

UFRRJ

**INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

DISSERTAÇÃO

**Análise Unidimensional dos Ventriculos Laterais e Terceiro Ventriculo de
Cães da Raça Poodle Através da Tomografia Computadorizada**

Glauce Vaz Diniz Araújo

2018



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS)**

**ANÁLISE UNIDIMENSIONAL DOS VENTRÍCULOS LATERAIS E
TERCEIRO VENTRÍCULO DE CÃES DA RAÇA POODLE ATRAVÉS
DA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA**

GLAUCE VAZ DINIZ ARAÚJO

Sob Orientação do Professor
Marcelo Abidu Figueiredo

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Medicina Veterinária**, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Área de Concentração Ciências Clínicas.

Seropédica, RJ
Junho de 2018

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A658a Araújo, Glauce Vaz Diniz, 1982-
Análise unidimensional dos ventrículos laterais e
terceiro ventrículo de cães da raça Poodle através da
Tomografia computadorizada / Glauce Vaz Diniz Araújo.
- 2018.
37 f. : il.

Orientador: Marcelo Abidu. Dissertação(Mestrado).
-- Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro,
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA
(PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS), 2018.

1. Tomografia computadorizada. 2. Sistema
ventricular encefálico. 3. Cães. I. Abidu, Marcelo,
1968-, orient. II Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA
VETERINÁRIA (PATOLOGIA E CIÊNCIAS CLÍNICAS) III.
Título.

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEDICINA VETERINÁRIA

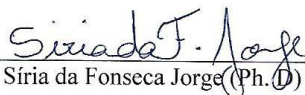
GLAUCE VAZ DINIZ ARAÚJO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária, no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, área de Concentração em Ciências Clínicas.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 13/06/2018



Marcelo Abidú Figueiredo (Ph. D) UFRRJ
(orientador)



Sírnia da Fonseca Jorge (Ph. D) UNIFESO



Luciano da Silva Alonso (Ph. D) UFRRJ

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me conceder o dom da Vida, com saúde e determinação para estar sempre caminhando em direção aos meus ideais. Aos meus anjos guardiões e amigos espirituais que estão ao meu lado, me guiando e me apoiando em cada passo.

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) pela oportunidade de cursar a Pós-graduação em Medicina Veterinária.

Ao meu orientador Professor Marcelo Abidu Figueiredo por me receber como sua aluna, confiando em meu projeto de pesquisa e me apoiando durante todo o período do curso.

Ao centro de diagnóstico RadioVet, por me receber da forma mais generosa possível, incentivando a pesquisa científica e a educação continuada, especialmente a Dra. Juliana Pedro por confiar no meu projeto de pesquisa e ao Dr. Gustavo Machado por todo apoio concedido durante a coleta de dados.

A toda minha família, Mirtes Rosana (Mãe), Getúlio Marques (Pai), Glauber Diniz e Gabriel Diniz (Irmãos), Nuno, meu filho querido, minha maior motivação e Raniery França, amigo e companheiro, por me apoiarem incondicionalmente, possibilitando a concretização dessa etapa tão importante na minha vida.

À amiga e companheira de trabalho Fernanda Pestana que tanto me incentivou a iniciar o Mestrado e me apresentou ao curso de Pós-graduação da UFRRJ. Ao amigo e colega de profissão Professor Rodrigo Oliveira, por todo apoio prestado, mesmo antes da aprovação no processo de seleção, bem como durante todo o período do curso até o atual momento de finalização. Aos meus colegas de trabalho que me apoiaram nos momentos em que não pude estar presente.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse projeto, caminho tão louvado que objetiva a disseminação do conhecimento e do saber.

Eternamente grata!

“Sonho que se sonha só é só um sonho que se sonha só. Sonho que se sonha junto é realidade”.

Raul Santos Seixas.

RESUMO

ARAÚJO, Glauce Vaz Diniz. **Análise unidimensional dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo de cães da raça poodle através da tomografia computadorizada.** 2018. 37p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária, Patologia e Ciências Clínicas). Instituto de Veterinária, Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

O estudo do Sistema Nervoso, “*in vivo*”, nos animais domésticos, vem crescendo na Medicina Veterinária à medida que novas técnicas diagnósticas como a Tomografia Computadorizada (TC) tem se tornado realidade. Entretanto, apesar de tal tecnologia disponível, ainda são escassas na literatura médica veterinária medidas padronizadas para o sistema ventricular encefálico nos diferentes morfotipos de crânio e raças de cães. Frente a esses fatos, foi realizado um estudo retrospectivo de imagens tomográficas encefálicas, adquiridas no período de março de 2012 a março de 2017, no centro de diagnóstico por imagem Radio Vet, localizado na cidade do Rio de Janeiro. Avaliou-se morfométricamente de forma quantitativa e qualitativa os ventrículos laterais e terceiro ventrículo de 55 cães mesaticefálicos da raça Poodle, que não apresentavam alteração encefálica na imagem. Os animais foram distribuídos em quatro grupos: Machos e fêmeas de 7 a 10 anos de idade (grupos M1 e F1) e machos e fêmeas acima de 10 anos de idade (grupos M2 e F2). O presente estudo teve como objetivo contribuir para a padronização das medidas lineares de altura e largura dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo, fornecer valores de proporção entre o sistema ventricular e o encéfalo, correlacionar as medidas de altura do encéfalo e do crânio com a altura dos ventrículos laterais, avaliar a existência de diferença estatística nas medidas lineares do sistema ventricular entre os antímeros, gêneros e faixas etárias e, por fim, analisar a ocorrência de assimetria ventricular em cães sem alteração encefálica da raça supracitada. Quantitativamente concluiu-se que os ventrículos laterais direito e esquerdo mostram-se estatisticamente iguais quando comparados entre animais de um mesmo grupo. Na comparação entre os grupos distintos, o ventrículo lateral esquerdo mostrou-se estatisticamente maior tanto em altura quanto em largura no grupo M2 quando comparado com o grupo M1. A largura do terceiro ventrículo mostrou-se estatisticamente maior no grupo F1 quando comparada com o grupo M1. Na análise qualitativa, a assimetria ventricular foi observada de forma leve em 14,54% dos animais, sendo o aumento ventricular direito mais recorrente.

Palavras chave: Cães, sistema ventricular encefálico, tomografia computadorizada.

ABSTRACT

ARAÚJO, Glauce Vaz Diniz. **One-dimensional analysis of the lateral ventricles and third ventricle of poodle dogs through computed tomography**. 2018. 37p. Dissertation (Master's Degree in Veterinary Medicine, Pathology and Clinical Sciences). Veterinary Institute, Graduate Program in Veterinary Medicine, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2018.

The study of the Nervous System, "*in vivo*"; in domestic animals has been growing in Veterinary Medicine as new diagnostic techniques such as CT have become a reality. However, despite such available technology, standard measures for the ventricular system in the different skull morphotypes and breeds of dogs are still scarce in the veterinary medical literature. In light of these facts, a retrospective study of brain CT images, acquired between March 2012 and March 2017, was carried out at the Radio Vet imaging center located in the city of Rio de Janeiro. The lateral ventricles and third ventricle were evaluated morphometrically quantitatively and qualitatively in 55 Poodle dogs, which had no encephalic alterations in the image. The animals were divided into four groups: Males and females from 7 to 10 years of age (M1 and F1 groups) and males and females older than 10 years (M2 and F2 groups). The present study aimed to contribute to the standardization of linear measures of height and width of the lateral ventricles and third ventricle, to provide proportion values between the ventricular system and the brain, to correlate the measures of height of the brain and skull with the height of the lateral ventricles, to evaluate the existence of statistical difference in the linear measurements of the ventricular system between the antimer, genders and age groups and, finally, to analyze the occurrence of ventricular asymmetry in dogs without encephalic alteration of the aforementioned race. Quantitatively it was concluded that the right and left lateral ventricles are statistically equal when compared to animals of the same group. In the comparison between the distinct groups, the left lateral ventricle was statistically higher in both height and width in the M2 group when compared to the M1 group. The width of the third ventricle was statistically larger in the F1 group when compared to the M1 group. In the qualitative analysis, the ventricular asymmetry was observed in a mild form in 14.54% of the animals, and the right ventricular increase was more recurrent.

Key words: Brain ventricular system, computed tomography, dogs.

LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

ACD	Altura do crânio direito
ACE	Altura do crânio esquerdo
AED	Altura do encéfalo direito
AEE	Altura do encéfalo esquerdo
AEM	Altura do encéfalo médio
AVD	Altura ventricular direita
AVE	Altura ventricular esquerda
A3V	Altura do terceiro ventrículo
CD	Crânio direito
CE	Crânio esquerdo
ED	Encéfalo direito
EE	Encéfalo esquerdo
F1	Grupo de fêmeas de 7 a 10 anos de idade
F2	Grupo de fêmeas acima de 10 anos de idade
HU	Unidade Hounsfield
LCR	Líquido cefalorraquidiano
LVD	Largura ventricular direita
LVE	Largura ventricular esquerda
L3V	Largura do terceiro ventrículo
M1	Grupo de machos de 7 a 10 anos de idade
M2	Grupo de machos acima de 10 anos de idade
Mm	Milímetros
RM	Ressonância magnética
SN	Sistema nervoso
SNC	Sistema nervoso central
TC	Tomografia computadorizada
UFRRJ	Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
%	Porcentagem

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	2
2.1 Tomografia computadorizada	2
2.1.1 Histórico	2
2.1.2 Componentes da tomografia computadorizada	3
2.1.3 Gerações de tomógrafo	4
2.1.4 Formação da imagem tomográfica	5
2.1.5 Mensuração do sistema ventricular	6
2.2 Morfotipos de crânio	6
2.3 Sistema ventricular	7
2.3.1 Embriologia	7
2.3.2 Anatomia	8
2.3.3 Líquido cefalorraquidiano	9
2.3.4 Patologias do sistema ventricular	10
3 MATERIAIS E MÉTODOS	12
3.1 Animais	12
3.2 Tomógrafo	12
3.3 Protocolo de obtenção de imagens	12
3.4 Avaliação das imagens	13
3.4.1 Avaliação quantitativa	13
3.4.2 Avaliação qualitativa	14
3.5 Avaliação estatística	14
4 RESULTADOS	15
4.1 Avaliação quantitativa	15
4.2 Avaliação qualitativa	18
4.3 Imagens tomográficas de cães pertencentes aos quatro grupos de estudo	19
5 DISCUSSÃO	20
6 CONCLUSÃO	24
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

LISTA DE TABELAS E FIGURAS

- Tabela 1** - Média em (mm) com desvio padrão da altura e largura dos ventrículos laterais direito e esquerdo, terceiro ventrículo, altura do encéfalo e crânio direito e esquerdo e valor de p quando comparados os antímeros de um mesmo grupo. ----- 15.
- Tabela 2** - Valores expressos em média e desvio padrão da razão de proporção entre altura ventricular direita e esquerda e altura encefálica direita e esquerda, bem como terceiro ventrículo e altura encefálica média em (%) dos quatro grupos do estudo. ----- 16.
- Tabela 3:** Valor de p quando comparadas as medidas de proporção dos ventrículos com relação ao encéfalo, através do teste de Anova com pós-teste de Tukey, entre os quatro grupos do estudo. ----- 16.
- Tabela 4** - Teste T Student não pareado quando comparadas as médias das medidas realizadas entre os quatro grupos do estudo. ----- 17.
- Tabela 5** - Correlação linear entre a altura do encéfalo direito (ED) e crânio direito (CD) com a altura do ventrículo direito (VD) e altura do encéfalo esquerdo (EE) e altura do crânio esquerdo (CE) com a altura do ventrículo esquerdo (VE). ----- 18.
- Tabela 6** - Avaliação qualitativa de assimetria dos ventrículos laterais direito e esquerdo nos quatro grupos do estudo. ----- 19.
- Figura 1** - Imagem ilustrativa do Sistema ventricular do cão. ----- 9.
- Figura 2:** Imagem do aparelho de Tomografia Computadorizada Siemens Somaton AR. Star e da sala de comando do centro de diagnóstico Radio Vet. ----- 12.
- Figura 3 – A:** Imagem tomográfica piloto (Scout) do crânio de um cão da raça Poodle, macho, com sete anos de idade. **B:** Imagem em corte transversal na altura da adesão intertalâmica, demonstrando a mensuração da largura e altura dos ventrículos laterais (1 e 2), altura do terceiro ventrículo (3), bem como das medidas encefálicas (4) e craniométricas (5). Fonte: Radio Vet. ----- 13.
- Figura 4:** Imagens tomográficas do crânio, em corte transversal, na altura da adesão intertalâmica. **VLD:** Ventrículo lateral direito, **VLE:** Ventrículo lateral esquerdo, **3V:** Terceiro ventrículo. **A** - Canino Bob, Macho, 7 anos, grupo M1. **B** - Canina Pri, Fêmea, 7 anos, grupo F1. **C** - Canino Scoob, Macho, 11 anos, grupo M2. **D** - Canina Bina, Fêmea, 13 anos, grupo F2. **E** - Canino Floquinho, Macho, 12 anos, grupo M2, com presença de leve assimetria ventricular esquerda. **F** - canina Nala, Fêmea, 16 anos, grupo F2, com presença de leve assimetria ventricular direita. ----- 19.

