

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**CAMILA CRISTINA ANTUNES NEGRÃO DE ANDRADE**

**ANÁLISE DE SONS CARDÍACOS DE CÃES DE PEQUENO PORTE  
ATRAVÉS DE ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO**

**DISSERTAÇÃO**

Curitiba  
2018

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA**

**CAMILA CRISTINA ANTUNES NEGRÃO DE ANDRADE**

**ANÁLISE DE SONS CARDÍACOS DE CÃES DE PEQUENO PORTE  
ATRAVÉS DE ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO**

Dissertação apresentada à Universidade Tecnológica Federal do Paraná para obtenção do título de Mestre em Engenharia Biomédica.

Área de concentração: Engenharia Biomédica

Orientador: Prof. Dr. Sergio Leandro Stebel

Co-orientador: Prof. Dr. Miguel Antonio Sovierzoski

Curitiba  
2018

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A553an 2018 Andrade, Camila Cristina Antunes Negrão de  
Análise de sons cardíacos de cães de pequeno porte através  
de estetoscópio eletrônico / Camila Cristina Antunes Negrão de  
Andrade.-- 2018.  
73 f.: il.; 30 cm.

Disponível também via World Wide Web.  
Texto em português com resumo em inglês.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Engenharia  
Biomédica, Curitiba, 2018.  
Bibliografia: f. 61-64.

1. Coração - Sons - Análise. 2. Cães - Doenças. 3. Coração -  
Doenças - Diagnóstico. 4. Sopros cardíacos. 5. Estetoscópios. 6.  
Auscultação. 7. Análise numérica. 8. Instrumentos e aparelhos  
médicos - Testes. 9. Engenharia biomédica - Dissertações.  
I. Stebel, Sérgio Leandro, orient. II. Sovierzoski, Miguel Antonio,  
coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica. IV.  
Título.

CDD: Ed. 23 -- 610.28



Ministério da Educação  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação

## **TERMO DE APROVAÇÃO DE DISSERTAÇÃO Nº108**

A Dissertação de Mestrado intitulada “Análise dos sons cardíacos de cães de pequeno porte através de estetoscópio eletrônico”, defendida em sessão pública pelo(a) candidato(a) Camila Cristina Antunes Negrão de Andrade, no dia 25 de junho de 2018, foi julgada para a obtenção do título de Mestre em Ciências, área de concentração Engenharia Biomédica, e aprovada em sua forma final, pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica.

BANCA EXAMINADORA:

Sergio Leandro Stebel, Dr – UTFPR

Maria Fernanda Pioli Torres, Dra – UFPR

Gustavo Benvenuto Borba, Dr – UTFPR

A via original deste documento encontra-se arquivada na Secretaria do Programa, contendo a assinatura da Coordenação após a entrega da versão corrigida do trabalho.

**Curitiba, 25 de junho de 2018.**

Carimbo e Assinatura do(a) Coordenador(a) do Programa

Dedico a Deus e a minha família.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por dar-me a chance de realizar este sonho.

Ao meu falecido Avô Pedro, que foi minha inspiração pela escolha da profissão.

Agradeço a minha mãe Mariza e ao meu pai Maurício pela dedicação e empenho para dar oportunidade de estudo.

Ao meu melhor amigo e marido Leonardo que esteve ao meu lado em todos os momentos me incentivando a ser melhor todos os dias.

Agradeço ao meu filho Dom, que ainda está na minha barriga, mas que é fonte de inspiração.

Ao Prof. Sergio Leandro Stebel que dedicou seu tempo para orientar, e ensinar.

Agradeço ao Prof. Miguel Sovierzovski por toda aprendizagem adquirida, pela confiança e apoio para que esse trabalho fosse realizado.

Ao Dr. Rafael Camacho que sempre esteve à disposição para esclarecer dúvidas e incentivou a realização da pesquisa desde o início.

A Clínica Veterinária Dog Vet pela oportunidade de aprendizado, em especial ao Marcelo Dyminski que ofereceu o espaço para que o estudo fosse realizado.

Agradeço também a todos os colegas de trabalho que auxiliaram na contenção dos animais para adquirir o registro do som cardíaco.

Agradeço aos pesquisadores envolvidos, em especial ao Rui Pimentel, que durante todo desenvolvimento do trabalho esteve à disposição para ajudar, construir e sanar todas as dúvidas referentes à pesquisa.

Gostaria de deixar registrado o reconhecimento aos animais e aos tutores que se disponibilizaram para realizar a coleta dos dados para a pesquisa.

*“Há uma qualidade pior do que a dureza do coração: é a moleza da cabeça”*

*(Theodore Roosevelt)*

## RESUMO

DE ANDRADE, Camila C.A.N Análise de sons cardíacos de cães de pequeno porte através de estetoscópio eletrônico. 2018. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

O estetoscópio eletrônico é um aparelho de auscultação que permite gravar e analisar o som durante a consulta ou em outro momento. Atualmente, há evidências suficiente que comprovam as vantagens do aparelho comparado com o modelo tradicional como registro gráfico da gravação sonora e redução da subjetividade da interpretação da ausculta acústica. Com o intuito de estudar um método de análise dos sons cardíacos com o estetoscópio eletrônico esta pesquisa tem como objetivo apresentar de que maneira a análise dos sons cardíacos contribui para o diagnóstico de doença cardíaca em cães de pequeno porte tendo como benefício a visualização gráfica e numérica do sinal sonoro. Para isso, um total de 56 animais foram submetidos a ausculta acústica e eletrônica, além da realização da análise numérica da duração do ciclo cardíaco, tempo relativo da sístole e amplitude relativa. Os dados obtidos através da ausculta acústica foram correlacionados com a ausculta eletrônica e analisados. Os resultados revelaram que é possível obter as características dos animais saudáveis. No entanto, através dos parâmetros analisados não é possível identificar uma característica exclusiva para os animais com sopro cardíaco.

**Palavras-chave:** Análise dos sons cardíacos, Estetoscópio eletrônico, Registro gráfico.



## ABSTRACT

DE ANDRADE, Camila C.A.N. Small dogs cardiac sounds analysis by eletronic stethoscope. 73 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2018.

