

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DO NERVO ÓPTICO EM  
CÃES

Dissertação de Mestrado

LUCIANA ZANG

PORTO ALEGRE

2018

#### CIP - Catalogação na Publicação

Zang, Luciana  
DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DO  
NERVO ÓPTICO EM CÃES / Luciana Zang. -- 2018.  
52 f.  
Orientador: Márcio Poletto Ferreira.

Coorientadora: Ana Cristina Pacheco de Araújo.

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

1. Ultrassonografia. 2. Pressão Intracraniana. 3.  
Canino. I. Ferreira, Márcio Poletto, orient. II. de  
Araújo, Ana Cristina Pacheco, coorient. III. Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
FACULDADE DE VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DO NERVO ÓPTICO EM  
CÃES

Autor: Luciana Zang

Dissertação apresentada como requisito parcial para  
obtenção do grau de Mestre em Ciências  
Veterinárias.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira.

Coorientador: Profa. Dra. Ana Cristina Pacheco de  
Araújo.

PORTO ALEGRE

2018

Luciana Zang

DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRÁFICA DO DIÂMETRO DO NERVO ÓPTICO EM  
CÃES

Aprovada em 28 FEV 2018

APROVADO POR:

---

Prof. Dr.

Márcio Poletto Ferreira

---

Prof. Dr.

Juliana Voll

---

Prof. Dr.

Marcelo Meller Alievi

---

Prof. Dr.

Marco Antônio Stefani

Dedico este trabalho....

Ao Prof. M.V. Enzo Bosco do Chile, que me inspirou para elaboração desse projeto.

Aos animais que me inspiraram e me fizeram seguir por essa profissão tão desgastante, mas ao mesmo tempo gratificante que é a Medicina Veterinária.

Aos meus pacientes que fizeram de mim a veterinária que sou, pois todos que passam sempre deixam uma lição de força, perseverança e fé.

Aos meus filhos de quatro patas: Aslan, Caspian, Lucy, Edmundo e Zigui, aos quais sempre me deram o amor que precisava nos dias de desânimo e cansaço.

E por fim, aos colegas veterinários que seguem nessa batalha, onde há ainda poucos recursos para auxiliar os nossos pacientes e mesmo assim fazem milagres, frente à adversidade da profissão.

*“Aqueles que passam por nós não vão sós. Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”* Antonie de Saint-Exupéry

## AGRADECIMENTOS

Quero agradecer à SEDA, principalmente a M. V. Bruna por ter me auxiliado e permitido realizar esse estudo em seus cães abandonados, que diga-se de passagem não são poucos. Agradecer ao 3º Batalhão de Polícia do Exército, ao comandante e a M.V. Patrícia por terem me emprestado seus cães de trabalho, foi desafiador e muito gratificante conhecer esses cães que trabalham por nós. Ao LEZO – UFRGS, principalmente ao Prof. Luciano Trevizan por ter emprestado seus cães de experimentação. Ao HCV e sua diretoria por terem permitido a realização do estudo dentro das suas dependências e o uso de seus pacientes para coleta de dados. Ao Setor de Aves, principalmente ao Prof. Sérgio Vieira o qual nos emprestou o aparelho de ecografia e sem o qual não poderia realizar esse trabalho.

Agradeço a todos que de uma maneira ou de outra me ajudaram, e principalmente aqueles que trouxeram seus cães e se voluntariaram para o meu estudo.

Agradeço ao CAPES por terem financiado meus estudos nesses dois anos de Mestrado.

Agradeço aos meus amigos pela paciência que tiveram comigo, principalmente nesses últimos dias, onde a confecção desse trabalho teve mais intensidade e estive ausente por vários momentos. Principalmente aos meus ex-colegas de residência e amigos Eduardo, Bruna, Mariana, Larissa e Nathalia, pelo suporte nos momentos de angústia.

Agradeço de coração ao SOTVET pela força e cumplicidade nos momentos de dificuldade e trabalho árduo durante o projeto todo, o apoio incondicional de vocês foi essencial. Simone, Bernardo, Mariana, Alessandra, Kauê, Lucas, Miúriel, Verônica, Manu, Titi, Ruivo, Bruna, Ned, Aires e Lauren meu MUITO OBRIGADA. Alessandra em especial por ter me emprestado a Piri para modelar nas fotos dessa dissertação, vocês foram demais!

Agradeço aos estagiários Cássia, Evandro, Tatiane, Lisia, Bibiana e principalmente a Sílvia, a qual roubei várias vezes do setor de tratamentos para me auxiliar no projeto, meu muito obrigada pela ajuda nesses dois anos.

Quero agradecer minhas colegas de mestrado Rafaela Bing e Mariana de Jesus por todo apoio e ajuda na coleta de dados, obrigada por se disponibilizarem para esse trabalho.

Agradeço todos os dias por ter encontrado o Prof. Dr. Marcelo Meller Alievi, que sempre esteve presente em toda a minha caminhada pela UFRGS e sempre me fez sentir em casa junto ao SOTVET, o dia que devolveste a chave da fisioterapia foi um dia de imensa alegria. Obrigada Prof por me incentivar e por sempre estar lá quando necessário.

Agradeço a Deus por ter me dado minha “mãe”, minha amiga, minha coorientadora, Profa. Dra. Ana Cristina Pacheco de Araújo, sempre incansável em me incentivar, acolhedora nos momentos de desespero, sempre tendo palavras suaves para acalmar meu coração. Nem sei o que seria de mim sem seus conselhos e ensinamentos. Te amo professora.

E por fim, porém não menos importante, quero agradecer ao meu orientador Prof. Dr. Márcio Poletto Ferreira, que me oportunizou estes dois anos de ensinamentos e depositou sua confiança em mim, visto que fui sua primeira orientada. Me sinto honrada por ter sido sua primeira “cria”. Sei que as vezes trocávamos de papel, frente a minha ansiedade de querer as coisas prontas o quanto antes, mas o Sr. sempre teve a paciência comigo frente esses ataques de ansiedade. Sempre me orientou nos meus casos neurológicos, mesmo não gostando da área, isso significou muito para mim. Meu muito, muito obrigada por ter me escolhido!

*“Saber quando não operar é tão importante quanto saber como operar, e é uma habilidade mais difícil de adquirir.”*

Dr. Henry Marsh

Livro: SEM CAUSAR MAL Histórias de vida, morte e neurocirurgia



## RESUMO

A pressão intracraniana (PIC) aumentada pode causar hipóxia no sistema nervoso central assim como sequelas e lesões neurológicas permanentes no paciente. A monitorização da PIC na medicina é comumente utilizada em pacientes que apresentam risco de seu aumento, porém na veterinária esse tipo de procedimento ainda é pouco utilizado e com alto custo. A ultrassonografia (US) do nervo óptico pode ser a alternativa para monitorar o seu aumento visto que o diâmetro desse nervo aumenta com a PIC elevada, conforme estudos realizados em humanos. Este trabalho tem como objetivo padronizar a técnica para visualização ultrassonográfica do nervo óptico em cães e determinar valores de referência do diâmetro do nervo óptico em cães saudáveis. Foram incluídos no estudo 157 cães, sendo 80 fêmeas e 77 machos, sem enfermidade neurológica, oftálmica ou de conformação craniana. Foram realizadas três mensurações do diâmetro do nervo óptico (DNO) de cada olho (corte coronal), mensuração da cabeça para buscar o índice cefálico (IC) de cada paciente e classificados em braquicefálicos, mesaticefálicos ou dolicocefálicos. Além disso, foram pesados, averiguado índice corporal e altura de cernelha (AC). Houveram 139 cães dolicefálicos e 18 mesaticefálicos. O peso teve relação forte e direto com o DNO ( $r=0,64$ ), e o IC teve relação forte e inversa com o DNO ( $r=-0,58$ ) e com esses dados foi feita uma regressão linear para estimar o DNO em cães normais a partir de um ano de idade, através desta fórmula,  $DNO=7,98 + (0,053 \times P) - (0,062 \times IC)$ . Ao comparar as três medidas realizadas do DNO em cada olho, com intervalo de confiança de 95%, não houve diferença estatística entre elas, assim como também não houve entre olho esquerdo e direito de cada paciente. Concluímos que é possível realizar a mensuração ultrassonográfica do diâmetro do nervo óptico (DNO) normal, em vista coronal em cães a partir de um ano de idade. E que é possível prever a medida ultrassonográfica normal do DNO na vista coronal em cães mesaticefálicos e dolicocefálicos a partir de um ano de idade com o uso do peso (P) e o IC, utilizando a equação ( $DNO = 7,98 + (0,053 \times P) - (0,062 \times IC)$ ).

Palavras-chave: Ultrassonografia. Pressão Intracraniana. Canino.

## **ABSTRACT**

*Increased intracranial pressure (ICP) may cause hypoxia in the central nervous system as well as permanent neurological sequelae and lesions in the patient. ICP monitoring in medicine is commonly used in patients who are at risk of increase ICP, but in veterinary, this type of procedure is still poorly used and costly. Ultrasonography (US) of the optic nerve may be the alternative to monitor its increase since the diameter of that nerve increases with the high ICP, according to studies in humans. This work aims to standardize the technique for ultrasonographic visualization of the ocular nerve in dogs and to determine reference values of optic nerve diameter in healthy dogs. The study included 157 dogs, 80 females and 77 males, without neurological, ophthalmic or cranial conformation diseases. Three measurements of the optic nerve diameter (OND) of each eye (coronal section), were performed to determine the cephalic index (CI) of each volunteer and were classified as brachycephalic, mesaticephalic or dolicocephalic. In addition, they were weighed, ascertained body index and height of withers (HW). There were 139 dolicephalic dogs and 18 mesaticephalic dogs. The weight had a strong and direct relationship with the OND ( $r = 0.64$ ), and the CI had a strong and inverse relationship with the OND ( $r = -0.58$ ) and with these data a linear regression was made to estimate the ON in normal dogs from one year of age, through this formula,  $OND = 7.98 + (0.053 \times W) - (0.062 \times CI)$ . When comparing the three measurements of OND in each eye, with a 95% confidence interval, there was no statistical difference between them, nor was there a left and right eye of each volunteer. We conclude that it is possible to perform the ultrasonographic measurement of the normal optic nerve diameter (OND), in coronal view in dogs from one year of age. And it is possible to predict the normal ultrasound measurement of the OND in the coronal view in mesaticephalic and dolicephalic dogs from one year of age using is weight (W) and CI, using the equation ( $OND = 7.98 + (0.053 \times W) - (0.062 \times CI)$ ).*

**Keywords:** *Ultrasonograph. Intracranial Pressur. Canine.*

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Imagem ilustrativa evidenciando as principais características anatômicas do nervo óptico e parte posterior do olho, com o trajeto do nervo até a cavidade intracraniana..... 16
- Figura 2** – Imagem ultrassonográfica transpalpebral de olho de um cão de 7 kg e três anos..... 18
- Figura 3** – Imagens de tomografia de coerência óptica espectral (escaneamento horizontal) do nervo óptico direito de um menino de 8 anos de idade com astrocitoma pilocítico..... 20
- Figura 4** – Imagens de ressonância magnética em ponderação T2, vista sagital de dois cães, demonstrando a variação de posição da lâmina quadrigêmeina (risco preto)..... 24
- Figura 5** – A. Cão sentado, vista lateral, mostrando a mensuração da distância fronto-occipital com uso de paquímetro digital. B. Cão sentado, vista cranial, mostrando a mensuração da distância entre os dois ossos zigomáticos com o uso do paquímetro digital. C. Cão sentado, vista lateral, mensuração da distância fronto-interincisiva. D. Cão em estação, vista lateral, mostrando a mensuração da altura de cernelha utilizando uma fita métrica..... 27
- Figura 6** – A. Imagem ilustrando a localização do transdutor na face do cão durante o exame ultrassonográfico do olho esquerdo, a linha mediana do transdutor junto a comissura palpebral lateral, fazendo varredura caudal para localizar o nervo óptico. B. Posição do operador do ultrassom com relação ao paciente durante o exame ultrassonográfico do olho, face do cão voltada para a o operador..... 28
- Figura 7** – Imagem ultrassonográfica do olho esquerdo de um cão fêmea, de um ano de idade e 15 Kg, evidenciando o nervo óptico (seta amarela) em corte axial, em 90° com relação ao disco óptico (seta vermelha). Distância 1 mostra os 3,06 mm abaixo do disco óptico e distância 2 é o diâmetro do nervo óptico 5,64 mm..... 29
- Figura 8** – Transdutor linear L8-18i-RS utilizado para realizar o estudo ultrassonográfico do diâmetro do nervo óptico em cães..... 32

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> –	Características gerais (idade, peso, altura de cernelha e índice cefálico) do grupo de cães avaliados no estudo, com o intervalo de frequência, a média e o desvio padrão.....	31
<b>Tabela 2</b> –	Tabela comparativa das medidas de DNO entre as três avaliações e entre os olhos.....	33
<b>Tabela 3</b> –	Tabela da comparação da frequência para altura da cernelha (AC), o peso e o índice cefálico (IC).....	34
<b>Tabela 4</b> –	Tabela de comparação das frequências com as medidas da cabeça. As medidas foram feitas em milímetros.....	34
<b>Tabela 5</b> –	Tabela da comparação do diâmetro do nervo óptico entre os dolicefálicos e mesaticefálicos.....	35
<b>Tabela 6</b> –	Tabela da correlação com o diâmetro no nervo óptico (média do olho direito e esquerdo) estratificado por tipo de crânio.....	36
<b>Tabela 7</b> –	Tabela da Regressão linear múltipla entre o peso e o índice cefálico para predizer o diâmetro do nervo óptico.....	36