1 INTRODUÇÃO

Com o advento da Tomografia Computadorizada (TC) e da Ressonância Magnética (RM) no campo da Medicina Veterinária na década de 80, deu-se início a possibilidade do estudo mais detalhado do sistema nervoso dos animais, “*in vivo*”, contribuindo significativamente para o aperfeiçoamento do diagnóstico, prognóstico e tratamento das patologias que acometem esse sistema.

Juntas, a TC e a RM são consideradas as modalidades de diagnóstico por imagem mais precisas para avaliação do sistema nervoso e dos demais sistemas do organismo. Entre as características responsáveis por esta ampla aplicabilidade está a forma em que são apresentadas as imagens, como fatias sequenciais, livres de sobreposições, possibilitando diversos planos de corte, detectando pequenas diferenças de densidade tecidual e fornecendo uma boa orientação de volume. Sendo a TC, atualmente, a modalidade de diagnóstico mais acessível para a Medicina Veterinária Brasileira, por estar presente em algumas universidades, centros de diagnóstico por imagem e hospitais veterinários das grandes capitais.

Entretanto, apesar de tal tecnologia disponível, ainda são escassas na literatura Médica Veterinária medidas padronizadas da anatomia encefálica, especialmente do sistema ventricular, nos diferentes morfotipos de crânio e raças de cães, no que diz respeito à avaliação tomográfica. Estudos realizados anteriormente, através da TC e da RM, demonstram que não é possível haver um padrão de normalidade das dimensões ventriculares comum a todos os cães, dada a extensa variação morfológica do cão doméstico (*Canis familiaris*), principalmente com relação ao tamanho e ao formato do crânio e conseqüentemente do encéfalo e de suas estruturas relacionadas (VITTE et al., 1997; ESTEVE-RATSCH, 2001; SCHRODER et al., 2006; DOICHE, 2011).

Frente a esses fatos, o presente estudo teve como objetivo a avaliação quantitativa e qualitativa unidimensional dos ventrículos laterais, terceiro ventrículo, encéfalo e crânio, através do estudo retrospectivo de 55 imagens tomográficas de crânio de cães mesaticefálicos da raça Poodle, sem alteração encefálica, com objetivo de contribuir para a padronização das medidas lineares do sistema ventricular, fornecer valores de proporção entre o sistema ventricular e o encéfalo, correlacionar as medidas de altura do encéfalo e do crânio com a altura dos ventrículos laterais, avaliar a existência de diferença estatística nas medidas lineares do sistema ventricular entre os antímeros, gêneros e faixas etárias e, por fim, analisar a ocorrência de assimetria ventricular em cães sem alteração encefálica da raça supracitada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomografia Computadorizada

A palavra tomografia é formada pela junção de dois termos gregos, *tomos* e *grafhos*, que significam respectivamente, camadas e escrita. A TC consiste em uma técnica de imagem transversal que utiliza o raio-x e computadores, para formar imagens seccionais e sequenciais do corpo, com espessura variável de 1 a 10 mm, e em diferentes planos de corte, como o transversal, o dorsal e o sagital, nos fornecendo assim imagens sem sobreposição das estruturas internas, possibilitando uma precisa avaliação anatômica dos planos de corte, com uma boa detecção de pequenas diferenças de densidade tecidual e uma boa orientação de volume pela sua capacidade de formação de imagens tridimensionais (RYCKE, 2007).

É considerada, portanto, um importante instrumento de avaliação do Sistema Nervoso (SN), visto que este se encontra envolto por um arcabouço ósseo espesso, prejudicando a realização da avaliação do córtex cerebral e de suas estruturas adjacentes, por outros métodos de imagem, tais como, a radiografia convencional e a ultrassonografia (VILLAMIZAR et al., 2010).

2.1.1 Histórico

Historicamente, não é possível começar a falar sobre tomografia computadorizada sem citar o físico alemão Wilhelrn Conrad Röntgen que em 1885 descobriu a existência de uma radiação, nomeando-a de Raio-x, capaz de atravessar materiais, ser parcialmente ou totalmente absorvida por eles e fixar-se em anteparos. Iniciou-se, portanto, a possibilidade de investigação interna do corpo, “*in vivo*”, de forma não invasiva (BULL E SALAMON, 1980).

Com o passar dos anos o diagnóstico por imagem foi se aperfeiçoando com a chegada da ultrassonografia e deu um grande salto de qualidade quando pesquisadores tiveram a ideia de acoplar um computador a cristais sensíveis à radiação, para que fosse possível a realização de cálculos matemáticos que transformariam os fótons de raio-x atenuados pelo corpo em sinais elétricos e posteriormente em imagens digitais, surgindo à possibilidade da construção do aparelho de Tomografia Axial Computadorizada (NUNES, 2006; CARVALHO, 2007).

Esse processo só foi possível porque em 1917 o matemático Austríaco Johann Radon desenvolveu uma equação matemática demonstrando que um objeto tridimensional poderia ser reproduzido a partir de um conjunto de projeções, a “Transformada de Radon”, que mais tarde seria uma das bases matemáticas para o desenvolvimento da TC (CARVALHO, 2007).

Na década de 60, de forma lenta e sem apoio matemático, a TC médica começou a ser idealizada pelo médico neurologista Willian Olderdorf, que em 1961, mesmo sem o conhecimento da “Transformada de Radon”, construiu manualmente um sistema de reconstrução de uma seção transversal de um objeto constituído de argolas de ferro e alumínio. No entanto, na época, o estudo experimental usou um método considerado grosseiro e de uma retroprojeção simples. O invento patenteado era considerado impraticável porque necessitava extensa análise, e mesmo após anos de experimento não se obteve sucesso na geração de imagens (CARVALHO, 2007).

A contribuição matemática fundamental para o problema da reconstrução das imagens tomográficas foi feita em 1963 pelo físico e matemático sul africano Allan Comarck, que estudava a distribuição dos coeficientes de atenuação do corpo para que o

tratamento por radioterapia pudesse ser mais bem direcionado para o tumor alvo, e também desenvolvia um algoritmo matemático para a reconstrução tridimensional da distribuição da concentração de radionucleotídeos a partir de dados coletados de um equipamento de “câmara-pósitron” desenvolvido em 1962 (CARVALHO, 2007).

A questão que Comarck respondeu foi a seguinte: “Suponho que se conheçam todas as linhas integrais através de um corpo de densidade variada, podemos reconstruir esse mesmo corpo?” A resposta foi positiva e ainda construtiva, a partir das informações obtidas pelo raio-x. Na prática, sabiam que uma radiografia mostrava informações limitadas, devido ao fato de que certas estruturas são obscurecidas por outras de densidade maior, e que poderiam obter mais informações se pudessem ver dentro do objeto, como Radon havia dito, tornando seu teorema uma ferramenta prática, sendo a Transformada de Radon invertida a base matemática para o problema da reconstrução das imagens (CARVALHO, 2007).

É nesse momento, em 1971, que surge o engenheiro Inglês, experiente em radares e criador do primeiro computador totalmente transistorizado da Inglaterra, Godfrey Hounsfield. Ele possuía a ideia de estudar o interior de objetos tridimensionais a partir da reconstrução obtida pela absorção heterogênea de radiação pelos diferentes componentes do objeto. Criou então, inicialmente um protótipo utilizando uma fonte de amérgio-241, emissora de raios Gama, com o tempo de aquisição de imagem de 9 dias e 150 minutos para o seu processamento. Posteriormente, Hounsfield utilizou um tubo gerador de raio-x, diminuindo consideravelmente o tempo de aquisição das imagens para 9 horas (CARVALHO, 2007).

Ao se reunir com Dr. James Ambrose, neurologista e radiologista do Atkinson Morley Hospital, em Londres, surgiu a ideia de criar um aparelho que fosse utilizado para visualizar o interior do crânio. Após diversos experimentos com peças humanas e animais, enfim, foi realizada a primeira imagem diagnóstica de uma paciente indicada pelo Dr. Ambrose, com suspeita de tumor no lobo frontal esquerdo. Em 1979 Godfrey Hounsfield e Allan Cormack receberam o prêmio Nobel da medicina pela invenção da Tomografia Computadorizada (CARVALHO, 2007).

Desde então a tecnologia não parou de evoluir, sendo criados os aparelhos chamados de segunda, terceira e quarta gerações, os modelos helicoidais cada vez mais rápidos, com imagens mais refinadas, e com tempo de realização de exame mais curto, reduzindo acentuadamente o custo dos equipamentos e conseqüentemente dos exames (CARVALHO, 2007).

O primeiro tomógrafo do Brasil foi instalado em São Paulo, no hospital da Real e Benemérita Sociedade Portuguesa de Beneficência, em 1977. Logo após, foi instalado o primeiro aparelho no Rio de Janeiro, na Santa Casa de Misericórdia, iniciando o seu funcionamento em 28 de julho de 1977 (FERNÁNDEZ E BERNARDINI, 2010).

A primeira descrição do uso da TC em pacientes veterinários ocorreu durante a década de 1980, segundo Ohlerth E Scharf (2007), porém sabe-se que apenas por volta de 1998 foi realmente introduzida no Brasil. Nos últimos anos, o número de procedimentos e casos relatados utilizando-se a TC vem aumentando e fornecendo informações adicionais que auxiliam no diagnóstico, prognóstico e tratamento dos pacientes veterinários. (ADEODATO; SCHAMALL; MELLO, 2005).

2.1.2 Componentes da Tomografia Computadorizada

A estrutura física de um tomógrafo consiste em uma unidade de escaneamento, de aquisição e transferência de dados, o *Gantry*, também chamado de portal, ele é

considerado o maior componente do aparelho de TC, e permite a passagem do paciente posicionado sobre a mesa durante o exame (RYCKE, 2007).

O *Gantry* é constituído por um anel onde estão localizados a ampola emissora de raio-x em forma de leque, os detectores (cristais luminescentes – NAL), o sistema de colimação, e o sistema de refrigeração, responsável por refrigerar o tubo de raio-x. Além de um painel em sua parte frontal, responsável pelo controle dos comandos básicos como altura e movimentação da mesa, angulação do *Gantry* e ativação dos eixos que promovem a centralização dos feixes na área a ser examinada no paciente (FERREIRA, 1998).

A segunda estrutura que compõe o aparelho de TC consiste na mesa de exame que possui a capacidade de movimentação em relação ao *Gantry*, regulável tanto em altura quanto em profundidade (RYCKE, 2007).

A terceira e última estrutura é o sistema computacional, responsável pela transformação dos sinais elétricos recebidos pelos detectores, em sinais digitais e pelo processamento dos mesmos por meio de um software específico. O sistema computacional é composto por um computador, monitores, teclados e o painel de comando, que permite ajustar os parâmetros de aquisição e reconstrução da imagem, onde a imagem obtida pelo processo de digitalização é armazenada em um banco de dados para posterior manipulação (FERREIRA, 1998).

2.1.3 Gerações de tomógrafos

As gerações de TC estão basicamente relacionadas à geometria de detecção e à forma como os componentes do sistema se movimentam durante a coleta de dados para a produção das imagens. Elas podem ser basicamente divididas em duas gerações, a axial, da primeira a quarta geração, onde os aparelhos formam imagens no modo sequencial tradicional, ou corte a corte, onde cada giro de 360° do tubo emissor de raio-x adquire-se uma imagem no plano transversal de um determinado corte do corpo do paciente que permanece deitado na mesa estacionária (THRALL, 2007).

Já na geração helicoidal, a partir da quinta geração, também chamada de “Slip Ring”, o tubo emissor de Raio-x gira 360° ao redor do paciente e simultaneamente ocorre o deslocamento da mesa em direção ao *Gantry*, permitindo a realização de uma varredura em espiral, possibilitando uma aquisição volumétrica às imagens, com um grande volume de dados, em vez de um único corte (RYCKE, 2007).

O escaneamento helicoidal pode ser realizado em uma área ou até em todo o corpo do paciente sem interrupção e com alta velocidade, reduzindo consideravelmente os artefatos de movimento e produzindo imagens multiplanares e 3D com qualidade infinitamente superior, fazendo com que a tomografia helicoidal computadorizada seja considerada nos dias de hoje o padrão ouro para a Medicina Veterinária (RYCKE, 2007).

E por último, a geração mais avançada, chamada de Multislice, que além de possuir o movimento simultâneo de rotação do tubo emissor de raio-x e a movimentação da mesa, possui também uma fileira de detectores que permite a aquisição de múltiplas imagens, em diversos planos, em um único giro de 360° ao redor do paciente. Esses canais podem possuir números variáveis de detectores, sendo os de 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 e até 320 detectores, o que caracteriza a obtenção de 320 imagens por giro de 360° (THRALL, 2007).

