caxias/RJ – fbknackfuss@hotmail.com

3 Docente, Curso de Medicina Veterinária – Centro Universitário Serra dos Órgãos – UNIFESO, Teresópolis/RJ – andremartins@unifeso.edu.br

**Keywords:** Diagnosis. Ophthalmology. Horses.

## INTRODUÇÃO:

A paquimetria é um exame que mede a espessura da córnea e pode ser feita através de um mapeamento geral ou mesmo através da obtenção da espessura central da córnea (ECC). Diferentes marcas de paquímetros encontram-se disponibilizadas para a oftalmologia (1,2,3). Esta medição é crucial porque valores da ECC podem influenciar significativamente as medições da pressão intraocular (PIO) realizadas durante a tonometria (3,4,5,6).

A tonometria é o método utilizado para medir a PIO, essencial para diagnosticar e gerenciar patologias, como por exemplo o glaucoma, tanto em humanos quanto em animais (1,2,6,7). Da mesma forma, existem vários métodos para avaliação da PIO, como a tonometria de aplanção (Goldmann) e a tonometria de rebote, cada um com suas particularidades e adequações dependendo do paciente, também disponibilizados para a oftalmologia animal (3,5,6).

Em seres humanos, uma córnea anormalmente espessa ou fina pode levar a leituras de pressão intraocular enganosamente altas ou baixas, respectivamente. Em animais, especialmente em cães e gatos, a ECC também varia e pode, da mesma forma, afetar de forma semelhante a precisão das medições da PIO.

A relação entre paquimetria e tonometria é fundamental no contexto clínico, também em Oftalmologia Veterinária, pois a ECC pode afetar a precisão das medições da PIO. Por exemplo, uma córnea mais espessa pode resultar em uma leitura falsamente elevada da PIO, enquanto uma córnea mais fina pode subestimar a PIO obtida com a tonometria. Como isso é verdadeiro tanto para humanos quanto para animais, torna-se essencial a medição da ECC no momento da realização da tonometria. A precisão dessas medições é crucial para o diagnóstico correto de condições como o glaucoma, que é uma das principais causas de cegueira tanto em humanos quanto em animais. O tratamento precoce e adequado do glaucoma depende diretamente da precisão dessas medições (1).

Além disso, tanto a paquimetria quanto a tonometria são úteis na monitoração de outras doenças oftalmológicas e na avaliação da eficácia de terapias em curso. A integração dos resultados de paquimetria e tonometria permite uma avaliação mais precisa e um melhor manejo clínico de doenças oftalmológicas, otimizando as decisões terapêuticas e melhorando os prognósticos tanto para seres humanos quanto para animais (2).

Em equinos, a pesquisa ainda é limitada, mas a importância da precisão nas medições de PIO e a compreensão do impacto da ECC são igualmente críticas. Equinos, como outros animais, podem apresentar variações significativas na espessura da córnea, o que potencialmente afeta as leituras de tonometria e, consequentemente, a avaliação do risco de glaucoma. Para ambos, humanos e animais, compreender a interação entre ECC e IOP é crucial para diagnósticos precisos e tratamentos eficazes do glaucoma. Os profissionais da área devem considerar esses fatores ao interpretar os resultados da tonometria para evitar diagnósticos equivocados e garantir uma gestão adequada da saúde ocular. Em equinos, o glaucoma é uma condição relativamente rara em comparação com outras espécies, como cães e humanos, no entanto, quando ocorre, pode ter sérias consequências para a visão do animal, afetando sua qualidade de vida e sua performance atlética (3).

As causas do glaucoma em equinos podem variar e incluir lesões oculares, inflamação com obstrução do fluxo de drenagem do humor aquoso, principalmente em casos de uveíte recorrente. Devido à natureza sensível dos olhos dos equinos, é crucial que os veterinários estejam atentos a sinais de problemas oculares, como olhos lacrimejantes, opacidade da córnea e mudanças no comportamento visual. A detecção precoce e o tratamento adequado são essenciais para minimizar os impactos do glaucoma em equinos (2).

## OBJETIVO:

Este estudo teve o objetivo de avaliar a existência de correlação direta entre a PIO e a ECC em equinos saudáveis.

## MATERIAL E MÉTODOS:

Este projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais do Centro Universitário Serra dos Órgãos (CEUA – UNIFESO) em 15 de dezembro de 2023, sob o número CEUA-UNIFESO nº 568/23.

Foram utilizados 32 equinos machos e fêmeas, da raça Puro Sangue Inglês, com idades variando de 3 a 5 anos, hípidos tanto em sua saúde geral como através do exame oftálmico geral de rotina. Mediante a aplicação 1 a 2 gotas de colírio anestésico (cloridrato de proximetacaína 0,5% – solução oftálmica estéril; Anestalcon®) em ambos os olhos, os equinos foram avaliados quanto a PIO e a ECC.