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

%	Porcentagem
$\beta$	Coefficiente Beta Padronizado
AC	Altura de Cernelha
b	Coefficiente Angular
B	Bidimensional
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
Cm	Centímetros
DNO	Diâmetro do Nervo Óptico
DP	Desvio Padrão
EDT	Ecografia Doppler Transcraniana
Fr	Frequência
H <sub>2</sub> O	Água
HCV	Hospital de Clínicas Veterinárias
IRM	Imagem por Ressonância Magnética
IC	Índice Cefálico
ICF	Índice Craniofacial
IC95%	Intervalo de 95% de Confiança
Kg	Quilograma
LCR	Líquido Cefalorraquidiano
MBZ	Medida Bizigomática
MFI	Medida Fronto-Interincisiva
MFO	Medida Fronto-Occipital
MHz	Megahertz
mm	Milímetros
mmHg	Milímetros de Mercúrio
NO	Nervo Óptico
P	Peso
PESNO	Pressão do Espaço Subaracnóide do Nervo Óptico
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIC	Pressão Intracraniana
PIO	Pressão Intraocular
RM	Ressonância Magnética

SEDA	Secretária Especial dos Direitos Animais
SN	Sistema Nervoso
SNC	Sistema Nervoso Central
SNP	Sistema Nervoso Periférico
TC	Tomografia Computadorizada
TCE	Trauma Cranioencefálico
UDNO	Ultrassonografia do Diâmetro do Nervo Óptico
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
US	Ultrassom
UTI	Unidade de Terapia Intensiva

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Anatomia do Sistema Nervoso Central e do Nervo Óptico .....</b>	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>Anatomia Ultrassonográfica do Olho .....</b>	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>Pressão Intracraniana .....</b>	<b>18</b>
2.3.1	Avaliação da Pressão Intracraniana .....	21
<b>3</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>Estatística .....</b>	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>DISCUSSÃO .....</b>	<b>37</b>
<b>5.1</b>	<b>Limitações .....</b>	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>42</b>
	<b>REFERÊNCIA.....</b>	<b>43</b>
	<b>ANEXO A – Carta Aprovação CEUA .....</b>	<b>48</b>
	<b>ANEXO B – Adendo Aprovação CEUA .....</b>	<b>49</b>
	<b>ANEXO C – Ficha de Consentimento .....</b>	<b>50</b>
	<b>ANEXO D – Índice corporal de massa dos cães.....</b>	<b>51</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A pressão intracraniana (PIC) aumentada em cães causa compressão do tecido nervoso, levando a hipóxia e pode, até mesmo, causar a morte do paciente (SCRIVANI *et al.*, 2013). Muitos pacientes apresentam esse risco, como os que apresentam traumatismo craniano, neoplasia do sistema nervoso central (SNC), doenças inflamatórias que acometem o SNC e convulsões (HIGHTOWER; CHIN; HEINER, 2012; SCRIVANI *et al.*, 2013). Atualmente esse sinal clínico é monitorado pelo exame neurológico, escala de Coma Glasgow Modificada, e, em alguns poucos locais, com ressonância magnética ou tomografia computadorizada, devido ao custo financeiro e pouca disponibilidade desses exames (CHRISMAN *et al.*, 2003; SCRIVANI *et al.*, 2013). Na medicina observou-se que o monitoramento da PIC pode ser realizado por meio de ultrassonografia do diâmetro do nervo óptico (DNO), sendo este exame rápido, não invasivo e de baixo custo (HANSEN; HELMKE; KUNZE, 1994; HIGHTOWER; CHIN; HEINER, 2012).

O espaço subaracnóide apresenta uma extensão até o nervo óptico por onde flui o líquido cefalorraquidiano (LCR). Quando há aumento da PIC, há aumento da pressão na bainha do nervo, aumentando o seu diâmetro (HANSEN; HELMKE, 1997; HIGHTOWER; CHIN; HEINER, 2012; OLZAN; AVOLIO; GRAHAM, 2012). Este espaço é um dos recessos (óptico, infundibular e pineal) do terceiro ventrículo que fica ao redor da aderência intertalâmica (PRADA, 2014).

São escassos os estudos realizados para avaliar o DNO em cães. Scrivani *et al.* (2013) realizaram estudo retrospectivo das imagens por ressonância magnética (IRM) e observaram que havia relação do peso do cão com o DNO, porém, neste estudo, não foi avaliado índice corporal e eram casos em que o paciente apresentava alguma alteração de encéfalo, o que pode acarretar em aumento da PIC e, sucessivamente, do DNO. Lee *et al.* (2003) utilizaram o ultrassom para mensurar o DNO em cães normais, porém, com número pequeno de animais (15 cães) e apenas duas raças (York Shire e Maltês). Smith *et al.* (2018) aumentaram a amostra (78 cães) e verificaram correlação direta entre peso e DNO, e indireta com a idade do paciente.

O presente estudo visou coletar valores de referência ultrassonográficas para o diâmetro do nervo óptico (DNO) em cães sadios acima de um ano de idade correlacionando com altura de cernelha, peso, índice cefálico e tipo de crânio.



## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

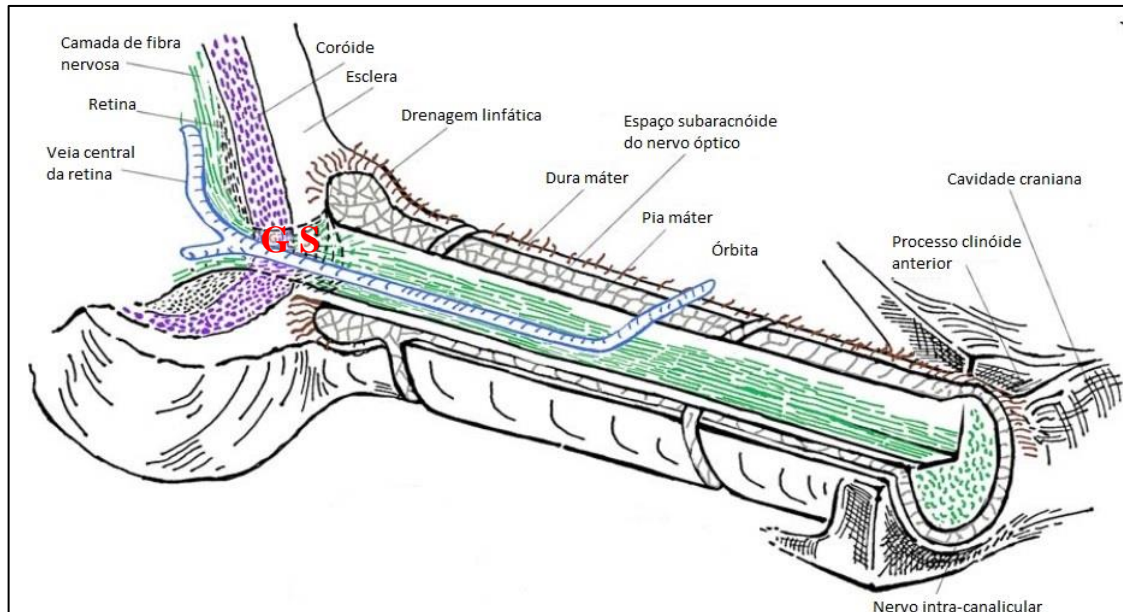
### **2.1 Anatomia do Sistema Nervoso Central e do Nervo Óptico**

O sistema nervoso (SN) é dividido anatomicamente em central (SNC) e periférico (SNP). O SNC é formado pela medula espinhal e o encéfalo, enquanto que o SNP é composto pelos nervos (cranianos e espinhais), gânglios e terminações nervosas. O II par craniano, nervo óptico (NO), faz parte do SNP, porém apresenta características do SNC (PRADA, 2014).

O SNC está localizado dentro do canal vertebral e do crânio, e é recoberto por três membranas, respectivamente de dentro para fora, pia-máter, aracnóide e dura-máter. Essas membranas são chamadas de meninges e entre si formam alguns espaços, dentre eles, o espaço subaracnóide (entre pia-máter e aracnóide) por onde flui o líquido cefalorraquidiano (LCR). O LCR em sua maior parte é produzido nos plexos coróides, que se localizam nos ventrículos, e segue o fluxo pelos ventrículos laterais, terceiro e quarto ventrículos chegando no canal central medular (LYONS; MEYER, 1990; PRADA, 2014). Tem função de proteger o SNC contra impactos e de nutrir as células nervosas (LYONS; MEYER, 1990). É ultrafiltrado do sangue arterial e é reabsorvido pelos seios venosos da dura-máter. O encéfalo é formado pelo cérebro (telencéfalo e diencéfalo), tronco encefálico e cerebelo (PRADA, 2014).

O NO é o segundo par craniano e apresenta características distintas comparado com os demais pares cranianos. Este nervo apresenta o corpo celular na retina do olho e seu axônio se estende inserindo diretamente no encéfalo na região do diencéfalo (quiasma óptico), enquanto que a maioria dos pares cranianos apresentam seu corpo celular no tronco encefálico e dali estendem seus axônios (PRADA, 2014). O nervo óptico apresenta fibra especial, sendo um dos poucos nervos cranianos apenas sensitivo, apresentando fibras aferentes somáticas especiais. Outra característica distinta desse nervo é que está envolto, por toda sua extensão, pelas meninges, como o restante do encéfalo, apresentando também o espaço subaracnóide e é banhado pelo LCR (SISSON, 1986; GOLZAN; AVOLIO; GRAHAM, 2012) (Figura 1).

Figura 1 – Imagem ilustrativa evidenciando as principais características anatômicas do nervo óptico e parte posterior do olho, com o trajeto do nervo até a cavidade intracraniana.



Lâmina crivosa glial (G) e lâmina crivosa escleral (S) são mostrados. A artéria retinal central foi omitida para maior clareza.

Fonte: Morgan *et al.* (2016).

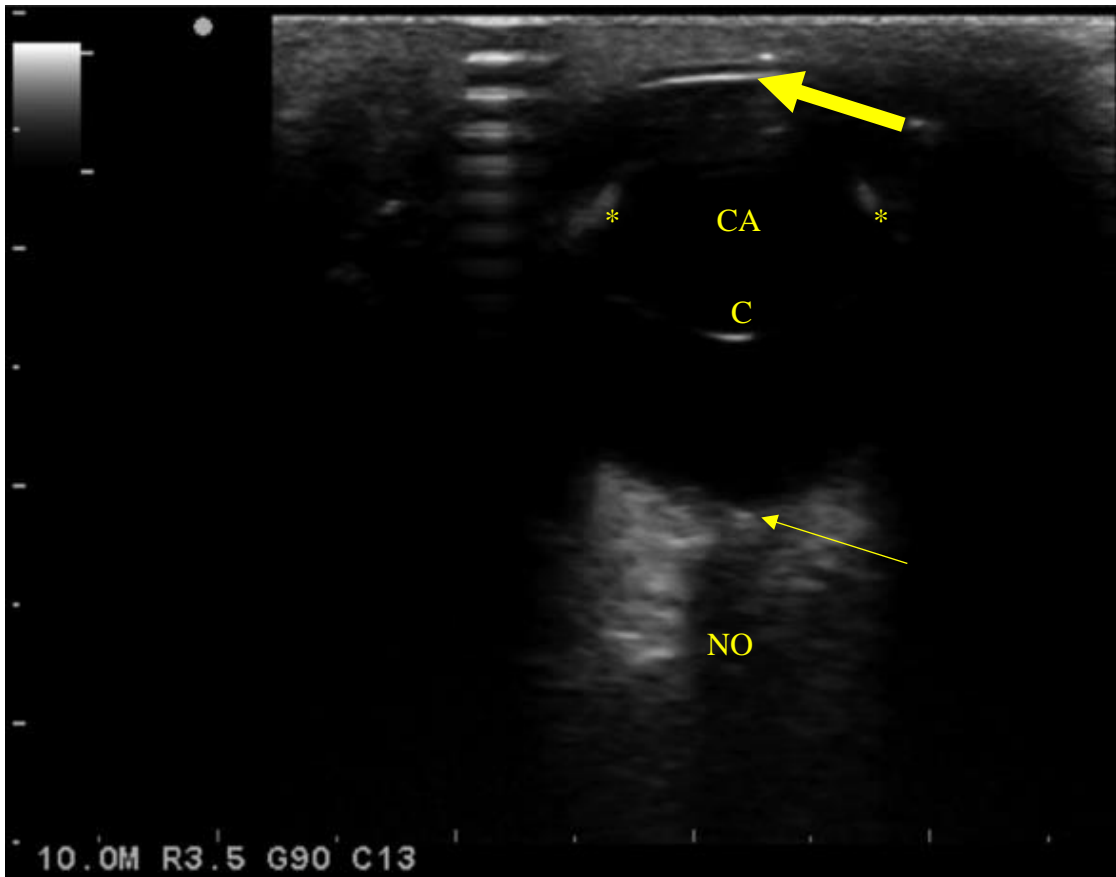
## 2.2 Anatomia Ultrassonográfica do Olho

O olho é o órgão responsável pela visão e é formado pelo globo ocular, órbita e seus anexos, nervo óptico, com seu trato até o encéfalo. A órbita é uma cavidade em forma de cone no crânio, onde o globo ocular e seus anexos ficam inseridos. Sua profundidade pode variar de uma raça para outra, podendo o olho ficar mais ou menos saliente (LIEBICH; KÖNIG, 2004). Os anexos são formados por tecido conjuntivo, glândula lacrimal, glândula salivar, vasos, nervos e musculatura (ESSON, 2015).