2.1.4 Formação da imagem tomográfica

O processo de formação de imagem na TC é bem complexo e pode ser dividido em três fases: A primeira fase consiste na aquisição de dados, a segunda na reconstrução matemática da imagem e a terceira na formatação e apresentação da mesma.

Na fase de aquisição de dados, também chamada de varredura ou exploração, um tubo emissor de Raio-x emite o feixe colimado em forma de leque e gira 360 ° ao redor do paciente. Um primeiro colimador, localizado entre o tubo e o paciente, determina a espessura da fatia (1-10 mm) e um segundo colimador localizado entre o paciente e o detector além de influenciar na espessura da fatia, também irá limitar a interferência dos Raios-x dispersos (THRALL, 2007).

Após a emissão dos Raios-x, esses serão atenuados pelas estruturas corpóreas e os detectores constituídos por cristais de cintilação, que estão localizados no lado oposto do *Gantry*, irão receber e converter os fótons de radiação em sinais analógicos e depois digitais. Através da radiação resultante, ou seja, da diferença entre a emitida e a atenuada/absorvida pelo corpo é possível calcular os coeficientes de atenuação de cada tecido. Os sinais são codificados e após alimentarem os programas de reconstrução de imagem, são denominados de dados brutos (THRALL, 2007).

A digitalização ocorre por meio da transformação dos dados brutos em dígitos, pela natureza binária do sistema, sendo possível a concretização da imagem física. Entre as características das imagens, estão os pixels, a matriz, o voxel, o campo de visão (ou *fov*, em inglês *field of view*), a escala de cinza e as janelas (RYCKE, 2007).

O pixel é o menor ponto da imagem que pode ser obtido, uma imagem é formada por um conjunto de pixels, que estão distribuídos em colunas e linhas que formam a matriz, quanto maior for o número de pixels em uma matriz, melhor será sua resolução espacial, que permitirá uma melhor diferenciação espacial entre as estruturas. Após o processo de reconstrução matemática, será obtido o voxel, que consiste em uma imagem 3D capaz de designar profundidade na imagem radiológica (RYCKY, 2007).

O campo de visão (*fov*) representa o tamanho máximo do objeto em estudo que ocupa a matriz, exemplificando, uma matriz pode ter 512 pixels em colunas e 512 pixels em linhas, se o campo de visão for de 12 cm, cada pixel irá representar cerca de 0,023cm (12cm/512) (THRALL, 2007).

A atenuação dos feixes de Raios-x, é determinada pela densidade de cada estrutura e tecido corpóreo, cada pixel possui um grau de cinza de acordo com a densidade de cada tecido. Esse valor de atenuação é expresso em uma escala de cinza chamada de Unidade Hounsfield (HU) em homenagem ao Dr. Godfrey Hounsfield, criador da tomografia. Essa escala de atenuação varia de -1000 HU equivalente à densidade do ar, onde é visualizado uma imagem preta, passando por 0 HU correspondente à densidade da água, onde visualizamos um tom de cinza, até + 1000 HU equivalente à densidade do osso com visualização da imagem branca. Os demais tecidos do corpo são distribuídos por essa escala em variados graus de cinza de acordo com a sua densidade (RYCKE, 2007).

As janelas são recursos computacionais que permitem uma avaliação mais estreita da escala de cinza após a obtenção das imagens, facilitando a diferenciação entre as estruturas conforme a necessidade do estudo, nos mostrando apenas uma faixa de tons de cinza, adaptando assim a nossa capacidade de visão aos dados obtidos. Em uma janela define-se qual será o número máximo de tons de cinza entre o valor numérico em HU, permitindo, por exemplo, o estudo dos ossos com distinção entre cortical e medular na janela óssea ou a distinção entre a substância branca e cinzenta, na janela para visualização do crânio, não sendo possível à utilização da mesma janela para avaliar os diferentes tecidos corpóreos (RYCKE, 2007).

A fase final da reconstrução das imagens é a conversão da imagem digital em uma imagem de vídeo, para que possa ser diretamente observada em um monitor de TV e posteriormente documentada em filme, essa fase é realizada por componentes eletrônicos que funcionam como um conversor de sinal digital-analógico (THRALL, 2007).

2.1.5 Mensuração do sistema ventricular através da TC

O estudo morfométrico do sistema ventricular dos cães vem sendo realizado, “*in vivo*”, por alguns autores através de exames de imagem como a ultrassonografia, a TC e a RM (DE HAAN *et al*, 1994; GONZALEZ & SORIANO, 2001; KII *et al*, 1997; WOO *et al*, 2010). A ultrassonografia constitui-se de um método confiável, de baixo custo e não invasivo, entretanto, só é possível obter uma boa resolução das imagens quando realizada em animais jovens com fontanelas abertas (BELOTTA, 2013). Já a TC e a RM são excelentes métodos para a obtenção de imagens seccionais, sem sobreposição de estruturas internas e com maior diferenciação entre tecidos moles, sendo considerados, portanto, os melhores métodos de diagnóstico por imagem para a avaliação do sistema ventricular encefálico (RYCKE, 2007). Através da TC é possível realizar avaliação dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo, quanto a sua forma, simetria, tamanho e variações fisiológicas que os acometem (DOICHE, 2011).

Já foram descritos alguns métodos para mensuração e determinação de limites entre o tamanho ventricular considerado normal e o aumentado utilizando três tipos de abordagens, a unidimensional representada pela altura ventricular, a bidimensional representada pela área e a tridimensional quando são comparados os volumes cerebrais e ventriculares. Em estudo comparativo entre os três tipos de avaliação aplicadas em animais normais e hidrocefálicos observou-se que todos possuem significância estatística e também que a avaliação unidimensional pouparia tempo na detecção de dilatações simples, este mesmo estudo mostrou ainda que a altura ventricular tem correlação positiva com a área e com o volume (WOO *et al.*, 2010).

Para a análise unidimensional do sistema ventricular através da TC, rotineiramente mensura-se a altura dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo com a ferramenta “distância” traçando-se uma reta paralela à fissura longitudinal na altura da adesão intertalâmica. A aferição do sistema ventricular através do corte transversal no nível da adesão intertalâmica foi empregada como metodologia em todos os estudos consultados, por se tratar de um corte de fácil identificação, tanto dos ventrículos laterais quanto do terceiro ventrículo (ESTEVE-RATSCH, 2001; SCHRODER *et al.*, 2006; WOO *et al.*, 2010; DOICHE, 2011).

A grande maioria dos estudos realizados, independente da abordagem, utilizam também a aplicação de proporções entre a altura ventricular e a altura encefálica, cálculo justificável e valioso na medicina veterinária devido a grande variação de raças, conformações cranianas e peso dos cães (VITTE *et al.*, 1997; ESTEVE-RATSCH, 2001; WOO *et al.*, 2010; DOICHE, 2011).

2.2 Morfotipos de crânio

O cão doméstico (*Canis familiaris*) é considerado a espécie de maior variação morfológica dentre os mamíferos, devido à seleção artificial destes animais realizada ao longo dos anos pelo homem, resultando em grande influência no desenvolvimento da forma, coloração e comportamento dessa espécie (EVANS, 2013).

O crânio é considerado a parte mais complexa e especializada do esqueleto e está dividido em duas regiões principais, uma região facial e uma região neural, que juntas variam mais em forma e tamanho do que qualquer outra parte do esqueleto no cão (EVANS, 2013).

Devido a grande variabilidade de conformações cranianas dos cães, em 1891 foi adotada pela Medicina Veterinária a terminologia que diferencia os tipos de crânio baseada em seu formato (comprimento e largura). A determinação do tipo craniano é realizada com base em pontos craniométricos e acidentes ósseos, sendo possível estabelecer diversas medidas lineares que caracterizam as diferenças raciais nos cães e denotam o comprimento relativo da parte facial, permitindo a identificação de raças dolicocefálicas, braquicefálicas e mesaticefálicas (STOCKARD, 1941).

As raças dolicocefálicas são as que possuem cabeça estreita e longa, como por exemplo, o Collie. As raças mesaticefálicas, como o Poodle, e o Beagle, são aquelas que possuem cabeças com proporções médias, já as raças braquicefálicas, como Pequinês e o Buldog, possuem cabeça curta e larga, e de acordo com essa classificação, estão presentes diferenças no tamanho do encéfalo e de suas estruturas relacionadas (EVANS, 2013; SCHIMMING E PINTO E SILVA, 2013).

Estudos realizados anteriormente concluíram que há existência de diferença estatística entre as mensurações absolutas dos ventrículos laterais de cães dolicocefálicos e mesaticefálicos em relação aos cães braquicefálicos, diferença essa que também se faz presente quando aplicados os valores de proporção entre o sistema ventricular e o encéfalo, constatando que animais braquicefálicos possuem o sistema ventricular fisiologicamente maior, demonstrando, assim, que não é possível haver apenas uma faixa de valores de limites ventriculares para todas as raças e morfotipos de crânio de cães (VITE et al., 1997; ESTEVE-RATSCH, 2001; WOO et al., 2010; DOICHE, 2011).

2.3 Sistema ventricular

2.3.1 Embriologia

Para o entendimento dos aspectos anatômicos do sistema nervoso, se faz necessário o estudo do seu desenvolvimento embrionário. Embriologicamente, sabe-se que o sistema nervoso é o primeiro sistema a começar a se diferenciar e o último a completar o seu desenvolvimento, dando a ele o título de sistema mais complexo do organismo (HYTTEL et al., 2012).

Na terceira semana do desenvolvimento embrionário ocorre a formação do embrião trilaminar, na também chamada fase de gastrulação, onde o epiblasto origina os três folhetos germinativos, o ectoderma, o mesoderma e o endoderma, além da formação da notocorda, responsável por estimular a diferenciação do ectoderma em neuroectoderma, dando início a formação do sistema nervoso (HYTTEL et al., 2012).

O neuroectoderma dará origem ao tubo neural, que a partir da dilatação de sua porção rostral formará o encéfalo primitivo e da dilatação da sua porção caudal formará a medula espinhal. A persistência do lúmen do tubo neural no desenvolvimento embrionário dará origem ao sistema ventricular encefálico e ao canal central da medula espinhal (EVANS E DE LAHUNTA, 2001).

O encéfalo primitivo passa por algumas modificações, se dividindo em três vesículas primárias, originando o prosencéfalo, o mesencéfalo e o rombencéfalo. Com o avanço do desenvolvimento embrionário o prosencéfalo se diferencia para formar o telencéfalo, considerado o segmento mais desenvolvido do sistema nervoso, que corresponde à região anatômica do cérebro e possui as regiões do córtex cerebral, correspondente a camada de substância cinzenta composta por neurônios e localizada na superfície dos hemisférios cerebrais, a camada mais interna constituída por substância branca composta por células gliais e axônios mielínicos que se estende desde os núcleos basais até o córtex cerebral, o sistema límbico e o rinencéfalo, além dos dois ventrículos laterais localizados em seus

respectivos hemisférios cerebrais, o ventrículo lateral direito e o ventrículo lateral esquerdo. A partir do prosencéfalo, também temos a formação do diencéfalo, que corresponde à região anatômica do tálamo, hipotálamo, epitálamo e do terceiro ventrículo (HYTTEL et al., 2012).

O mesencéfalo não se diferencia, e corresponde a região anatômica do aqueduto mesencefálico, do tectum, do tegumentum e dos pedúnculos cerebrais (HYTTEL et al., 2012).

O rombencéfalo se diferencia em metencéfalo e mielencéfalo. O metencéfalo corresponde ao cerebelo, à ponte, e a parte superior do quarto ventrículo. O mielencéfalo correspondente ao bulbo e a parte inferior do quarto ventrículo (HYTTEL et al., 2012).

2.3.2 Anatomia

Segundo Dangelo E Fattini (2007), a integração do animal no meio ambiente, assim como a coordenação das funções orgânicas, está na dependência de um sistema especial denominado sistema nervoso (SN), que controla e coordena as funções de todos os sistemas do organismo ao receber estímulos aplicados à superfície do corpo, interpretando e desencadeando, eventualmente, respostas adequadas a esses estímulos. Sendo o encéfalo o principal órgão responsável por esta coordenação e processamento, além de possuir várias estruturas constituintes especializadas, também possui cavidades. Estas cavidades internas, denominadas de ventrículos, correspondem ao sistema ventricular, responsável pela produção e reabsorção do líquido cefalorraquidiano (LCR).

