



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**  
**CAMPUS REALEZA**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA**

**THAÍS VASCONCELOS DE ALMEIDA ALVES**

**ANÁLISE ELASTOGRÁFICA OCULAR POR COMPRESSÃO MECÂNICA EM  
CÃES NORMOTENSOS E COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA  
TRATADA E NÃO TRATADA**

**REALEZA**  
**2024**

**THAÍS VASCONCELOS DE ALMEIDA ALVES**

**ANÁLISE ELASTOGRÁFICA OCULAR POR COMPRESSÃO MECÂNICA EM  
CÃES NORMOTENSOS E COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA  
TRATADA E NÃO TRATADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Médico Veterinário.

Orientador: Prof. Dr. Gentil Ferreira Gonçalves

**REALEZA  
2024**

**Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Alves, Thaís Vasconcelos de Almeida  
ANÁLISE ELASTOGRÁFICA OCULAR POR COMPRESSÃO MECÂNICA  
EM CÃES NORMOTENSOS E COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA  
TRATADA E NÃO TRATADA / Thaís Vasconcelos de Almeida  
Alves. -- 2024.  
37 f.:il.

Orientador: Professor Doutor Gentil Ferreira  
Gonçalves

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Bacharelado em Medicina Veterinária, Realeza, PR, 2024.

1. Elastografia. 2. Ultrassonografia. 3.  
Oftalmologia. 4. Doppler. 5. Ecografia ocular. I.  
Gonçalves, Gentil Ferreira, orient. II. Universidade  
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**THAÍS VASCONCELOS DE ALMEIDA ALVES**

**ANÁLISE ELASTOGRÁFICA OCULAR POR COMPRESSÃO MECÂNICA EM  
CÃES NORMOTENSOS E COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA  
TRATADA E NÃO TRATADA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Medicina Veterinária da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Médico Veterinário.

Este trabalho de conclusão foi defendido e aprovado pela banca em: 25/10/2024

**BANCA EXAMINADORA**

Documento assinado digitalmente  
 **GENTIL FERREIRA GONCALVES**  
Data: 04/11/2024 07:48:14-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof. Dr. Gentil Ferreira Gonçalves – UFFS**  
**Orientador**

Documento assinado digitalmente  
 **TATIANA CHAMPION**  
Data: 05/11/2024 11:29:41-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Tatiana Champion – UFFS**  
**Avaliadora**

Documento assinado digitalmente  
 **EMANUEL CAON**  
Data: 04/11/2024 09:14:57-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

**Médico Veterinário Emanuel Caon**  
**Avaliador**

Dedico este trabalho ao ser que despertou em mim o amor por todos os animais.

## AGRADECIMENTOS

Este momento foi muito aguardado por mim. Durante a jornada, imaginei muitas vezes o que escreveria nesta seção, e a resposta sempre foi a mesma: obrigada, pai e mãe, por nunca desistirem da minha educação, por me incentivarem nos momentos mais difíceis e por acreditarem no meu futuro como profissional dedicada. Minha formação é inseparável do apoio de vocês, dos meus familiares e amigos. Agradeço por confiarem em mim, especialmente quando eu mesma não conseguia ver meu próprio potencial.

Agradeço sinceramente aos pacientes que tornaram esta pesquisa possível: Dindin, Gandy, Bela, Scooby, Paçoca, Julie, Lola, Amélia, Paul, Kira, Mini, Dara, Paris, Sissi, Meia-noite, Shakira, Chanel, Chica, Floquinho, Piki, Thor, Akyra Mel e Jade.

Minha gratidão também se estende às acadêmicas de Medicina Veterinária Maria Elisa Lima, Isabela Siega e Milena Marcello, assim como às auxiliares veterinárias do Hospital Veterinário Universitário da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Realeza-PR, por seu apoio inestimável nas consultas, exames oftalmológicos e na contenção durante os exames imagiológicos.

Agradeço profundamente ao meu amado Marcio Oleszczyszyn por seu apoio incondicional durante todas as etapas desta pesquisa e por estar presente, sempre se dispondo a ajudar sem medir esforços.

Finalizo meus agradecimentos mencionando meu querido orientador, Prof. Dr. Gentil Ferreira Gonçalves, cuja orientação foi fundamental ao longo da minha graduação. Ele me incentivou a permanecer firme no meu propósito de me tornar a melhor profissional possível para meus pacientes, dadas as condições disponíveis. Com seu exemplo prático, ensinou-me a importância da ética no exercício da profissão e a competência necessária para realizar qualquer procedimento, desde os mais simples até os mais complexos.

## RESUMO

A ultrassonografia é uma ferramenta valiosa na Medicina Veterinária, permitindo diagnósticos precisos em situações onde a palpação do tecido é impraticável. Este método se destaca na avaliação do bulbo ocular canino, onde outras abordagens podem ser limitadas. A ecografia ocular é um exame não invasivo que pode ser realizado sem a necessidade de anestesia geral, facilitando sua execução na prática clínica oftalmológica. Para aprimorar os achados imagiológicos, a ultrassonografia pode ser complementada com elastografia, técnica que fornece dados qualitativos e quantitativos sobre tecidos e órgãos. Apesar de amplamente utilizada em outras áreas, seu uso na oftalmologia veterinária ainda é escasso. A análise da elasticidade do tecido *in vivo* pode ser feita por métodos de compressão mecânica e ondas de cisalhamento, resultando em elastogramas que indicam o grau de resistência do tecido a estímulos mecânicos. A hipertensão arterial sistêmica é uma comorbidade que pode causar danos graves em cães, com os olhos frequentemente apresentando os primeiros sinais clínicos. As lesões oftálmicas mais comuns incluem tortuosidade dos vasos sanguíneos da retina, edema retiniano focal e hemorragia retiniana. Com a progressão da doença, podem ocorrer descolamentos retinianos e hemorragia intravítrea, resultantes de vasoconstrição arteriolar inicial e isquemia da vasculatura. Este estudo revelou diferenças significativas na pressão arterial sistêmica (PAS) entre cães normotensos, hipertensos tratados e não tratados, com médias de 131 mmHg, 181 mmHg e 207 mmHg, respectivamente. O grupo de hipertensos não tratados apresentou a maior pressão arterial, com uma diferença estatisticamente significativa ( $P = 0,0058$ ). No entanto, ao avaliar a pressão intraocular (PIO), não foram observadas diferenças significativas entre os grupos: no olho esquerdo (OE), as médias foram de 15 mmHg (normotensos), 16 mmHg (hipertensos tratados) e 16 mmHg (hipertensos não tratados) ( $P = 0,9154$ ). No olho direito (OD), os valores foram 18 mmHg (normotensos), 17 mmHg (hipertensos tratados) e 17 mmHg (hipertensos não tratados) ( $P = 0,9328$ ). Além disso, o índice de pulsatilidade (IP) e o índice de resistividade (IR) na artéria oftálmica também não mostraram diferenças significativas. No OE, o IP foi de 0,72 (normotensos), 0,94 (hipertensos tratados) e 0,78 (hipertensos não tratados) ( $P = 0,3577$ ). O IR variou entre 0,54, 0,62 e 0,53, respectivamente ( $P = 0,1668$ ). No OD, o IP foi de 0,72, 0,88 e 0,90 ( $P = 0,2197$ ), enquanto o IR foi de 0,50, 0,58 e 0,59 ( $P = 0,1258$ ). Em suma, apesar das diferenças na PA entre os grupos, não foram notadas variações significativas nos parâmetros de resistência vascular ocular ou em outros índices elastográficos. A pesquisa destacou a eficácia da ultrassonografia ocular e a relevância dos fármacos anti-hipertensivos, mesmo sem correlações estatísticas significativas com as medições elastográficas. A escassez de estudos sobre elastografia em cães hipertensos sublinha a importância deste trabalho para estimular novas investigações sobre a HAS e suas consequências para a saúde ocular canina.

