

# RESSALVA

Atendendo solicitação do(a)  
autor(a), o texto completo desta  
Dissertação será disponibilizado  
somente a partir de 03/05/23.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA ANIMAL

**AVALIAÇÃO MORFOGEOMÉTRICA DO VENTRÍCULO E DO  
ANEL ATRIOVENTRICULAR ESQUERDOS EM CÃES  
SADIOS: ESTUDO COMPUTADORIZADO**

CATARINA BORGES CARDOSO

Botucatu - SP

Maio/2021



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA ANIMAL

**AVALIAÇÃO MORFOGEOMÉTRICA DO VENTRÍCULO ESQUERDO E DO ANEL  
ATRIOVENTRICULAR ESQUERDO DE CÃES SADIOS: ESTUDO  
COMPUTADORIZADO**

CATARINA BORGES CARDOSO

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Campus de Botucatu, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Assoc. Cláudia Valéria Seullner Brandão

Botucatu – SP

Maio/2021

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.  
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP  
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE-CRB 8/5651

Cardoso, Catarina Borges.

Avaliação morfogeométrica do ventrículo e do anel  
atrioventricular esquerdos em cães saudáveis : estudo  
computadorizado / Catarina Borges Cardoso. - Botucatu,  
2021

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina  
Veterinária e Zootecnia

Orientador: Cláudia Valéria Seullner Brandão  
Capes: 50501003

1. Cão - Anatomia. 2. Cirurgia cardíaca. 3. Miocárdio.  
4. Remodelação ventricular.

Palavras-chave: Anatomia; Cirurgia cardíaca; Geometria  
ventricular; Miocárdio; Remodelamento cardíaco.

Nome do autor: Catarina Borges Cardoso

Título: Avaliação morfogeométrica do ventrículo e do anel atrioventricular esquerdos em cães saudáveis: estudo computadorizado.

### **BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Valéria Seullner Brandão

Presidente e orientador

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal - FMVZ - UNESP - Botucatu/SP

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Gomes Lourenço

Membro

Departamento de Clínica Veterinária - FMVZ – UNESP - Botucatu /SP

Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

Membro

Instituto de Biociências – Departamento de Anatomia – Unesp – Botucatu/SP.

Data da Defesa: 03 de maio de 2021.

## DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação aos meus avós, Delza, Joel, Marta, Aldo e Neuza. E aos meus pais, André e Lilian. Vocês são a base e inspiração para todas as realizações da minha vida.

## Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), no. Processo 2019/02131-1, pela bolsa de Mestrado e ao programa de Pós-graduação em Biotecnologia Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP (Botucatu), seus professores e equipe administrativa, pela oportunidade e apoio constante no decorrer desta pesquisa.

Aos Canis Municipais das Prefeituras das cidades de Botucatu e Bertioga, bem como seus funcionários e médicos veterinários, pela abertura para coleta de peças em suas instalações.

Aos professores: Prof. Dr. Carlos Eduardo Fonseca Alves, Dr. Paulo Sérgio Juliani, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Lúcia Gomes Lourenço e Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming pela participação nas bancas examinadoras de qualificação e defesa. A contribuição dos senhores foi essencial para o aprimoramento do trabalho e para minha formação acadêmica.

Aos professores e técnicos do Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal (FMVZ), Serviço de Patologia Veterinária (FMVZ) e Departamento de Anatomia (IB), pelo auxílio na coleta, manipulação e armazenamento das peças utilizadas neste estudo.

A todos amigos, pós-graduandos e residentes que colaboraram no desenvolvimento do trabalho, por todo apoio, cooperação e momentos que tornaram o mestrado não só um título e uma pesquisa, mas uma experiência de vida.

Em memória aos animais que participaram deste estudo, que os resultados possam ser convertidos em saúde e bem-estar a todos os nossos pacientes.

Ao Luis Fernando, pelo apoio incondicional em âmbito pessoal e profissional.

Aos meus pais, André e Lilian, pelo incentivo constante, suporte e exemplo como pessoas e profissionais, esta conquista precisa ser compartilhada com vocês. Aos meus irmãos, Esther e André, pelo companheirismo, cumplicidade e leveza que trazem aos meus dias.