O modo B, método bidimensional, é o mais utilizado para avaliar a anatomia e as estruturas oculares (SOARES *et al.*, 2004; GONÇALVES *et al.*, 2009). As técnicas mais frequentemente utilizadas são transpalpebral e corneal (plano sagital ou transversal) (ESSON, 2015). O paciente pode ficar sentado ou deitado em esfinge, porém, não pode ser sedado, pois há elevação da terceira pálpebra nesses casos. A contenção deve ser manual e pode-se realizar anestesia local com colírio anestésico (SOARES *et al.*, 2004). As frequências utilizadas são de pouca penetração, comprimento de onda curta, de 10 a 20 Mhz, mostrando assim mais detalhamento das estruturas (JUAÇABA, 2002).

No ultrassom ocular pode-se observar em plano axial a câmara anterior, corpo ciliar, cristalino, cápsulas anterior e posterior, corpo vítreo, disco óptico e da parede posterior do globo saem as fibras que vão constituir o nervo óptico (NO) (MACKAY; MATTOON, 2015). A partir do disco óptico, ao fundo do olho, saem os vasos juntamente com o NO e a drenagem linfática do olho (LIEBICH; KÖNIG, 2004). A musculatura é vista como estruturas hipoecogênicas tangenciando a bainha do nervo óptico atrás do globo ocular. As pálpebras e a córnea só podem ser vistos quando utilizado transdutor de alta frequência, evidenciando tecido ecogênico homogêneo e eco curvelínio, respectivamente. A córnea, às vezes, pode aparecer como duas curvas paralelas, separadas por um estroma corneano anecogênico. A câmara anterior segue por trás da córnea como área profunda anecogênica. A lente que separa a câmara anterior da câmara vítrea apresenta capa ecóica, cápsula anterior e posterior, e seu conteúdo é anecogênico assim como a câmara vítrea. O corpo ciliar é visto nas laterais da lente como estruturas ecóicas. O disco óptico é visto como uma estrutura linear hiperecogênica ao fundo da câmara vítrea. A bainha do nervo óptico segue por trás do disco óptico e se caracteriza por ser anecogênica em toda a sua extensão (MACKAY; MATTOON, 2015) (Figura 2).

Figura 2 – Imagem ultrassonográfica transpalpebral de olho de um cão de 7 kg e três anos.



Vista axial do olho, onde pode-se observar córnea (seta larga), câmara anterior (CA), íris (\*), cristalino (C), disco óptico (seta) e o nervo óptico (NO).

Fonte: Smith *et al.* (2018).

Os artefatos e dificuldades mais frequentes para interpretação do exame ocorrem com o uso da técnica transpalpebral. A interferência dos pelos e da pele podem causar reverberação de imagem e dificuldade para penetração dos feixes do ultrassom, apresentando pouca resolução (HAGER; DZIEZYC; MILLCHAMP, 1987; MACKAY; MATTOON, 2015).

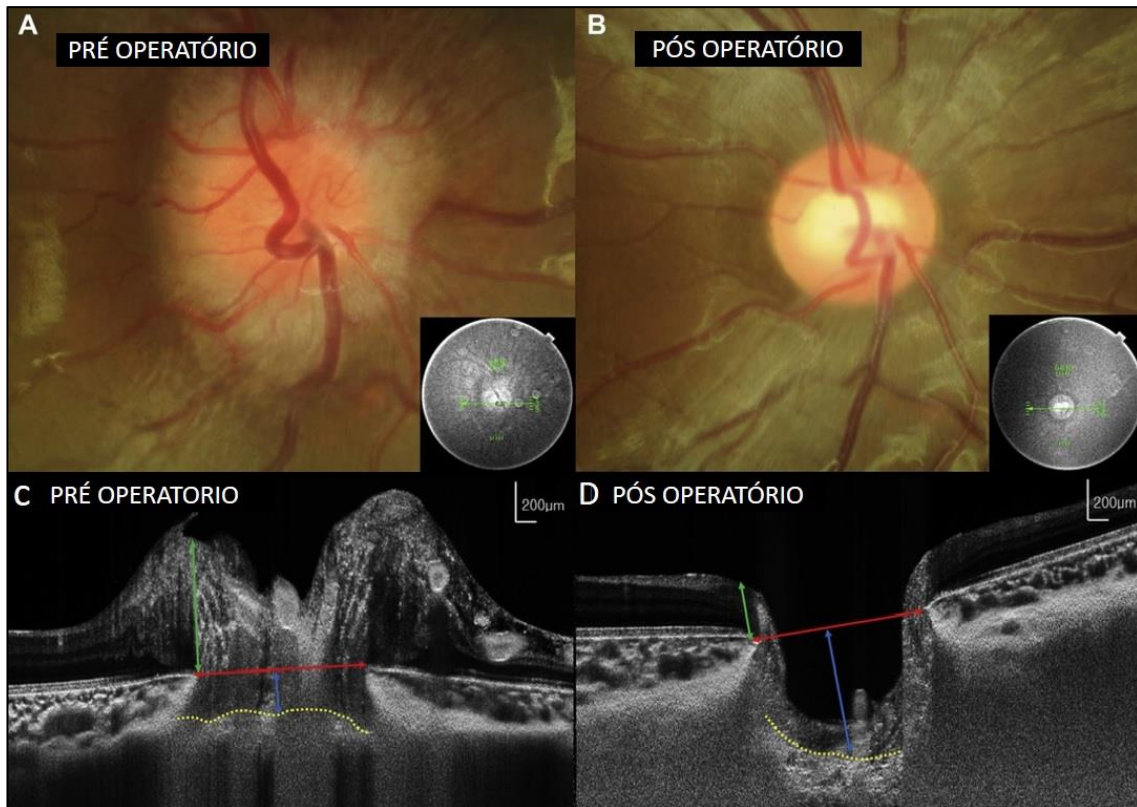
### 2.3 Pressão Intracraniana

A pressão intracraniana (PIC) é a pressão que os tecidos e líquidos exercem dentro do crânio, conforme a hipótese Monro-Kellie os volumes de tecido cerebral, LCR e vascular são constantes. Quando ocorre o aumento de volume de uma dessas estruturas intracranianas outra compensa diminuindo seu volume. Esse sistema tem limite compensatório e quando o limite é ultrapassado ocorre aumento da PIC, levando a hipóxia cerebral e necrose do tecido nervoso. O aumento da PIC diminui a pressão de perfusão vascular cerebral que é responsável pela oxigenação e nutrição do tecido nervoso (KUO; BACEK; TAYLOR, 2018). A PIC normal

em humanos adultos varia de 5 – 15 mmHg, crianças de 3 – 7 mmHg e em infante (menos de um ano de idade) de 1,5 – 6 mmHg (ALBECK *et al.*, 1991; SMITH, 2008), porém quando aumenta mais que 20 mmHg pode causar lesões neurológicas (LYONS; MEYER, 1990). Em cães e gatos a PIC normalmente varia entre 5 e 12 mmHg (ILIE *et al.*, 2015).

A pressão no espaço subaracnóide do nervo óptico (PESNO) tem relação direta com a PIC em animais saudáveis, visto ser extensão do SNC. A PESNO faz interação com a pressão intraocular (PIO) e a PIC, podendo ser influenciada dos dois lados (HEDGES; ZAREN, 1973; RIOS-MONTENEGRO; ANDRESON; DAVID, 1973; WESTLAKE; MORGAN, 2001). Pacientes com glaucoma podem retransmitir a alteração de PIO para a PIC e pacientes com aumento de PIC podem transmitir esse aumento para a PIO pelo PESNO (MORGAN *et al.*, 2016). Estudo realizado por Lee *et al.* (2017) demonstrou esta relação em crianças com hidrocefalia, onde demonstraram por meio de imagens, o antes e depois da descompressão, como o canal neuronal do NO e o edema papilar diminuíram (Figura 3).

Figura 3 – Imagens de tomografia de coerência óptica espectral (escaneamento horizontal) do nervo óptico direito de um menino de 8 anos de idade com astrocitoma pilocítico.



As fotografias do disco óptico mostrando papiloedema antes da cirurgia (A) e depois da cirurgia (B). As medidas pré cirúrgicas (C) e pós cirúrgica (D). Após a descompressão cirúrgica, o diâmetro do canal neural (linha vermelha) e a altura vertical papilar (linha verde) diminuíram e a lâmina crivrosa (LC) mostra deslocamento posterior (linha pontilhada amarela, superfície anterior do contorno LC).  
Fonte: Lee *et al.* (2017).

O aumento da PIC leva a compressão do tecido nervoso encefálico, podendo levar a depressão mental, cardíaca e respiratória do paciente. Essa situação causa hipóxia cerebral que ativa o reflexo de cushing: bradicardia, hipertensão arterial sistêmica e alteração no ritmo respiratório. Paciente com a PIC elevada poderá também apresentar falta de reflexo pupilar, postura de descerebração (opistótomos e hiperextensão dos quatro membros) e ausência do nistagmo fisiológico (KUO; BACEK; TAYLOR, 2018). A PIC elevada pode causar herniação cerebral ou cerebelar levando ao óbito do paciente se não corrigida rapidamente (LYONS; MEYER, 1990).

A PIC aumenta nos casos de trauma cranioencefálico, acidentes vasculares (hemorrágicos ou hipóxicos), neoplasias intracranianas, doenças metabólicas, alterações na drenagem do LCR, infecções do SNC e procedimentos neurocirúrgicos (LYONS; MEYER, 1990)

### 2.3.1 Avaliação da Pressão Intracraniana

A avaliação pode ser realizada com métodos invasivos e não invasivos. A implantação de sensores de pressão no ventrículo ou por punção lombar é considerada invasiva e padrão ouro, porém, apresenta grande risco de infecção e hemorragias (SIADYYTYTE *et al.*, 2015). A colocação de sensores de pressão no ventrículo é realizada por neurocirurgião treinado e tem custo elevado. A avaliação pela punção lombar nem sempre é bem-sucedida, pois depende da habilidade de quem for colocar, o índice corporal do paciente e, em alguns casos de lesão compressiva encefálica, pode não revelar valores fidedignos (HYLKEMA, 2016). Alguns métodos não invasivos, utilizados na medicina, para monitorar a PIC são ecografia doppler transcraniana (EDT) (TSIVGOULIS; ALEXANDROV; SLOAN, 2009), tomografia computadorizada (TC) (BLAIVAS; THEODORO; SIERZENSKI, 2003; LE *et al.*, 2009; HYLKEMA, 2016), ressonância magnética (RM) (HYLKEMA, 2016), ultrassonografia do diâmetro do nervo óptico (UDNO) (HANSEN; HELMKE; KUNZE, 1994; HANSEN; HELMKE, 1997; KIMBERLY *et al.*, 2008; DUBOST *et al.*, 2012; QAYYUM; RAMLAKHAN, 2013; NABETA *et al.*, 2014; SIADYYTYTE *et al.*, 2015).

A TC é procedimento rápido e pode ser observado colapso do terceiro ventrículo, hidrocefalia, efeito de massa com desvio da linha média, cisterna mesencefálica anormal, edema do parênquima cerebral e diminuição dos sulcos cerebrais, como sugestivos de PIC aumentada. Porém, os sinais vistos na TC não são confiáveis para diagnosticar PIC elevada e, além de ter alto custo, o paciente é exposto a grande quantidade de radiação (BLAIVAS; THEODORO; SIERZENSKI, 2003; LE *et al.*, 2009; HYLKEMA, 2016).

A RM apresenta sinais mais específicos no diagnóstico da PIC elevada, porém é mais demorada e pode cursar com piora do quadro do paciente durante o exame (HYLKEMA, 2016).

Na EDT a intenção é verificar a velocidade do fluxo da artéria cerebral média, pois com o aumento da PIC há compressão dos vasos e com isso o fluxo diminui. Porém, o fluxo também pode diminuir por influência do hematócrito, pressão arterial média, problemas cardiovasculares, frequência cardíaca, concentração de dióxido de carbono no tecido cerebral e ter variação inter-observadores durante a aplicação da técnica (CZOSNYKA, 2001; MCMAHON *et al.*, 2007; SIADYYTYTE *et al.*, 2015). Tsivgoulis; Alexandrov; Sloan (2009) averiguaram que em 10 a 15 % dos pacientes não é possível aplicar a técnica pois o EDT não penetra os ossos do crânio.

UDNO se baseia em mensurar o diâmetro do nervo óptico (DNO), que aumenta com o aumento da PIC (HANSEN; HELMKE; KUNZE, 1994; HANSEN; HELMKE, 1997). O DNO está padronizado para adultos e crianças, por isso pode ser utilizado como ferramenta para avaliar a PIC (BALLANTYNE *et al.*, 1999; BALLANTYNE *et al.*, 2002). Estudo de Dubost *et al.* (2012), com 51 mulheres grávidas, evidenciou 95% de sensibilidade e 100% especificidade de aumento da PIC na pré-eclâmpsia avaliado por meio do DNO. Qayyum; Ramlakhan (2013) avaliaram pacientes do setor de emergência e mostrou 100% de sensibilidade e 75% de especificidade, e Blaivas; Theodoro; Sierzenski (2003) verificaram uma sensibilidade e especificidade de 100% e 95%, respectivamente, em 35 adultos avaliados com uso da técnica para verificar a PIC aumentada. Kimberly *et al.* (2008) observaram que adultos (15 pacientes de UTI) apresentaram PIC > 20 cm H<sub>2</sub>O (1 mmHg equivale a 1,36 cm de H<sub>2</sub>O) quando o nervo óptico estava com mais de 5mm de diâmetro.