**Palavras-chave:** ecografia ocular; oftalmologia; elastografia; ultrassonografia; doppler.

## ABSTRACT

Ultrasonography is a valuable tool in Veterinary Medicine, enabling accurate diagnoses in situations where tissue palpation is impractical. This method is particularly effective in evaluating the canine ocular bulb, where other approaches may be limited. Ocular ultrasound is a non-invasive examination that can be performed without the need for general anesthesia, facilitating its implementation in clinical ophthalmology. To enhance imaging findings, ultrasonography can be complemented with elastography, a technique that provides qualitative and quantitative data about tissues and organs. Although widely used in other areas, its application in veterinary ophthalmology remains scarce. The analysis of tissue elasticity *in vivo* can be performed using mechanical compression methods and shear wave techniques, resulting in elastograms that indicate the degree of resistance of the tissue to mechanical stimuli. Systemic arterial hypertension is a comorbidity that can cause severe damage in dogs, with the eyes frequently presenting the first clinical signs. The most common ocular lesions include retinal blood vessel tortuosity, focal retinal edema, and retinal hemorrhage. As the disease progresses, retinal detachment and intravitreal hemorrhage may occur, resulting from initial arteriolar vasoconstriction and vascular ischemia. This study revealed significant differences in systemic arterial pressure (SAP) among normotensive dogs, treated hypertensive dogs, and untreated hypertensive dogs, with averages of 131 mmHg, 181 mmHg, and 207 mmHg, respectively. The untreated hypertensive group showed the highest arterial pressure, with a statistically significant difference ( $P = 0.0058$ ). However, when evaluating intraocular pressure (IOP), no significant differences were observed among the groups: in the left eye (LE), the averages were 15 mmHg (normotensive), 16 mmHg (treated hypertensive), and 16 mmHg (untreated hypertensive) ( $P = 0.9154$ ). In the right eye (RE), the values were 18 mmHg (normotensive), 17 mmHg (treated hypertensive), and 17 mmHg (untreated hypertensive) ( $P = 0.9328$ ). Additionally, the pulsatility index (PI) and resistivity index (RI) in the ophthalmic artery also showed no significant differences. In the LE, the PI was 0.72 (normotensive), 0.94 (treated hypertensive), and 0.78 (untreated hypertensive) ( $P = 0.3577$ ). The RI varied between 0.54, 0.62, and 0.53, respectively ( $P = 0.1668$ ). In the RE, the PI was 0.72, 0.88, and 0.90 ( $P = 0.2197$ ), while the RI was 0.50, 0.58, and 0.59 ( $P = 0.1258$ ).

In summary, despite the differences in SAP among the groups, no significant variations were noted in ocular vascular resistance parameters or in other elastographic indices. The research highlighted the effectiveness of ocular ultrasonography and the relevance of antihypertensive drugs, even without statistically significant correlations with elastographic measurements. The scarcity of studies on elastography in hypertensive dogs underscores the importance of this work in stimulating further investigations into hypertension and its consequences for canine ocular health.

**Keywords:** ocular ultrasound; ophthalmology; elastography; ultrasonography; Doppler.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- FIGURA 1- IMAGEM ULTRASSONOGRÁFICA DO BULBO OCULAR DE CÃO EM CORTE TRANSVERSAL, COM APLICAÇÃO DE ELASTOGRAFIA. ONDE OBSERVA-SE ÁREAS DA CÂMARA VÍTREA, COMPLEXO RETINA-CORÓIDE-ESCLERA, GORDURA RETROBULBAR E SUA RELAÇÃO DE TENSÃO NA MARGEM INFERIOR ESQUERDA..... 23

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1- ANIMAIS NORMOTENSOS SAUDÁVEIS E SEM AFECÇÕES OCULARES ELENCADOS DE ACORDO COM IDADE (ANOS), RAÇA E CONDIÇÃO DE PAS .....	21
TABELA 2 ANIMAIS COM HIPERTENSÃO ARTERIAL SISTÊMICA COM AS CONDIÇÕES DE SAÚDE ESTABILIZADAS, SEM AFECÇÕES OCULARES ELENCADOS DE ACORDO COM IDADE (ANOS), RAÇA E CONDIÇÃO DE TRATAMENTO (TRATADOS OU NÃO TRATADOS) .....	22
TABELA 3 CÃES SELECIONADOS PARA A PESQUISA DE ACORDO COM A CLASSIFICAÇÃO DE PRESSÃO ARTERIAL SISTÓLICA DE RISCO DE LESÃO A ÓRGÃO ALVO .....	23
TABELA 4- VALORES DE MÉDIAS AVALIADOS PARA PRESSÃO INTRAOCULAR (PIO) NO OLHO ESQUERDO (OE) E OLHO DIREITO (OD) NOS DIFERENTES GRUPOS DE CÃES NORMOTENSOS (N = 7), HIPERTENSOS TRATADOS (N = 8) E HIPERTENSOS NÃO TRATADOS (N = 8) EM AVALIAÇÃO OFTÁLMICA.....	24
TABELA 5- VALORES DE MÉDIAS AVALIADOS DE ÍNDICE DE PULSATILIDADE (IP) E ÍNDICE DE RESISTIVIDADE (IR) PARA OLHO DIREITO (OD) E OLHO ESQUERDO (OE) NOS GRUPOS DE CÃES NORMOTENSOS (N = 7), HIPERTENSOS TRATADOS (N = 8) E NÃO TRATADOS (N = 8) .....	25
TABELA 6- VALORES DE MÉDIAS AVALIADOS DE TENSÃO ALVO (TA) EM CÂMARA VÍTREA (CV) E TENSÃO REFERÊNCIA EM COMPLEXO ESCLERA-CORÓIDE-RETINA (CECR) EM OLHO DIREITO (OD) E OLHO ESQUERDO (OE) EM RELAÇÃO AOS GRUPOS DE CÃES NORMOTENSOS (N = 7), HIPERTENSOS TRATADOS (N = 8) E NÃO TRATADOS (N = 8) .....	25
TABELA- 7 VALORES DE MÉDIAS PARA TENSÃO ALVO EM GORDURA RETROBULBAR (GR) E TENSÃO REFERÊNCIA EM COMPLEXO ESCLERA-CORÓIDE-RETINA (CECR) NO OLHO DIREITO (OD) E OLHO ESQUERDO (OE) EM RELAÇÃO AOS GRUPOS DE CÃES NORMOTENSOS (N = 7), HIPERTENSOS TRATADOS (N = 8) E NÃO TRATADOS (N = 8).....	26
TABELA 8- VALORES DE MÉDIA PARA TENSÃO ALVO (TA) EM CÂMARA VÍTREA (CV) E TENSÃO REFERÊNCIA EM GORDURA RETOBULBAR (GR) NOS GRUPOS DE CÃES NORMOTENSOS (N = 7), HIPERTENSOS TRATADOS (N = 8) E NÃO TRATADOS (N = 8).....	26

## LISTA DE ABREVIATURAS

ARFI	Acoustic Radiation Force Impulse
CECR	Complexo esclera-coróide-retina
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CV	Câmara Vítrea
GR	Gordura Retrobulbar
HAS	Hipertensão Arterial Sistêmica
IP	Índice de Pulsatilidade
IR	Índice de Resistividade
LOA	Lesão em Órgão-alvo
OD	Olho Direito
OE	Olho Esquerda
PAS	Pressão Arterial Sistólica
PIO	Pressão Intraocular
RH	Retinopatia Hipertensiva
RSV	Real-time Shear Velocity
SUHVU	Superintendência da Unidade Hospitalar Veterinária Universitária
TA	Tensão-Alvo
TR	Tensão-Referência
UFFS	Universidade Federal da Fronteira Sul
VM	Velocidade Média
VPD	Velocidade de Pico Diastólico
VPS	Velocidade de Pico Sistólico

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	13
2	REVISÃO DE LITERATURA .....	15
3	METODOLOGIA .....	20
4	RESULTADOS.....	24
5	DISCUSSÃO.....	27
6	CONCLUSÃO .....	29
	REFERÊNCIAS.....	30



## 1 INTRODUÇÃO

A ultrassonografia é uma valiosa aliada na Medicina Veterinária, permitindo diagnósticos precisos em situações em que a palpação do tecido é inviável. Essa técnica é especialmente aplicável na avaliação do bulbo ocular dos cães, onde outras abordagens podem ser limitadas (GOULD; MCLLEAN, 2014). Além disso, a ecografia ocular é um exame não invasivo que pode ser realizado sem a necessidade de administração de anestésicos gerais no animal, facilitando sua execução no cotidiano dos atendimentos oftálmicos (WILKIE; WILLIS, 2005).

A fim de aprimorar os achados imagiológicos, a ultrassonografia tradicional pode ser combinada com o exame de elastografia. Tal método utiliza-se das propriedades elásticas para fornecer dados qualitativos e quantitativos sobre determinado tecido e/ou órgão e suas proximidades (PARKER *et al.*, 1990). Com isso em mente, na área da Medicina Veterinária, há registros do emprego da elastografia para a análise das glândulas adrenais em cães, bem como nos rins e glândula adrenal (GARCIA, 2016; FERNANDEZ *et al.*, 2017). No entanto, quando se trata do campo da oftalmologia veterinária, os relatos ainda são escassos, abrangendo principalmente casos de catarata e glaucoma (ABREU *et al.*, 2021).