À Prof. Dra. Cláudia Valéria Seullner Brandão, pela orientação, correções e confiança em me aceitar como aluna. Obrigada pela paciência, compreensão e ensinamentos, sua orientação me trouxe muito crescimento profissional e pessoal!



CARDOSO, C.B. **Avaliação morfogeométrica do ventrículo e do anel atrioventricular esquerdos em cães sadios: estudo computadorizado.** Botucatu, 2021. p. 58. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”.

## **RESUMO**

A anatomia é um campo de conhecimento extremamente necessário para o desenvolvimento de terapêuticas, em especial, as cirúrgicas. Faz-se importante o estudo das alterações morfogeométricas cardíacas em decorrência do remodelamento patológico, fenômeno presente em muitas cardiopatias, e que contribui com a evolução para insuficiência cardíaca e morte. Estes são raros em cães, considerando peças anatômicas. Adicionalmente a geometria ventricular pode atuar como um indicador da função cardíaca. Assim, objetivou-se obter medidas do anel atrioventricular esquerdo e ventrículo esquerdo; analisar a proporcionalidade entre os segmentos da câmara cardíaca esquerda de corações normais e estabelecer parâmetros para análise morfogeométrica. Para tal, 50 corações, provenientes de cães de pequeno porte ( $\leq 10$  kg, G1) e médio a grande porte ( $\geq 10$ kg, G2), foram laminados em segmentos apical, basal e equatorial. Estes foram submetidos a análises computadorizadas para identificação dos perímetros segmentares e do anel atrioventricular esquerdo, espessuras parietais e distância do sulco atrioventricular ao ápice. O maior perímetro interno foi o do segmento equatorial ( $p < 0,001$ , G1). O segmento basal apresentou maior média para espessura parietal ventral, sugerindo maior reserva contrátil nesta localização. Sobre as relações de proporcionalidade, não houve diferença estatística entre os índices perimetrais intersegmentares para os dois grupos, isto permite sugerir que embora o peso dos animais varie, as proporções entre os segmentos do ventrículo esquerdo se mantem. Portanto, este estudo traz informações que poderão ser utilizadas como padrão de comparação para avaliações geométricas de quaisquer afecções cardíacas, bem como base para desenvolvimento de medidas terapêuticas em face do remodelamento cardíaco adverso.

Palavras-chave: geometria ventricular; anatomia; cirurgia cardíaca; remodelamento cardíaco; miocárdio.

CARDOSO, C.B. Morphogeometric evaluation of the left ventricle and left atrioventricular ring in healthy dogs: a computerized study. 2021. p.58.. Dissertation (Master's) - São Paulo State University "Júlio de Mesquita Filho" (Unesp), School of Veterinary Medicine and Animal Science, Botucatu.

## **ABSTRACT**

Anatomy is an extremely necessary field of knowledge for the development of any therapeutics, especially surgical ones. It is important to study cardiac morphogeometric changes as a result of pathological remodeling, a phenomenon present in many heart diseases, which contributes to the evolution to heart failure and death. These are rare in dogs, considering anatomical parts. In addition, ventricular geometry can act as an indicator of cardiac function. Thus, we aim to obtain measurements of the left atrioventricular ring and left ventricle, to analyze the proportionality between the segments of the normal left cardiac chamber and to establish parameters for morphogeometric analysis. For this purpose, 50 hearts from small ( $\leq 10$  kg, G1) and medium to large ( $\geq 10$  kg, G2) dogs, were laminated in apical, basal and equatorial segments, which were subjected to computerized analysis to identify values such as segmental perimeters and mitral valve annulus, wall thickness and distance from the atrioventricular groove to the apex. The largest internal perimeter was the equatorial segment ( $p < 0.001$ , G1). The basal segment showed a higher mean for ventral wall thickness, suggesting a greater contractile reserve in this location. Regarding the proportionality relations, there was no statistical difference between the perimeter intersegmental indexes for the two groups; this allows us to suggest that although the animal's weight varies, the proportions between the left ventricular segments remains. Therefore, this study provides useful information as a comparison standard for geometric assessments of any cardiac disorders, as well as a basis for the development of therapeutic procedures in the face of adverse cardiac remodeling.