The electronic stethoscope is a listening device that allows you to record and analyze the sound during the consultation or at another time. Currently, there is sufficient evidence to prove the advantages of the instrument compared to the traditional model such as graphic recording of sound and reduction of the subjectivity of acoustic auscultation interpretation. With the purpose of studying a method that analysis of cardiac sounds with the electronic stethoscope, this research aims to present how the analysis of cardiac sounds contributes to the diagnosis of cardiac disease in small dogs, with the benefit of graphical and numerical visualization of the beep. For this, a total of 56 animals were submitted to acoustic and electronic auscultation, as well as the numerical analysis of the duration of the cardiac cycle, relative time of systole and relative amplitude. The data obtained through the acoustic auscultation were correlated with the electronic auscultation and analyzed. The results showed it is possible to obtain the healthy animals characteristics. However, through the parameters analyzed, it is not possible to identify a animals with cardiac murmur characteristic.

**Keywords:** Cardiac sounds analysis, Electronic stethoscope, Graphic record.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - FLUXOGRAMA DO PROCEDIMENTO METODOLÓGICO EMPREGADO NA DISSERTAÇÃO. ....	20
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS CÂMARAS CARDÍACAS DIREITA E ESQUERDA.....	23
FIGURA 3 - DIAGRAMA DE WINGGERS.....	25
FIGURA 4 - ESTETOSCÓPIO ACÚSTICO CARDIOLOGY IV. ....	28
FIGURA 5 - LOCALIZAÇÃO DOS FOCOS DE AUSCULTA CARDÍACA. ....	29
FIGURA 6 - ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO.....	30
FIGURA 7 - SINAL SONORO NO PROGRAMA <i>AUDACITY</i> . ....	35
FIGURA 8 - IMAGEM ECOCARDIOGRÁFICA BIDIMENSIONAL. AE= ÁTRIO ESQUERDO; VE = VENTRÍCULO ESQUERDO.....	37
FIGURA 9 - SEGMENTAÇÃO DE S1 E S2 MANUAL ATRAVÉS DO EDITOR DE ÁUDIO <i>AUDACITY</i> . ....	38
FIGURA 10 - MARCAÇÃO DA REGIÃO DE INTERESSE.....	39
FIGURA 11 - ILUSTRAÇÃO DA DURAÇÃO DO CICLO CARDÍACO. ....	40
FIGURA 12 - VISUALIZAÇÃO DE UMA JANELA TEMPORAL DE 100 MS (REGIÃO DESTACADA), NO CASO ESPECÍFICO DE UM MARCADOR S1, FORMADA POR $\Delta_{\text{ANTES}} = \Delta_{\text{DEPOIS}} = 50$ MS. ....	41
FIGURA 13 - NÚMERO DE IMFS, GERADAS PELO EMD SOBRE O CICLO CARDÍACO DE UMA GRAVAÇÃO. ....	44
FIGURA 14 - FLUXOGRAMA DA METODOLOGIA PARA REALIZAR A RELAÇÃO DA AUSCULTA CARDÍACA .....	46
FIGURA 15 - DISTRIBUIÇÃO DO SEXO .....	47
FIGURA 16 - DISTRIBUIÇÃO DAS RAÇAS EM RELAÇÃO A PRESENÇA E AUSÊNCIA DE SOPRO. ....	48
FIGURA 17 - GRÁFICO DE BARRAS COM PRESENÇA DE SOPRO .....	48
FIGURA 18 - VISUALIZAÇÃO GRÁFICA DO SOM CARDÍACO SEM SOPRO. ....	49
FIGURA 19 - VISUALIZAÇÃO GRÁFICA DO SOM CARDÍACO COM SOPRO. ....	50
FIGURA 20 - DISTRIBUIÇÃO DA DURAÇÃO DO CICLO CARDÍACO .....	53

FIGURA 21 - DISPERSÃO DA DURAÇÃO DO CICLO EM RELAÇÃO AOS ANIMAIS QUE APRESENTAM SOPRO E OS ANIMAIS QUE NÃO APRESENTAVAM SOPRO. ....	53
FIGURA 22 - DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO RELATIVO DA SÍSTOLE.....	54
FIGURA 23 - DISTRIBUIÇÃO DO TEMPO RELATIVO DA SÍSTOLE.....	55
FIGURA 24 - DISTRIBUIÇÃO AMOSTRAL DA AMPLITUDE RELATIVA.....	55
FIGURA 25 - DISPERSÃO DA AMPLITUDE RELATIVA VERSUS PRESENÇA DE SOPRO.....	56
FIGURA 26 - DISTRIBUIÇÃO DOS VALORES DOS NÚMEROS DE TRILHAS GERADAS PELO EMD.....	57
FIGURA 27 - DISPERSÃO NEMD VERSUS PRESENÇA DE SOPRO. ....	57

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - COMPARAÇÃO DO NÚMERO DE ACERTOS DA AUSCULTA CARDÍACA COM AUXÍLIO DO REGISTRO GRÁFICO COMPARADO A AUSCULTA SEM O REGISTRO GRÁFICO .....	31
TABELA 2 - RESULTADOS OBTIDOS DA GRAVAÇÃO COM O ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO. ....	51

## LISTA DE ABREVIACOES

AEAO	relação átrio esquerdo artéria aorta
DC	duração do ciclo
DPAR	desvio padrão da amplitude relativa
DPDC	desvio padrão da duração do ciclo
DPNEMD	desvio padrão do número de trilhas geradas pelo <i>Empirical Mode Decomposition</i>
DPTRS	desvio padrão do tempo relativo da sístole
EE	estetoscópio eletrônico
g	gramas
Hz	hertz
ms	milissegundos
$\mu$ s	microsegundo
NEMD	número de trilhas geradas pelo <i>Empirical Mode Decomposition</i>
Qual	qualidade
s	segundos
SRD	sem raa definida
$\Delta$	delta
$\sigma$	sigma

## **LISTA DE SIGLAS**

CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA)
ECG	Eletrocardiograma
EMD	Empirical Mode Decomposition
IMF	Intrinsic Mode Functions