Atualmente, é possível realizar a análise da elasticidade do tecido *in vivo* pelo método de compressão mecânica, ondas mecânicas e por ondas de cisalhamento. A imagem formada por esses métodos é denominada elastograma, o qual indica por meio de um gráfico de cores (verde, azul e vermelho) ou, tons de cinza, o grau de resistência do tecido ou órgão frente a um estímulo mecânico ou proveniente de ondas (CARVALHO *et al.*, 2015; GENNISSON *et al.*, 2013).

A hipertensão arterial sistêmica é uma comorbidade que pode afetar os cães, podendo causar danos, até mesmo irreversíveis aos órgãos-alvo, sendo os olhos frequentemente os primeiros a apresentarem sinais clínicos (DUBIELZING *et al.*, 2010; CRISPIN; MOULD, 2001). As lesões oftálmicas mais comuns em cães e gatos incluem a tortuosidade dos vasos sanguíneos da retina, o edema retiniano focal, o descolamento retiniano bolhoso e a hemorragia retiniana (GOULD; MCLEAN, 2014). Conforme a doença avança, pode ocorrer descolamento retiniano total e hemorragia intravítrea. A patogênese das lesões oculares em resposta à hipertensão envolve inicialmente um período de vasoconstrição arteriolar, devido a mecanismos de autorregulação. Caso a hipertensão persista, é possível que ocorra oclusão e

necrose isquêmica da vasculatura, seguidas por um aumento subsequente da permeabilidade vascular. As alterações vasculares dentro do coróide podem resultar em acúmulo de fluido sub-retiniano e potencial descolamento de retina. Um estudo realizado na Universidade de Wisconsin relatou que 65% dos cães hipertensos apresentaram pelo menos uma lesão ocular (LE BLANC *et al.*, 2011).

Apesar do alto índice de cães que sofrem de hipertensão arterial sistêmica, ainda não existem estudos que correlacionem o aumento da pressão arterial com os achados imagiológicos das lesões oculares causadas pela doença em cães tratados e não medicados com anti-hipertensivos. A pesquisa tem como objetivo analisar as diferenças nos parâmetros elastográficos oculares em cães normotensos, hipertensos tratados e hipertensos não tratados, associando esses dados à avaliação da pressão sistólica medidos por métodos Doppler e o fluxo sanguíneo da artéria oftálmica externa, por dopplervelocimetria.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A ultrassonografia é um recurso valioso na prática da Medicina Veterinária, sendo um procedimento não invasivo que pode ser realizado sem a necessidade de anestésico o animal. Por meio desse exame, é possível obter visualizações detalhadas de estruturas, tecidos e órgãos que não seriam acessíveis através de exames físicos ou radiografias convencionais. Dessa forma, torna-se um excelente aliado para os profissionais veterinários, possibilitando diagnósticos mais precisos e proporcionando um melhor cuidado e tratamento aos animais (PENNICK; D'ANJOU, 2015).

A acústica é um campo de estudo com raízes antigas, remontando aos primeiros relatos de Pitágoras na Grécia. Entretanto, somente em 1942, o uso da ultrassonografia foi empregado como método diagnóstico e, em 1966, registrou-se o primeiro relato de sua aplicação na Medicina Veterinária para identificação de gestação em caprinos (SEOANE *et al.*, 2011).

O exame ultrassonográfico é viabilizado pelo transdutor que possui, em sua extremidade, um cristal piezoelétrico. Esse cristal tem a propriedade de sofrer deformação quando é submetido a cargas elétricas, permitindo assim a emissão de vibrações. Essas ondas penetram nos tecidos, gerando ecos que retornam à sonda, deformam o cristal piezoelétrico e, em seguida, são processadas pelo sistema para criar as imagens (PENNICK; D'ANJOU, 2015). Os diversos tecidos do organismo são distinguidos a partir da impedância, que se refere à resistência de determinado tecido à passagem do ultrassom (MANNION, 2006).

Devido à sua ampla aplicabilidade, o processamento das imagens ultrassonográficas pode ser categorizado em diferentes modos, como modo-A, modo-B, modo-M e modo-Doppler. No modo-A, a intensidade dos ecos é representada em picos de amplitude unidimensional. Já no modo-B, os ecos são exibidos como pontos esbranquiçados em tempo real na tela, onde a intensidade do branco indica o retorno mais intenso do eco. O modo-M é alcançado combinando as características dos modos A e B. Nesse modo, um feixe fixo é projetado na tela ao longo das coordenadas X e Y, exibindo pontos brancos distintos de acordo com a intensidade do retorno do eco. Por fim, o modo-Doppler que permite avaliar e detectar o movimento das células sanguíneas (BOON, 2011; MANNION, 2006).

O modo color Doppler é um método ultrassonográfico não invasivo que permite medir a velocidade do fluxo sanguíneo em vasos tão pequenos quanto os que irrigam os olhos (WILLIAMSOM; HARRIS, 1974). Assim, sua utilização possibilita a visualização de

alterações nos componentes oculares e estruturas adjacentes, como oclusões da artéria e veia central da retina, neuropatia óptica isquêmica e a detecção de tumores orbitais e oculares, além de investigar alterações hemodinâmicas em condições como retinopatias (HAYREH; BEACH, 1994). Os principais marcadores utilizados pelos imaginologistas são a velocidade de pico sistólico (VPS) e a velocidade de pico diastólico (VPD). A partir desses valores, calcula-se o índice de resistividade ( $IR = (VPS - VPD) / VPS$ ) e o índice de pulsatilidade ( $IP = (VPS - VPD) / VM$ ). Esses índices são utilizados na investigação da hemodinâmica arterial para avaliar a resistência periférica ao fluxo, variando de 0 a 1, onde 0 indica ausência de resistência e 1 representa resistência máxima (POURCELOT, 1974; CARVALHO, 2009). A artéria oftálmica externa é o vaso de maior calibre no bulbo ocular, podendo ser obtidos valores reproduzíveis de IP e IR. (WILLIAMSON, 1996; CARVALHO, 2009)

A ultrassonografia é o exame de imagem indicado para o estudo das afecções do bulbo ocular e estruturas orbitárias (BARR; GASCHEN, 2011). Com o auxílio desse exame, é possível avaliar as medidas da profundidade da câmara anterior, espessura do cristalino, profundidade da câmara vítrea e o comprimento axial do olho. A anatomia oftálmica canina apresenta-se de forma esférica e lisa, havendo variação de acordo com o biotipo da espécie, as quais são divididas em três grupos: braquicefálicos, mesocefálicos, dolicocefálicos (MANNION, 2006; TONI *et al.*, 2022). O bulbo ocular é composto por três camadas: a túnica fibrosa (externa), a túnica vascular (intermediária) e a túnica nervosa (interna). A túnica fibrosa inclui a córnea e a esclera; a córnea, transparente e avascular, garante a refração, enquanto a esclera é opaca e cobre a parte posterior do olho. A túnica vascular compreende íris, corpo ciliar e coróide. A íris contém epitélio pigmentado com melanina, além de vasos, tecido conjuntivo, fibras musculares e nervos. O corpo ciliar possui fibras musculares para acomodação da lente. A coróide, situada entre o corpo ciliar e a retina, completa a camada. A túnica nervosa, mais interna, é formada pela retina, que possui células nervosas distribuídas em dez camadas (referências).

O olho é dividido em compartimentos anterior e posterior, separados pela lente. Anterior à lente, localizam-se as câmaras anterior e posterior. A câmara anterior é delimitada pela córnea na frente e pela íris atrás, comunicando-se com a câmara posterior através da pupila. A câmara posterior, menor, é delimitada pela íris à frente e pela lente e seus ligamentos atrás. Ambas as câmaras são preenchidas pelo humor aquoso. A câmara vítrea, localizada entre a lente e a retina, contém o corpo vítreo (referências). Durante o exame ultrassonográfico, a córnea, a lente e as câmaras anterior e posterior são visualizadas como estruturas anecóicas, enquanto o corpo ciliar

é identificado como estrias hiperecóticas e o nervo óptico é visível como uma leve depressão hipoecótica na parede posterior do bulbo (KEALY *et al.*, 2012).

Com o objetivo de aprimorar a precisão do exame ultrassonográfico, é possível combiná-lo com a elastografia, uma técnica inovadora na Medicina Veterinária que utiliza informações da deformabilidade do tecido em estudo. Ao explorar as propriedades elásticas de cada tecido, a elastografia fornece dados sobre o grau de deformação sofrido quando uma força é aplicada, contribuindo para uma avaliação mais completa e detalhada. A elasticidade é a propriedade dos tecidos e órgãos que lhes permite deformar-se sob uma força externa e retornar à forma original quando essa força é removida. Cada tipo de tecido ou órgão possui características próprias de deformação, definidas por um módulo elástico específico (SHIINA *et al.*, 2002; NIGHTINGALE *et al.*, 2001). Essa medida é dada pelo Módulo de Young, o qual correlaciona o estresse aplicado e a deformação sofrida, sendo assim, tecidos mais resistentes possuem módulo mais elevado (GENNISSON *et al.*, 2013).