O sistema ventricular é composto pelos ventrículos laterais (*Ventriculus lateralis*), forames interventriculares (*Foramen interventriculare*), terceiro ventrículo (*Ventriculus tertius*), aqueduto mesencefálico (*Aqueductus mesencephali*), quarto ventrículo (*Ventriculus quartus*) e continua caudalmente através de dois recessos laterais (*Recessus lateralis ventriculi quarti*) e um medial (*Eminentia medialis*) como canal central na medula espinhal (ICGVAN, 2017; MACHADO E HAERTEL, 2006).

Com relação à localização anatômica, o quarto ventrículo está localizado entre o cerebelo e o bulbo, o terceiro ventrículo se localiza no diencéfalo e envolve a adesão intertalâmica e os dois ventrículos laterais são encontrados dentro dos hemisférios cerebrais (FERNANDEZ E BERNARDINI, 2010).

Cada hemisfério cerebral contém um ventrículo lateral, que é composto por uma porção central localizada ventrolateral ao corpo caloso (corno caudal), uma porção rostral (corno rostral) e uma porção caudal (corno temporal). A comunicação dos ventrículos laterais com o terceiro ventrículo ocorre através dos forames interventriculares, já o terceiro ventrículo comunica-se com o quarto ventrículo pelo aqueduto mesencefálico e o quarto ventrículo comunica-se com a medula espinhal e com o espaço subaracnóideo através de dois recessos laterais e uma abertura medial. Sendo assim, o quarto ventrículo representa uma dilatação do canal central da medula espinhal (DYCE E SACK, 2010).

No interior do sistema ventricular encontramos estruturas vasculares modificadas, denominadas de plexo coróide, que são projeções de tecidos microvasculares envoltos por estroma de tecido conjuntivo e células ependimárias cubóides que estão interligadas por junções íntimas que promovem uma barreira eficaz à passagem de substâncias dos vasos sanguíneos para o LCR, conhecida como barreira hemato-liquórica. O plexo coróide está presente nos ventrículos laterais e no teto do terceiro e quarto ventrículos, estendendo-se ao espaço subaracnóideo, sendo responsáveis por 35, 23 e 42% da produção de LCR, respectivamente (EVANS, 2013).

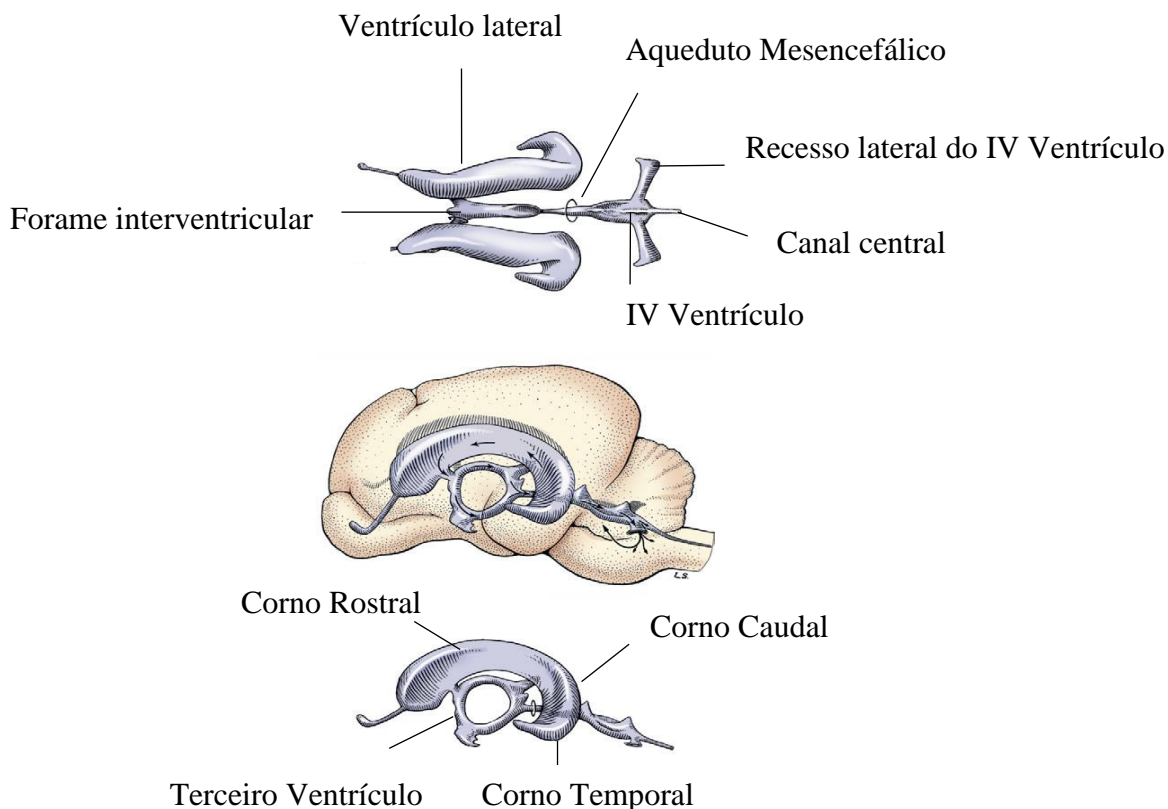


Figura 1: Imagem ilustrativa do sistema ventricular do cão. Fonte: Miller's Anatomy of the Dog, 2013.

2.3.3 Líquido cefalorraquidiano (LCR)

Historicamente, Galeno (130-200 AD) descreveu a anatomia dos ventrículos no encéfalo e referenciou o líquido cefalorraquidiano como um fluido transparente. Em 1875, Ernest Key E Magnus Retzius publicaram o primeiro trabalho que confirmou a produção do LCR no plexo coróide, seu fluxo e reabsorção pelo sistema ventricular (ROSEMBERG, 1990).

O LCR é aquoso e incolor, tendo como principal função a proteção mecânica do sistema nervoso central, além de exercer uma atividade metabólica e de proteção biológica contra agentes infecciosos (RODRIGUEZ *et al*, 2015).

O LCR é resultante da secreção dos plexos coróides, da filtração do sangue e de algumas substâncias provindas do transporte ativo, como íons inorgânicos, proteínas, açúcares e algumas células. O processo ativo de produção do LCR é mediado pelo fluxo de íons de acordo com um gradiente osmótico, ocorrendo através da bomba Na^+/K^+ ATPase da membrana do plexo coróide, formando um gradiente osmótico de secreção unidirecional de NaCl e NaHCO_3 no espaço ventricular com posterior fluxo de água da corrente sanguínea e formação do LCR (DE LAHUNTA, 1983; FISHIMAN, 1992; REDZIC E SEGAL, 2004; OSHIO *et al.*, 2005).

Em condições normais a composição do LCR em cães consiste em células nucleadas (CTCN), que é relatada em diversos intervalos, desde 0 até 2, 3 ou 4 $\text{cel}/\mu\text{L}$. Estas células são derivadas da circulação, classificadas como células mononucleares maiores, linfócitos, neutrófilos, eosinófilos ou células atípicas (RANSOHOFF *et al.*, 2003). A maior parte das proteínas é derivada do soro, contudo, 20% podem ser sintetizadas pelo plexo coróide. (THOMPSON, 1989).

Devido à alta taxa metabólica do cérebro, a concentração normal de glicose no LCR representa de 60 a 80% (45-80 mg/dL) da concentração no sangue, o que é equivalente a 2/3 dos níveis séricos. Diversos íons, tais como o sódio, potássio, cálcio, magnésio, cloreto, fosfato, bicarbonato, podem ser encontrados no LCR normal (DE LAHUNTA, 1983).

Muitos mediadores inflamatórios são encontrados em diferentes concentrações no LCR normal. Os anticorpos em ausência de inflamação derivam-se do soro. Fisiologicamente, o LCR tem propriedades anti-inflamatórias e imunoreguladoras, modulando a infiltração de leucócitos, linfócitos B e T, e células natural killer (NK). Em associação, o LCR contém baixos níveis de enzimas proteolíticas, que apresentam a capacidade de degradar a barreira hematocefálica (RODRIGUEZ et al., 2015). Alguns neurotransmissores fazem parte da composição normal do LCR, como o ácido gama-amino butírico (GABA) e o glutamato, que se comportam como moléculas inibitória e excitatória, respectivamente, contribuindo na comunicação neuronal (RODRIGUEZ et al., 2015).

Com relação à circulação, o LCR flui dos ventrículos laterais através dos forames interventriculares ao terceiro ventrículo, e daí ao quarto ventrículo, através do aqueduto mesencefálico e por meio de uma abertura medial e de duas laterais, sai do quarto ventrículo e vai ao canal central da medula espinhal e ao espaço subaracnóideo, respectivamente, sendo reabsorvido no sangue principalmente através das granulações aracnóides dos seios venosos e veias cerebrais (MACHADO E HAERTEL, 2006).

Esse endotélio venoso atua no controle da absorção do LCR de duas formas, quando a pressão do LCR excede a pressão venosa as válvulas se abrem para a sua saída e se a pressão venosa aumenta as válvulas se fecham. O fluxo é sempre do LCR para o sangue, e quando ocorre a diminuição da pressão intraventricular não há absorção e o contrário acontece quando a pressão está aumentada (THOMAS, 2009).

Nos cães são produzidos 3 mililitros de LCR por hora e essa taxa de produção é variável de acordo com a pressão osmótica sanguínea (EVANS, 2013). A velocidade de produção do LCR é independente da pressão intracraniana, sendo assim, o LCR continua a ser formado apesar de possíveis defeitos de drenagem, o que acarreta o seu acúmulo e à dilatação de parte ou de todo sistema ventricular. Por isso considera-se primeiramente a absorção do LCR como responsável pela pressão intracraniana (FERNANDEZ E BERNARDINI, 2010).

Qualquer processo patológico que aumente a sua produção, interfira em sua dinâmica circulatória ou diminua a sua absorção, pode ocasionar as chamadas hidrocefalias, que são caracterizadas por um aumento da quantidade de LCR, levando a dilatação de todo ou parte do sistema ventricular, e como consequência compressão do tecido nervoso de encontro ao estójo ósseo (MACHADO E HAERTEL, 2006).

2.3.4 Patologias do sistema ventricular

O sistema ventricular pode apresentar diversas alterações de origens congênita ou adquirida, além de apresentar alterações fisiológicas em sua morfologia com o avançar da idade nos cães (THOMAS, 2009).

A hidrocefalia pode ser classificada como congênita ou adquirida e ocorre por um distúrbio na dinâmica circulatória do LCR, caracterizada pelo aumento do volume do mesmo e consequente dilatação ventricular (VITE et al., 2004). Sendo a anormalidade craniana que mais pode resultar em manifestações clínicas, tendo em vista os diferentes graus de compressão e lesão celular (BAGLEY, 2005).

A hidrocefalia congênita é a forma mais comumente encontrada na rotina de clínica médica de pequenos animais e ocorre mais frequentemente em cães de raças pequenas e durante o primeiro ano de vida. As raças mais acometidas são Maltês, York Shire Terrier,

Bulldogue Inglês, Chihuahua, Lhasa Apso, Pomerânio, Poodle, Pug, Chowchow e Pequinês (DEWEY, 2012).

Os aumentos ventriculares congênitos, normalmente são bilaterais, severos e de fundo obstrutivo, e estão associados a malformações que interferem na circulação ou absorção do LCR e com a malformação do aqueduto mesencefálico e, raramente, à malformação das vilosidades da camada aracnoide. A primeira está frequentemente associada à fusão dos colículos rostrais e produz um aumento da pressão intraventricular com atrofia do tecido cerebral e distorção dos ossos moles da calvária, apresentando assim a cabeça em forma de cúpula (DE LAHUNTA E GLAS, 2009).

A hidrocefalia adquirida pode ocorrer em qualquer idade e dentre as causas estão, as neoplasias (sendo os meningiomas os mais comuns,ependinomas, medulblastomas, entre outros), hemorragia intracraniana, infecção e/ou inflamação do sistema nervoso central e alterações degenerativas. Essas alterações causam fibrose das vilosidades da camada aracnoide, impedindo a absorção do LCR ou a obstrução mecânica do fluxo. Os pontos mais comuns de obstrução são as regiões anatômicas do sistema ventricular com o menor diâmetro, como os forames interventriculares, o aqueduto mesencefálico e as aberturas laterais e medial do quarto ventrículo e espaço subaracnóideo (BELOTTA et al., 2013).

Nos cães, durante o processo de senilidade, também podem ocorrer alterações encefálicas, e o aumento das dimensões do sistema ventricular no processo de envelhecimento é originado possivelmente em consequência da perda natural de tecido neuronal (atrofia neuronal) caracterizada pela perda de substâncias cinzenta (corpos celulares e dendritos dos neurônios) e branca (axônios mielínicos), ocasionando, secundariamente o aumento do volume de LCR intraventricular e extraventricular, sendo observado pelo alargamento dos sulcos e giros cerebrais, denominada de hidrocefalia compensatória (MOSIER, 1989).