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
1.1 OBJETIVOS.....	18
1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO.....	18
1.3 VISÃO GERAL.....	19
1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
1.5 APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO.....	20
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>22</b>
2.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA CARDÍACA.....	22
2.2 CARACTERÍSTICAS DOS SONS CARDÍACOS.....	23
2.2.1 Sons Cardíacos Anormais.....	26
2.3 FOCOS DE AUSCULTA CARDÍACA.....	27
2.4 FUNCIONAMENTO DO ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO.....	30
<b>3 METODOLOGIA.....</b>	<b>32</b>
3.1 FASE 1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO.....	32
3.2 FASE 2 – COLETA DE DADOS.....	32
3.2.1 Local da coleta de dados e escolha dos animais.....	33
3.2.2 Exame físico, anamnese e histórico clínico.....	33
3.2.3. Ausculta com estetoscópio eletrônico.....	34
3.2.4 Ausculta com estetoscópio acústico.....	35
3.2.5 Autorização para exame complementar.....	36
3.2.6 Ecocardiograma.....	36
3.3 FASE 3 - ANÁLISE DOS DADOS.....	38
3.3.1 Segmentação manual da amplitude relativa S1 e S2.....	38
3.3.3 Duração média do ciclo.....	39
3.3.4 Média dos tempos relativos das sístoles.....	40
3.3.5 Média das amplitudes relativas de S1 e S2.....	41
3.3.6 Decomposição do sinal pelo método <i>Empirical Mode Decomposition</i> .....	42
3.4 BASE DE DADOS A.....	45
3.5 BASE DE DADOS B.....	45
3.6 RELAÇÃO ENTRE BASE DE DADOS A E B.....	45
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46

<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>47</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>58</b>
<b>6 PERSPECTIVAS FUTURAS .....</b>	<b>59</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>61</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>67</b>
<b>APÊNDICE C.....</b>	<b>69</b>
<b>APÊNDICE D.....</b>	<b>71</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O coração bombeia o sangue, através de movimentos alternados de contração e relaxamento, para os vasos sanguíneos (KÖNING; LIEBICH, 2004, p.164) e resulta, portanto, na circulação sanguínea. As vibrações produzidas em estruturas cardíacas (movimentos ordenados de contração e relaxamento) e vasculares (fluxo sanguíneo) são transmitidas, obedecendo à lei da física, através de líquidos, sólidos e gases até a superfície do tórax tornando-se audíveis ou não (SMITH; KEENE; TILLEY, 2006, p. 5) dependendo da intensidade (amplitude), frequência (tonalidade) e qualidade (timbre) (PAZIN-FILHO; SCHMIDT; MACIEL, 2004, p.210).

O estetoscópio acústico é a ferramenta de ausculta cardíaca capaz de conduzir as vibrações das estruturas cardíacas e vasculares da superfície do tórax até o aparelho auditivo do examinador (PAZIN-FILHO; SCHMIDT; MACIEL, 2004, p.210). Quando ocorre o espessamento da válvula do coração, ocasionado pela degeneração do colágeno e consequentemente desenvolvimento da fibrose valvular, o fluxo sanguíneo torna-se turbulento e audível com o estetoscópio. O som decorrente deste fenômeno é denominado sopro (AKBARI et al., 2011 e STEPIEN, 2015). Desta forma, o estetoscópio acústico pode ser utilizado como instrumento para diagnóstico do sopro.

A doença cardíaca adquirida que mais resulta em sopro em cães de pequenas raças é a doença mixomatosa de valva mitral (DMVM). A severidade da doença está relacionada com a presença e intensidade do sopro ocasionado pelo espessamento da válvula e do volume regurgitado. Além disso, o início da DMVM é marcado por uma história subclínica de sopros de intensidades mais baixas e sem sinal clínico característico (LJUNGVALL et al., 2014). Desta forma, o primeiro passo para realizar o diagnóstico precoce da doença, é realizar a ausculta cardíaca durante a anamnese e solicitar exames complementares tais como ecocardiograma e radiografia do tórax (BORGARELLI; HAGGSTROM, 2010). Entretanto, o fator custo dos exames complementares ainda é crucial, pois poucos são os tutores que estão dispostos a pagar exames que variam da ordem de R\$ 150,00 a R\$ 900,00.

Devido ao crescente número de animais com doença cardíaca adquirida, elevado custo dos exames complementares e algumas imperfeições do estetoscópio acústico convencional (limitação acústica do aparelho, subjetividade de interpretação dos sons

auscultados, distorção, falta de amplificação e perda da intensidade do som no tubo) houve a necessidade de aprimoramento da técnica de ausculta com uso do estetoscópio eletrônico (GRENIER et al,1998; LENG et. al., 2015). A tecnologia demonstra de maneira gráfica as disfunções diastólica e/ou sistólica, sopros cardiogênicos e disfunções de ritmos cardíacos em fases iniciais e até avançadas da doença. Além disso, possibilita a análise do som através de algoritmos numéricos e da possibilidade de gravar e analisar os sons cardíacos no momento da ausculta ou em outra oportunidade (VÖRÖS et al., 2011).

## 1.1 OBJETIVOS

A presente pesquisa tem como objetivo geral apresentar a análise dos sons cardíacos através de estetoscópio eletrônico. Deste modo, o trabalho contribui para o diagnóstico de doenças cardíacas em cães de pequeno porte tendo como benefício a visualização gráfica e numérica do sinal sonoro.

Como objetivos específicos deve-se destacar: (i) Estudar na literatura técnico-científica os sons cardíacos em cães; (ii) Estudar a técnica de ausculta em cães; (iii) Realizar avaliações clínicas com estetoscópio acústico e eletrônico em pacientes; (iv) Implementar a digitalização e transmissão do sinal cardíaco para obter a sua visualização gráfica e numérica; (v) Analisar os dados dos pacientes para estabelecer parâmetros de normalidade (vi) Apresentar a relevância da ausculta eletrônica em cães para o diagnóstico de doenças cardíacas através da visualização gráfica e numérica do sinal sonoro.

## 1.2 MOTIVAÇÃO E JUSTIFICATIVA DO TRABALHO

A ausculta cardíaca eletrônica é o método auxiliar de direcionamento diagnóstico que possui diversas vantagens sobre a ausculta acústica tradicional, tais como baixo custo, agilidade, fácil interpretação, diagnóstico visual e evita a corrupção dos sons percebidos por perda de compressão do ar, quando comparado ao sistema de ausculta acústica.

Desta maneira, espera-se que a análise dos sons cardíacos através do sistema de ausculta eletrônica junto do exame clínico do animal, permita um diagnóstico de doença cardíaca adquirida em animais de pequeno porte. Para isso, este trabalho visa detectar sons normais e sopros através de métodos computacionais viabilizados pelo emprego do estetoscópio eletrônico durante a anamnese dos pacientes.