Uma das maneiras de empregar a elastografia é através da aplicação de uma força acústica por meio de um impulso localizado de ultrassom, o que fundamenta o método conhecido como “Acoustic Radiation Force Impulse” (ARFI) e “Real-time Shear Velocity” (RSV). Com o ARFI, é possível propagar a força de forma não invasiva, obtendo resultados quantitativos sobre a velocidade de propagação da onda de cisalhamento nas células do tecido examinado, além de resultados qualitativos com a formação do elastograma estático (NIGHTINGALE *et al.*, 2001). Por outro lado, a abordagem RSV demonstra em tempo real, por meio de um mapa bidimensional que também demonstra a deformação lateral dos tecidos, a velocidade de propagação da onda no tecido onde a onda de pressão foi exercida pelo transdutor convencional, que captura milhares de imagens por segundo (HOYT *et al.*, 2007). Essas abordagens fornecem informações valiosas sobre as propriedades elásticas dos tecidos, auxiliando em diagnósticos (GODDI *et al.*, 2012; GENNISSON *et al.*, 2013).

Outra técnica que pode ser empregada para realizar esse exame é a elastografia por ondas de compressão mecânica, a qual é um método estático que utiliza a força mecânica aplicada pelo operador de ultrassom. No entanto, essa abordagem pode comprometer a avaliação da deformação elástica do tecido, uma vez que não oferece a mesma precisão quantitativa proporcionada pelas técnicas de elastografia por ondas de cisalhamento. Além disso, essa técnica é restrita a campos não profundos do organismo, impossibilitando a avaliação de tecidos localizados abaixo de 5 cm de profundidade (CARVALHO *et al.*, 2015; GENNISSON *et al.*, 2013).

A hipertensão arterial sistêmica (HAS) é uma condição médica que pode desencadear complicações oculares (HASHIMOTO *et al.*, 2002). Em termos simples, a HAS é diagnosticada quando a pressão arterial sistólica (PAS) do animal mantém-se elevada de forma sustentada, podendo ser resultado de fatores estressantes, doenças subjacentes ou causas desconhecidas (ACIERNO *et al.*, 2018). A HAS em animais pode ser classificada em três categorias: situacional, secundária e idiopática. A HAS situacional ocorre quando o animal, ao se deparar com uma situação incomum, apresenta elevação temporária da pressão arterial, que persiste até a remoção do fator estressante (ACIERNO *et al.*, 2018). Esse fenômeno foi confirmado em estudo de Queiros *et al.* (2021), que comparou medições realizadas em ambiente ambulatorial e domiciliar em caninos. Já a HAS secundária está associada a uma condição subjacente que mantém os níveis pressóricos elevados, como doença renal crônica ou hipercortisolismo (ACIERNO *et al.*, 2018; CHALHOUB; PALMA, 2017; POPPL *et al.*, 2018). Por fim, a HAS idiopática é caracterizada por elevação persistente da PA sem uma causa conhecida, sendo considerada multifatorial, com influências de fatores genéticos e hábitos de vida (ACIERNO *et al.*, 2018).

A elevação persistente da PAS pode causar lesões em órgãos-alvo (LOA), principalmente no coração, rins, olhos e cérebro (YAMATO, 2020; LAWSON; JEPSON, 2021). A identificação de LOA durante o exame físico de rotina é sugestiva de HAS, sendo o controle medicamentoso indicado caso a suspeita seja confirmada. Quando se avaliam as lesões oculares, a HAS pode causar, durante seu curso, consequências como retinopatia hipertensiva (RH) e coroidopatia, as quais causam tortuosidade dos vasos sanguíneos da retina, o edema retiniano focal, o descolamento retiniano bolhoso ou total, bem como a hemorragia intravítrea (GOULD; MCLLEAN, 2014). As lesões foram identificadas em indivíduos com pressão arterial tão baixa quanto 168 mmHg, embora sua ocorrência seja mais comum em medições acima de 180 mmHg (ACIERNO *et al.*, 2018). Além disso, a recuperação das lesões com o tratamento anti-hipertensivo não é comum na maioria dos casos oculares, resultando em sequelas permanentes para esses animais (SOUSA *et al.*, 2023; LEBLANC *et al.*, 2011).

A perda da capacidade autorregulatória vascular leva a quebra da barreira hemato-retiniana, que por sua vez causa as lesões oculares. A fisiopatogenia da RH divide-se em quatro fases principais: vasoconstritora, exsudativa, esclerótica e complicações da fase esclerótica (SILVA *et al.*, 2002; LA CROIX, 2005). Inicialmente, a autorregulação provoca vasoconstrição por meio de mecanismos miogênicos e metabólicos, com o intuito de proteger a retina (LEBLANC *et al.*, 2011). Com a PA sustentada, ocorre a dilatação das arteríolas pré-capilares

e a ruptura da barreira hemato-retiniana (SILVA *et al.*, 2002), resultando em extravasamento de plasma ou sangue, que provoca manchas e isquemia, podendo levar ao descolamento da retina (CRISPIN; MOULD, 2001; LA CROIX, 2005). Na fase esclerótica, há degeneração das paredes dos vasos, com espessamento e alteração na coloração, o que pode resultar em microaneurismas e oclusões vasculares (SILVA *et al.*, 2002).

### 3 METODOLOGIA

O estudo utilizou registros médicos de cães com Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) atendidos na Superintendência da Unidade Hospitalar Veterinária Universitária (SUHVU) da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *campus* Realeza. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética no Uso de Animais (CEUA), sob o protocolo nº 8763030624. Os proprietários dos cães selecionados autorizaram a participação mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Todos os cães foram tratados no Serviço de Oftalmologia do SUHVU, onde o estudo foi conduzido.

Exames físicos e oftalmológicos foram realizados em todos os cães participantes. O exame físico foi realizado para avaliar a estabilidade geral do paciente, incluindo a medição da PAS por meio do método indireto utilizando Doppler. A avaliação da PAS foi realizada antes dos demais exames para evitar que o estresse dos animais interferisse nos resultados. Para isso, os animais tinham um período de adaptação ao ambiente do ambulatório. O manguito utilizado para a aferição foi escolhido de acordo com a circunferência do membro torácico, selecionando-se um tamanho correspondente a 30-40% dessa medida (ACIERNO *et al.*, 2018).

Para aferir PAS, os animais foram posicionados em decúbito lateral direito. Aplicou-se gel na região palmar metacarpal, próxima ao coxim, onde o pulso da artéria palmar era palpável. Após a captação dos sinais de pulso adequados com o transdutor Doppler, o manguito foi inflado até aproximadamente 30 mmHg acima da pressão necessária para obliterar o pulso audível, sendo, em seguida, desinflado lentamente. A PAS foi registrada no momento em que o pulso se tornou audível novamente, realizando de 5 a 7 mensurações e calculando a média aritmética dos valores obtidos. A utilização de fones de ouvido foi adotada, tendo em vista que alguns animais poderiam ser sensíveis a ruídos elevados (ACIERNO *et al.*, 2018).

Os cães foram submetidos a uma avaliação oftálmica abrangente. Inicialmente, realizaram-se os reflexos luminosos pupilares direto e consensual com luz branca polarizada, além do reflexo de ameaça. Em seguida, foi realizado o Teste Lacrimal de Schirmer para medir a produção aquosa do filme lacrimal, com uma tira de papel absorvente posicionada entre o terço médio e lateral da pálpebra inferior por 60 segundos. O valor esperado para cães saudáveis é de até 15 mm em 1 minuto (OFRI; MAGGS; MILLER, 2013). Evitou-se manipulação excessiva e o uso de fármacos midriáticos durante o teste (FEITOSA *et al.*, 2020; GOULD; MCLLEAN, 2014).

Após o teste de Schirmer, realizou-se a inspeção extra e intraocular com a lâmpada de fenda (15090 PSL, Heine), que combina um biomicroscópio e uma fonte de luz, permitindo a observação detalhada da fenda iridocorneal com ampliação de 12 a 40 vezes (GOULD; MCLLEAN, 2014).