As referidas avaliações foram realizadas uma única vez no mesmo dia, quando foi aferida

a PIO direita e esquerda em milímetros de mercúrio (mmHg) de todos equinos com auxílio de um tonômetro de aplanção eletrônico (Tono-Pen Vet® – Reichert), seguido da avaliação da paquimetria direita e esquerda (em  $\mu\text{m}$ ), com auxílio do paquímetro ultrassônico (iPac® – Pachymeter Reichert), no centro da córnea de todos os equinos.

Os valores obtidos do olho direito (OD) e do olho esquerdo (OS) de cada um dos animais avaliados, referentes à PIO aferida, Paquimetria e PIO corrigida, receberam tratamentos estatísticos, a fim de observar a existência, ou não, de uma correlação direta, como observado em outras espécies animais. Foi realizada a estatística descritiva tendo sido calculadas as médias, medianas, modas, desvios padrão e coeficientes de variação de todos os parâmetros quantitativos. A normalidade dos dados foi testada pelo teste de Kolmogorov Smirnov. Como todos dados foram paramétricos, o teste *T* de *student* foi utilizado para a comparação entre PIO aferida no olho direito e esquerdo, paquimetria obtida no olho direito e esquerdo, PIO corrigida pela paquimetria no olho direito e esquerdo, assim como para a comparação dos dados en-

trados nos machos e nas fêmeas.

### RESULTADOS:

A estatística descritiva com os cálculos das médias, medianas, modas, desvios padrão e coeficientes de variação de todos os parâmetros quantitativos, a partir dos valores obtidos do olho direito (OD) e do olho esquerdo (OS) de cada um dos animais avaliados, referentes à PIO aferida, Paquimetria e PIO corrigida, estão apresentados na tabela 1.

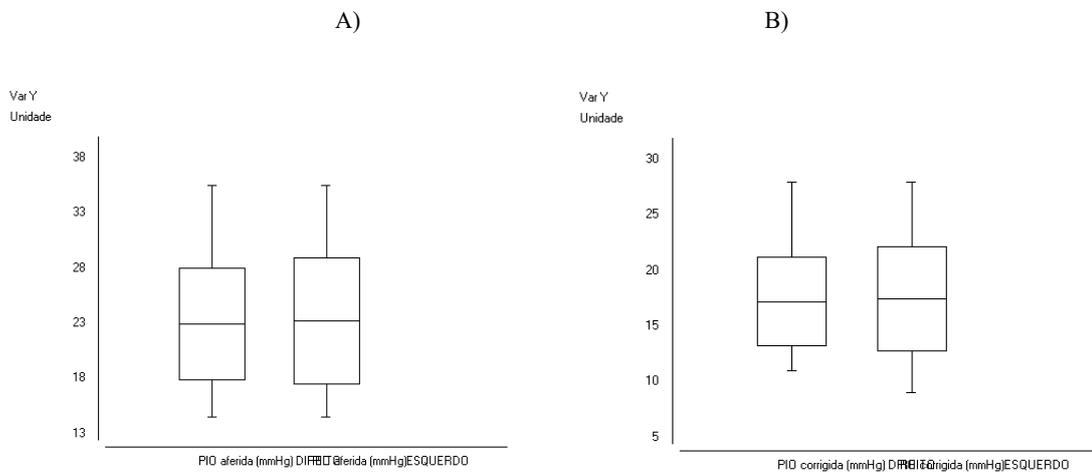
Os valores obtidos de média e desvio padrão foram, respectivamente, para PIO aferida no olho direito:  $22,44 \pm 5,07$ ; para PIO aferida no olho esquerdo:  $22,72 \pm 5,73$ ; para paquimetria do olho direito:  $867,44 \pm 51,63$ ; para paquimetria do olho esquerdo:  $874,44 \pm 47,58$ ; para PIO corrigida no olho direito:  $17,22 \pm 3,99$ ; e para PIO corrigida no olho esquerdo:  $17,47 \pm 4,72$ .

Pelo teste *t* de *student* não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre PIO aferida, paquimetria e PIO corrigida pela paquimetria, tanto no olho direito, quanto no olho esquerdo, conforme demonstrado nos gráficos na figura 1.