O exame ultrassonográfico em humanos é realizado com o paciente deitado, com o olho fechado, transorbital e atrás do globo ocular pode ser visto o nervo óptico como linha escura continua à papila óptica. A mensuração é feita 3mm após a papila e, quando o DNO está maior que 5 mm, é 100% seguro afirmar que a PIC está maior que 20 mmHg (HYLKEMA, 2016). A distensão da bainha do nervo, *in vitro*, ocorre segundos após o aumento da PIC (HELMKE; HANSEN, 1996). Blehar *et al.* (2008) correlacionaram as técnicas de imagem ultrassonográfica do DNO (axial e coronal) e observaram que não havia relação, uma vez que as imagens realizadas no corte coronal apresentavam maior diâmetro que as do axial.

Nabeta *et al.* (2014) avaliaram a PIC de pacientes com meningite por criptococcus usando metodologia invasiva (manômetro com punção lombar) e não invasiva (tonometria da pressão intraocular e ultrassonografia do DNO) e o resultado evidenciou pouca relação, concluindo desta forma que a mensuração não invasiva não poderia substituir a invasiva. Neste trabalho ficou evidente a pouca especificidade do aumento de PIC com o aumento do DNO, porém quanto maior a PIC maior a correlação entre as formas de avaliação. No trabalho de Nabeta *et al.* (2014) o paciente foi avaliado logo após a coleta de líquido (manobra utilizada para aliviar a PIC) e trabalhos mostraram que a distensão do nervo pode demorar a voltar ao normal mesmo com a PIC normalizada (RAJAJEE *et al.*, 2012).

Le *et al.* (2009) afirmaram que a ultrassonografia do DNO não é adequada para tomada de decisão no tratamento de crianças com suspeita de PIC aumentada, mas pode ser usada como triagem para realização de tomografia ou não. Bäuerle; Nedelmann (2012)



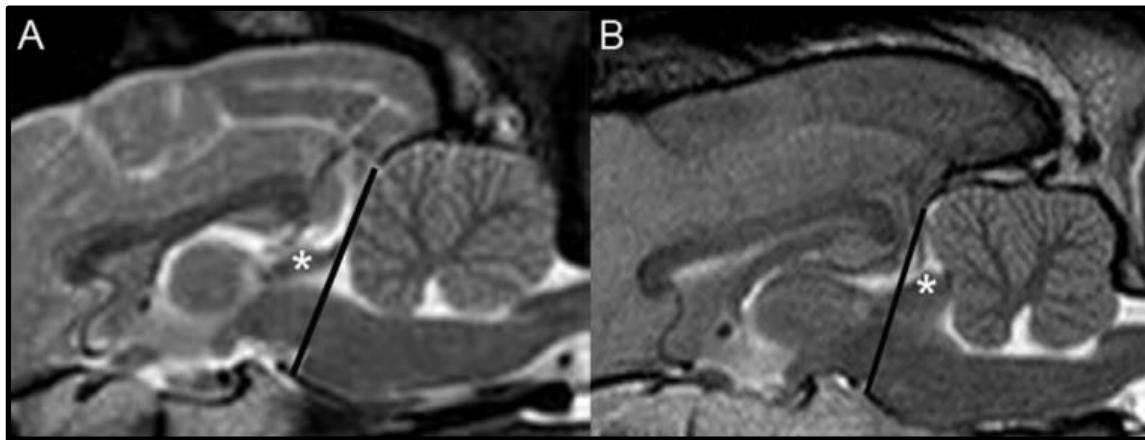
consideram que nos pacientes (25) com hipertensão intracraniana idiopática, a técnica foi efetiva também para ver a diminuição da hipertensão.

Em pacientes com TCE e hemorragias intracranianas a técnica apresentou 90% de sensibilidade e 85% de especificidade (DUBOURG *et al.*, 2011). Também foi observada correlação do aumento de PIC e distensão do DNO em pacientes com hidrocefalia e obstrução do dreno ventriculoperitoneal (BRZEZINSKA; SCHUMACHER, 2002), em pacientes com hipertensão intracraniana idiopática (GALETTA; BYRNE; SMITH, 1989) e em pessoas sofrendo da doença dos montanhistas (SUTHERLAND *et al.*, 2008; FAGENHOLZ *et al.*, 2009).

O uso da monitorização da pressão intracraniana na veterinária ainda é recente, existindo poucos estudos em cães (DEWEY; FLETCHER, 2017). Não há padrão ouro para o monitoramento de pequenos animais ainda, porém imagina-se que a colocação de sensor de pressão no parênquima cerebral, semelhante aos humanos, seria o mais preciso para informar a PIC do paciente (ILIE *et al.*, 2015). Método fácil e barato foi descrito em gatos, onde foi colocado sistema de monitoramento da pressão intracraniana no espaço epidural do crânio (DEWEY *et al.*, 1997). Porém, os métodos invasivos continuam apenas sendo usados em pesquisa (ILIE *et al.*, 2015)

Bittermann *et al.* (2014) realizaram estudo retrospectivo em 91 cães para avaliar sinais de PIC aumentada na ressonância magnética. Desses pacientes, 18 foram diagnosticados com PIC elevada com base nos sinais clínicos, exame do fundo de olho (papiloedema) e doppler transcraniano. Houve sensibilidade de 72% e especificidade de 96% para o diagnóstico de PIC quando a ressonância apresentava compressão do recesso suprapineal, compressão do terceiro e quarto ventrículos, e não eram visualizados os sulcos cerebrais e havia transposição caudal da lâmina quadrigêmina (Figura 4). Houve forte associação da PIC elevada com efeito de massa, herniação transtentorial, herniação subfalcina, edema perilesional, deslocamento da lâmina quadrigêmina e desaparecimento dos sulcos cerebrais.

Figura 4 – Imagens de ressonância magnética em ponderação T2, vista sagital de dois cães, demonstrando a variação de posição da lâmina quadrigêmeina (risco preto).



A. Colículo caudal (\*) está posicionado rostralmente à lâmina quadrigêmeina em um canino sem raça específica com 1,5 anos, posição normal. B. Colículo caudal (\*) está posicionado caudalmente à lâmina quadrigêmeina em um canino da raça Tervuren de 7 anos de idade com meningoencefalite, paciente com a PIC elevada.

Fonte: Bittermann *et al.* (2014).

Fukushima *et al.* (2000) utilizaram o ultrassom doppler transcraniano para avaliar a PIC aumentada em cães. Nesse experimento foram utilizados sete cães saudáveis submetidos a colocação de balão no espaço epidural para aumentar a pressão intracraniana e a PIC foi monitorada com o uso de cateter intraventricular. Foi criado um cálculo para estimar a PIC usando o índice de resistência da artéria basilar com doppler transcraniano.

Ilie *et al.* (2015) utilizaram quatro cães jovens e saudáveis no experimento onde foi inserido cateter epidural intracraniano para monitorar a PIC, associada a mensuração do diâmetro do nervo óptico (DNO) com ultrassom (US) antes e depois de aumentar a PIC desses cães. Foi observado que houve aumento do diâmetro do nervo com o aumento da PIC.

Lee *et al.* (2003) comprovaram que as imagens captadas pelo US do nervo óptico não apresentavam diferença significativa na mensuração do DNO com a peça anatômica antes e depois de ser imersa em solução salina. No estudo realizado por Smith *et al.* (2018), onde foi realizado exame ultrassonográfico transpalpebral do nervo óptico em 75 cães saudáveis, foi observado que o peso do paciente tinha relação direta com o DNO. Foi realizada regressão linear, onde se poderia prever o DNO normal com base no peso do paciente.

Na clínica o paciente ainda é monitorado com mais frequência pelo exame clínico e neurológico para saber se a PIC está elevada. Clinicamente o paciente apresenta depressão respiratória, cardíaca e mental. Quando a PIC está extremamente elevada ocorre o reflexo de cushing (hipertensão e bradicardia), em resposta a diminuição de oxigênio disponível ao tecido cerebral e diminuição da perfusão cerebral. No exame neurológico o paciente pode

apresentar depressão mental, diminuição do reflexo pupilar, postura de descerebração e perda do nistagmo fisiológico. A Escala de Coma Glasgow Modificada, pode ser avaliada a cada 30 minutos para determinar se houve piora do quadro neurológico ou se o paciente está respondendo ao tratamento instituído (CHRISMAN *et al.*, 2003; KUO; BACEK; TAYLOR, 2018).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados neste estudo cães de diversas raças, com idade igual ou maior que um ano, provenientes do atendimento clínico ou cirúrgico do Hospital de Clínicas Veterinárias da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (HCV-UFRGS), da Secretaria Especial dos Direitos dos Animais (SEDA), do 3º Batalhão de Polícia do Exército e do Laboratório de Ensino Zootécnico (LEZO) da UFRGS, depois da devida autorização do tutor ou responsável do cão. Os cães não poderiam ter doenças oftálmicas, neurológicas a nível de encéfalo ou de conformação do crânio.

O tamanho da amostra, 154 cães (77 fêmeas e 77 machos), foi calculado pelo Núcleo de Assessoria Estatística – Instituto de Matemática e Estatística da UFRGS, usando o software *nQuery Advisor for calculating sample size*, com base no trabalho realizado por Lee *et al.* (2003). Neste cálculo foram utilizados dois grupos como padrão, machos e fêmeas, para comparação dos diâmetros dos nervos ópticos, com poder de 80% para detectar diferença, em média, de 0,10 mm, supondo que o desvio padrão é 0,22 mm e utilizando o teste t para comparar grupos independentes a um nível de significância de 0,05.

Previamente ao início da coleta de dados o projeto foi aprovado (30868) pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRGS (Anexo A). Ao verificar que haveria perda de 40% de pacientes devido as imagens não mensuráveis ou agitação do paciente, foi solicitado adendo para aumentar a amostra do projeto (Anexo B).

Para o tutor que aderiu ao projeto foi fornecido formulário de consentimento (Anexo C) e informado riscos da inclusão de seu cão no experimento. Riscos estes que são inerentes ao gel do aparelho ultrassom (US), podendo apresentar leve desconforto ocular se ficar em contato com o olho.

As medidas das características físicas, como peso, índice corporal, altura de cernelha e tamanho do crânio foram feitas antes do exame de ultrassom, para saber se o paciente toleraria fazer o exame e ter a face manipulada. O tamanho do crânio foi avaliado por três mensurações: distâncias fronto-occipital (Figura 5A), fronto-interincisiva (Figura 5B) e bizigomática (Figura 5C), com o auxílio de paquímetro digital, dadas em milímetros. A distância fronto-occipital é a distância entre a crista nugal e a sutura fronto-nasal. A distância fronto-interincisiva é a distância entre a sutura fronto-nasal e a extremidade rostral da sutura interincisiva. A altura da cernelha foi realizada com fita métrica, dadas em centímetros, e com o paciente em posição de estação (com os quatro membros no chão e olhando para o horizonte), onde mediu-se da mão (face palmar sobre o chão) até o bordo proximal da

escápula em linha reta (Figura 5D). Para obtenção do peso foi usado balança digital. O índice corporal de massa dos cães foi dado conforme tabela proposta por Laflamme (1997), que vai de graduação de um a nove (Anexo D).

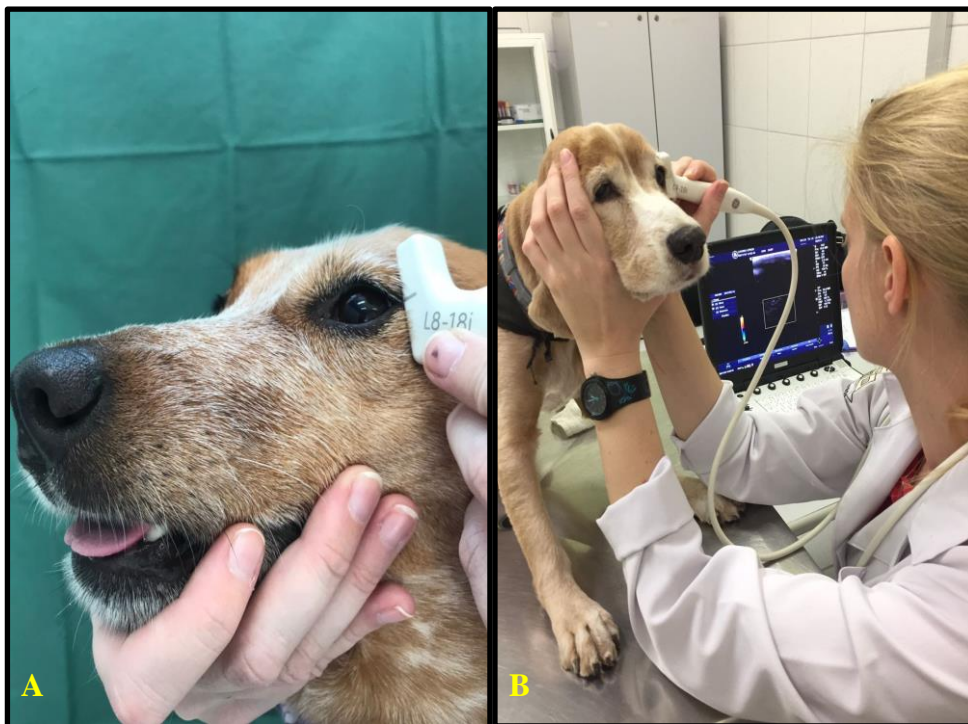
Figura 5 – A. Cão sentado, vista lateral, mostrando a mensuração da distância fronto-occipital com uso de paquímetro digital. B. Cão sentado, vista cranial, mostrando a mensuração da distância entre os dois ossos zigomáticos com o uso do paquímetro digital. C. Cão sentado, vista lateral, mensuração da distância fronto-interincisiva. D. Cão em estação, vista lateral, mostrando a mensuração da altura de cernelha utilizando uma fita métrica.



Fonte: própria autora.