Su et al. (1988), estudaram as alterações cerebrais de 47 cães da raça Beagle em um período de três anos através de imagens obtidas por ressonância magnética e constataram que 26 de 47 (55,3%) dos animais avaliados, apresentaram dilatação ventricular, comparando-se as imagens do segundo ano em relação ao primeiro, e 35 de 41 cães (85,37%) apresentaram maior diâmetro ventricular no terceiro ano de estudo, corroborando com o fato de que com o avançar da idade dos cães é possível que haja um aumento ventricular fisiológico.

Outro fato já concluído ao longo dos experimentos anteriores é de que existe, em todas as raças de cães avaliadas, a possibilidade de assimetria ventricular fisiológica, já que os ventrículos laterais podem apresentar-se assimétricos mesmo em animais hígidos, sem sinais clínicos e laboratoriais de hidrocefalia (DE HAAN et al., 1994; KII et al., 1997; VULLO et al., 1997; PIVETTA, 2013).

A identificação e o diagnóstico da hidrocefalia não são tão simples e devemos estar atentos às particularidades de cada raça, aos aspectos clínicos resultantes da compressão do manto encefálico e aos limites superiores aceitáveis para os ventrículos individualmente, caso a caso, antes de chegarmos à conclusão da presença de dilatação ou assimetria ventricular (DOICHE, 2011).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado a partir da análise retrospectiva de imagens tomográficas realizadas no centro de diagnóstico por imagem Radio Vet localizado na Barra da Tijuca, Rio de Janeiro, no período de março de 2012 a março de 2017.

3.1 Animais

Foi realizado um levantamento de todas as imagens tomográficas de crânio de cães da raça Poodle. Foram incluídos no estudo 55 animais que não apresentaram alteração encefálica na imagem tomográfica.

Os cães foram divididos por gênero e idade em 4 grupos. O grupo M1 composto por 9 machos de 7 a 10 anos de idade, o grupo M2 composto por 17 machos acima de 10 anos de idade, o grupo F1 composto por 6 fêmeas de 7 a 10 anos de idade e o grupo F2 composto por 23 fêmeas acima de 10 anos de idade. Totalizando 55 animais, destes 29 fêmeas e 26 machos.

3.2 Tomógrafo

As imagens foram obtidas através do aparelho de Tomografia computadorizada helicoidal Singleslice, Siemens Somaton AR. Star.



Figura 2: Imagem do aparelho de Tomografia Computadorizada Siemens Somaton AR. Star e da sala de comando. Fonte: Arquivo pessoal.

3.3 Protocolo de obtenção das imagens

Para a possível obtenção de imagens tomográficas nos pacientes veterinários, sem artefatos de técnica, é necessária a realização de anestesia geral. No centro de diagnóstico Radio Vet, a indução anestésica é realizada sala de tomografia, com propofol 5 mg/kg intravenoso e manutenção com isoflurano vaporizado em oxigênio à 100%.

Após o procedimento anestésico, os pacientes foram posicionados em decúbito ventral com a cabeça sobre um apoio acolchoado de forma que o palato duro ficasse paralelo à mesa. Os membros torácicos foram mantidos paralelos lateralmente ao crânio, flexionados ou

estendidos caudalmente, de modo que não estivessem no mesmo plano de corte que o encéfalo, minimizando a formação de artefatos de técnica.

A partir de uma radiografia digital dorsal da cabeça, denominada de *scout* ou imagem piloto, os cortes transversais foram programados com orientação caudo-rostral a partir do forame magno, terminando na extremidade rostral da cavidade nasal. As imagens foram geradas a partir de cortes transversais, com 2 mm de espessura, e incremento de 2 mm entre eles, com a técnica utilizada de 83 mA e 110 kVp e com a utilização de filtro adequado para a visualização dos tecidos nervosos.

3.4 Avaliação das imagens

As mensurações do sistema ventricular, encéfalo e crânio foram realizadas com auxílio da ferramenta "distância" do software MedWork®.

As aferições foram realizadas na altura da adesão intertalâmica como nos demais estudos consultados (LORIGADOS, 2008; WOO et al., 2010; DOICHE, 2011).

3.4.1 Avaliação quantitativa

Para mensurar a altura ventricular foi determinado o ponto mais ventral da parede ventricular, onde foi traçada uma reta paralela à fissura longitudinal até o limite dorsal (EVANS E DE LAHUNTA, 2001; DOICHE, 2011). Para mensurar a largura ventricular, foi traçada uma reta perpendicular à fissura longitudinal, do limite medial ao limite lateral do ventrículo.

Para as mensurações da altura encefálica e crânio foram traçadas duas retas paralelas à fissura longitudinal, uma no hemisfério direito e outra no hemisfério esquerdo e uma terceira reta medial sobre a fissura longitudinal, do limite encefálico ventral ao dorsal e para mensurar a largura do encéfalo foi traçada uma reta perpendicular à fissura longitudinal na altura dos ventrículos laterais, seguindo a metodologia de aferição dos estudos supracitados (LORIGADOS, 2008; DOICHE, 2011).

Além das medidas absolutas de altura e largura do sistema ventricular, encéfalo e crânio, foi calculada a razão de proporção entre a altura ventricular e a altura encefálica através da fórmula de altura ventricular/altura encefálica x 100 (VITTE et al., 1997; KII et al., 1997; ESTEVE-RATSCH, 2001; WOO et al., 2010; DOICHE, 2011).

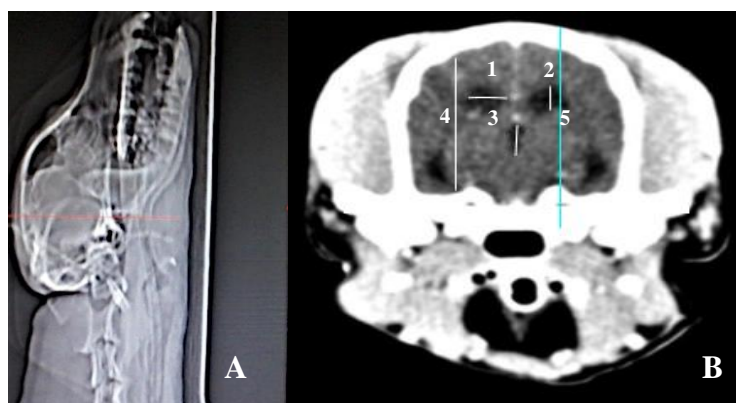


Figura 3 – **A:** Imagem tomográfica piloto (Scout) do crânio de um cão da raça Poodle, macho, com sete anos de idade. **B:** Imagem em corte transversal na altura da adesão intertalâmica, demonstrando a mensuração da largura e altura dos ventrículos laterais (1 e 2), altura do terceiro ventrículo (3), bem como das medidas encefálicas (4) e craniométricas (5). Fonte: Radio Vet.

3.4.2 Avaliação qualitativa

Os ventrículos laterais direito e esquerdo foram avaliados visualmente, de forma subjetiva, considerando o seu tamanho global, tanto a altura quanto a largura, para estabelecer a existência de assimetria ventricular, em cada animal do estudo separadamente. Também foi avaliada a dificuldade ou não na pronta identificação dos ventrículos laterais, terceiro ventrículo e *Septum Pellucidum*, na imagem tomográfica de corte transversal na altura da adesão intertalâmica.

3.5 Análise Estatística

As medidas dos ventrículos laterais, terceiro ventrículo, encéfalo e crânio foram expressas em média e desvio padrão. Para comparar as medidas entre os antímeros direito e esquerdo de um mesmo grupo e entre os gêneros e faixas etárias, foi utilizado o teste T Student não pareado. Visando comparar as medidas da razão de proporção entre a altura ventricular e a altura encefálica entre os quatro grupos do estudo foi realizado o teste de Anova com pós-teste de Tukey e considerado o $p < 0,05$ como significativo em ambos os testes. Foi calculado também o coeficiente de correlação “r” para medidas dos ventrículos em função das medidas do encéfalo e do crânio. A análise estatística foi realizada no software Graphpad Prism 5®.

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação Quantitativa

As médias em (mm) com desvio padrão de altura e largura dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo, assim como as médias da altura do encéfalo e crânio direito e esquerdo dos quatro grupos estudados separadamente, estão dispostos a seguir na **Tabela 1**.

Tabela 1: Média em (mm) com desvio padrão da altura e largura dos ventrículos laterais direito e esquerdo, terceiro ventrículo, altura do encéfalo direito e esquerdo, altura do crânio direito e esquerdo e valor de p quando comparados os antímeros de um mesmo grupo.

Média (mm) e Desvio Padrão			
Grupos	Altura ventrículo direito	Altura ventrículo esquerdo	Valor de p
M1	5,18 ± 0,70	4,74 ± 1,29	0,39
M2	6,06 ± 1,53	6,05 ± 1,30	0,98
F1	6,20 ± 1,77	5,57 ± 1,96	0,46
F2	6,18 ± 1,72	6,03 ± 1,77	0,78
	Largura ventrículo direito	Largura ventrículo esquerdo	
M1	6,24 ± 1,59	6,12 ± 1,36	0,86
M2	7 ± 1,28	7,37 ± 1,03	0,36
F1	6,47 ± 1,45	6,9 ± 1,15	0,58
F2	7,18 ± 1,72	7,15 ± 1,47	0,46
	Altura encefálica direita	Altura encefálica esquerda	
M1	39,4 ± 2,25	39,4 ± 2,25	0,76
M2	39,8 ± 2,3	40,2 ± 2,23	0,63
F1	39 ± 1,6	39,4 ± 1,64	0,73
F2	39,2 ± 1,73	39,45 ± 1,75	0,68
	Altura craniana direita	Altura craniana esquerda	
M1	45,4 ± 3,50	45,5 ± 3,43	0,97
M2	45,8 ± 2,47	45,8 ± 2,6	0,97
F1	44,8 ± 1,98	45 ± 2,49	0,90
F2	44,89 ± 2,93	45,16 ± 2,91	0,75
	Altura terceiro ventrículo	Largura terceiro ventrículo	
M1	3,13 ± 0,63	2,4 ± 0,56	-
M2	3,33 ± 0,91	2,94 ± 0,84	-
F1	3,7 ± 0,29	3,01 ± 0,35	-
F2	3,56 ± 0,84	2,8 ± 0,89	-

M1 - Machos de 7 a 10 anos, M2 - Machos acima de 10 anos, F1 - Fêmeas de 7 a 10 anos, F2 - Fêmeas acima de 10 anos.

Não houve diferença estatística significativa quando comparados os antímeros direito e esquerdo para as medidas de altura e largura ventricular, altura encefálica e altura craniana nos quatro grupos de animais avaliados.

Os valores encontrados para a razão de proporção da altura ventricular com relação à altura encefálica, através do cálculo: altura ventricular/altura encefálica x 100, estão dispostos a seguir na **Tabela 2**.

Tabela 2: Valores expressos em média e desvio padrão da razão de proporção entre altura ventricular direita e esquerda e altura encefálica direita e esquerda, bem como terceiro ventrículo e altura encefálica média em (%) dos quatro grupos do estudo.

Média e Desvio Padrão			
Grupos	AVD/AED (%)	AVE/AEE (%)	A3V/AEM (%)
M1	13,31 ± 2	12,19 ± 4	7,78 ± 1,65
M2	15,28 ± 3	15,12 ± 3,38	7,76 ± 2,50
F1	16,02 ± 5,21	14,75 ± 4,73	9,13 ± 0,86
F2	15,78 ± 4,50	15,47 ± 4,75	8,76 ± 2,09

AVD - Altura ventrículo direito, AVE - Altura ventrículo esquerdo, AED - Altura encéfalo direito, AEE - Altura encéfalo esquerdo, A3V - Altura terceiro ventrículo, AEM - Altura encéfalo médio.

Foi realizado o teste estatístico de Anova com pós-teste de Tukey para avaliar a existência de diferença estatística entre os valores da razão de proporção da altura ventricular/altura encefálica nos quatro grupos do estudo. Não houve diferença quando comparadas as medidas entre os quatro grupos. Os valores de P do teste supracitado estão dispostos a seguir na **Tabela 3**. Visto isso, quando realizado o cálculo de proporção da altura ventricular com relação à altura encefálica, observou-se uma média geral de 15,17% de ocupação do ventrículo direito com relação ao encéfalo direito, 14,43% do ventrículo esquerdo com relação ao encéfalo esquerdo e 8,39% do terceiro ventrículo com relação ao encéfalo médio.

Tabela 3: Valor de p quando comparadas a medidas de proporção dos ventrículos com relação ao encéfalo, através do teste de Anova com pós-teste de Tukey, entre os quatro grupos do estudo.

Razão de proporção altura ventricular/encefálica	Valor de p
Altura ventricular direita/altura encefálica direita	0,46
Altura ventricular esquerda/altura encefálica esquerda	0,26
Altura terceiro ventrículo/altura encefálica média	0,30

Os valores de p resultantes do test T quando comparadas todas as medidas realizadas entre todos os grupos do estudo estão dispostos a seguir na **Tabela 4**.