Tabela 1: Estatística descritiva dos dados obtidos da PIO aferida no olho direito e esquerdo, da paquimetria obtida no olho direito e esquerdo e da PIO corrigida pela paquimetria no olho direito e esquerdo de equinos Puro Sangue Inglês saudáveis

	Olho Direito (OD)			Olho esquerdo (OS)		
	PIO aferida (mmHg)	Paquimetria ( $\mu\text{m}$ )	PIO corrigida (mmHg)	PIO aferida (mmHg)	Paquimetria ( $\mu\text{m}$ )	PIO corrigida (mmHg)
Tamanho da amostra =	32	32	32	32	32	32
Mínimo	14,0000	747,0000	11,0000	14,0000	788,0000	9,0000
Máximo	35,0000	959,0000	28,0000	35,0000	954,0000	28,0000
Amplitude Total	21,0000	212,0000	17,0000	21,0000	166,0000	19,0000
Mediana	22,0000	858,0000	17,0000	23,0000	867,5000	17,5000
Primeiro Quartil (25%)	18,0000	836,5000	15,0000	17,7500	842,7500	14,0000
Terceiro Quartil (75%)	25,2500	909,5000	20,0000	27,2500	904,5000	22,0000
Desvio Interquartilico	7,2500	73,0000	5,0000	9,5000	61,7500	8,0000
Média Aritmética	22,4375	867,4375	17,2188	22,7188	874,4375	17,4688
Variância	25,7379	2665,3508	15,9183	32,7893	2263,6089	22,3216
Desvio Padrão	5,0733	51,6270	3,9898	5,7262	47,5774	4,7246
Erro Padrão	0,8968	9,1265	0,7053	1,0123	8,4106	0,8352
Coefficiente de Variação	22,61%	5,95%	23,17%	25,20%	5,44%	27,05%
Assimetria (g1)	0,5698	-0,0452	0,6213	0,0204	0,1173	0,1581
Curtose (g2)	-0,0821	-0,4738	0,8134	-0,7642	-0,8800	-0,7362
Média Harmônica =	21,3838	864,4380	16,3529	21,2290	871,9370	16,1769
N (média harmônica) =	32	32	32	32	32	32
Média Geométrica =	21,9006	865,9416	16,7822	21,9853	873,1858	16,8290
N (média geométrica) =	32	32	32	32	32	32

Figura 1 – A) Gráfico demonstrando a média e o desvio padrão da PIO aferida no olho direito e esquerdo. B) Gráfico demonstrando a média e o desvio padrão da PIO corrigida pela paquimetria no olho direito e esquerdo de equinos Puro Sangue Inglês saudáveis



Entretanto, foram observadas diferenças significativas entre machos e fêmeas para paquimetria no olho direito e esquerdo, assim como na PIO corrigida no olho direito e esquerdo, com médias superiores para os machos (tabelas 2 e 3).

Tabela 2: Resultados da comparação dos dados obtidos da paquimetria no olho direito e esquerdo, entre machos e fêmeas de equinos Puro Sangue Inglês saudáveis

	Paquimetria (µm) olho direito		Paquimetria (µm) olho esquerdo	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Tamanho =	16	16	16	16
Média =	847,8125	887,0625	855,6875	893,1875
Variância =	1174,1625	3512,5958	884,8958	3043,2292
	Heterocedasticidade		Heterocedasticidade	
Variância =	292,9224	---	245,5078	---
t =	-2,2933	---	-2,3933	---
Graus de liberdade =	24,02	---	23,04	---
p (unilateral) =	0,0154	---	0,0126	---
p (bilateral) =	0,0308	---	0,0252	---
Poder (0.05) =	0,7416	---	0,7729	---
Poder (0.01) =	0,4854	---	0,5252	---
Diferença entre as médias =	-39,2500	---	-37,5000	---
IC 95% (Dif. entre médias) =	-75,9616 a -2,5384	---	-71,1093 a -3,8907	---
IC 99% (Dif. entre médias) =	-90,2013 a 11,7013	---	-84,1457 a 9,1457	---

Tabela 3: Resultados da comparação dos dados obtidos da PIO corrigida pela paquimetria, no olho direito e esquerdo de equinos Puro Sangue Inglês saudáveis

	PIO (mmHg) corrigida olho direito		PIO (mmHg) corrigida olho esquerdo	
	Fêmeas	Machos	Fêmeas	Machos
Tamanho =	16	16	16	16
Média =	15,7500	18,6875	16,0000	18,9375
Variância =	11,2667	17,0292	14,8000	26,7292
	Homocedasticidade		Homocedasticidade	
Variância =	14,1479	---	20,7646	---
t =	-2,2089	---	-1,8233	---
Graus de liberdade =	30	---	30	---
p (unilateral) =	0,0174	---	0,0391	---
p (bilateral) =	0,0349	---	0,0781	---
Poder (0.05) =	0,7136	---	0,5708	---
Poder (0.01) =	0,4518	---	0,3061	---
Diferença entre as médias =	-2,9375	---	-2,9375	---
IC 95% (Dif. entre médias) =	-5,6530 a -0,2220	---	-6,2273 a 0,3523	---
IC 99% (Dif. entre médias) =	-6,5946 a 0,7196	---	-7,3680 a 1,4930	---

## DISCUSSÃO:

O controle da PIO, seja através de tratamento clínico ou de intervenção cirúrgica, é o único recurso que se possui para controlar os níveis de PIO e a evolução do glaucoma. Para avaliação da PIO, estão disponíveis no mercado diversos equipamentos com precisão semelhante ao equipamento utilizado neste experimento. A medida da PIO é essencial para o diagnóstico, tratamento e monitoramento de muitas doenças oftalmológicas, não apenas o glaucoma (1,2,3,5,6,7).