### 1.3 VISÃO GERAL

A ausculta cardíaca eletrônica em cães exige um **equipamento de captação do sinal** (estetoscópio eletrônico), **software** e **interpretação dos sinais biológicos** (sons cardíacos). O clínico deve posicionar o diafragma do estetoscópio diretamente na parede torácica do animal, sem necessidade de raspagem de pelos e sem aplicação de produtos tópicos e sedativos. O equipamento de captação de sinal é conectado ao computador por um cabo de áudio comum (analógico). Então, o sinal é digitalizado pela placa de áudio do computador, sendo transmitido para gravação e segmentação no *software* Audacity. Por fim, o processamento digital dos segmentos de áudio ocorre através de medidas de tendência central e algoritmos especificamente desenvolvidos com o intuito de detectar sons cardíacos normais e sopros.

### 1.4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A realização desta dissertação aconteceu em quatro etapas conforme ilustrado na Figura 1. A seguir são apresentadas as breves descrições a respeito de cada etapa.

A etapa de **pesquisa bibliográfica** foi realizada em livros, artigos, sites, dissertações, teses relacionadas com ausculta cardíaca em cães, fisiologia animal, engenharia biomédica e cardiologia veterinária com o intuito de aprofundar o conhecimento sobre a área envolvida.

A **coleta de dados** aconteceu através da captação do sinal biológico com o estetoscópio eletrônico, que gerou informações numéricas e visuais durante a anamnese dos

pacientes na clínica veterinária. Além disso, foi realizado o exame de ecocardiografia que foi essencial para a validação da pesquisa nas etapas seguintes.

A **análise computacional dos dados** foi baseada em avaliar a duração média do ciclo, média dos tempos relativos das sístoles, média das amplitudes relativas de S1 e S2 e decomposição do sinal pelo método *Empirical Mode Decomposition*. Com isso, foi possível a avaliação de forma objetiva, numérica e visual do som cardíaco obtido na etapa de coleta de dados.

Finalmente, o **resultado da pesquisa** foi alcançado e avaliado através da comparação da ausculta acústica com a ausculta eletrônica usando as métricas descritas no parágrafo anterior.



**Figura 1 - Fluxograma do procedimento metodológico empregado na dissertação.**

**Fonte: Autoria própria.**

## 1.5 APRESENTAÇÃO DO DOCUMENTO

A estrutura do trabalho foi dividida em quatro capítulos, conforme apresentado a seguir:

O capítulo **REFERENCIAL TEÓRICO** apresenta a fundamentação teórica utilizada no desenvolvimento do trabalho e conceitos básicos de anatomia e fisiologia cardíaca,

foco de ausculta cardíaca, características dos sons cardíacos e o funcionamento do estetoscópio eletrônico como ferramenta de análise dos sons cardíacos.

O capítulo **METODOLOGIA** apresenta a método aplicado para a análise dos sons cardíacos através do estetoscópio eletrônico. Neste capítulo estão descritas as fases metodológicas de coleta de dados e análise dos sons obtidos. Além disso, foi relatado o local da coleta dos dados, critério de escolha dos pacientes para realização da pesquisa, detalhamento da anamnese dos pacientes, assim como exame físico e histórico clínico. Foi descrito também como foi realizada a ausculta com o estetoscópio eletrônico, a ausculta com o estetoscópio acústico, critério de inclusão e exclusão para realização de exame complementar.

Na fase metodológica de análise dos dados foi descrito a extração de características necessárias durante a gravação da ausculta cardíaca, como ocorreu a segmentação manual da amplitude relativa S1 e S2, como foi realizada a marcação manual das regiões a serem processadas, como foi calculada a duração média do ciclo, média das amplitudes relativas de S1 e S2 e descrição da decomposição das trilhas geradas pelo método *Empirical Mode Decomposition* (EMD). Finalmente, foi descrita a metodologia empregada para realização da correlação das características do sinal obtido com o estetoscópio eletrônico e a ausculta acústica com o estetoscópio tradicional.

O capítulo **RESULTADOS** apresenta os resultados obtidos com a análise dos parâmetros obtidos com o estetoscópio acústico, ecocardiograma e o estetoscópio eletrônico (duração do ciclo, tempo relativo da sístole, amplitude relativa e número de trilhas geradas pelo método do EMD). Além disso, foram comparados os parâmetros do estetoscópio eletrônico com a presença ou não de sopro com o estetoscópio acústico. Os resultados são apresentados através de gráficos e tabelas do programa de estatística Minitab.

No capítulo **CONSIDERAÇÕES FINAIS** são recapituladas os aspectos importantes dos resultados obtidos das análises da ausculta com o estetoscópio acústico, ecocardiograma e o estetoscópio eletrônico, assim como a comparação da ausculta acústica com a ausculta eletrônica. Além disso, neste capítulo encontra-se outros resultados não esperados da pesquisa.

O capítulo **PERSPECTIVAS FUTURAS** são apresentadas sugestões de trabalhos futuros relacionados a análise da ausculta cardíaca em cães utilizando o estetoscópio eletrônico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

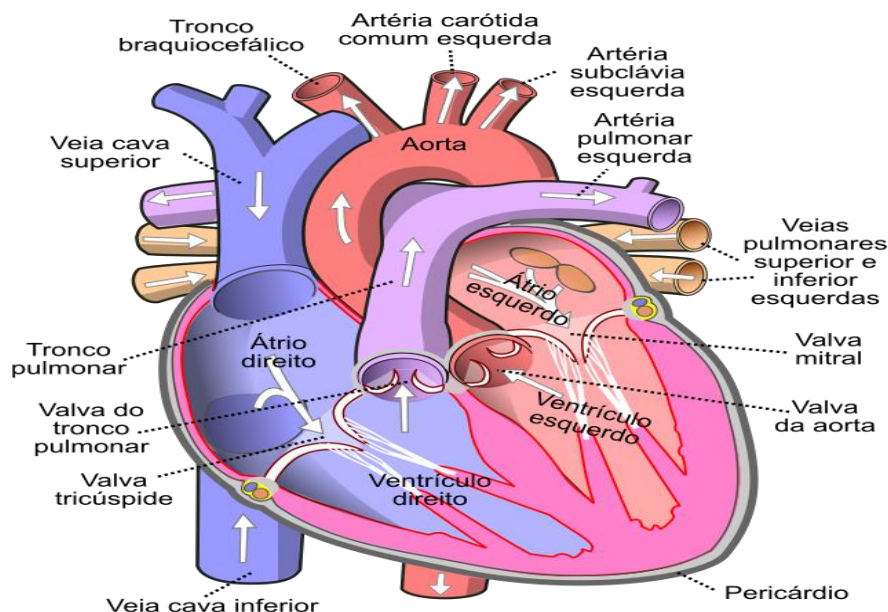
Este capítulo permitem compreender e avaliar o presente trabalho. Durante a seção 2.1 são discutidas a anatomia e fisiologia cardíaca básica do sistema cardiovascular em cães. Na seção 2.2 estão descritos os focos de ausculta cardíaca durante o exame cardiológico dos pacientes. Na sessão 2.3 está descrito como os sons cardíacos normais e sopros acontecem. Finalmente na sessão 2.4 descreve-se o funcionamento do estetoscópio eletrônico.