O exame ultrassonográfico da região ocular foi feito sem almofada de recuo. O transdutor foi posicionado na comissura lateral do olho, não necessitando estar fechado, verticalmente, fazendo varredura em direção caudal até localizar o nervo óptico alinhado em 90° com o disco óptico (Figura 6A). Foram realizados três exames de cada olho, obtidos em formato de vídeo. A contenção durante o exame foi realizada pelo tutor com o auxílio de mais uma pessoa para manter o paciente em posição (sentado, decúbito esternal ou em pé) com o focinho voltado para o operador do US (Figura 6B). O aparelho de US utilizado foi o LOGIQe da GE Healthcare e o transdutor linear L8-18i-RS.

Figura 6 – A. Imagem ilustrando a localização do transdutor na face do cão durante o exame ultrassonográfico do olho esquerdo, a linha mediana do transdutor junto a comissura palpebral lateral, fazendo varredura caudal para localizar o nervo óptico. B. Posição do operador do ultrassom com relação ao paciente durante o exame ultrassonográfico do olho, face do cão voltada para a o operador.



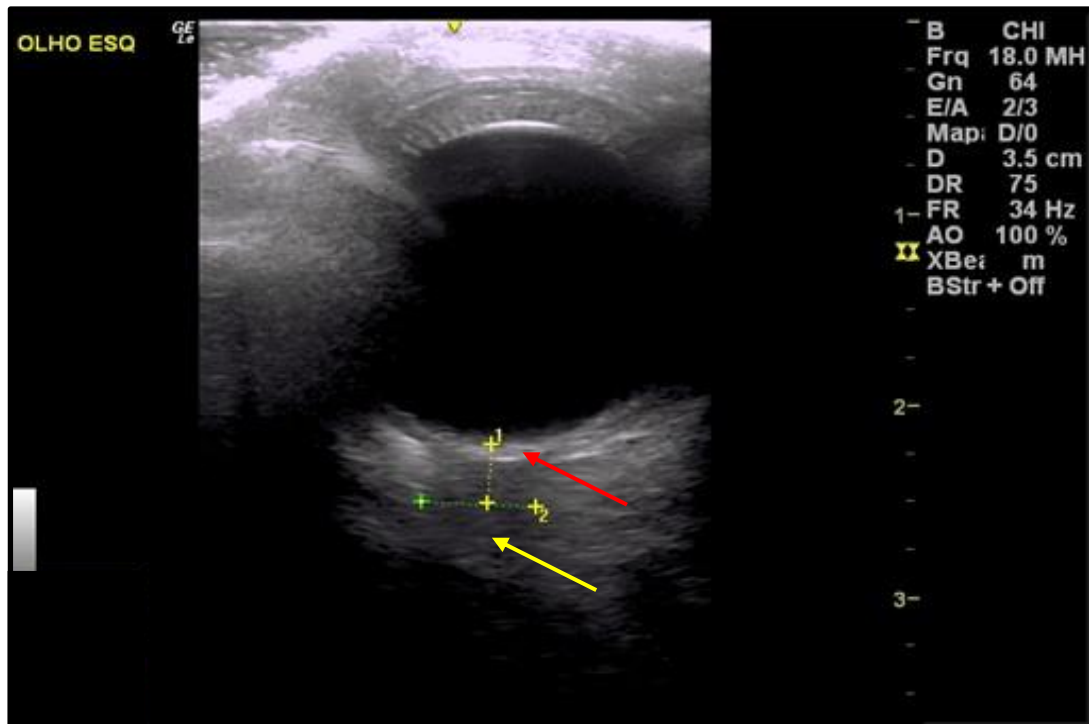
Fonte: própria autora.

A frequência do transdutor e brilho eram ajustadas conforme o paciente, iniciava-se com 18 MHz e diminuía-se conforme necessidade para melhor observar o nervo óptico (NO).

Os vídeos foram analisados depois, sendo avaliado quadro por quadro e, quando o nervo estivesse em 90° em relação ao disco óptico foi feita imagem estática. Nessa imagem foi mensurado primeiramente 3 mm caudalmente ao disco óptico em linha reta e a partir

daquele ponto foi feita a mensuração do diâmetro do nervo óptico (Figura 7). Foram selecionadas as três melhores imagens de cada olho e de cada paciente, com relação a maior nitidez e melhor posicionamento do NO.

Figura 7 – Imagem ultrassonográfica do olho esquerdo de um cão fêmea, de um ano de idade e 15 Kg, evidenciando o nervo óptico (seta amarela) em corte coronal, em 90° com relação ao disco óptico (seta vermelha). Distância 1 mostra os 3,06 mm abaixo do disco óptico e distancia 2 é o diâmetro do nervo óptico 5,64 mm.



Fonte: própria autora.

Os pacientes foram separados em grupos conforme a conformação do crânio: braquicefálico, mesaticefálico e dolicocefálico. A conformação do crânio foi classificada conforme características estabelecidas por Sisson (1986) usando o índice cefálico. O índice cefálico (IC) é calculado conforme fórmula abaixo.

$$IC = 100 \times \text{largura do crânio} / \text{comprimento do crânio}$$

A largura do crânio é a distância entre os arcos zigomáticos e o comprimento do crânio é a distância da crista nugal até a extremidade rostral da sutura interincisiva. O IC para cães dolicocefálicos se aproxima ou é menor que 50, dos braquicefálicos se aproximam de 100 e o dos mesaticefálicos em torno de 70 (SISSON, 1986). Foi estipulado um intervalo para cada tipo craniano: 1 a 59 dolicocefálicos, 59 a 79 mesaticefálicos, e 80 a 100 braquicefálicos.

Os dados foram digitados no programa Excel e posteriormente exportados para o programa SPSS v. 20.0 para análise estatística. Foram descritas as variáveis quantitativas pela média e o desvio padrão. Foram comparadas as variáveis quantitativas entre as observações pelo teste t de Student para amostras emparelhadas. Foi utilizada a técnica de Bland and Altman para avaliar a concordância entre as observações. Quando comparadas as variáveis quantitativas entre três ou mais categorias foi utilizada a Análise de Variância (ANOVA) seguido do teste post-hoc de Tukey. O coeficiente de correlação de Pearson foi utilizado para avaliar a correlação entre variáveis quantitativas. Uma análise de Regressão Linear Múltipla foi utilizada para estimar a equação da relação entre peso e índice cefálico para prever o diâmetro do nervo óptico. Foi considerado um nível de significância de 5%.



## 4 RESULTADOS

Aderiram ao estudo 238 pacientes, porém 16 foram excluídos por demonstrar agressividade, inquietação, não tolerando o manuseio da face. E 65 cães foram avaliados, porém não foi possível obter imagem adequada para mensuração do DNO e por isso excluídos. Foram incluídos no estudo 157 cães, sendo 80 fêmeas e 77 machos. Desses, 94 eram sem raça definida, nove Daschunds, sete Beagles, sete Golden Retrievers, sete Pastores de Malinois, seis Pastores Alemães, cinco Pinschers, três Boxers, três Labradores, dois cães Australian Cattle Dogs, Lhasa Apsos, Poodles, Yorkshires, e um exemplar das raças Bernese, Chihuahua, Doberman, Maltês, Pitt Bull, Rottweiler, Schnauzer e Spitz.

Os pacientes da SEDA foram 42 cães sem histórico e por isso foram selecionados aqueles que com certeza eram adultos pela avaliação da arcada dentária e o tempo de estadia no canil. Uma vez que a idade desses animais era indeterminada. A idade dos demais, 115 pacientes, variou de 1 a 17 anos (5,75 +/- 3 anos). O peso dos cães variou de 2 a 49 kg (17,4 +/- 8,3 kg), o índice corporal desses pacientes variou de 4 a 9, sendo que, respectivamente, foram 11, 39, 47, 35, 16 e 9 cães para cada índice corporal. A altura de cernelha variou de 20 a 66 cm de altura (42 +/- 10,2 cm). O índice cefálico variou de 29,79 a 78,22 (51,51 +/- 5,15) (Tabela 1). Conforme o índice cefálico dos 157 cães, 139 indivíduos eram dolicocefálicos, 18 eram mesaticefálicos e não houve cães braquicefálicos.

Tabela 1 – Características gerais (idade, peso, altura de cernelha e índice cefálico) do grupo de cães avaliados no estudo, com o intervalo de frequência, a média e o desvio padrão.

	Intervalo	Média	Desvio Padrão
Idade (115 cães)	1 – 17 anos	5,75 anos	3 anos
Peso	2 – 49 kg	17,4 kg	8,3 kg
AC	20 – 66 cm	42 cm	10,2 cm
IC	29,79 – 78,22	51,51	5,15

AC: altura de cernelha. IC: índice cefálico.

Fonte: própria autora.

As frequências de transdutor utilizadas foram 12 MHz (sete cães), 15 MHz (13 cães), 16 MHz (dez cães) e 18 MHz (126 cães). Conforme maior foi o tamanho do cão, menor foi a

frequência utilizada. Nos casos em que o cão não ficava com o olho aberto, dificultava a penetração dos feixes necessitando menor frequência para captação das imagens.

Os exames ultrassonográficos foram realizados pelo mesmo operador, o qual não tinha experiência com ultrassonografia. O treinamento foi realizado em cadáveres, porém a perda da elasticidade normal do nervo óptico e da musculatura periorbital dificultava o treinamento do exame *post mortem*. As imagens dos 65 pacientes que foram excluídas por falta de delineamento do nervo óptico, posicionamento adequado do nervo em relação do disco óptico e margens do nervo bem delimitadas, foram, em sua maioria, pacientes da primeira metade do trabalho. Houve perda de 41% dos pacientes até a curva de aprendizagem do operador do ultrassom ficar estável.

Com a repetição do exame foi visto que o maior diâmetro, na vista coronal, seria em 90° com relação ao disco óptico. Nos momentos que o paciente fechava os olhos havia a interferência dos cílios e pelos, causando artefatos de sombra. Conforme o cão olhava em direções diversas, o nervo óptico (NO) se movimentava no fundo do olho, sendo percebido que quando o paciente olhava para a frente era mais fácil de encontrar o NO. Os cães que tinham os olhos com maior exoftalmia não apresentavam contato de superfície adequado com a probe linear (Figura 8), trazendo dificuldade em visualizar as delimitações do olho e NO.

Figura 8 – Transdutor linear L8-18i-RS utilizado para realizar o estudo ultrassonográfico do diâmetro do nervo óptico em cães.



Fonte: própria autora

#### 4.1 Estatística

Ao comparar as três medidas realizadas do DNO em cada olho, com intervalo de confiança de 95%, não houve diferença estatística entre elas (Tabela 2). Na comparação das medidas realizadas do olho esquerdo e do olho direito, também com intervalo de confiança de 95%, não houve diferença estatística entre os olhos (Tabela 2).

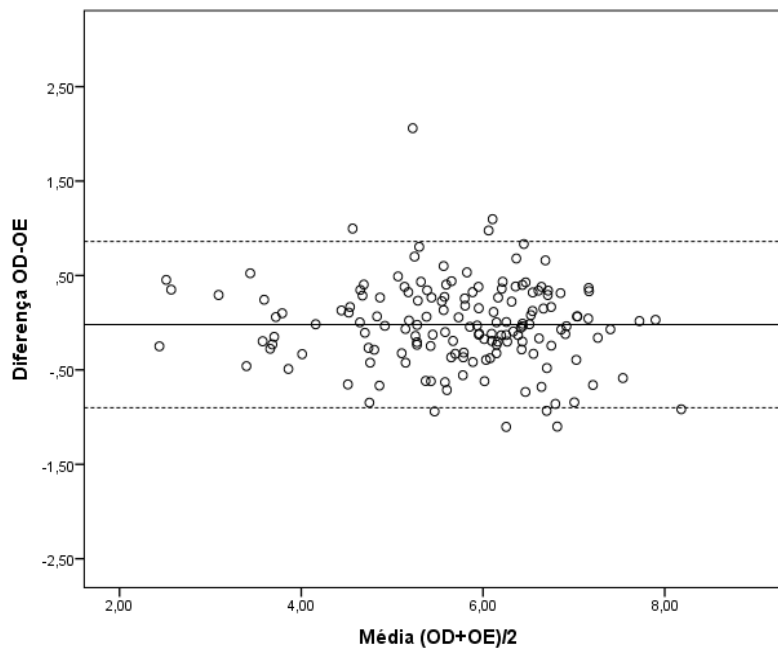
Tabela 2 – Tabela comparativa das medidas de DNO entre as três avaliações e entre os olhos.

	Diferença entre médias	Intervalo 95% com concordância	P
<b>OLHO DIREITO</b>			
1 versus 2	-0,071	-1,15 a 1,01	0,109
1 versus 3	-0,012	-1,40 a 1,38	0,831
2 versus 3	-0,058	-1,31 a 1,42	0,294
<b>OLHO ESQUERDO</b>			
1 versus 2	0,004	-1,54 a 1,55	0,945
1 versus 3	0,008	-1,48 a 1,50	0,891
2 versus 3	0,004	-1,39 a 1,40	0,944
média olho DIREITO versus média olho ESQUERDO	-0,020	-0,90 a 0,86	0,572

Dados comparados pelo teste t de Student para amostras emparelhadas.

Fonte: própria autora.

Como apresentado na Tabela 1, 95% das observações do olho direito e esquerdo concordam entre -0,90 a 0,86 mm. O gráfico de Bland and Altman abaixo apresenta este intervalo.