Em seguida, aplicou-se o teste com fluoresceína, um corante alaranjado que adquire tom esverdeado em soluções alcalinas, sendo útil para avaliar a superfície corneana. O corante foi instilado na conjuntiva, e os cães piscaram para distribuí-lo uniformemente. O exame de fundo de olho foi realizado com oftalmoscópio direto (Panoptic, Welch Allyn), permitindo a visualização das estruturas do segmento posterior do olho. Para a midríase, utilizou-se tropicamida 0,5% (Mydriacyl, Alcon, SP, Brasil), e a sala foi mantida com luz mínima para o conforto dos animais. Por fim, a pressão intraocular (PIO) foi mensurada com o tonômetro de rebote (TonoVet Plus II, iCare), considerando-se valores normais entre 15 e 25 mmHg em cães sem glaucoma (FEITOSA *et al.*, 2020; GOULD; MCLLEAN, 2014).

Os animais elegíveis (Tabela 1 e 2) foram submetidos a ultrassonografia ocular com transdutor linear multifrequencial de 8-15 MHz (modo B), utilizando o aparelho E-cube 8 da IMEX Medical®. Após a aplicação de colírio anestésico cloridrato de proximetacaína 0,5% (Anestalcon, Alcon, SP, Brasil) e gel ultrassonográfico estéril sobre a córnea, o bulbo ocular foi examinado em cortes sagital e longitudinal. Avaliando estruturas oculares e perioculares, tais como córnea, lente, câmara vítrea, retina e nervo óptico quanto à ecogenicidade e ecotextura. O modo Power Doppler foi utilizado para avaliar a dopplervelocimetria da artéria oftálmica externa, onde foi delimitado o volume de amostra central ao vaso e o ângulo de insonação menor que 60° (CARVALHO, 2014). A partir das marcações nos picos sistólico e diastólico das ondas de fluxo, foram obtidos os valores correspondentes ao IR e ao IP.

*Tabela 1- Animais normotensos saudáveis e sem afecções oculares elencados de acordo com idade (anos), raça e condição de PAS*

<b>Idade (anos)</b>	<b>Raça</b>	<b>Condição</b>
10	SRD	Normotenso
12	Maltês	Normotenso
6	Yorkshire	Normotenso
3	SRD	Normotenso
5	Pug	Normotenso
1	SRD	Normotenso
10	SRD	Normotenso

*Tabela 2 Animais com hipertensão arterial sistêmica com as condições de saúde estabilizadas, sem afecções oculares elencados de acordo com idade (anos), raça e condição de tratamento (tratados ou não tratados)*

<b>Idade (anos)</b>	<b>Raça</b>	<b>Condição</b>
9	Maltês	Hipertenso Tratado
9	Maltês	Hipertenso Tratado
9	Dachshund	Hipertenso Não Tratado
9	Yorkshire	Hipertenso Tratado
10	Pinscher	Hipertenso Não tratado
2	Shih-tzu	Hipertenso Não Tratado
9	Shih-tzu	Hipertenso Não Tratado
15	SRD	Hipertenso Não tratado
8	Shih-tzu	Hipertenso Não Tratado
9	Poodle	Hipertenso Tratado
9	Pinscher	Hipertenso Não Tratado
3	Shih-tzu	Hipertenso Não Tratado
10	Poodle	Hipertenso Tratado
11	Chihuahua	Hipertenso Tratado
12	Chihuahua	Hipertenso Tratado
9	Dachshund	Hipertenso Tratado

Na elastografia, todas as mensurações foram realizadas pelo mesmo operador, que aplicou compressão com o transdutor sobre a córnea em corte transversal até alcançar uma deformação correspondente à marcação 4 em uma escala de 4/6. As avaliações foram feitas em três regiões de interesse: câmara vítrea (CV), complexo retina-coróide-esclera (CRCE) e gordura retrobulbar (GR). O software do aparelho forneceu automaticamente os valores de Tensão-Alvo (TA), Tensão-Referência (TR) e a relação entre as áreas analisadas, a partir de suas marcações na imagem, facilitando a comparação das diferentes regiões, representadas no elastograma. Essa abordagem permitiu uma análise qualitativa a respeito da deformação dos tecidos com aplicação de pressão, e sua respectiva relação de rigidez (Figura 1).

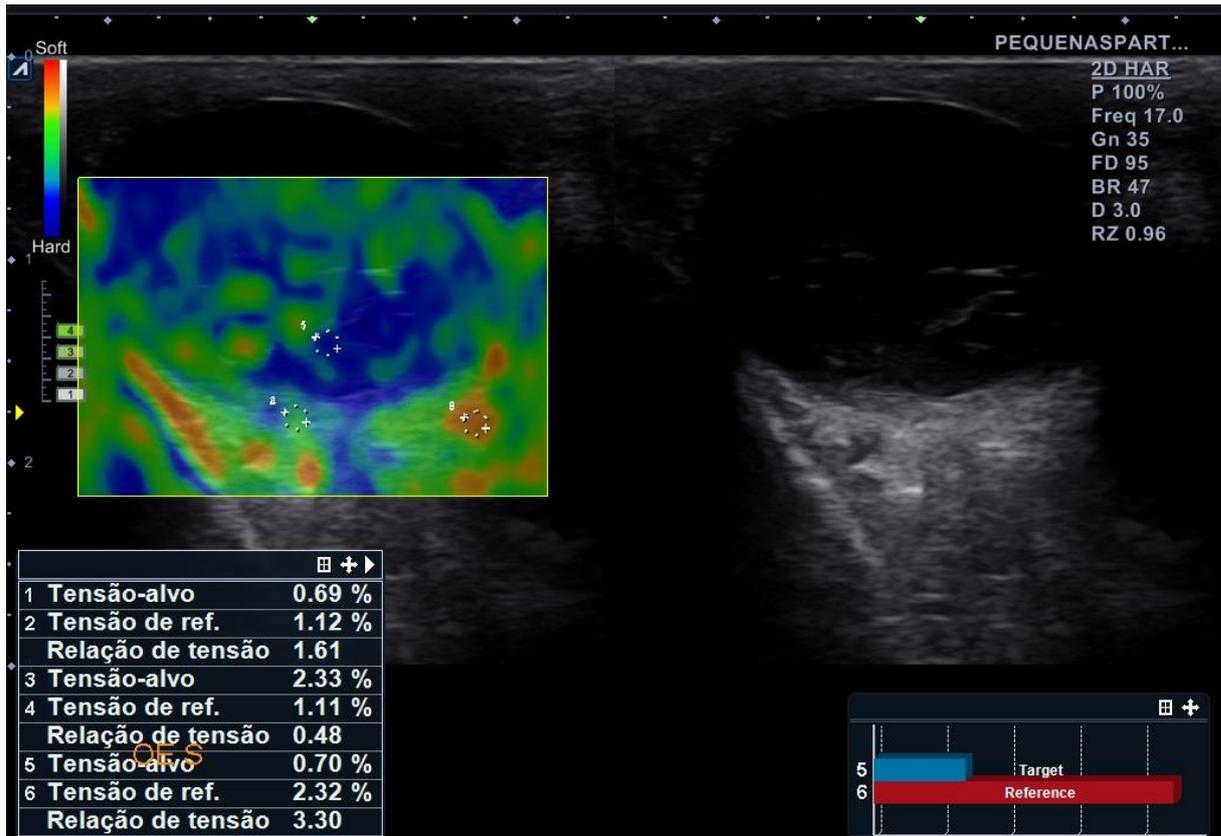


Figura 1- Imagem ultrassonográfica do bulbo ocular de cão em corte transversal, com aplicação de elastografia. Onde observa-se áreas da câmara vítrea, complexo retina-coróide-esclera, gordura retrobulbar e sua relação de tensão na margem inferior esquerda

Os animais selecionados foram separados em três grupos: cães normotensos ( $n = 7$ ), cães hipertensos não tratados ( $n = 8$ ) e cães hipertensos tratados ( $n = 8$ ), totalizando 23 animais distintos. Os animais classificados como hipertensos apresentavam um histórico de mais de três medições de pressão arterial superiores ou iguais a 150 mmHg. Além disso, foram categorizados conforme o risco LOA (Tabela 3).

Os dados foram submetidos a análise de variância, sendo as médias classificadas pelo teste F, e os parâmetros com efeito significativo foram comparados pelo teste de Tukey, com  $\alpha = 0,058$ . As variáveis dependentes foram submetidas a análise de correlação de Pearson. As análises foram realizadas com o programa estatístico SAS versão 9.2 (SAS, 2009).