Tabela 4: Teste T Student não pareado comparando a média das medidas realizadas, entre os quatro grupos do estudo.

Teste t Student entre grupos	Valor de p			
	M1 x M2	F1 x F2	M1 x F1	M2 x F2
Altura ventrículo direito	0,11	0,98	0,14	0,83
Largura ventrículo direito	0,2	0,26	0,79	0,67
Altura ventrículo esquerdo	0,02	0,43	0,47	0,96
Largura ventrículo esquerdo	0,01	0,70	0,27	0,60
Altura terceiro ventrículo	0,56	0,71	0,06	0,42
Largura terceiro ventrículo	0,12	0,57	0,047	0,60
Altura encéfalo direito	0,46	0,80	0,99	0,38
Altura encéfalo esquerdo	0,41	0,92	0,98	0,25
Altura crânio direito	0,77	0,94	0,70	0,32
Altura crânio esquerdo	0,79	0,87	0,75	0,48

Houve uma diferença estatística significativa quando comparadas a altura e a largura do ventrículo esquerdo entre o grupo de machos de até 10 anos de idade (M1) com o grupo de machos acima de 10 anos de idade (M2). Tanto a altura quanto a largura do ventrículo lateral esquerdo foi significativamente maior no grupo de machos acima de 10 anos de idade.

Quando comparada a largura do terceiro ventrículo entre machos e fêmeas de até 10 anos idade, tal medida se mostrou maior significativamente no grupo de fêmeas.

Nas demais medidas efetuadas no presente estudo não houve diferença estatística significativa quando realizada a comparação entre os grupos.

Os valores encontrados na correlação linear positiva entre altura encefálica e craniana e os ventrículos laterais direito e esquerdo estão dispostos na **Tabela 5**.

Tabela 5: Correlação linear entre a altura do encéfalo direito (ED) e crânio direito (CD) com a altura do ventrículo direito (VD) e altura do encéfalo esquerdo (EE) e altura do crânio esquerdo (CE) com a altura do ventrículo esquerdo (VE).

Correlação	M1	M2	F1	F2
Altura ED x Altura VD	R: -0,01168	R: 0,005997	R: -0,9252	R: -0,07218
	p: 0,9762	p: 0,9818	p: 0,0082	p: 0,7434
	R ² : 0,0001365	R ² : 0,00003596	R ² : 0,8560	R ² : 0,005210
Altura EE x Altura VE	R: -0,6750	R: -0,1220	R: -0,7837	R: -0,1595
	p: 0,0461	p: 0,6408	p: 0,0651	p: 0,4672
	R ² : 0,4556	R ² : 0,01490	R ² : 0,6142	R ² : 0,02545
Altura CD x Altura VD	R: -0,22	R: -0,48	R: -0,42	R: -0,20
	p: 0,57	p: 0,05	p: 0,41	p: 0,36
	R ² : 0,05	R ² : 0,23	R ² : 0,17	R ² : 0,04
Altura CE x Altura VE	R: -0,81	R: -0,51	R: -0,63	R: -0,19
	p: 0,008	p: 0,04	p: 0,18	p: 0,37
	R ² : 0,65	R ² : 0,25	R ² : 0,40	R ² : 0,04

R - Coeficiente de correlação linear, **p** - Valor de p, **R²** - Coeficiente de relação, **ED** - Encéfalo direito, **VD** - Ventrículo direito, **EE** - Encéfalo esquerdo, **VE** - Ventrículo esquerdo, **CD** - Crânio direito, **CE** - Crânio esquerdo.

Quando realizado o teste de correlação linear entre as alturas do encéfalo e do crânio com relação às medidas de altura dos ventrículos laterais direito e esquerdo, foi observada uma correlação linear negativa nos cães do grupo M1, entre a altura do encéfalo e do crânio esquerdo com a altura do ventrículo esquerdo, isto é, à medida que altura encefálica e craniana aumentaram, a altura ventricular diminuiu. Essa correlação também foi negativa nos cães do grupo F1 quando comparadas a altura encefálica direita com a altura ventricular direita. O grupo de cães M2 também apresentou uma correlação negativa quando comparadas a altura craniana esquerda com a altura ventricular esquerda.

4.2. Avaliação qualitativa

A assimetria ventricular se fez presente em 2/9 (22,22%) dos animais do grupo M1, sendo considerado 1 animal com leve assimetria no antímero direito e 1 animal com leve assimetria no antímero esquerdo. Com relação aos animais do grupo M2, foram observados 3/17 (17,64%) animais com leve assimetria, sendo no antímero 1 direito e 2 no antímero esquerdo. No grupo F1 composto por 6 animais não foi observada assimetria. No grupo F2, 3/23 (13,04%) animais apresentaram leve assimetria do ventrículo lateral direito. No total dos 55 animais avaliados, 8 animais (14,54%) mostram-se levemente assimétricos, sendo 5 animais com aumento ventricular no antímero direito (62,5%) e 3 animais com aumento ventricular no antímero esquerdo (37,5%). Os dados descritos acima estarão detalhados na **Tabela 6** a seguir.

Com relação à pronta identificação tanto dos ventrículos laterais, quanto do terceiro ventrículo, 100% dos animais presentes no estudo tiveram o sistema ventricular prontamente identificado na altura da adesão intertalâmica, assim como a visualização do *Septum Pellucidum* foi possível em todos os animais, não havendo nenhuma imagem onde os ventrículos laterais encontravam-se unidos.

Tabela 6: Avaliação qualitativa de assimetria dos ventrículos laterais direito e esquerdo nos quatro grupos do estudo.

Grupos	Assimetria ventricular direita	Assimetria ventricular esquerda	% Assimetria
M1	1	1	22,22%
M2	1	2	17,64%
F1	-	-	0%
F2	3	-	13,04%
Total	5 (62,5%)	3 (37,5%)	-

4.3 Imagens Tomográficas de cães pertencentes aos quatro grupos de estudo

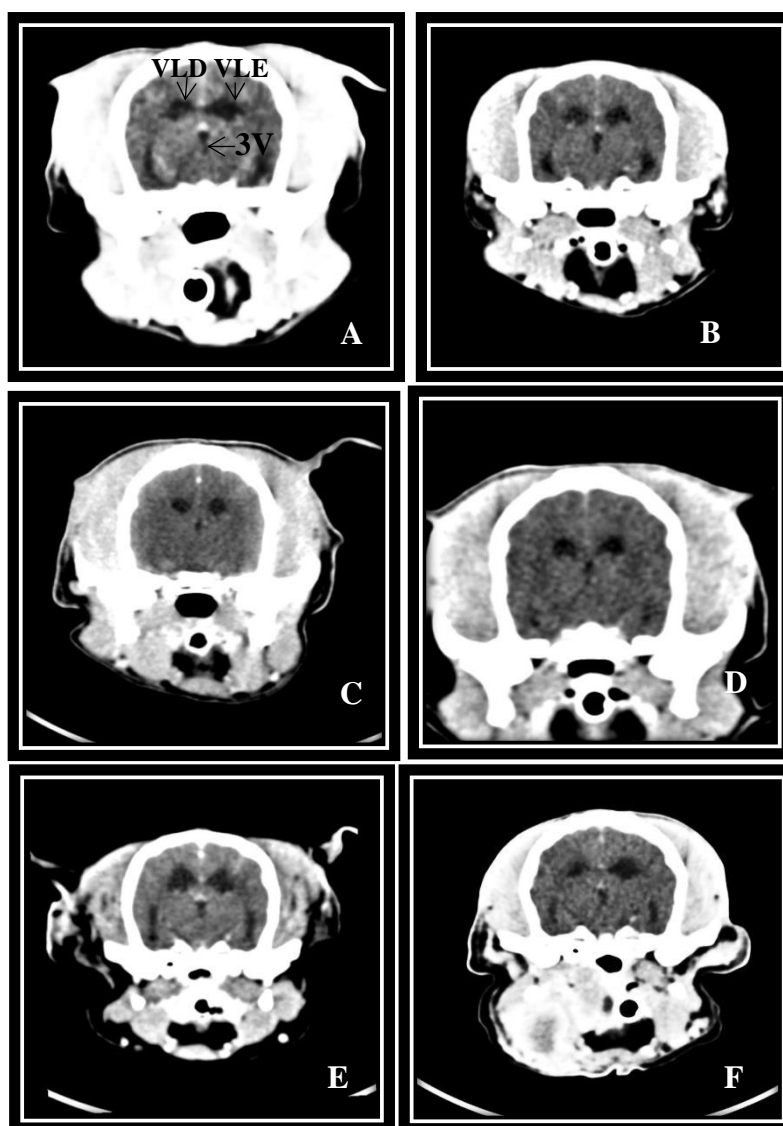


Figura 4: Imagens tomográficas do crânio, em corte transversal, na altura da adesão intertalâmica. **VLD:** Ventrículo lateral direito, **VLE:** Ventrículo lateral esquerdo, **3V:** Terceiro ventrículo. **A** - Canino Bob, Macho, 7 anos, grupo M1. **B** - Canina Pri, Fêmea, 7 anos, grupo F1. **C** - Canino Scoob, Macho, 11 anos, grupo M2. **D** - Canina Bina, Fêmea, 13 anos, grupo F2. **E** - Canino Floquinho, Macho, 12 anos, grupo M2, com presença de leve assimetria ventricular esquerda. **F** - canina Nala, Fêmea, 16 anos, grupo F2, com presença de leve assimetria ventricular direita.

5 DISCUSSÃO

A análise quantitativa do sistema ventricular pode ser realizada através de três métodos distintos, sendo eles o unidimensional (1D) através da altura ventricular, o bidimensional (2D) através da área ventricular e o tridimensional através do volume ventricular (3D). Woo *et al*, em 2010, comparou a eficácia dos três métodos quantitativos avaliando a diferença e a correlação entre eles e concluiu não haver diferença estatística significativa entre os três métodos de avaliação devido à correlação positiva encontrada entre a altura, a área e o volume ventricular dos cães estudados. A análise unidimensional pode ser realizada em imagens tomográficas, mais próxima da realidade da medicina veterinária brasileira e, portanto, foi utilizada no presente estudo. Já as análises bidimensional e tridimensional somente são totalmente confiáveis em exames de RM, onde os limites ventriculares são mais facilmente identificáveis, além de demandarem um grande período de tempo devido a sua extensa análise.

Além da aferição da altura ventricular, também foi realizada no presente estudo a aferição da largura ventricular, medida ainda não utilizada por nenhum autor consultado, porém avaliada como necessária, visto que durante a rotina de avaliação das imagens tomográficas pôde-se observar a existência de aumento ventricular com relação ao seu eixo latero-lateral. Por ainda não haver dados publicados com relação às medidas de largura ventricular, a discussão com outros autores foi impossibilitada. Pretende-se, desta forma, a publicação de novos dados que enriqueçam ainda mais os parâmetros para a avaliação do sistema ventricular através da TC.

No presente estudo, todavia, observou-se que não houve diferença estatística significativa com relação à largura ventricular quando comparados os antímeros direito e esquerdo entre animais de um mesmo grupo. Quando realizada a comparação da medida de largura ventricular entre os quatro grupos do estudo, o ventrículo lateral esquerdo no grupo de machos acima de 10 anos de idade (M2) mostrou-se significativamente maior do que no grupo de machos de 7 a 10 anos de idade (M1). A largura do terceiro ventrículo mostrou-se maior no grupo de fêmeas de 7 a 10 anos de idade (F1) quando comparada ao grupo de machos da mesma faixa etária (M1); tais resultados estão detalhados na (Tabela 4).

Com relação à medida de altura ventricular, Doiche em 2011 realizou um estudo com 45 cães, sendo 15 cães braquicefálicos da raça Boxer, 15 cães mesaticefálicos da raça Rottweiler e 15 cães dolicocefálicos da raça Pastor Alemão, com idades entre 2 e 5 anos e considerados clinicamente saudáveis. Em seu estudo também quantificou a altura ventricular através da análise unidimensional e observou o valor de $3,9 \text{ mm} \pm 1,5$ para a média da altura do ventrículo lateral direito na raça Rottweiler, classificado como mesaticefálico e $4,3 \text{ mm} \pm 1,6$ para a média de altura do ventrículo lateral esquerdo. Os Poodles aqui estudados, também mesaticefálicos, apresentaram como média de altura ventricular direita no grupo M1 $5,18 \text{ mm} \pm 0,70$, no M2 $6,06 \text{ mm} \pm 1,53$, no F1 $6,20 \text{ mm} \pm 1,77$ e no F2 $6,47 \text{ mm} \pm 1,45$. Para a altura ventricular esquerda a média foi de $4,74 \text{ mm} \pm 1,29$ no grupo M1, $6,05 \text{ mm} \pm 1,30$ no M2, $5,37 \text{ mm} \pm 1,96$ no F1 e $6,03 \text{ mm} \pm 1,77$ no F2.