### 2.1 ANATOMIA E FISIOLOGIA CARDÍACA

O coração é o órgão central do sistema cardiovascular, ele é uma bomba envolvida pelo saco pericárdico, situado no mediastino dentro da cavidade torácica. É formado por três camadas: epicárdio, miocárdio e endocárdio. É um órgão oco com quatro cavidades constituído pelo músculo cardíaco, o miocárdio, conforme ilustrado na Figura 2 (GETTY, 1981, p. 153 e KÖNING; LIEBICH 2004, p. 153).

O coração divide-se, anatomicamente, em lados direito e esquerdo formados por átrio dorsalmente e ventrículo ventralmente. O átrio e o ventrículo esquerdos são separados pela valva mitral, enquanto o átrio e o ventrículo direitos comunicam-se através da valva tricúspide, conforme ilustrado na Figura 2 (NETO; MENDES; REZENDE, 2004, p.36).

A função do coração é bombear o sangue, mediante a contração do músculo cardíaco que bombeia o sangue para a circulação do sangue e da linfa (GETTY, 1981, p. 153). A contração coordenada é essencial para um bombeamento eficiente (DYCE; SACK; WENSING, 2010, p. 473). A circulação pulmonar possui como propósito a troca de oxigênio e gás carbônico, denominado de sistema de baixa pressão, e a circulação sistêmica distribui os nutrientes, produtos de degradação e água nos tecidos periféricos e pulmões (NETO; MENDES; REZENDE, 2004 p. 36 e KÖNING; LIEBICH, 2004, p. 164). O trecho do ciclo cardíaco em que o coração bombeia e faz o movimento de contração é denominado sístole, e o que relaxa, diástole (KÖNING; LIEBICH, 2004 p. 164).



**Figura 2 - Representação esquemática das câmaras cardíacas direita e esquerda**

Fonte: Wikipedia (2018).

O exame físico do paciente cardiopata (identificação do animal, anamnese, inspeção, palpação, percussão e auscultação) é o começo da avaliação clínica do paciente e, indubitavelmente, o procedimento mais importante, pois determinará se o paciente é cardiopata ou não (FEITOSA, 2008 p. 246). O histórico clínico que o paciente traz à clínica auxilia na escolha dos testes diagnósticos (NELSON; COUTO, 2015). Os exames complementares como ecocardiograma, complementam o exame físico e sua função é confirmar a suspeita clínica (FEITOSA, 2008 p. 246).

O exame físico adequado e boa experiência fazem com que 85% das alterações cardíacas sejam diagnosticadas durante a primeira consulta. O exame complementar é necessário para identificar a gravidade das alterações quando presentes (FEITOSA, 2008 p. 246).

## 2.2 CARACTERÍSTICAS DOS SONS CARDÍACOS

O ciclo cardíaco é uma atividade sincronizada entre os átrios e os ventrículos em que os átrios se contraem (sístole) para esvaziar e ejetar o sangue para os ventrículos, que por

sua vez contraem para impulsionar o sangue para a artéria aorta e a artéria pulmonar. Os momentos em que os átrios e os ventrículos relaxam são denominados de diástole atrial e diástole ventricular, respectivamente (TILKIAN; CONOVER, 2004 p. 31).

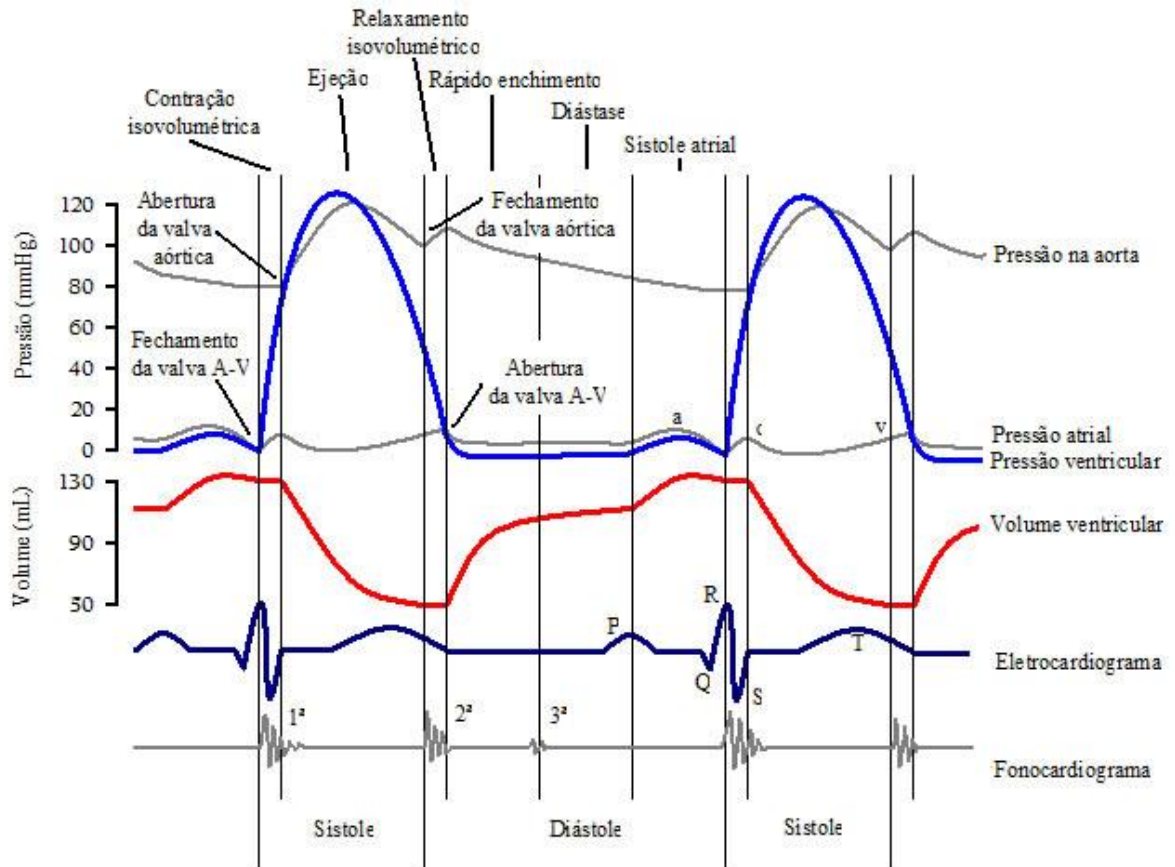
Os sons cardíacos são criados através da turbulência do fluxo de sangue e vibração dos tecidos adjacentes (NELSON; COUTO, 2015). O fechamento das valvas cardíacas produz distintos sons que são audíveis na auscultação. Suas características fornecem informações valiosas sobre a condição das valvas (DYCE; SACK; WENSING, 2010, p. 473).