Tabela 3 Cães selecionados para a pesquisa de acordo com a classificação de pressão arterial sistólica de risco de lesão a órgão alvo

	Mínimo risco de LOA (PAS < 140 mmHg)	Baixo risco de LOA (PAS 140-159 mmHg)	Médio risco de LOA (PAS 160-179 mmHg)	Alto risco de LOA (PAS $\geq$ 180mmHg)
Número de animais	8	0	4	11

#### 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos indicaram diferenças significativas nos valores de PA entre os grupos normotensos, hipertensos tratados e hipertensos não tratados. A média de PA foi de 131 mmHg para os normotensos, 181 mmHg para os hipertensos tratados e 207 mmHg para os hipertensos não tratados, com os hipertensos não tratados apresentando a maior pressão arterial, o que foi estatisticamente significativo ( $P = 0,0058$ ). No entanto, ao avaliar a PIO, tanto no olho esquerdo (OE) quanto no olho direito (OD), não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. A média da PIO no OE foi de 15,6 mmHg para os normotensos, 16,1 mmHg para os hipertensos tratados e 16,5 mmHg para os hipertensos não tratados ( $P = 0,9154$ ). No OD, os valores foram de 18,5 mmHg, 17,8 mmHg e 17,6 mmHg, respectivamente ( $P = 0,9328$ ) (Tabela 4).

*Tabela 4- Valores de médias avaliados para Pressão Intraocular (PIO) no olho esquerdo (OE) e olho direito (OD) nos diferentes grupos de cães normotensos ( $n = 7$ ), hipertensos tratados ( $n = 8$ ) e hipertensos não tratados ( $n = 8$ ) em avaliação oftálmica*

	Normotenso	Hipertensos tratados	Hipertensos não tratados	P > F
PIO OE	15,6	16,1	16,5	0,9154
PIO OD	18,5	17,8	17,6	0,9328

Quanto ao IP e IR, na artéria oftálmica os valores médios também não apresentaram diferenças significativas. Para o IP no OE, as médias foram de 0,72 para os normotensos, 0,94 para os hipertensos tratados e 0,78 para os hipertensos não tratados ( $P = 0,3577$ ). O IR no OE variou entre 0,54 para normotensos, 0,62 para hipertensos tratados e 0,53 para hipertensos não tratados ( $P = 0,1668$ ). No OD, o IP foi de 0,72 para normotensos, 0,88 para hipertensos tratados e 0,90 para hipertensos não tratados ( $P = 0,2197$ ), enquanto o IR foi de 0,50, 0,58 e 0,59, respectivamente ( $P = 0,1258$ ) (Tabela 5).

Tabela 5- Valores de médias avaliados de índice de pulsatilidade (IP) e índice de resistividade (IR) para olho direito (OD) e olho esquerdo (OE) nos grupos de cães normotensos (n = 7), hipertensos tratados (n = 8) e não tratados (n = 8)

	Normotenso	Hipertensos tratados	Hipertensos não tratados	P > F
IP OE	0,72	0,94	0,78	0,3577
IR OE	0,54	0,62	0,53	0,1668
IP OD	0,72	0,88	0,90	0,2197
IP OD	0,50	0,58	0,59	0,1258

Além disso, os parâmetros TA e TR nos diferentes momentos de avaliação também não demonstraram diferenças significativas entre os grupos. Conforme o demonstrado na tabela 4, para o TA na CV no OE, as médias foram de 0,79 para normotensos, 0,76 para hipertensos tratados e 0,88 para hipertensos não tratados (P = 0,7255) (Tabela 6), enquanto o TR no CECR no OE foi de 0,99, 1,07 e 1,07, respectivamente (P = 0,7903). No OD, o TA na CV variou entre 0,77 para normotensos, 0,83 para hipertensos tratados e 1,08 para hipertensos não tratados (P = 0,4493), e o TR CECR foi de 1,22, 1,15 e 1,27, respectivamente (P = 0,7587). De modo geral, apesar de haver diferenças na PA entre os grupos, não foram observadas variações significativas nos parâmetros de resistência vascular ocular ou em outros índices elastográficos entre os normotensos e hipertensos, sejam tratados ou não (Tabela 7 e 8).

Tabela 6- Valores de médias avaliados de Tensão Alvo (TA) em câmara vítrea (CV) e Tensa Referência em complexo esclera-córóide-retina (CECR) em olho direito (OD) e olho esquerdo (OE) em relação aos grupos de cães normotensos (n = 7), hipertensos tratados (n = 8) e não tratados (n = 8)

	Normotenso	Hipertensos tratados	Hipertensos não tratados	P > F
TA CV OE	0,79	0,76	0,88	0,7255
TR CECR OE	0,99	1,07	1,07	0,7903
RELAÇÃO CV/CECR OE	1,54	1,54	1,40	0,9120
TA CV OD	0,76	0,83	1,08	0,4493
TR CECR OD	1,22	1,15	1,27	0,7587
RELAÇÃO CV/CECR OD	1,87	1,63	1,51	0,7454

Tabela- 7 Valores de médias para Tensão Alvo em gordura retrolbulbar (GR) e Tensão Referência em complexo esclera-córóide-retina (CECR) no olho direito (OD) e olho esquerdo (OE) em relação aos grupos de cães normotensos (n = 7), hipertensos tratados (n = 8) e não tratados (n = 8)

	Normotenso	Hipertensos tratados	Hipertensos não tratados	P > F
TA GR OE	2,18	2,00	1,84	0,5775
TR CECR OE	0,95	1,08	1,05	0,6101
RELAÇÃO GR/CECR OE	0,46	0,54	0,61	0,1712
TA GR OD	2,03	1,88	2,03	0,9230
TR CRCE OD	1,15	1,16	1,13	0,9852
RELAÇÃO GR/CECR OD	0,61	0,88	0,66	0,6133

Tabela 8- Valores de média para Tensão Alvo (TA) em câmara vítrea (CV) e Tensão Referência em gordura retrolbulbar (GR) nos grupos de cães normotensos (n = 7), hipertensos tratados (n = 8) e não tratados (n = 8)

	Normotenso	Hipertensos tratados	Hipertensos não tratados	P > F
TA CV OE	1,05	0,76	0,89	0,5410
TR GR OE	2,12	2,00	1,83	0,7063
RELAÇÃO CV/GR OE	2,94	2,82	2,37	0,6352
TA CV OD	0,77	0,84	1,08	0,4686
TR GR OD	1,95	1,88	1,97	0,9697
RELAÇÃO CV/GR OD	3,15	2,64	2,72	0,8731

As análises de correlação revelaram associações estatisticamente significativas entre os parâmetros avaliados. Observou-se uma correlação positiva e significativa entre PIO OE e PIO OD ( $r = 0,6165$ ;  $p = 0,0017$ ), indicando uma associação direta entre esses dois indicadores. De modo semelhante, PIO OE apresentou correlação positiva tanto com IP OE ( $r = 0,4358$ ;  $p = 0,0426$ ) quanto com IR OE ( $r = 0,4491$ ;  $p = 0,0360$ ), sugerindo que aumentos em PIO OE estão associados a elevações em IP OE e IR OE. A correlação entre IP OE e IR OE foi forte e altamente significativa ( $r = 0,7428$ ;  $p < 0,0001$ ), assim como a associação entre IP OD e IR OD ( $r = 0,9236$ ;  $p < 0,0001$ ), reforçando uma relação muito próxima entre essas variáveis.

## 5 DISCUSSÃO

As complicações oftálmicas são consequências frequentemente detectáveis da HAS em humanos e em cães e gatos (BARTGES et al., 1996; SILVA et al., 2002). Este estudo buscou investigar se animais com HAS, tratados ou não, apresentariam alterações elastográficas na CV e/ou no CRCE que pudessem prever lesões oftalmológicas. Contudo, não foi possível estabelecer uma correlação significativa entre essas variáveis. Esse resultado pode ser atribuído à resposta dos vasos retinianos a aumentos constantes da PAS, o que pode dificultar a identificação de alterações específicas. A gordura retrobulbar foi utilizada como uma região de controle, por ser menos suscetível a mudanças decorrentes de afecções oculares, proporcionando uma área de referência estável para as medições.

No estudo realizado, os cães selecionados para exames oftálmicos e de imagem estavam em condições físicas completamente estabilizadas, com parâmetros fisiológicos normais. Além disso, nenhum deles apresentava lesões no bulbo ocular detectáveis em exames prévios, como fundoscopia e biomicroscopia, o que garantiu estruturas oculares livres de lesões. Assim, pode-se afirmar com segurança que a barreira hemato-retiniana, responsável por regular a troca de substâncias entre o sangue e a retina, estava íntegra em todos os animais avaliados. Como resultado, essa integridade impediu variações significativas na PIO e nos parâmetros elastográficos avaliados, incluindo a dopplervelocimetria, como os IP e IR, assegurando a consistência dos dados obtidos. A preservação da barreira hemato-retiniana, que desempenha um papel fundamental na proteção dos tecidos oculares contra alterações vasculares e inflamatórias, foi determinante para a estabilidade dos resultados e a ausência de alterações oftálmicas durante o estudo.