Na Tabela 3 são comparadas as médias de altura de cernelha, peso e índice cefálico com as diferentes frequências do transdutor utilizadas (12Mhz, 15Mhz, 16Mhz e 18Mhz). Houve diferença estatisticamente significativa na média de altura de cernelha, das frequências 12 e 15 em relação às frequências 16 e 18. A altura de cernelha foi maior nas frequências 12 e 15, quando comparadas para as frequências 16 e 18. O peso foi estatisticamente maior nas frequências 12 e 15, quando comparados com as frequências 16 e 18. Com relação ao índice cefálico, não houve diferença estatística entre os pacientes.

Tabela 3 – Tabela da comparação da frequência para altura da cernelha (AC), o peso e o índice cefálico (IC).

Fr	12	15	16	18	P
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
AC	58,57 <sup>a</sup> (3,10)	55,92 <sup>a</sup> (4,60)	40,40 <sup>b</sup> (14,65)	39,80 <sup>b</sup> (10,96)	<0,001
Peso	37,87 <sup>a</sup> (5,86)	31,84 <sup>a</sup> (9,26)	17,79 <sup>b</sup> (13,12)	14,76 <sup>b</sup> (7,63)	<0,001
IC	55,23 (8,82)	48,20 (6,81)	52,71 (8,58)	51,55 (6,85)	0,168

Fr: frequência. DP: desvio padrão. Dados comparados pelo teste de Análise de Variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey. <sup>a,b</sup>: letras diferentes indicam médias diferentes estatisticamente.

Fonte: própria autora.

Na Tabela 4 foram comparadas as medidas da avaliação bizigomática (MBZ), fronto-occipital (MFO) e fronto-interincisiva (MFI) com frequências do transdutor utilizadas. Houve diferença estatisticamente significativa na avaliação bizigomática, na comparação das frequências 12 e 15 em relação às frequências 16 e 18, com a MBZ maior para as frequências 12 e 15, quando comparadas com as frequências 16 e 18. Também a MFO foi maior nas frequências 12 e 15, quando comparados com as frequências 16 e 18. Na MFI houve diferença estatística entre as frequências 15 e 18, sendo que na 15 o valor de MFI foi maior.

Tabela 4 – Tabela de comparação das frequências com as medidas da cabeça. As medidas foram feitas em milímetros.

Fr	12	15	16	18	P
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
MBZ	121,12 <sup>a</sup> (8,54)	107,95 <sup>a</sup> (6,21)	91,63 <sup>b</sup> (20,33)	91,35 <sup>b</sup> (13,94)	<0,001
MFO	126,39 <sup>a</sup> (11,50)	124,67 <sup>a</sup> (13,29)	99,83 <sup>b</sup> (27,88)	98,62 <sup>b</sup> (18,30)	<0,001
MFI	96,81 <sup>a,b</sup> (24,48)	102,98 <sup>a</sup> (21,83)	81,64 <sup>a,b</sup> (32,55)	82,09 <sup>b</sup> (20,47)	0,005

MBZ: medida bizigomática. MFO: medidade fronto-occipital. MFI: medida fronto-interincisiva. Fr: Frequência. DP: desvio padrão. Dados comparados pelo teste de Análise de Variância (ANOVA) seguido pelo teste de Tukey. <sup>a,b</sup>: letras diferentes indicam médias diferentes estatisticamente.

Fonte: própria autora.

Na Tabela 5 são comparados os diâmetros do nervo óptico entre os dolicocefálicos e os mesaticefálicos, sendo que os valores são maiores para os dolicocefálicos.

Tabela 5 – Tabela da comparação do diâmetro do nervo óptico entre dolicocefálicos e mesaticefálicos.

	Dolicocefálico	Mesaticefálico	P
	n=139	n=18	
	Média (DP)	Média (DP)	
Olho direito	5,89 (0,88)	4,26 (1,42)	<0,001
Olho esquerdo	5,94 (0,91)	4,08 (1,31)	<0,001
Média dos olhos	5,91 (0,87)	4,17 (1,33)	<0,001

DP: desvio padrão. Dados comparados pelo teste t de Student para amostras independentes.  
Fonte: própria autora.

Houve correlação estatisticamente significativa, direta e forte entre a altura da cernelha e o diâmetro do nervo óptico na comparação da média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r=0,59$ ;  $P<0,001$ ).

Comparando as medidas realizadas da cabeça (bizigomática, fronto-occipital e fronto-interincisiva) com o DNO houve correlação estatisticamente significativa, direta e forte entre a medida bizigomática e o DNO considerando a média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r=0,59$ ;  $P<0,001$ ). Houve correlação estatisticamente significativa, direta e forte entre a medida fronto-occipital e o DNO considerando a média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r=0,67$ ;  $P<0,001$ ).

Houve correlação estatisticamente significativa, direta e forte entre a medida fronto-interincisiva e o DNO considerando a média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r=0,70$ ;  $P<0,001$ ).

Ao comparar o peso com o DNO houve correlação estatisticamente significativa, direta e forte entre o peso e o diâmetro do nervo óptico considerando a média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r=0,64$ ;  $P<0,001$ ). O índice corporal não evidenciou correlação significativa com o DNO ( $r=0,12$ ;  $P=0,120$ ). Ao comparar o índice cefálico do grupo todo com o DNO houve correlação estatisticamente significativa, inversa e forte entre o índice cefálico e o diâmetro do nervo óptico considerando a média do DNO dos olhos direito e esquerdo ( $r= -0,58$ ;  $P<0,001$ ).

A Tabela 6 descreve as correlações entre as características dos pacientes e o DNO para cada tipo de crânio. Nos dolicocefálicos houve correlação forte e direta do peso, da altura da cernelha e das medidas da cabeça com o DNO. Fraca e direta do índice corporal e de forma moderada e inversa o índice cefálico. Nos mesaticefálicos houve correlação com o DNO forte

e direta do peso, altura da cernelha e medidas da cabeça. Neste tipo de crânio não houve correlação do DNO com o índice corporal e com o índice cefálico de forma moderada e inversa.

Tabela 6 – Tabela da correlação com o diâmetro no nervo óptico (média do olho direito e esquerdo) estratificado por tipo de crânio.

	Dolicefálicos (139)		Mesaticefálicos (18)	
	r	P	R	P
Peso	0,64	<0,001	0,71	0,001
Índice corporal	0,18	0,032	0,05	0,855
Índice cefálico	-0,35	<0,001	-0,30	0,226
Altura da cernelha	0,51	<0,001	0,69	0,002
Bizigomático	0,53	<0,001	0,72	0,001
Fronto-occipital	0,57	<0,001	0,73	0,001
Fronto-interincisiva	0,57	<0,001	0,76	<0,001

r: coeficiente de correlação de Pearson.

Fonte: própria autora.

Foi realizada análise de regressão linear múltipla, colocando como variáveis independentes o peso (P) e o índice cefálico (IC) para determinar o diâmetro do nervo óptico (DNO). As duas variáveis foram estatisticamente significativas e a reta de regressão estimada foi a seguinte:

$$\text{DNO} = 7,98 + (0,053 \times \text{P}) - (0,062 \times \text{IC})$$

Esta fórmula pode prever o valor do diâmetro do nervo óptico em cães dolicocefálicos ou mesaticefálicos acima de um ano de idade.

Abaixo a Tabela 7 com os coeficientes da regressão e o intervalo de 95% de confiança. Pelo coeficiente beta padronizado ( $\beta$ ) é possível observar que a variável que mais influência é o peso.

Tabela 7 – Tabela da Regressão linear múltipla entre o peso e o índice cefálico para prever o diâmetro do nervo óptico.

Variáveis	b (IC95%)	B	P
Peso	0,053 (0,041 a 0,065)	0,504	<0,001
Índice cefálico	-0,062 (-0,079 a -0,045)	-0,404	<0,001

IC95%: intervalo de 95% de confiança; b: coeficiente angular;  $\beta$ : coeficiente padronizado da regressão.

Fonte: própria autora.

## 5 DISCUSSÃO

Os cães utilizados neste estudo apresentaram alta diversidade de peso, idade e raça, semelhante ao estudo realizado por Smith *et al.* (2018), onde também foi observado que a maioria dos cães era sem raça definida. Isso pode ter sido causado pela origem dos pacientes, uma vez que estes, tanto do HCV quanto da SEDA, são, em sua maioria, sem raça definida. Enquanto que Lee *et al.* (2003) avaliaram o diâmetro do nervo óptico (DNO) de apenas duas raças de cães de pequeno porte (Maltês e Yorkshire), o presente trabalho mostrou a variação em 20 raças diferentes, abrangendo todos os portes (pequeno, médio, grande e gigante) de cães. Essa diversificação de características dos pacientes foi de grande valor, pois assim o estudo pode comprovar que há variação significativa no tamanho do DNO entre os cães de peso e raça diferentes e os resultados poderão ser aplicados à gama maior de pacientes. O peso variou de dois a 49 kg, mostrando a realidade da clínica veterinária e a variação do tamanho dos pacientes, Smith *et al.* (2018) demonstraram essa variação também, seu estudo abrangeu 29 raças diferentes e o peso desses pacientes variou de 2,9 a 73,8 kg.

O presente trabalho apresentou o maior número de pacientes (157 cães) comparado com demais estudos sobre o assunto, Lee *et al.* (2003) 15 cães e Smith *et al.* (2018) 78 cães. O que aumenta seu poder estatístico e relevância clínica, podendo ser considerados estes resultados mais fidedignos. A única característica em comum avaliada em todos estes estudos foi o peso dos pacientes, a idade foi relatada nos trabalhos de Lee *et al.* (2003) e Smith *et al.* (2018), onde Smith *et al.* (2018) evidenciaram fraca relação inversa da idade como DNO. No estudo aqui apresentado pode-se obter a idade de apenas 115 cães e por isso não foi avaliada a relação com o DNO, a idade desses pacientes variou de um a 17 anos, enquanto os demais estudos apresentaram uma variação de dez a 50 meses (0,83 a 4,1 anos) e um a 16 anos, respectivamente. Em compensação, foram avaliadas outras características (altura de cernelha, índice cefálico e tipo de conformação craniana) que ainda não haviam sido levadas em consideração para influenciar o DNO. Estas características que demonstraram ter relação direta (altura de cernelha) e indiretas (índice cefálico) com o resultado do DNO.

Ao comparar o DNO com altura de cernelha (AC), peso e índice cefálico (IC) dos pacientes observou-se que o peso e a AC apresentavam correlação direta com o DNO e, com o IC, correlação inversa. Smith *et al.* (2018) também observaram relação direta do DNO com o peso dos cães e Cooley *et al.* (2016) observaram o mesmo em equinos. Lee *et al.* (2003) e Yang *et al.* (2017) observaram que o DNO e o peso não apresentavam relação alguma, isto pode ser explicado pela amostra do estudo que não apresentava grande variação de peso dos

pacientes, tanto nos cães como nos coelhos. Em outros trabalhos de biometria ocular que avaliaram o comprimento axial do bulbo ocular também foi observado que havia relação direta com o peso dos pacientes (RANZANI *et al.*, 2004; SQUARZONI, 2011).

Ao comparar o DNO do olho esquerdo com o direito não houve diferença significativa, semelhante aos trabalhos de Lee *et al.* (2003) e Smith *et al.* (2018) em cães, Romagnuolo *et al.* (2005) em humanos, Cooley *et al.* (2016) em equinos e Yang *et al.* (2017) em coelhos. A variação máxima da média das três medidas entre o olho direito e esquerdo (95 % IC) foi de -0,90 a 0,86 mm (1,76 mm). Essa variação pode ser usada como margem de erro para o DNO neste estudo que, comparado com o estudo realizado por Smith *et al.* (2018) de 0,84mm, foi maior. A variação maior pode ser explicada por terem sido feitas três avaliações de cada olho, somando seis avaliações por paciente em comparação com o estudo de Smith *et al.* (2018) em que foram feitas duas avaliações em cada olho. A maior frequência de avaliações foi realizada para diminuir os erros de concordância das imagens entre si, porém deve ser levado em consideração que a captação dessas imagens foi realizada com o paciente acordado, então o olho permanecia em constante movimento. Essa variação maior demonstra a realidade ao realizar esse exame em pacientes da rotina clínica e que a variação pode ocorrer entre uma mensuração e outra, principalmente quando o paciente se encontra agitado. Outra questão que deve ser levada em consideração é a experiência do operador, que aumenta com a rotina de realização de exames ultrassonográficos, aumentando a firmeza da mão e diminuindo o tempo de exame.

O tipo de crânio pode influenciar nas estruturas anatômicas (MACHADO, 2006; TONI, 2011) e, no presente estudo, foi evidenciado que o IC tem correlação inversa com o DNO. Sisson (1986) sugeriu o IC e o índice craniofacial (ICF) para classificar o tipo de crânio. O ICF se baseia nas medidas entre a crista nugal e sutura frontonasal e entre a sutura frontonasal e a incisura naso-incisiva. Como a incisura naso-incisiva é difícil de avaliar no cão vivo sem exame radiográfico, somente na palpação, foi utilizado apenas o IC para classificar o crânio dos animais. O IC foi utilizado na classificação da conformação do crânio dos pacientes conforme sugerido por Sisson (1986), braquicefálicos em torno de 90 ou mais, dolicocefálicos perto de 50 ou menos e os mesaticefálicos entre 50 e 90. Conforme o IC não houve pacientes classificados como braquicefálicos, apesar de terem tido indivíduos de raças caracterizadas como braquicefálicas (Boxer e Lhasa Apso), isso pode ter acontecido pelo fato de não ter sido avaliado o ICF para comprovar o tipo de crânio desses cães. A maioria dos pacientes foram dolicocefálicos e não houve diferença estatística do DNO entre os dois tipos de conformação craniana avaliadas (dolicocefálicos Vs Mesaticefálicos).