As bulhas cardíacas audíveis são conhecidas como 1ª e 2ª bulhas, ou abreviadas como S1 e S2, respectivamente (FEITOSA, 2008 p. 253 e TILKIAN; CONOVER, 2004 p. 31). A origem da primeira bulha cardíaca está diretamente relacionada com o fechamento da valva atrioventricular esquerda ou mitral e seguida pelo fechamento da valva tricúspide, pelo turbilhonamento do sangue dentro das câmaras ventriculares, e pela contração dos ventrículos (FEITOSA, 2008 p. 253), conforme ilustrado na Figura 3. As valvas mitral e tricúspide se fecham quando o início da sístole ventricular eleva abruptamente a pressão ventricular (TILKIAN, CONOVER, 2004 p. 31).

A segunda bulha se origina do fechamento das valvas semilunares, aórtica e pulmonar (Figura 3) (FEITOSA, 2008, p. 253). Quando diminui a injeção dentro da artéria aorta e da artéria pulmonar as duas valvas se fecham e a pressão excede as pressões nos ventrículos, invertendo o fluxo e causando o fechamento das valvas (TILKIAN, CONOVER, 2004 p. 31).

Algumas vezes S1 e S2 podem ser alteradas na intensidade, pois um alto S1 pode ser auscultado em um cão com parede torácica fina, taquicardia, hipertensão do sistema arterial ou encurtamento do intervalo PR representado no exame de Eletrocardiograma (ECG) (NELSON, COUTO, 2015).





**Figura 3 - Diagrama de Winggers.**

**Mudança de pressão e volume, primeira e segunda bulha cardíaca, registro do traçado do eletrocardiograma e os efeitos que ocorrem simultaneamente.**

**ECG = eletrocardiograma.**

**Fonte: Wikipédia (2018).**

O silêncio entre a primeira e a segunda bulha corresponde a fase sistólica ventricular do batimento cardíaco, conforme a Figura 3. O intervalo entre a segunda bulha e a primeira é maior, correspondendo à fase diastólica ventricular (FEITOSA, 2008, p. 253). A 3ª bulha, S3, é o resultado do enchimento rápido do ventrículo esquerdo, seguido da abertura da válvula mitral, constituindo ruído de baixa frequência (FEITOSA, 2008, p.253) não sendo, normalmente, audível em cães e gatos. Quando audível é semelhante a um som de um cavalo galopando (NELSON; COUTO, 2015). Pode-se considerar a terceira bulha como fisiológica em indivíduos jovens ou hiperclínicos (FEITOSA, 2008 p. 253). A 4ª bulha ou S4, está relacionada com a vibração da sístole atrial em casos de elevada frequência cardíaca, como nos casos de fibrilação atrial. É o resultado do impulso do sangue para o ventrículo esquerdo enrijecido e não complacente pela contração atrial. O som da 4ªbulha deve ser imperceptível,

quando ouvido e é denominado de galope atrial diastólico (TILKIAN; CONOVER, 2004 p. 34). As bulhas S3 e S4 são de difícil auscultação em pequenos animais, o som é semelhante a um ritmo de galope, suas presenças podem indicar um preenchimento ventricular anormal, comum nos casos de miocardiopatia dilatada congestiva idiopática (FEITOSA, 2008, p.253).

É importante que a ausculta cardíaca deva ser acompanhada, de forma simultânea, com a determinação do pulso femoral. Cada batimento cardíaco deve ser acompanhado de um pulso palpável. Um *déficit* de pulso poderá indicar a presença de arritmia cardíaca e um pulso de amplitude irregular muitas vezes também estão associados às arritmias (FEITOSA, 2008 p. 255).

### 2.2.1 Sons Cardíacos Anormais

São considerados sons anormais os sopros, os sons de galope, os sons de ejeção, estalitos e os cliques sistólicos (FOX, 2007). Sons anormais de curta duração podem ser audíveis como estalitos sistólicos. Eles são associados à doença degenerativa (endocardites), ao prolapso da mitral e à displasia congênita de mitral. Normalmente, ele é o primeiro som anormal a ser escutado seguido de desenvolvimento de sopro com o passar do tempo (NELSON; COUTO, 2015).

Os sons cardiovasculares podem ser divididos resumidamente como circunscritos e transientes (sons cardíacos e cliques) e mais combinações (sopros cardíacos). Os sopros frequentemente coincidem com doenças cardíacas em cachorros (VÖRÖS et al. 2011). Existem quatro fatores principais na produção do sopro: fluxo alto através de valvas normais e anormais; fluxo anterógrado através de valvas irregulares, constrictas ou dilatados; valva insuficiente que produz um fluxo retrógrado, defeito de septo ou persistência do ducto arterioso; diminuição da viscosidade do sangue que contribui para o turbilhonamento e contribui para produção e intensidade do sopro (TILKIAN; CONOVER, 2004 p. 157).