Schroder *et al.* (2006), compararam raças aleatórias de diferentes pesos e conformações cranianas e perceberam que, independente do porte, as diferenças são pequenas, Labradores e Poodles, por exemplo, ambos mesaticefálicos, porém de portes diferentes, apresentaram valores absolutos sem diferença estatística, assim como quando foram comparados Teckels e Pastores Alemães, ambos dolicocefálicos. Fato também confirmado quando comparados os valores absolutos de altura ventricular de cães mesaticefálicos da raça Rottweiler pertencentes ao estudo de Doiche, com os cães também mesaticefálicos da raça Poodle do presente estudo.

Woo et al. (2010) realizaram um estudo de análise quantitativa do sistema ventricular através da RM em cães da raça York Shire de 2 a 8 anos de idade. Foram avaliadas a altura dos ventrículos laterais e a altura encefálica na altura da adesão intertalâmica e também aplicadas à razão de proporção entre o ventrículo e o encéfalo. A média da altura ventricular encontrada por Woo et al., para o ventrículo direito foi de $4,06 \text{ mm} \pm 0,98$ e a média do ventrículo esquerdo foi de $4,47 \text{ mm} \pm 0,98$, valores bem próximos aos encontrados nos cães avaliados no presente estudo. Quando comparadas as medidas de altura ventricular entre os antímeros direito e esquerdo, assim como nesse estudo, não houve diferença estatística significativa entre animais de um mesmo grupo, concluindo que dentro do mesmo gênero e faixa etária os antímeros direito e esquerdo mostraram-se estatisticamente iguais.

Ho-jung et al. (2011), realizaram um estudo com 30 cães de pequenas raças como York Shire, Maltes e Shih-tzu e sugeriram como 11 mm o limite superior da altura ventricular para cães normais e de pequenas raças, valor este, compatível com o valor máximo de 10,8 mm encontrado para altura ventricular esquerda de uma fêmea pertencente ao grupo F2.

Gonzalez E Soriano et al. (2001), ao compararem as medidas de altura ventricular entre 47 cães pastores alemães, jovens e idosos, machos e fêmeas, conclui que não houve diferença significativa com relação ao gênero, porém, encontrou distinção com relação à idade, observando que os cães idosos possuíam um sistema ventricular maior, possivelmente devido à perda de tecido neuronal em consequência do avanço da idade. Tais resultados corroboram com o presente estudo visto que as medidas de altura e largura do ventrículo lateral esquerdo mostraram-se maiores no grupo de machos idosos quando comparadas com as medidas do grupo de cães machos jovens.

Quando mensurada a medida de altura do terceiro ventrículo, Doiche (2011), única pesquisadora consultada que avaliou tal medida, observou o valor de $2,6 \text{ mm} \pm 0,1$ para os cães mesaticefálicos da raça Rottweiler. No presente estudo, foram observados valores bem próximos ao do estudo de Doiche, sendo a média para altura do terceiro ventrículo no grupo M1 de $3,13 \text{ mm} \pm 0,63$, no M2 de $3,33 \text{ mm} \pm 0,91$, no F1 de $3,7 \text{ mm} \pm 0,29$ e no F2 de $3,56 \text{ mm} \pm 0,54$. Com relação à média da largura do terceiro ventrículo, dado ainda não publicado por nenhum autor consultado, no grupo M1 foi $2,4 \text{ mm} \pm 0,56$, no M2 foi $2,94 \text{ mm} \pm 0,84$, no F1 foi $3,01 \text{ mm} \pm 0,35$ e no F2 foi $2,08 \text{ mm} \pm 0,8$.

Além das medidas morfométricas de altura dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo, assim como no presente estudo, alguns autores utilizam as razões de proporção entre a altura ventricular e a altura encefálica, de modo a propiciar uma melhor comparação entre as diferentes raças e morfotipos de crânio de cães (KII et al., 1997; VITTE et al., 1997; WOO et al., 2010; ESTEVE-RATSCH, 2001; DOICHE, 2011).

Com relação à proporção da altura ventricular/altura encefálica no estudo de Woo et al. (2010), os autores observaram valores de até 25 % de ocupação do ventrículo com relação ao encéfalo, sendo compatível com os valores encontrados nesse estudo, que foram de 13% nos animais do grupo M1, 15,19% nos animais do grupo M2, 15,4% nos animais do grupo F1 e 15,62% nos animais do grupo F2.

Vitte et al. (1997), ao quantificarem o volume de todo o sistema ventricular e posteriormente calcularem a razão de proporção entre a altura ventricular e a altura encefálica de cães da raça Beagle e da raça Bulldog inglês, não encontraram diferença estatística significativa entre gênero e idade, fato também observado no presente estudo, quando comparadas às medidas de proporção através do teste ANOVA com pós-teste de Tukey entre os quatros grupos estudados, vide (Tabela 3).

Doiche (2011), além de comparar as dimensões ventriculares absolutas, também realizou o cálculo de razão entre a altura ventricular e a altura encefálica e o valor observado nos cães mesaticefálicos de seu estudo para o ventrículo direito foi 9,56% e 12,10% para o

ventrículo lateral esquerdo, corroborando com os achados de Woo et al. (2010) e também com os achados do presente estudo.

Kii et al. (1997), estudaram o sistema ventricular utilizando a metodologia de quantificação unidimensional dos ventrículos laterais, em corte transversal na altura da adesão intertalâmica, de um grupo de 21 cães mesaticefálicos da raça Beagle, sendo 8 machos e 13 fêmeas entre 1 e 2 anos de idade considerados normais, através da RM. Determinou em seu estudo que 11/21 (52%) dos animais possuíam a razão ventrículo lateral/encéfalo de 0 a 14%, considerando tais animais como normais, sem aumento ventricular. E considerou 10/21 (47,6%) dos animais estudados com um aumento moderado dos ventrículos laterais, apresentando uma faixa de 15 a 25% de ocupação do ventrículo em relação ao encéfalo, fato discordante do presente estudo onde foi observado valores acima de 14% em animais normais, sem alteração encefálica.

A avaliação subjetiva de assimetria ventricular também foi realizada por diversos autores (DE HANN et al., 1994; SCHRODER et al., 2006; DOICHE, 2011; HO-JUNG et al., 2011). A ideia inicial do presente estudo era de realizar uma avaliação quantitativa de assimetria ventricular, através do cálculo matemático de altura do maior ventrículo/ altura do menor ventrículo. Entretanto, não foi possível, devido ao fato de que estatisticamente os ventrículos laterais direito e esquerdo mostraram-se iguais, possivelmente porque, apesar de existir uma assimetria qualitativa evidente, sua distribuição entre os lados foi parecida, levando a igualdade matemática, impossibilitando assim a realização do teste quantitativo.

Dos 55 Poodles aqui estudados, 8 (14,54%) apresentaram assimetria ventricular. Nestes, o aumento ventricular direito foi mais recorrente, sendo observado em 5 animais (62,5%).

Schroder et al. (2006), observaram que dos 32 animais avaliados, 64% apresentaram ventrículos laterais simétricos e 18/32 animais (36%) apresentaram assimetria, destes 12/18 apresentaram um aumento ventricular esquerdo (67%), corroborando com o estudo de Doiche (2011) e Kii et al. (1997), autores que também observaram a predominância de aumento ventricular esquerdo nos casos de assimetria, fato discordante do presente estudo, onde pôde ser observado com maior recorrência o aumento ventricular direito.

Ho-jung et al. (2011), ao estudarem também a incidência de assimetria ventricular através da TC em 30 cães das raças York Shire, Maltes e Shih-tzu, observaram a existência de dilatação ventricular clinicamente insignificante comum a todos os cães avaliados, não sendo observada a presença de assimetria grave.

Vullo et al. (1997), verificaram a possibilidade da existência de ventriculomegalia e assimetria ventricular através da avaliação de 17 cães da raça Beagle, pertencentes ao mesmo canil, com 1 a 3 anos de idade e clinicamente normais. Avaliou-se o sistema ventricular através da RM e da microscopia eletrônica, constatando que os animais possuíam ventriculomegalia e assimetria ventricular sem sintomatologia neurológica e indícios de hidrocefalia de fundo obstrutivo, corroborando com os poucos achados do presente estudo, onde 14,54% dos animais apresentaram assimetria ventricular. Portanto, segundo os estudos supracitados, acredita-se que para o diagnóstico de hidrocefalia não se deve levar em conta somente o achado de ventriculomegalia e assimetria ventricular.

Pivetta et al. (2013), também estudaram a prevalência de assimetria ventricular através da RM em 100 cães normais e 100 cães com epilepsia idiopática, descrevendo a prevalência, o grau de assimetria e a associação de assimetria em cães com epilepsia idiopática. No grupo de animais normais a assimetria foi observada em 38% dos animais, diferente dos 14,54% encontrados no presente estudo. Com relação aos animais com epilepsia idiopática, o valor encontrado foi de 44%, não havendo diferença estatística significativa entre os dois grupos. A ventriculomegalia lateral esquerda foi constatada em 62% dos animais assimétricos, diferindo do presente estudo, onde apenas 37,5% dos animais apresentaram maior ventrículo esquerdo.

O autor não encontrou diferença estatística significativa entre os grupos estudados com relação ao grau de assimetria, idade, gênero e conformação craniana, fato, em parte, também observado no presente estudo. Concluiu em seu estudo que a assimetria ventricular pode ser uma variante normal, não patogênica, na maioria das vezes com grau leve e com o aumento do ventrículo lateral esquerdo, assim como observado por Schroder et al. (2006) e Kii et al. (1997).

No estudo de Garcia (2010), a assimetria ventricular esteve presente em 62% dos cães avaliados, revelando um aumento predominante do ventrículo esquerdo. Com relação à assimetria dos ventrículos laterais, no estudo de De Haan et al. (1994), esse achado foi constatado em 31% (19/62) dos cães Beagles participantes, sendo graduado como discreto em 84,21% (16/19) e moderado ou acentuado em 15,79% (3/19) dos animais, também por meio de avaliação subjetiva. Doiche (2011) identificou assimetria dos ventrículos laterais em 20% (3/15) dos animais dolicocefálicos, em 33,33% (5/15) dos indivíduos mesaticefálicos e em 53,33% (8/15) dos cães braquicefálicos. Sendo assim, todos os autores consultados, sugerem que a assimetria ventricular, encontrada ocasionalmente em cães, pode representar uma variação de normalidade, mesmo não associada a alterações encefálicas adicionais.

Na análise qualitativa, além da avaliação subjetiva para assimetria ventricular, também foi realizada a avaliação de pronta identificação dos ventrículos laterais, terceiro ventrículo e *Septum Pellucidum* na imagem de corte transversal na altura da adesão intertalâmica. No estudo de Doiche (2011), foi constatado que os ventrículos laterais puderam ser prontamente identificados em 80% (12/15) dos cães dolicocefálicos da raça Pastor Alemão estudados. Em 100% (12/12) desses animais, foram visibilizados ventrículos laterais com contornos definidos. Uma má definição dos contornos foi observada no ventrículo lateral de 6,67% (1/15) e um apagamento ventricular foi visibilizado em 13,33% (2/15) destes pastores alemães. Ao analisar cães mesaticefálicos da raça Rottweiler, 60% (9/15) apresentaram os ventrículos laterais facilmente identificáveis, sendo verificados contornos bem definidos em 100% (9/9) dos animais. Em 40% (6/15) dos Rottweillers foram observados ventrículos laterais pouco definidos. Doiche também avaliou cães braquicefálicos da raça Boxer, identificando ventrículos laterais com contornos bem definidos em 100% (15/15) dos casos. Sugere-se, portanto, que a identificação e contorno ventriculares do grupo de cães braquicefálicos foi mais fácil e possível em todos os animais, seguidos pelo grupo de cães dolicocefálicos, onde em sua maioria tais estruturas também foram prontamente identificadas, diferentemente do grupo de animais mesaticefálicos onde existiu uma dificuldade do pronto apontamento dos ventrículos laterais, não sendo possível corroborar com os achados do presente estudo, onde a totalidade dos Poodles estudados tiveram a pronta identificação dos ventrículos laterais e terceiro ventrículo, bem como a visualização do *Septum Pellucidum*.

Por fim, quando realizado no presente estudo o teste de correlação linear entre as alturas do encéfalo e do crânio com relação às medidas de altura dos ventrículos laterais direito e esquerdo, foi observada uma correlação linear negativa nos cães do grupo M1, entre a altura do encéfalo e do crânio esquerdo com a altura do ventrículo esquerdo, podendo-se observar que na medida em que altura encefálica aumentou, a altura ventricular diminuiu. Essa correlação também foi negativa nos cães do grupo F1 quando comparadas a altura encefálica direita com a altura ventricular direita; nos cães do grupo M2 quando comparadas a altura craniana esquerda com a altura ventricular esquerda.