Keywords: ventricular geometry; anatomy; cardiac surgery; cardiac remodeling; myocardial.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	8
1 Introdução e justificativa .....	9
2 Revisão de Literatura.....	10
2.1 Conceitos de Anatomia Cardíaca .....	10
2.2 Principais doenças cardíacas em caninos .....	12
2.1.2 Doença valvar mitral crônica .....	12
2.1.3 Cardiomiopatia Dilatada .....	14
2.3 Fisiopatologia da insuficiência cardíaca .....	16
2.4 Geometria do ventrículo esquerdo e geometria cardíaca.....	18
3. Objetivos .....	24
4 Referências .....	24
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	31
Artigo científico: AVALIAÇÃO MORFOGEOMÉTRICA DO VENTRÍCULO E DO ANEL ATRIOVENTRICULAR ESQUERDOS EM CÃES SADIOS: ESTUDO COMPUTADORIZADO .....	32

**Agradecimento:** Agradecemos a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob o número do 2019/02131-1, a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (Unesp) – Botucatu/SP, ao Canil Municipal da Prefeitura de Botucatu e Bertioga.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflito de interesses que possa ser percebido como prejudicial à imparcialidade da pesquisa.

## Referências

- Bussab WO, Morettin PA. (2010). *Estatística Básica*. 6 ed. São Paulo:Saraiva.
- Breda JR., Aguiar LF, Branco JNR, Catani R, Pinto I, Nakano E, Buffolo E. (2007). Revascularização Miocárdica e Restauração Ventricular por meio da Pacopexia. *Arq. Bras. Cardiol* 88(2):173–178.
- Bregagnollo EA, Mestrinel MA, Okoshi K, Carvalho FC, Bregagnollo IF, Padovani CR, Cicogna AC. (2007). Papel Relativo da Remodelação Geométrica do Ventrículo Esquerdo, Morfológica e Funcional do Miocárdio na Transição da Hipertrofia Compensada para a Falência Cardíaca em Ratos com estenose Aórtica Supravalvar. *Arquivo Brasileiro de Cardiologia* 88(2):225–233.
- Buckberg GD, Clemente C, Cox JL, Coghlan HC, Castella AM, Torrent-Guasp F, Gharib M. (2001). The structure and function of the helical heart and its buttress wrapping. IV. Concepts of dynamic function from the normal macroscopic helical structure. *Seminars in Thoracic and Cardiovascular Surgery* 13(4):342–357.
- Chehab O, Robert-Thomson R, Yin Ling CN, Marber M, Prendergast BD, Rajani Rn, Redwood SR. (2020). Secondary mitral regurgitation: pathophysiology, proportionality and prognosis. *Heart* 106:716–723.
- Cohn JN, Ferrari R, Sharpe N. (2000). Cardiac remodeling-concepts and clinical implications: A consensus paper from an International Forum on Cardiac Remodeling. *Journal of the American College of Cardiology* 35(3):569–582.
- Contreras S, Vásquez, JM, Miguel, A, Morales M, Gil F, Lopez O, Arencibia A. (2008). Magnetic resonance angiography of the normal canine heart and associated blood vessels. *The Veterinary Journal* 178:130–132.
- Crippa L, Ferro E, Melloni E, Brambilla P, Cavalletti E. (1992). Echocardiographic parameters and indices in the normal Beagle dog. *Laboratory Animals* 26:190-195.
- Drolet R, Bienvenu J. (1991). A quantitative study of cardiac ventricular mass in dogs. *Canine Journal Veterinary Research* 55:205-309.
- Eskofier J, Wefstaedt P, Beyerbach M, Nolte I, Hungerbühler O. (2015) Quantification of left ventricular volumes and function in anesthetized beagles using real-time three-dimensional echocardiography: 4D-TomTec™ analysis versus 4D-AutLVQ™ analysis in comparison with cardiac magnetic resonance imaging. *Veterinary Research* 11:260.