Atualmente, a literatura não apresenta estudos que analisem parâmetros oftalmológicos e elastográficos em cães com HAS. No entanto, existem investigações que abordam a elastografia em cães com glaucoma secundário, uma condição resultante da elevação da PIO. Segundo Madruga *et al.* (2021), cães glaucomatosos mostraram um aumento na rigidez do nervo óptico e CRCE em comparação com cães saudáveis. A escassez de estudos elastográficos é também mencionada por Abreu *et al.* (2018), que mensuraram parâmetros elastográficos em cães braquicefálicos com o objetivo de auxiliar pesquisas futuras nessa área.

Entretanto, este estudo possui limitações que devem ser reconhecidas. A inclusão de um maior número de animais poderia resultar em uma amostra mais robusta e representativa, permitindo a detecção de diferenças sutis entre os grupos. Além disso, o acompanhamento da progressão da elastografia nos mesmos pacientes após o tratamento poderia proporcionar insights valiosos sobre a evolução dos parâmetros elastográficos em resposta ao manejo da hipertensão. Uma discussão mais aprofundada sobre a aplicação da elastografia em contextos clínicos, bem como sua relação com a saúde ocular em cães, poderia enriquecer a compreensão dessa área de pesquisa e contribuir para o avanço do conhecimento sobre a temática.

## 6 CONCLUSÃO

Conclui-se que, neste estudo, a HAS em cães não afetou significativamente os parâmetros elastográficos TA e TR nos diferentes compartimentos oculares avaliados, como a CV, o CECR e a GR. Embora os cães hipertensos não tratados tenham apresentado uma pressão arterial significativamente elevada em comparação aos demais grupos, os parâmetros oftálmicos, como pressão intraocular PIO, IP e IR, permaneceram sem variação significativa entre os grupos.

A ausência de diferenças significativas nos parâmetros analisados entre os grupos normotensos, hipertensos tratados e hipertensos não tratados reforça a hipótese de que a integridade da barreira hemato-retiniana se mantém, protegendo os tecidos oculares contra alterações na pressão arterial sistêmica. Esses achados fornecem uma base sólida para futuras pesquisas sobre os efeitos da hipertensão na saúde ocular em cães, especialmente no que diz respeito ao papel protetor da barreira hemato-retiniana frente a alterações vasculares sistêmicas.

Por fim, espera-se que este estudo contribua para a ampliação do conhecimento sobre elastografia e hipertensão em cães, incentivando novas investigações na área e a busca por dados mais abrangentes que possam aprofundar a compreensão das interações entre hipertensão e saúde ocular.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, T. G. M. *et al.* Acoustic radiation force impulse elastography of the eyes of brachycephalic dogs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 70, n. 4, p. 1045–1052, 2018.
- ABREU, T. G. M. *et al.* Accuracy of ARFI elastography in the differentiation of cataract stages in dogs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 41, n. 1, p. e06598, 2021.
- ACIERNO, M. J. *et al.* ACVIM consensus statement: guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 32, n. 6, p. 1803-1822, 2018.
- BARR, F.; GASCHEN, L. **BSAVA Manual of Canine and Feline Ultrasonography**. In: BOROFFKA, S, A, E, B. **Eyes**. 1. ed. Chichester: John Wiley & Sons, Cap. 18: Eyes. p. 18-192, 2011.
- BARTGES, J. W.; WILLIS, A. M.; POLZIN, D. J. Hypertension and renal disease. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**, v. 26, n. 6, p. 1331-1345, 1996.
- BOON, J. **Veterinary Echocardiography**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011.
- BROWN, S. *et al.* Guidelines for the identification, evaluation, and management of systemic hypertension in dogs and cats. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, v. 21, n. 3, p. 542-558, 2007.
- CARVALHO, C, F. **Ultrassonografia em pequenos animais**. In: CARVALHO, C, F; ADDAD, A, C. **Interpretação da Imagem Doppler**. 2. ed. São Paulo: Roca, p. 16-17, 2014.
- CARVALHO, F.; CINTRA, T.; CHAMMAS, M. C. Elastography: principles and considerations for clinical research in veterinary medicine. **Journal of Veterinary Medicine and Animal Health**, v. 7, n. 3, p. 99-110, 2015.
- CHALHOUB, S.; PALMA, D. **Pathophysiology and clinical manifestations of systemic hypertension**. In: ETTINGER, S. J.; FELDMAN, E. C.; CÔTÉ, E., eds. **Textbook of veterinary internal medicine: diseases of the dog and the cat**. 8 ed. Maryland Heights: Elsevier, p. 1712-1728, 2017.
- CRISPIN, S. M.; MOULD, J. R. B. Systemic hypertensive disease and the feline fundus. **Veterinary Ophthalmology**, v. 4, n. 2, p. 131-140, 2001.
- DUBIELZIG, R. R. *et al.*, **Veterinary ocular pathology e-book: a comparative review**. London: Elsevier, p. 370-372, 2010.

FERNANDEZ, S *et al.*, Acoustic radiation force impulse (ARFI) elastography of adrenal glands in healthy adult dogs. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 69, n. 2, p. 340-346, 2017.

GARCIA, P, S *et al.*, **Ultrassonografia convencional e elastografia ARFI (Acoustic Radiation Force Impulse) na avaliação renal de gatos adultos hípidos**. 2016. 46 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2016. Orientador: Marcus Antônio Rossi Feliciano; Coorientadores: Wilter Ricardo Russiano Vicente, Cibele Figueira Carvalho.

GENNISSON, J. L. *et al.* Ultrasound elastography: principles and techniques. **Diagnostic and Interventional Imaging**, v. 94, n. 5, p. 487-495, 2013.

GODDI, A.; BONARDI, M.; ALESS, S. Breast elastography: a literature review. **Journal of Ultrasound**, v. 15, n. 3, p. 192-198, 2012.

GOULD, D.; MCLELLAN, G. **BSAVA Manual of Canine and Feline Ophthalmology**. 3. ed. [S.l.]: **British Small Animal Veterinary Association**, p. 24-50, 2014

HASHIMOTO, M *et al.*, Efeito de drogas utilizadas no tratamento de hipertensão arterial sistêmica sobre a pressão intra-ocular: estudo experimental no cão. **Arquivo Brasileiro Oftalmologia**, v. 65, n. 2, p. 229-233, 2002.

HAYREH, S.S.; BEACH, K.W. Optic nerve sheath decompression, comment. **Ophthalmology**, v. 100, p. 303-305, 1993.

HOYT, K.; PARKER, K.J.; RUBENS, D.J. Real-time shear velocity imaging using sonoelastographic techniques. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 33, p. 1086-1097, 2007.

KEALY, K.; MCALLISTER, H.; GRAHAM, J. **Radiografia e ultrassonografia do cão e do gato**. 5. ed. São Paulo: Elsevier, 2012.

LA CROIX, N. C. Ocular manifestations of systemic disease in cats. **Clinical Techniques in Small Animal Practice**, v. 20, n. 2, p. 121-128, 2005.

LEBLANC, N. L.; STEPIEN, R. L.; BENTLEY, E. Ocular lesions associated with systemic hypertension in dogs: 65 cases (2005-2007). **J Am Vet Med Assoc**, v. 238, n. 7, p. 915-921, 2011.

MADRUGA, G. *et al.* Elastography acoustic radiation force impulse (ARFI): an investigation of ocular elasticity in dogs with chronic secondary glaucoma. **Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences**, v. 45, n. 3, 2021.

MANNION, P. **Diagnostic Ultrasound in Small Animal Practice**. 1. ed. Chichester: Wiley-Interscience, 2006.

NIGHTINGALE, K.; BENTLEY, R.; TRAHEY, G. Observations of tissue response to acoustic radiation force: opportunities for imaging. **Ultrason Imaging**, v. 24, p. 129–138, 2002.

NIGHTINGALE, K *et al.*, In vivo demonstration of acoustic radiation force impulse (ARFI) imaging in the thyroid, abdomen, and breast. **Ultrasonics Symposium**. IEEE, v. 2, p. 1633-1638, 2001

OFRI, R.; MAGGS, D. J.; MILLER, P. E. **Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology**. 5. ed. St. Louis: Saunders Elsevier. p. 258-276, 2013

PARKER, K. J. *et al.* Tissue response to mechanical vibrations for “sonoelasticity imaging”. **Ultrasound in Medicine and Biology**, v. 16, n. 3, p. 241-246, 1990.