O sopro sistólico é quando a valva mitral e/ou tricúspide apresentam regurgitação ou as valvas aórtica e pulmonar apresentam estenose. Sopro diastólico é quando acontece a regurgitação das valvas pulmonares e/ou aórtica. O sopro pode ocupar o período da sístole ou da diástole quando acontece a persistência do ducto arterioso (FEITOSA, 2008, p. 254).

A configuração do sopro varia de acordo com a cardiopatia. Sopro holossistólico acontece na degeneração valvar mixomatosa. O sopro diamante, crescente e decrescente, acontece na estenose das valvas aórtica e pulmonares. Quando acontece a persistência do ducto arterioso tem-se o sopro contínuo ou em maquinaria (FEITOSA, 2008, p. 254).

A característica do sopro inocente é a brevidade (pronto ou mesossistólico), exceto no caso de zumbido venoso; possui intensidade moderada (grau III ou menos) e desdobramento fisiológico normal de S2 (TILKIAN; CONOVER, 2004, p. 168). Os sopros inocentes não estão associados a qualquer cardiopatia. Eles são decorrentes de um aumento da força de ejeção ventricular. Normalmente são sopros sistólicos e de baixa intensidade. Outro tipo de sopro encontrado é o fisiológico. Ele acontece em processos febris, anemia, tônus adrenérgico aumentado, de bradicardia extrema. Além disso, pode acontecer alguma cardiopatia sem apresentar nenhuma ocorrência de sopro podendo ser observado, nesse caso, abafamento do som, arritmias, som de fricção. A cardiopatia dilatada congestiva, dirofilariose, efusão pericárdica, hipertensão arterial e tetralogia de Fallot com hipoplasia da artéria pulmonar e policitemia pode-se encontrar ausência de sopro (FEITOSA, 2008, p. 254).

Os diagnósticos diferenciais de doenças cardíacas são baseados no tempo e na localização dos sopros cardíacos, por isso é importante classificar quanto à sua localização, intensidade, duração, fase do ciclo, frequência, forma e irradiação do sopro (FOX, 2007). É comum solicitar o exame de ecocardiograma quando a auscultação é anormal para classificar a gravidade da patologia.

### 2.3 FOCOS DE AUSCULTA CARDÍACA

A ausculta cardíaca fornece informações sobre a função e integridade do coração (WEBSTER, 2009, p.314), fornece pistas importantes para o diagnóstico das doenças e sugestões para os futuros exames que devem ser realizados (VÖRÖS et al., 2011). Ela também é a base para o exame cardiológico do paciente sendo realizada para identificar os sons cardíacos normais, sons anormais, ritmo e frequência (NELSON; COUTO, 2015 e FEITOSA, 2008 p. 252). Além disso, a ausculta é importante para determinar os focos e bulhas juntamente às possíveis alterações que ocasionam as patologias, como a estenose e a insuficiência cardíaca. Para realizar uma boa ausculta é necessário que o clínico leve em consideração o estetoscópio,

ambiente em que realiza a ausculta, posição do paciente e do examinador (PORTO; PORTO, 2014, p. 453).

A ausculta pode ser realizada com estetoscópio tradicional, conforme ilustrado na Figura 4, que é composto de duas peças: o diafragma plano, que permite identificar ruídos de alta frequência quando aplicado com firmeza no tórax, e o cone, utilizado para determinar ruídos de baixa intensidade (FEITOSA, 2008 p. 253 e NELSON; COUTO, 2015). Existem estetoscópios que possuem simples que possuem somente auscultador de lado único, simples, que se destinam a ser utilizados como diafragma, mas quando aplicados levemente podem ser utilizados como sino (NELSON; COUTO, 2015).

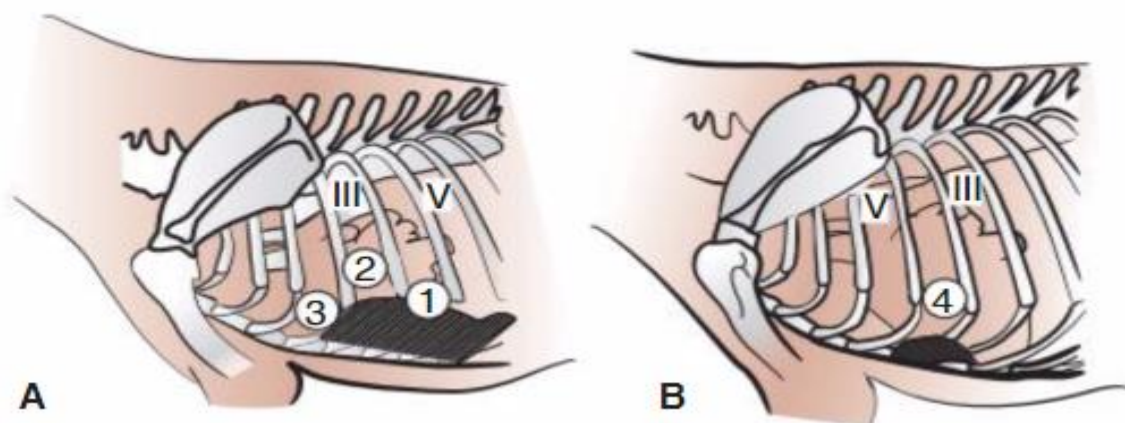


**Figura 4 - Estetoscópio Acústico Cardiology IV.**

**Fonte: Litmann (2017).**

O animal deve ser auscultado com o estetoscópio tomando mais atenção nas áreas valvulares. Quando o aparelho é posicionado no lado esquerdo do tórax é possível identificar o foco pulmonar entre o terceiro espaço intercostal, o foco de ausculta aórtico localizado no quarto espaço intercostal e o foco mitral no quinto espaço intercostal. No entanto, quando posicionado no lado direito do tórax é possível identificar somente o foco valvar tricúspide. Os

focos de ausculta cardíaca encontram-se ilustrados conforme na Figura 5 (FEITOSA, 2008 p. 253).