Relação forte e direta pode ser vista entre o peso ( $r = 0,64$ ) e o DNO, a qual foi maior que o coeficiente da AC ( $r = 0,59$ ) e inversamente forte com o IC ( $r = - 0,58$ ). Estas relações proporcionaram a criação de uma equação para predizer o DNO,  $DNO = 7,98 + (0,053 \times P) - (0,062 \times IC)$ , em cães dolicocefálicos e mesaticefálicos. Por exemplo, em um cão com 8,5 kg e IC 44 (dolicocefálico) é esperado que o DNO seja = 5,71 mm (4,83 a 6,59). Essa equação estima o valor do DNO no corte coronal de cães (dolicocefálicos e mesaticefálicos) acima de um ano de idade, o que tornaria o monitoramento da PIC nesses cães com ultrassom viável, ao ser possível estimar o valor do DNO antes da mensuração. O cálculo apresentado por Smith *et al.* (2018) e sua predição do tamanho do DNO em relação ao peso parece ser mais simples, porém leva em consideração apenas uma característica do paciente (peso). No presente estudo viu-se que há relação do DNO com outras características fenotípicas do cão, por isso, o cálculo confeccionado, utilizando o peso e o IC, tende a estimar com maior exatidão o DNO no corte coronal.

Estudo realizado por Ilie *et al.* (2015) demonstrou que o DNO em cães também varia com o aumento da pressão intracraniana (PIC) assim como em humanos (GALETTA; BYRNE; SMITH, 1989; BRZEZINSKA; SCHUMACHER, 2002; BLAIVAS; THEODORO; SIERZENSKI, 2003; SUTHERLAND *et al.*, 2008; FAGENHOLZ *et al.*, 2009; DUBOURG *et al.*, 2011; BÄUERLE; NEDELMANN, 2012). Conforme Helmke; Hansen (1996) essa variação do DNO ocorre, *in vitro*, segundos após o aumento da PIC, porém pode demorar a voltar ao normal mesmo com a PIC normalizada (RAJAJEE *et al.*, 2012). Conhecendo os valores normais do DNO em cães, pode se suspeitar ou confirmar aumento da PIC com o uso de ultrassom ocular. Também é possível monitorar se o tratamento está sendo eficaz, uma vez que o DNO retorna aos valores normais somente depois da diminuição da PIC (RAJAJEE *et al.*, 2012).

As técnicas ultrassonografias para avaliar o olho mais utilizadas são as transpalpebral e a corneal, por meio de cortes axiais (LEE *et al.*, 2003; MACKAY; MATTOON, 2015; SMITH *et al.*, 2018), diferentes da técnica ultrassonográfica usada neste estudo, que ainda não foi descrita em animais e está baseada na visibilização do DNO pelo corte coronal. A probe do ultrassom posicionada no canto do olho do paciente permitiu que este pudesse ficar com o olho aberto, o que diminui a interferência dos pelos na imagem. Ao fechar o olho, podia-se observar o quanto os pelos causavam interferência na imagem, dificultando, porém, não impedindo a mensuração do DNO. A técnica transpalpebral apresenta essa limitação dos pelos causando interferência (MACKAY; MATTOON, 2015). Também a ansiedade do paciente diminuía com a técnica descrita neste trabalho e este ficava mais cooperativo com a realização

do exame pelo canto do olho, pois podia ver o que estava acontecendo. Não havia necessidade de uso de colírio anestésico diminuído mais ainda a interferência de drogas no DNO e tornando o exame mais simples. O colírio é utilizado na técnica corneal para diminuir o desconforto do paciente durante o exame (MACKAY; MATTOON, 2015). A maior desvantagem era que, conforme o olho se movia, o nervo desaparecia do campo de imagem ultrassonográfica, o que pode tornar o exame mais laborioso.

O estudo realizado por Blehar *et al.* (2008) em humanos, comparou os cortes axiais e coronais do DNO e sugere que não há relação entre eles, mostrando que não há necessidade de realizar os dois cortes para avaliação do DNO. Essa comparação mostrou que no corte coronal o DNO é mais largo que o axial, o que corrobora com os resultados do presente estudo em comparação com o estudo realizado por Smith *et al.* (2018). Exemplo prático é a variação do DNO no paciente 119 desse estudo, sem raça definida, macho adulto e dez quilos que apresentou no corte coronal o DNO 4,87 a 5,75 mm e que ao ser calculado o DNO para este cão pela tabela publicada por Smith *et al.* (2018), o mesmo cão, teria variação de 1,15 a 1,99 mm no corte axial. Se aplicarmos o cálculo produzido pelo presente estudo,  $DNO = 7,98 + (0,053 \times P) - (0,062 \times IC)$ , esse mesmo paciente, que apresentava IC 51,90, o DNO pré calculado seria de 5,30 (variação de 4,42 a 6,18 mm) o que ficaria dentro dos valores encontrados na medição *in loco* no estudo.

Shah *et al.* (2009) comparam as técnicas ultrassonográficas (coronal vs axial) em humanos e mostraram que a técnica ultrassonográfica coronal pode ser superior as demais técnicas, pois apresenta menor diferença inter-avaliadores e menor interferência de sombra do disco óptico. Mostraram também que para diferentes probes (normalmente utilizada = 10-5 MHz, intracavitária = 8-5 MHz e setorial pequena 13-6 MHz) há ponto de corte diferente para o DNO normal em humanos. A probe mais especializada, como a setorial pequena (usada no presente estudo) ou intracavitária, teria imagem mais precisa do DNO.

Quanto maior a frequência melhor é o detalhe/qualidade das imagens, porém menor a penetração do feixe (MACKAY; MATTOON, 2015). Ao realizar o exame pelo canto do olho, foi possível a mensuração do DNO com menor penetração do feixe na maioria dos pacientes (126 cães), obtendo-se imagem mais detalhada. As frequências utilizadas foram de 12 a 18 MHz, menor variação comparada com Smith *et al.* (2018) que utilizou de 6 a 13 MHz, o que nos trouxe maior qualidade e detalhamento da imagem. Nos pacientes com AC e peso maiores, foram utilizadas as frequências mais baixas de transdutor, pois necessitavam que os feixes ultrassonográficos penetrassem de forma mais profunda para obter imagem mais detalhada do nervo. Para IC não foi observada diferença estatística com o uso de diferentes

frequências, não havendo relação direta do IC com a frequência utilizada. A probe utilizada foi multifrequencial linear de 8 MHz a 18 MHz, como era linear causava menos contato com o canto do olho quando o paciente apresentava exoftalmia mais acentuada, o que poderia ser melhorado com uso de probe convexa. Nos cães que apresentavam o globo ocular posicionado mais profundo na órbita, a probe permitiu contato íntimo com o canto do olho e proporcionou maior estabilidade e melhor visualização do nervo óptico.

Ainda faltam trabalhos para determinar o ponto de corte do aumento do DNO em que se têm certeza que há aumento da PIC, assim como já pode ser visto em humanos (LYONS; MEYER, 1990; KIMBERLY *et al.*, 2008; HYLKEMA, 2016). Assim como faltam estudos para saber se os braquicefálicos também podem se encaixar nessa equação ou apresentam alguma distinção para prever o DNO em condições normais.

## **5.1 Limitações**

A maior limitação desse estudo se deve a divisão da amostra em dolicocefálicos (139 cães) e mesaticefálicos (18 cães), causando distorção dos dados, visto que não apresentam o mesmo número de pacientes para cada tipo de crânio.

O comportamento do paciente também se apresentou como limitação da evolução do estudo, pois para avaliar os parâmetros e realizar o exame era fundamental o paciente ser dócil e calmo.

O uso de apenas um dos índices (IC e ICF) para classificar o tipo de crânio, o que pode ter tendenciado a divisão dos pacientes entre dolicocefálicos e mesaticefálicos.

## 6 CONCLUSÃO

Concluimos que é possível realizar a mensuração ultrassonográfica do diâmetro do nervo óptico (DNO) normal, em vista coronal em cães a partir de um ano de idade.

E que é possível prever a medida ultrassonográfica normal do DNO na vista coronal em cães mesaticefálicos e dolicocefálicos a partir de um ano de idade com o uso do peso (P) e o IC, utilizando a equação ( $DNO = 7,98 + (0,053 \times P) - (0,062 \times IC)$ ).

## REFERENCIAS

- ALBECK, M. J. *et al.* Intracranial pressure and cerebrospinal fluid outflow conductance in healthy subjects. **Journal of Neurosurgery**, Chicago, v. 74, n. 4, p. 597-600, Apr. 1991.
- BALLANTYNE, J. *et al.* Transorbital optic nerve sheath ultrasonography in normal children. **Clinical Radiology**, Edinburgh, v. 54, n. 11, p. 740-742, Nov. 1999.
- BALLANTYNE, S. A. *et al.* Observer variation in the sonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal adults. **European Journal of Ultrasound**, Shannon, v. 15, n. 3, p. 145-149, Oct. 2002.
- BÄUERLE, J.; NEDELMANN, M. B-mode sonography of the optic nerve in neurological disorders with altered intracranial pressure. **Perspectives in Medicine**, v. 1, p. 404-407, Sept. 2012.
- BITTERMANN, S. *et al.* Magnetic resonance imaging signs of presumed elevated intracranial pressure in dogs. **Veterinary Journal**, London, v. 201, n. 1, p. 101-108, July 2014.
- BLAIVAS, M.; THEODORO, D.; SIERZENSKI, P. R. Elevated intracranial pressure detected by bedside emergency ultrasonography of the optic nerve sheath. **Academic Emergency Medicine**, Philadelphia, v. 10, n. 4, p. 376-381, Apr. 2003.
- BLEHAR, D. J. *et al.* Correlation of visual axis and coronal axis measurements of the optic nerve sheath diameter. **Journal of Ultrasound in Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 3, p. 407-411, Mar. 2008.
- BRZEZINSKA, R.; SCHUMACHER, R. Diagnosis of elevated intracranial pressure in children with shunt under special consideration of transglobe sonography of the optic nerve. **Ultraschall in der Medizin**, Stuttgart, v. 23, n. 5, p. 325-332, Oct. 2002.
- CHRISMAN, C. *et al.* Section 2 Dementia, Stupor, and Coma. *In: \_\_\_\_\_*. **Neurology for small animal practitioner**. Wyoming: Teton NewMedia, 2003. p.42-85.
- COOLEY, S. D. *et al.* Correlations among ultrasonographic measurements of optic nerve sheath diameter, age, and body weight in clinical normal horses. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, Raleigh Nc, v. 57, n. 1, p. 49-57, Jan. 2016.
- CZOSNYKA, M. Pulsatility index. **Journal of Neurosurgery**, Chicago, v. 94, n. 4, p. 685-686, apr. 2001.
- DEWEY, C. W. *et al.* Evaluation of an epidural intracranial pressure monitoring system in cats. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, Davis, v. 7, n. 1, p. 20-33, Jan. 1997.

- DEWEY, C. W.; FLETCHER, D. J. Traumatismo cranioencefálico. *In*: DEWEY, C. W.; DA COSTA, R. C. **Neurologia canina e felina**: guia prático. 3. ed. São Paulo: Guará, 2017. cap. 8, p. 274-288.
- DUBOST, C. *et al.* Optic nerve sheath diameter used as ultrasonographic assessment of the incidence of raised intracranial pressure in preeclampsia: a pilot study. **Anesthesiology**, Philadelphia, v. 116, n. 5, p. 1066–1071, May. 2012.
- DUBOURG, J. *et al.* Ultrasonography of optic nerve sheath diameter for detection of raised intracranial pressure: a systematic review and meta-analysis. **Intensive Care Medicine**, Berlin, v. 37, n. 7, p. 1059-1068, July 2011.
- ESSON, D. W. Normal ocular anatomy. *In*: **Clinical atlas of canine feline ophthalmic disease**. Ames: Wiley Blackwell, 2015. Cap. 1, p. 2-3.
- FAGENHOLZ, P. J. *et al.* Optic nerve sheath diameter correlates with the presence and severity of acute mountain sickness: evidence for increased intracranial pressure. **Journal of Applied Physiology**, Bethesda, v. 106, n. 4, p. 1207-1211, Apr. 2009.
- FUKUSHIMA, U. *et al.* Evaluation of intracranial pressure by transcranial doppler ultrasonography in dogs with intracranial hypertension. **Journal of Veterinary Medical Science**, Tokyo, v. 62, n. 3, p. 353-355, Mar. 2000.
- GALETTA, S.; BYRNE, S. F.; SMITH, J. L. Echographic correlation of optic nerve sheath size and cerebrospinal fluid pressure. **Journal of Clinical Neuro-ophthalmology**, New York, v. 9, n. 2, p.79-82, June 1989.
- GOLZAN, S. M.; AVOLIO, A.; GRAHAM, S. L. Hemodynamic interactions in the eye: a review. **Ophthalmologica**, Basel, v. 228, n. 4, p. 214–221, Sept. 2012.
- GONÇALVES, G. F. Biometria ultrassonográfica bidimensional em tempo real de bulbo ocular de gatos domésticos. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10., n. 3, p. 829-834, jul./set. 2009.
- HAGER, D.A.; DZIEZYC, J.; MILLCHAMP, N.J. Two-dimensional real-time ocular ultrasonography in the dog. **Veterinary Radiology**, v. 28, n. 2, p. 60-65, Mar. 1987.
- HANSEN, H. C.; HELMKE, K. Validation of the optic nerve sheath response to changing cerebrospinal fluid pressure: ultrasound findings during intrathecal infusions tests. **Journal of Neurosurgery**, Chicago, v. 87, n. 1, p. 34-40, July 1997.
- HANSEN, H. C.; HELMKE, K.; KUNZE, K. Optic nerve sheath enlargement in acute intracranial hypertension. **Neuro-Ophthalmology**, v. 14, n. 6, p. 345-354, June 1994.
- HEDGES, T. R.; ZAREN, H. A. The relationship of optic nerve tissue pressure to intracranial and systemic arterial pressure. **American Journal of Ophthalmology**, Chicago, v. 75, n. 1, p. 90–98, Jan. 1973.