Animais portadores de inflamações intraoculares tendem a reduzir a produção do humor aquoso e, assim, apresentam PIO menor do que a média populacional. Na última década, pesquisas em seres humanos que relacionam diretamente os níveis de PIO à espessura central da córnea (ECC) têm sido apresentadas em conferências e publicados em revistas científicas. Em Medicina Veterinária, esta correlação tem sido pesquisada em diversas espécies animais, sem chegar a resultados semelhantes aos estudos humanos publicados (2,3).

É bem aceito que a tonometria regular fornece níveis de PIO que não consideram as variações que podem ocorrer, portanto, se houver uma relação direta entre estas variáveis, PIO e ECC, é importante ajustar as medidas originais de PIO, a fim de se obter valores de PIO mais confiáveis. Quando os níveis de PIO obtidos não são corrigidos juntamente com os valores da ECC, um olho saudável pode apresentá-los fora do intervalo de referência da PIO normal (1.3.7).

Confirmando-se as diferenças estatisticamente significativas entre sexo e aprofundando os estudos, pode ser possível se determinar que, assim como ocorre na espécie humana, éguas possam ser mais suscetíveis ao glaucoma primário, sem que, na rotina prática, esta informação esteja sendo observada e um possível tratamento precoce não esteja sendo instituído.

## CONCLUSÃO:

No presente estudo pode-se concluir que não foi evidenciada correlação direta entre a PIO e ECC e a PIO corrigida nos equinos testados, tampouco relação entre a ECC e a PIO entre os olhos direito e esquerdo.

Entretanto, foram encontradas diferenças estatisticamente significativa entre os sexos, onde tanto a ECC e PIO corrigida apresentaram-se maiores nos machos.

Embora a grande maioria dos casos de glaucoma em equinos esteja associada à uveíte recorrente, portanto glaucoma secundário, maiores e mais aprofundados estudos a respeito da doença primária em equinos são necessários.

## AGRADECIMENTOS:

Aos responsáveis pelos animais alojados no Posto de Fomento e Centro de Treinamento da Associação de Criadores e Proprietários de Corrida do Rio de Janeiro, Teresópolis/RJ, pela permissão para a utilização dos animais neste experimento.

## REFERÊNCIAS:

1. Brooks DE, Matthews AG. Equine ophthalmology. In: *Veterinary Ophthalmology*, 4th ed. (ed. Gelatt KN). Blackwell Publishing, Ames, IA, 2007; 1165–1274.
2. Curto E M, Gemensky-Metzler AJ, Chandler HL, Wilkie DA. Equine Glaucoma: A Histopathologic Retrospective Study (1999-2012). *Veterinary ophthalmology*. 2014; 17 (5): 334–342.
3. Gelatt KN, Gilger BC, Kern TJ. *Veterinary Ophthalmology*, Fifth Edition. 2013; 2:1136.
4. Gemensky-Metzler AJ, Wilkie DA, Weisbrode SE, Kuhn SE. The Location of Sites and Effect of Semiconductor Diode Trans-Scleral Cyclophotocoagulation on the Buphthalmic Equine Globe. *Veterinary ophthalmology*. 2014; 17 (Suppl 1): 107–116.
5. Gilger BC, Stoppini R. Equine ocular examination route and advanced diagnostic techniques. In: *Equine Ophthalmology*, 2nd edn. (ed. Gilger BC) Elsevier Saunders, Maryland Heights, 2011; 1–48.
6. Miller PE, Pickett JP, Majors LJ. Evaluation of two applanation tonometers in horses. *American Journal of Veterinary Research* 1990; 51: 935–937.
7. Pereira JS, Pereira, NGA, Muller NC, Prando FS, Rosa M, Martins RR, Martins AV. Evaluación de la presión intraocular en caballos (equus caballus, linnaeus 1758) través del uso de un Tono-pen vettm In: VIII Congreso del Colegio Latinoamericano de Oftalmólogos Veterinarios, 2015, Concepción. Libro resumen VIII Congreso del Colegio Latinoamericano de Oftalmólogos Veterinarios, 2015. p. 70-70.