- Forte NMV, Hussain T, Roest a, Gomes G, Jongbloed M, Simpson J, Pushparajah K, Byrne N, Valverde I. (2019). Living the heart in three dimensions: applications of 3D printing in CHD. *Cardiology in the young* 29(6):733-743.
- Hołda MK, Holda J, Koziej M, Tyrak K, Klimek-piotrowska W. (2018). The influence of fixation on the cardiac tissue in a 1-year observation of swine hearts. *Journal of Veterinary Medicine Series C: Anatomia Histologia Embryologia* 47(6): 501–509.
- Jones TC, Gleiser CA. *Veterinary necropsy procedures*. (1954). Sponsored by the Armed Forces Institute of Pathology and the American Veterinary Medical Association. Sir Isaac Pitman & Sons Ltd. 136.
- Johson RA, Wichern DW. (2007). *Applied multivariate statistical analysis*. 6ed. New Jersey, Prentice-Hall, 773p.
- Juliani PS, Pereira JCDN, Monteiro R, Correia AT, Moreira LFP, Jatene FB. (2018). Left ventricular chamber geometry in cardiomyopathies: insights from a computerized anatomical study. *ESC Heart Failure* 5 (3):355–364.
- Lamb CR, Wikeley H, Boswood A, Pfeiffer DU. Use of breed-specific ranges for the vertebral heart scale as an aid to the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. (2001). *Veterinary Record* 148:707-711.
- Loughran KA, Larouche-Lebel E, Huh TP, Kraus MS, Ovama MA. (2020). Reproducibility of geometric and flow-based echocardiographic measurements used for quantification of left ventricular total and forward stroke volume in healthy dogs. *Journal of Veterinary Cardiology* 30:100-112.
- Menciotti G, Borgarelli M. Review of Diagnostic and Therapeutic Approach to Canine Myxomatous Mitral Valve Disease. *Veterinary Sciences* 4(4): 47.
- Oliveira G, Faria V, Oliveira L. (2019). Descrição morfométrica da anatomia cardíaca canina e humana: proximidades e distanciamentos. *Pubvet* 13(6, a355):1-7.
- Queiroz LL, Moura LR, Moura VMBD. (2018). Morphometric assessment of canine heart without macroscopically visible changes caused by cardiac disease. *Ciencia Animal Brasileira* 19:1–9.
- Sengupta PP, Korinek J, Belohlavek M, Narula J, Vannan MA, Jahangir A, Khandheria BK. (2006). Left Ventricular Structure and Function - Basic Science for Cardiac Imaging. *Journal of the American College of Cardiology* 48: 1988–2001.
- Suzuki R, Matsumoto H, Teshima T, Mochizuki Y, Koyama H. (2013). Left ventricular geometrical differences in dogs with various stages of myxomatous mitral valve disease. *Journal of Small Animal Practice* 53:234-239.
- Tidholm A, Haggstrom J, Borgarelli M, Tarducci A. (2001). Canine Idiopathic Dilated Cardiomyopathy. Part I: Aetiology, Clinical Characteristics, Epidemiology and Pathology. *Veterinary Journal* 162(2)92–107.
- Torrent-Guasp F, Ballester M, Buckberg GD, Carreras F, Flotats A, Carrió I, Ferreira A, Samuels LE, Narula, J. (2001). Spatial orientation of the ventricular muscle band: Physiologic contribution and surgical implications. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 122(2):389–392.

Van Dalen BM, Kauer F, Vletter WB, Soliman OII, Van der Zwaan HB, Ten Cate FJ, Geleijnse ML. (2010) Influence of cardiac shape on left ventricular twist. *J Appl Physiol* 108: 146–151.

Vatnikov Y.A, Rudenko AA, Usha BV, Kulikov EV, Khairova, NI, Bondareva, G, VN, Notina EA, Bykova IA, Zharov, AN. (2020). Left ventricular myocardial remodeling in dogs with mitral valve endocardiosis. *Veterinary World*, 13(4):731–738.

ZAR JH. *Bioestatistical analysis*, 5ed. New Jersey, Prentice-Hall, 2009. 994p.