Apesar de não terem sido encontrados dados referentes à correlação linear do sistema ventricular encefálico na literatura consultada, é possível relacionar os cães Rottweiler do estudo de Doiche (2011), com os cães da raça Poodle do presente estudo. Tal comparação nos mostrou que os cães Rottweiler mesaticefálicos do estudo supracitado, de maior conformação craniana, apresentaram as medidas de altura ventricular absoluta e relativamente menor que os cães da raça Poodle de menos conformação craniana do presente estudo.

6 CONCLUSÃO

Pode-se concluir através do presente estudo que:

1. Quantitativamente não houve diferença estatística entre as medidas de altura e largura dos ventrículos laterais direito e esquerdo quando comparadas as médias entre animais do mesmo gênero e faixa etária.
2. Houve diferença estatística significativa, tanto em altura quanto em largura, do ventrículo lateral esquerdo, entre os cães machos de 7 a 10 anos de idade e os cães machos com idade superior a 10 anos. O ventrículo lateral esquerdo mostrou-se maior no grupo de cães machos com idade superior a 10 anos.
3. A largura do terceiro ventrículo foi maior no grupo de fêmeas com faixa etária de 7 a 10 anos de idade quando comparada com o grupo de machos com a mesma faixa etária.

Recomendações de pesquisa

Sugere-se novos estudos:

- Em diferentes raças e conformações cranianas de cães, a fim de padronizar as medidas lineares máximas e mínimas do sistema ventricular para avaliação tomográfica.
- Para o aperfeiçoamento da metodologia de aferição do sistema ventricular a partir de novos cortes anatômicos como o sagital e o dorsal no exame de tomografia computadorizada.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADEODATO, A. G., SCHAMALL, R. F., MELLO L. E. Tomografia computadorizada e ressonância magnética em cães e gatos com doenças neurológicas no Rio de Janeiro. **Jornal do CRMV/RJ**, Rio de Janeiro, n. 167, p. 3, 2005.
- BELOTTA A. F.; MACHADO V. M. V.; VULCANO, L. C. Diagnóstico da hidrocefalia em animais através da ultrassonografia, tomografia computadorizada e ressonância magnética. **Veterinária e Zootecnia**, v. 20, n. 1, p. 33-41, 2013.
- BAGLEY, R. S. **Fundamentals of veterinary clinical neurology**. Iowa: Blackwell publishing, 2005, p. 570.
- BULL, J. SALAMON, G. **The history of computed tomography**. Germany: Springer, 1980, p. 293.
- CARVALHO, A. C. P. História da Tomografia Computadorizada. **Revista Imagem**, v 29, n. 2, p. 61–66, 2007.
- DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**. 3º ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2007, p. 780.
- DE HAAN, C. E.; KRAFT, S. L.; GAVIN, P. R.; WENDLING, L. R.; GRIEBENOW, M. L. Normal variation in size of the lateral ventricles of the labrador retriever dog as assessed by magnetic resonance imaging. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 35, p. 83-86, 1994.
- DE LAHUNTA, A. **Veterinary neuroanatomy and clinical neurology**. 2th ed. Philadelphia: Saunders, 1983, p. 471.
- DE LAHUNTA, A., GLAS, E. Cerebrospinal fluid and hydrocephalus. In: **Veterinary neuroanatomy and clinical neurology**. 3ª ed. St. Louis: Saunders Elsevier, 2009, p. 67 – 76.
- DEWEY, C. W. External Hydrocephalus in a dog with suspected bacterial meningoencephalitis. **Journal of the American Animal Hospital Association**, v. 38, p. 7, 2002.
- DOICHE, D.P. Estudo tomográfico do encéfalo de cães dolicocefálicos, mesaticefálicos e braquicefálicos clinicamente sadios. **Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Medicina Veterinária, área de concentração Diagnóstico por Imagem, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP – Campus de Botucatu para obtenção do título de Mestre**, São Paulo, 2011.
- DYCE, K. M.; SACK, W. O. O sistema nervoso. In: **Tratado de anatomia veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004, p. 256 – 317.
- ESTEVE-RATSCH B.; KNEISSL S.; GABLER C. Comparative evaluation of the ventricles in the Yorkshire Terrier and the German Shepherd dog using lowfield MRI. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 42, p. 410–413, 2001.

EVANS, H. E. **Miller's Anatomy of the Dog**. Philadelphia: Saunders. 4^oed., 2013, p. 1113.
EVANS, E.; De LAHUNTA, A. **Guia para a dissecação do cão**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 5^aed., 2001, p. 250.

FERNÁNDEZ, V. L.; BERNARDINI, M. Testes Diagnósticos. In: **Neurologia de Cães e Gatos**. São Paulo, Med.Vet., 2010, p 113-127.

FERREIRA, F.M. A tomografia computadorizada em medicina veterinária - uma breve descrição do método e suas aplicações clínicas. **Clínica veterinária**, São Paulo, v.3, n.12, p.27-32, 1998.

FIKE, J. R.; LE COUTEUR, R. A.; CANN, C. E. Anatomy of the canine brain using high resolution computed tomography. **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v.22, n.6, p. 236-243, 1981.

FISHMAN, R.A. **Cerebrospinal Fluid in Diseases of the Nervous System**, 2^o ed. Philadelphia: Saunders, PA, 1992.

GARCIA, B. M. F. Medição do volume do sistema ventricular cerebral em cães mesocefálicos. **Dissertação de Mestrado integrado em Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Técnica de Lisboa**, Lisboa, 2010.

GOMES, L. A. Estudo comparativo da sintopia do encéfalo de cães dolicocefálicos, mesocefálicos e braquicefálicos, por meio de macroscopia e imagens tomográficas. **Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências**. São Paulo, 2007.

GONZÁLEZ-SORIANO, J.; GARCÍA, P. M.; CONTRERAS-RODRÍGUEZ, J.; MARTÍNEZ-SAINZ, P.; RODRÍGUEZ-VEIGA, E. Age-related changes in the ventricular system of the dog brain. **Annals of Anatomy**, v.184, p. 283-291, 2001.

HYTTEL, P.; SINOWATZ, F.; VEJLSTED, M. **Embriologia Veterinária**. 1^oed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. p. 435.

HO-JUNG CHOI; KI-JA LEE; SE-JOON AHN; YOUNG-HANG KWON; KI-YOUNG JUNG; HEE-CHUN LEE; YPUNG-WON LEE. Comparative evaluation of the lateral ventricles with computed tomography in York Shire, Maltese, and Shih-Tzu dogs. **Journal Veterinary Clinics**, v. 28, n. 1, p. 7 – 12, 2011.

INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE (ICGVAN). **Nomina Anatomica Veterinaria**. 6th ed. Hannover: Editorial Committee, 2017, 118 – 121 p.

KIL, S.; UZUKA, Y.; TAURA, Y.; NAKAICHI, M.; TAKEUCHI, A., INOKUMA, H.; ONISHI, T. Magnetic resonance imaging of the lateral ventricles in Beagle-type dogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.38, n.6, p. 430-433, 1997.

LIEVE DE RYCKE. Correlative Computed Tomography, Magnetic Resonance Imaging and Cross-sectional Anatomy of Selected Regions of the Canine Body. **Thesis submitted in fulfilment of the requirements for the Degree of Doctor in Vet. Med. Sciences (PhD)**. Department of Medical Imaging Faculty of Veterinary Medicine Ghent University Salisburylaan 133, B-9820 Merelbeke. Belgium, 2007.

LORIGADOS, C. A. B. Utilização da Ultrassonografia modo B e da Tomografia Computadorizada no estudo do encéfalo de cães adultos. **Tese apresentada ao programa de Pós-graduação em Clínica Cirúrgica Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutor em Medicina Veterinária**. São Paulo, 2008.

LORIGADOS, C.A.B., PINTO, A.C.B.F. Tomografia computadorizada do encéfalo do cão: Aspectos da normalidade e correlação anatômica. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p.729-734, 2013.

MACHADO, A. B. M.; HAERTEL, L. M. **Neuroanatomia Funcional**. 3º ed. São Paulo: Atheneu, 2006.

MOSIER, J. E. Effect of ageing on body system of the dog. **Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice**. v. 19, p. 1 – 12, 1989.

NUNES, F. L. S. “Introdução ao Processamento de Imagens Médicas para Auxílio ao Diagnóstico”, In: **Atualizações em Informática**, 1ºed, Rio de Janeiro: PUC-Rio, v.1, 2006, p. 73-126.

OHLERTH, S.; SCHARF, G. Computed tomography in small animals – basic principles and state of the art applications. **The Veterinary Journal**, London, v. 173, n. 2, p. 254-271, 2007.

OSHIO, K.; WATANABE, H.; SONG Y. ET AL. Reduced cerebrospinal fluid production and intracranial pressure in mice lacking choroid plexus water channel Aquaporin-1. **The Faseb Journal**, v. 19, p. 76 – 78, 2005.

PIVETTA, M.; RISIO, L.; NEWTON, R.; DENNIS, R. Prevalence of lateral ventricle asymmetry in brain mri studies of neurologically normal dogs and dogs with idiopathic epilepsy. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 54, n. 5, p. 516–521, 2013.

RANSAHOFF, R. M.; KIVISAKK, P.; KIDD, G. Three or more routes for leukocyte migration into the central nervous system. **Nature Reviews Immunology**, v. 3, p. 569–581, 2003.

REDZIC Z. B.; SEGAL M. B. The structure of the choroid plexus and the physiology of the choroid plexus epithelium. **Advanced Drug Delivery Reviews**, v. 14, n. 56, p. 1695-716, 2004.

RODRIGUEZ, D; AMORIM, R, M. Líquido cefalorraquidiano: função, análise e alterações em doenças neurológicas em cães. **Journal of Agriculture and Animal Sciences**, v. 4, n. 2, 2015.

ROSENBERG, G. A. **Brain Fluids and Metabolism**. Oxford University Press, New York, 1990.

SCHIMMING, B. C.; PINTO E SILVA, JOSÉ R. C. Craniometria em cães (*Canis familiaris*). Aspectos em crânios mesaticéfalos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, Brasil, v. 50, n. 1, p. 5-11, feb, 2013.

SCHRODER H.; MEYER-LINDENBERG A.; NOLTE I. Comparative examination of the lateral cerebral ventricles of different dog breeds using quantitative computed tomography. **Berl Munch Tierarztl Wochenschr**, v. 119, p. 506–511, 2006.

STOCKARD C. R. **The Genetic and Endocrinic Basis for Differences in Form and Behavior**. Wistar Institute of Anatomy and Biology, Philadelphia, 1941, p. 804.

SU, M. Y.; HEAD, E., BROOKS, W. M.; WANG, Z.; MUGGENBURG, B.; ADAM, G. E. Magnetic resonance imaging of anatomic and vascular characteristics in a canine model of human aging. **Neurobiology of Aging**, v. 19, p. 85 – 479, 1998.

THOMAS, W.B. Evaluation of Veterinary patients with brain disease. **Veterinary Clinics of Small**, v, 40, p. 1 – 19, 2009.

THOMSON, C. E.; KORNEGAY, J. N.; STEVENS, J. B. Canine inter-vertebral disc disease: changes in the cerebrospinal fluid. **Journal Small Animal Practice**, v. 30, p. 685–688, 1989.

THRALL, D. E. **Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology**. Philadelphia: WB Saunders, 3^{ed}, 2007, p. 832.

VILLAMIZAR, M.; ARTURO, L.; GHIRELLI, C.O.; SILVA, T. R. C.; BANON, G. P. B.; FONSECA, P.; CAMPOS, A. C. B. Uso da tomografia computadorizada em medicina veterinária: fundamentos e indicações clínicas. **Clínica Veterinária**, São Paulo, v. 15, n. 87, p. 60-64, 2010.

VITE C. H.; INSKO E. K.; SCHOTLAND H. M.; PANCKERI K; HENDRICKS J. C. Quantification of cerebral ventricular volume in English bulldogs. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v. 38, p. 437 – 443, 1997.

VITE, C. H., Braund, K. G. Braund's clinical neurology in small animals: localization, diagnosis and treatment. **International Veterinary Information Service**, v. 74, n. 1, p. 14 - 16, 2004.

VULLO, T.; KORENMAN, E.; MANZO, R.P.; GOMEZ, D.G.; DECK, M.D.F.; CAHILL, P.T. Diagnosis of cerebral ventriculomegaly in normal adult beagles using quantitative MRI. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, v.38, n.4, p. 277-281, 1997.

WOO, D. C.; CHOI, J. W.; NAM, J. W.; RYU, K. N.; JAHNG, G. H.; LEE, S. H.; LEE, D. W.; KIM, H. Y.; AHN, K. J.; CHOE, B. Y. Quantitative analysis of hydrocephalic ventricular alterations in Yorkshire terrier using magnetic resonance imaging. **Veterinarni Medicina**, v. 55, n.3, p. 125-132, 2010.