PENNINCK, D.; D'ANJOU, M. A. **Atlas of Small Animal Ultrasonography**. 2. ed. Chichester: Wiley Blackwell, 2015.

POURCELOT, L. Applications cliniques de l'examen Doppler transcutané. **INSERM**, n. 34, p. 213-240, 1974.

PÖPPL, A. G.; HUMMEL, J.; VICENTE, G. Obesidade e alterações endócrinas. In: HUMMEL, J.; VICENTE, G., orgs. **Tratado de fisioterapia e fisioterapia de pequenos animais**. São Paulo: Paya, p. 155-167. v. 1, 2018.

QUEIROZ, F. S. F. *et al.* Estudo comparativo da aferição de pressão arterial sistólica em cães nos ambientes ambulatorial e domiciliar. In: **SIMPÓSIO CBNUV 2021 - POLÊMICAS DA NEFROLOGIA, 2021, São Paulo (SP)**. Anais [...]. São Paulo: CBNUV, 2021.

SEOANE, M.; GARCIA, D.; FROES, T. A história da ultrassonografia veterinária em pequenos animais. **Archives of Veterinary Science**, v. 16, n. 1, p. 54-61, 2011.

SILVA, A. P. B. D.; SILVA, A. V. B. D.; HERKENHOFF, F. L. Retinopatia hipertensiva: revisão. **Arquivos Brasileiros de Oftalmologia**, v. 65, p. 487-493, 2002.

SOUZA, F. G. *et al.* Hipertensão arterial sistêmica e as diretrizes para identificação, avaliação, controle e manejo hipertensivo em cães e gatos. **Vet. e Zootec.**, v. 30, p. 1-23, 2023.

TONI *et al.* Ultrassonografia oftálmica em cães com diferentes conformações cranianas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 331-335, 2022.

WILKIE, D. A.; WILLIS, A. M. Ultra-sonografia ocular. In: RIIS, R. C. **Segredos em oftalmologia de pequenos animais**. Porto Alegre: Artmed, p. 37-44, 2005.

WILLIAMSON, Tom H.; HARRIS, Alon. Color Doppler ultrasound imaging of the eye and orbit. **Survey of Ophthalmology**, v. 40, n. 4, p. 255-267, 1996.

WILLIAMSON, T.H.; HARRIS, J.A. Ocular blood flow measurement. **British Journal of Ophthalmology**, v. 78, p. 939-945, 1994.

YAMATO, R. J. **Hipertensão arterial sistêmica**. In: LARSSON, M. H. M. A., editora. Tratado de cardiologia de cães e gatos. São Paulo: Interbook, p. 302-312, 2020.

## ANEXO A – Comprovante de aprovação da CEUA



Universidade Federal da Fronteira Sul

Comissão de Ética no  
Uso de Animais

## CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada " Parâmetros elastográficos oculares em cães com hipertensão sistêmica: Comparação entre não tratados e medicados.", protocolada sob o CEUA nº 8763030624 (ID 000680), sob a responsabilidade de **Gentil Ferreira Gonçalves e equipe; Thais Vasconcelos de Almeida Alves** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal da Fronteira Sul (CEUA/UFS) na reunião de 09/08/2024.

We certify that the proposal "Ocular Elastographic Parameters in Dogs with Hypertension: Untreated and Medicated dogs.", utilizing 30 Dogs (males and females), protocol number CEUA 8763030624 (ID 000680), under the responsibility of **Gentil Ferreira Gonçalves and team; Thais Vasconcelos de Almeida Alves** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of South Border (CEUA/UFS) in the meeting of 08/09/2024.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa \(Acadêmica\)](#)Vigência da Proposta: de [07/2024](#) a [07/2028](#) Área: [Medicina Veterinária](#)Origem: [Animais de proprietários](#)Espécie: [Cães](#)sexo: [Machos e Fêmeas](#)idade: [1 a 25 anos](#)Quantidade: [30](#)Linhagem: [não se aplica](#)Peso: [1 a 100 kg](#)

Realeza, 09 de agosto de 2024

Profa. Dra. Fabíola Dalmolin  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal da Fronteira Sul

Biol. Cássio Batista Marcon  
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal da Fronteira Sul



## ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

<b>Título da Pesquisa:</b>	Análise dos Parâmetros Elastográficos Oculares em Cães com Hipertensão: Comparação entre Não Tratados e Medicados
<b>Nome do pesquisador responsável:</b>	Gentil Ferreira Gonçalves
<b>Nome dos demais participantes:</b>	Thais Vasconcelos de Almeida Alves

1. **Natureza da pesquisa:** o Sr. (sra.) está sendo convidada (o) a autorizar a participação de seu(s) animal(is) nesta pesquisa que tem como finalidade de avaliar os parâmetros elastográficos oculares em cães com hipertensão, nesse estudo haverá a comparação entre os animais não tratados e os que utilizam medicamento para controlar a pressão arterial sistêmica.
2. **Identificação do(s) animal(is):**  
 Nome:  
 Idade:  
 NIA:  
 Espécie:  
 Sexo:  
 Raça:
3. **Envolvimento na pesquisa:** ao participar deste estudo o Sr. (Sra.) permitirá que o (a) pesquisador (a) realize a avaliação oftalmológica completa do animal, bem como o exame de imagem elastográfico ocular.
4. O Sr. (Sra.) tem liberdade de se recusar a participar e ainda se recusar a continuar participando em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo para o seu animal. Sempre que quiser poderá pedir mais informações sobre a pesquisa através do telefone do (a) pesquisador (a) do projeto e, se necessário, através do telefone da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA).
5. **Sobre os dados necessários:** não se aplica.
6. **Riscos e desconforto:** a participação nesta pesquisa não traz complicações legais. Os procedimentos adotados nesta pesquisa obedecem aos Princípios Éticos na Experimentação Animal segundo o Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), Lei Federal 11794, de 08 de outubro de 2008, assim como o CEP (Comitê de Ética em Pesquisa). Entretanto, caso ocorram intercorrências, os pacientes receberão todo o tratamento necessário sem custo adicional para o tutor.
7. **Confidencialidade:** todas as informações coletadas neste estudo são estritamente confidenciais. Somente os pesquisadores terão conhecimento dos dados.
8. **Benefícios:** A avaliação elastográfica em cães com hipertensão, sejam eles tratados com medicamentos ou não, oferece uma série de benefícios significativos. Primeiramente, essa técnica permite a detecção precoce de complicações oculares relacionadas à hipertensão, fornecendo aos médicos veterinários a oportunidade de intervir precocemente e prevenir danos mais graves à visão dos animais. Além disso, a elastografia é uma ferramenta valiosa para monitorar a eficácia do tratamento. Ao acompanhar as mudanças na elasticidade dos tecidos oculares ao longo do tempo, os profissionais podem avaliar a resposta dos cães ao tratamento anti-hipertensivo e ajustar as terapias

conforme necessário para garantir um controle adequado da pressão arterial e prevenir danos oculares adicionais. Comparando os resultados da elastografia entre cães tratados e não medicados, é possível obter uma compreensão mais profunda da progressão da hipertensão e suas consequências oftalmológicas. Isso não apenas auxilia na gestão clínica individualizada de cada paciente, mas também contribui para uma melhor compreensão da fisiopatologia subjacente à condição, potencialmente abrindo portas para novas abordagens terapêuticas. Por fim, ao facilitar a detecção precoce e o monitoramento preciso da hipertensão e suas complicações oculares, a avaliação elastográfica promove uma melhoria significativa na qualidade de vida dos cães afetados. Ao garantir um cuidado abrangente e eficaz da saúde ocular e geral, essa técnica se torna uma ferramenta valiosa na gestão da hipertensão em cães, independentemente de estarem sob tratamento medicamentoso ou não.

9. **Pagamento:** o Sr. (Sra.) não terá nenhum tipo de despesa para participar desta pesquisa, bem como nada será pago por sua participação.
10. Após estes esclarecimentos, solicitamos o seu consentimento de forma livre para participar desta pesquisa. Portanto preencha, por favor, os itens que se seguem:

#### Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

<b>Nome do Proprietário:</b>			
<b>Número de documento:</b>	( )	CPF	Inserir número:
	( )	RG	Inserir número:

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do Proprietário

\_\_\_\_\_  
Nome e Assinatura do Pesquisador

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

#### TELEFONES

##### **Pesquisadores:**

- Thaís Vasconcelos de Almeida Alves (12)98224-2847

##### **Orientador:**

- Gentil Ferreira Gonçalves (46) 99919-4661

CEUA/UFFS: (46) 3543-8394