HELMKE, K.; HANSEN, H. C. Fundamentals of transorbital sonographic evaluation of optic nerve sheath expansion under intracranial hypertension. I. Experimental study. **Pediatric Radiology**, Berlin, v. 26, n. 10., p. 701-705, Oct. 1996.

HIGHTOWER, S.; CHIN, E.J.; HEINER, J.D. Detection of increased intracranial pressure by ultrasound. **Journal Special Operation Medicine**, Washington, v. 12, n. 3, p. 19-22, 2012.

HYLKEMA, C. Optic nerve sheath diameter ultrasound and the diagnosis of increased intracranial pressure. **Critical Care Nursing Clinics of North America**, Philadelphia, v. 28, n. 1, p. 95-99, Mar. 2016.

ILIE, L. A. *et al.* Relationship between intracranial pressure as measured by an epidural intracranial pressure monitoring system and optic nerve sheath diameter in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 76, n. 8, p. 724-731, Aug. 2015.

JUAÇABA, C. A. Física dos ultra-sons. *In*: ABREU, G.B. **Ultra-sonografia ocular**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2002. p. 3-12.

YANG, X. Y. *et al.* Transorbital ultrasound measurement of optic nerve sheath diameter in normal rabbits. **International Journal of Clinical and Experimental Medicine**, Madison, v. 10, n. 9, p. 13412-13418, Sept. 2017.

KIMBERLY, H. H. *et al.* Correlation of optic nerve sheath diameter with direct measurement of intracranial pressure. **Academic Emergency Medicine**, Philadelphia, v. 15, n. 2, p. 201-204, Feb. 2008.

KUO, K. W.; BACEK, L. M.; TAYLOR, A. R. Head trauma. **The Veterinary North America Small Animal Practice**, Philadelphia, v. 48, n. 1, p. 111-128, Jan. 2018.

LAFLAMME, D. P. Development and validation of a body condition score system for dogs. **Canine Practice**, Santa Barbara, v. 22, p. 10-15, July 1997.

LE, A. *et al.* Bedside sonographic measurement of optic nerve sheath diameter as a predictor of increased intracranial pressure in children. **Annals of Emergency Medicine**, Lansing, v. 53, n. 6, p. 785-791, June 2009.

LEE, H. C. *et al.* Ultrasonographic measurement of optic nerve sheath diameter in normal dogs. **Journal Veterinary Science**, Seoul, v. 4, n. 3, p. 265-268, Dec. 2003.

LEE, W. J. *et al.* Change in optic nerve after intracranial pressure reduction in children. **Ophthalmology**, San Francisco, v. 124, n. 11, p. 1713-1715, Nov. 2017.

LIEBICH, H. G.; KÖNIG, H. E. Eye (Organum visus). *In*: KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Veterinary anatomy of domestic mammals**. Textbook and color atlas. Stuttgart: Schattauer, 2004. chapter 16, p. 547-568.

LYONS, M. K.; MEYER, F. B. Cerebrospinal fluid physiology and the management of increased intracranial pressure. **Mayo Clinic Proceedings**, Rochester, v. 65, n. 5, p. 684-707, May. 1990.

MACHADO, T. F. S. **Estudo comparativo da localização do seio venoso sagittal dorsal no crânio de cães braquicefálicos e mesaticefálicos para craniotomia transfrontal**. 2006. 102f. Dissertação (Mestrado em Antaomia dos Animais Domésticos e Silvestres)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2006.

MACKAY, C. S.; MATTOON, J. S. Eye. *In*: MATTON, S. J.; NYLAND, T. G. **Small animal diagnostic ultrassound**, 3. ed., St. Louis: Elsevier Saunders, 2015. chapter 5, p. 128-154.

MCMAHON, C. J. *et al.* The reproducibility of transcranial doppler middle cerebral artery velocity measurements: implications for clinical practice. **British Journal of Neurosurgery**, Abingdon, v. 21, n. 1, p. 21-27, Feb. 2007.

MORGAN, W. H. *et al.* Cerebrospinal fluid pressure and the eye. **The British Journal of Ophthalmology**, London, v. 100, n. 1, p. 71-77, Jan. 2016.

NABETA, H. W. *et al.* Accuracy of noninvasive intraocular pressure or optic nerve sheath diameter measurements for predicting elevated intracranial pressure in cryptococcal meningitis. **Open Forum Infectious Deases**, Cary, v. 1, n. 3, p. 1-8, Oct. 2014.

PRADA, I. **Neuroanatomia funcional em medicina veterinária com correlações clínicas**. Jaboticabal: Terra Molhada, 2014.

QAYYUM, H.; RAMLAKHAN, S. Can ocular ultrasound predict intracranial hypertension? A pilot diagnostic accuracy evaluation in a UK emergency department. **European Journal of Emergency Medicine**, London, v. 20, n. 2, p. 91-97, Apr. 2013.

RAJAJEE, V. *et al.* Comparison of accuracy of optic nerve ultrasound for the detection of intracranial hypertension in the setting of acutely fluctuating vs stable intracranial pressure: post-hoc analysis of data from a prospective, blinded single center study. **Critical Care**, London, v. 16, n. 3, p. 1-11, May 2012.

RANZANI, J. J. T. *et al.* Influência do sexo e do peso sobre mensuração do comprimento axial do bulbo ocular no cão. **Ars Veterinaria**, Jaboticabal, v. 20, n. 1, p. 44-51, jan. 2004.

RIOS-MONTENEGRO, E. N.; ANDERSON, D. R.; DAVID, N. J. Intracranial pressure and ocular hemodynamics. **Archives of Ophthalmology**, Chicago, v. 89, n. 1, p. 52-58, Jan. 1973.

ROMAGNUOLO, L. *et al.* Optic nerve sheath diameter does not change with patient position. **American Journal of Emergency Medicine**, Philadelphia, v. 23, n. 5, p. 686-688, Sept. 2005.



SCRIVANI, P. V. *et al.* T2-weighted magnetic resonance imaging measurements of optic nerve sheath diameter in dogs with and without presumed intracranial hypertension. **Veterinary Radiology Ultrasound**, Raleigh Nc, v. 54, n. 3, p. 263-270, May/June. 2013.

SHAH, S. *et al.* Ultrasound techniques to measure the optic nerve sheath: Is a specialized probe necessary? **Medical Science Monitor**, Warsaw, v. 15, n. 5, p. 63-68, May. 2009.

SIADYYTYTE, L. *et al.* Update in intracranial pressure evaluation methods and translaminar pressure gradient role in glaucoma. **Acta Ophthalmologica**, Oxford. v. 93, n. 1, p. 9-15, Feb. 2015.

SISSON, S. Osteologia do carnívoro. *In*: GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986. cap. 48, p. 1337-1412.

SMITH, J. J. *et al.* Transpalpebral ultrasonographic measurement of the optic nerve sheath diameter in healthy dogs. **Journal of Veterinary Emergency and Critical Care**, San Antonio, vol. 28, n. 1, p 31-38, Jan. 2018.

SMITH, M. Monitoring intracranial pressure in traumatic brain injury. **Anesthesia and Analgesia**, Cleveland, v. 106, n. 1, p. 240–248, Jan. 2008.

SOARES, A. M. B. *et al.* Refração ocular por retinoscopia em faixa em cães da raça Fila Brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 11, n. 1-2, p. 104-108, jan./ago. 2004.

SQUARZONI, R. **Biometria ocular e sua relação com o sexo, idade, tamanho e peso em cães da raça Cavalier King Charles Spaniel**. 2011. 95f. Tese (Doutorado em Clínica Cirúrgica Veterinária)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SUTHERLAND, A. I. *et al.* Optic nerve sheath diameter, intracranial pressure and acute mountain sickness on Mount Everest: a longitudinal cohort study. **British Journal of Sports Medicine**, Loughborough, v. 42, n. 3, p. 183-188, Mar. 2008.

TONI, M. C. **Ultrassonografia do bulbo do olho de cães, com diferentes conformações cranianas**. 2011. 27f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia Veterinária)-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2011.

TSIVGOULIS, G.; ALEXANDROV, A. V.; SLOAN, M. A. Advances in transcranial doppler ultrasonography. **Current Neurology and Neuroscience Reports**, Philadelphia, v. 9, n. 1, p. 46-54, Jan. 2009.

WESTLAKE, W. H.; MORGAN, W. H.; YU, D. Y. A pilot study of in vivo venous pressures in the pig retinal circulation. **Clinical & Experimental Ophthalmology**, Carlton, v. 29, n. 3, p. 167–170, June. 2001.

## ANEXO A



**U F R G S**  
UNIVERSIDADE FEDERAL  
DO RIO GRANDE DO SUL

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA**

Comissão De Ética No Uso De Animais



**CARTA DE APROVAÇÃO**

Comissão De Ética No Uso De Animais analisou o projeto:

**Número:** 30868

**Título:** Determinação ultrassonográfica do diâmetro do nervo óptico em cães.

**Vigência:** 01/04/2016 à 28/02/2018

**Pesquisadores:**

**Equipe UFRGS:**

MÁRCIO POLETTO FERREIRA - coordenador desde 01/04/2016

ANA CRISTINA PACHECO DE ARAUJO - pesquisador desde 01/04/2016

LUCIANA ZANG - Aluno de Mestrado desde 01/04/2016

*Comissão De Ética No Uso De Animais aprovou o mesmo, em reunião realizada em 31/10/2016 - SALA 330 DO ANEXO I DO PRÉDIO DA REITORIA - CAMPUS CENTRO - UFRGS-PAULO DA GAMA, 110 BAIRRO FARROUPILHA, em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de 154 cães (77 fêmeas e 77 machos), de raças diversas, com idade igual ou maior que um ano, provenientes do atendimento clínico ou cirúrgico do Hospital de Clínicas Veterinárias da UFRGS (HCV-UFRGS), desde que autorizado pelo proprietário do animal e diretor da unidade; de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), que disciplinam a produção, manutenção e/ou utilização de animais do filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem) em atividade de ensino ou pesquisa.*

Porto Alegre, Segunda-Feira, 21 de Novembro de 2016

MARCELO MELLER ALIEVI  
Coordenador da comissão de ética

## ANEXO B

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA****COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS****CARTA DE APROVAÇÃO/ADENDO****Processo N°: 30868****TÍTULO: DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DO DIAMETRO DO NERVO OPTICO EM CAES.****Pesquisador Responsável:  
MÁRCIO POLETTO FERREIRA**

A Comissão de Ética no Uso de Animais aprovou o adendo do projeto intitulado "DETERMINAÇÃO ULTRASSONOGRAFICA DO DIÂMETRO DO NERVO ÓPTICO EM CÃES", em seus aspectos éticos e metodológicos, para a utilização de mais 166 cães, 83 machos e 83 fêmeas, provenientes do Hospital Veterinária da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, desde que o proprietário tenha aprovado o exame, de acordo com os preceitos das Diretrizes e Normas Nacionais e Internacionais, especialmente a Lei 11.794 de 08 de novembro de 2008, o Decreto 6899 de 15 de julho de 2009, e as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA). Este documento revoga a Carta de Aprovação emitida anteriormente.

**Porto Alegre, 22 de maio de 2017****Marcelo Meller Alievi****Coordenador da CEUA/UFRGS**

**ANEXO C**

**FICHA DE CONSENTIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_, RG ou CPF  
\_\_\_\_\_, tutor do canino \_\_\_\_\_, Ficha  
\_\_\_\_\_, autorizo sua inclusão no Projeto de Mestrado nº \_\_\_\_\_.

Porto Alegre, \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
(Assinatura do Tutor)

## ANEXO D

Tabela do Índice de Massa Corporal em cães utilizado para a realização do estudo.

Condição	Grau	Características
Subalimentado	1	- Costelas, vértebras lombares, ossos pélvicos e saliências ósseas visíveis à distância - Não há gordura corporal - Perda evidente de massa muscular
	2	- Costelas, vértebras e ossos pélvicos facilmente visíveis - Não há gordura palpável - Algumas saliências podem estar visíveis - Perda mínima de massa muscular - Costelas facilmente palpáveis podem estar visíveis sem gordura palpável
	3	- Visível o topo das vértebras lombares - Ossos pélvicos começam a ficar visíveis - Cintura e reentrâncias abdominais evidentes - Costelas facilmente palpáveis com mínima cobertura de gordura
Ideal	4	- Vista de cima, a cintura é facilmente observada - Reentrância abdominal evidente
	5	- Costelas palpáveis sem excessiva cobertura de gordura - Abdômen retraído quando visto de lado - Costelas palpáveis com leve excesso de cobertura
Sobrealimentado	6	- Cintura é visível quando vista de cima, mas não é acentuada - Reentrância abdominal aparente - Costelas palpáveis com dificuldade - Pesada cobertura de gordura
	7	- Depósito de gordura evidente sobre a área lombar e base da cauda - Ausência de cintura ou apenas visível - Reentrância abdominal pode estar presente - Impossível palpar as costelas situadas sob cobertura muito densa ou palpável somente com pressão acentuada
	8	- Pesado depósito de gordura sobre área lombar e base da cauda - Cintura inexistente - Não há reentrância abdominal, podendo existir distensão abdominal evidente - Maciços depósitos de gordura sobre o tórax, espinha e base da cauda
	9	- Depósitos de gordura no pescoço e membros - Distensão abdominal evidente

Fonte: Laflamme (1997).