**Figura 5 - Localização dos focos de ausculta cardíaca.**

**A – Localização dos focos de ausculta do lado esquerdo. 1: foco da mitral; 2: foco da aórtica; 3: foco da pulmonar.**

**B – Localização dos focos de ausculta do lado direito. 4: foco da tricúspide.**

**Fonte: Feitosa (2008 p. 253).**

Outra forma de realizar a ausculta cardíaca é determinar, através da palpação, o choque precordial (ponto de máxima intensidade cardíaca) do lado esquerdo do tórax, que revelará o foco valvar mitral. Logo após, pode-se localizar o foco aórtico em uma posição mais dorsal e cranial ao foco mitral, e foco pulmonar, numa posição mais ventral e cranial ao foco aórtico e, por fim, o foco valvar tricúspide, localizado no lado direito na mesma posição do foco valvar mitral (FEITOSA, 2008 p. 253).

A escolha do tamanho do receptor do estetoscópio está relacionada com o tipo de som que se quer ouvir, alta ou baixa frequência. De modo geral, utiliza-se o receptor de diafragma de menor diâmetro, sendo efetuada toda a ausculta com ele, captando-se assim os sons de alta frequência. Quando se deseja ouvir os sons de baixa frequência, deve-se utilizar o cone, como é o caso da estenose de valva mitral (PORTO; PORTO, 2014 p. 453).

Para realizar uma boa ausculta é importante dispor de um ambiente tranquilo, sem ruídos externos que perturbem a concentração durante a auscultação (FEITOSA, 2008 p. 253). Os dois lados do tórax devem ser cuidadosamente auscultados com atenção para as áreas valvulares (NELSON; COUTO, 2015).

#### 2.4 FUNCIONAMENTO DO ESTETOSCÓPIO ELETRÔNICO

O Estetoscópio Eletrônico, conforme ilustrado na Figura 6, tem características selecionáveis de frequência e oferece a possibilidade de registrar graficamente as vibrações dos sons cardíacos que acontecem no tórax através de um microfone mecânico (VÖRÖS, 2011 e WEBSTER, 2009, p. 318). A tecnologia vem sendo utilizada para identificação de bulhas abafadas, pacientes obesos ou presença de ruídos ambiente (NELSON; COUTO, 2015).



**Figura 6 - Estetoscópio Eletrônico.**

**Fonte: All Hart (2016).**

Alguns modelos de estetoscópios eletrônicos possibilitam filtrar a frequência do som adequando tanto para com os sons cardíacos quanto para os sons pulmonares. Outra qualidade do aparelho é a possibilidade de eliminar os sons dos ambientes, o que é bastante útil em locais de muito ruído e colocar no modo *mute* para silenciar o estetoscópio (CARNEIRO, 2011).

Mesmo com os avanços na tecnologia, a arquitetura do estetoscópio eletrônico continua básica com um pequeno microfone atrás do diafragma, um amplificador eletrônico e pequenos altos falantes instalados em um fone de ouvido (TILKIAN; CONOVER, 2004, p. 24).

A liga de alumínio e aço inoxidável torna o equipamento leve em comparação com o estetoscópio acústico convencional (CARNEIRO, 2011). A característica de filtro, que o amplificador realiza para suprimir frequências e acentuar outras é utilizada como uma tentativa de superar as opções de campânula e diafragma de um estetoscópio tradicional. A amplificação variável permite também a ausculta em ambientes ruidosos e sons de baixa amplitude (TILKIAN; CONOVER, 2004, p. 24).

Uma pesquisa realizada por Vörös et al. (2011) demonstrou a eficiência da visualização gráfica do som cardíaco, através do estetoscópio eletrônico, comparado com gravação da ausculta às cegas. Nesta pesquisa, 4 observadores com níveis diferentes de experiências de ausculta decrescendo do observador 1 para o 4, avaliaram a qualidade (qual) e o grau do sopro cardíaco auscultando pacientes de forma aleatória. O trabalho consistiu em comparar a ausculta com visualização do sinal eletrônico do batimento cardíaco com a gravação da ausculta sem a observação do registro gráfico. Os resultados da pesquisa demonstraram que a taxa de acerto na ausculta cardíaca aumentou significativamente quando foi realizada a visualização do registro gráfico, principalmente quando comparado aos clínicos com menor experiência, conforme ilustra a Tabela 1.

**Tabela 1 - Comparação do número de acertos da ausculta cardíaca com auxílio do registro gráfico comparado a ausculta sem o registro gráfico**

Observador	1		2		3		4	
	Grau	Qual*.	Grau	Qual.	Grau	Qual.	Grau	Qual.
Ausculta sem Registro Gráfico (%)	95	85	95	80	95	55	75	45
Ausculta com Registro Gráfico (%)	100	100	95	100	95	95	95	95

Fonte: Vörös (2011).

\*Qualidade do sopro

### **3 METODOLOGIA**

Neste capítulo está descrita como foi elaborada e aplicada a metodologia para a análise dos sons cardíacos em cães de pequeno porte através do registro eletrônico.

O presente trabalho teve duração de aproximadamente dezesseis meses e possui caráter quantitativo, pois avaliou de forma quantitativa os parâmetros obtidos por meio do registro do estetoscópio eletrônico, e de maneira qualitativa o direcionamento diagnóstico dos pacientes.

Esta pesquisa foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA), conforme Apêndice A, e não gerou gastos para os tutores, pois as avaliações foram realizadas durante as consultas de rotina e de tratamento de enfermidades.

#### **3.1 FASE 1 – LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO**

Durante esta fase da pesquisa foi realizado o levantamento bibliográfico nos principais livros, artigos, periódicos nacionais e internacionais, revistas certificadas, dissertações de mestrado e teses de doutorado nas áreas de cardiologia veterinária, semiologia veterinária, processamento de biossinais e engenharia biomédica. O período de execução desta fase foi de 7 meses.

#### **3.2 FASE 2 – COLETA DE DADOS**

Nesta fase da pesquisa foram realizadas as avaliações físicas dos pacientes, anamnese, avaliação do histórico clínico, o registro das ausculta dos pacientes com estetoscópio eletrônico, ausculta e classificação da ausculta cardíaca com o estetoscópio acústico e encaminhamento para os exames complementares, ecocardiograma. O período de execução desta fase foi de aproximadamente 8 meses.



### 3.2.1 Local da coleta de dados e escolha dos animais

A pesquisa foi realizada na Clínica Veterinária Dog Vet localizado na rua Presidente Getúlio Vargas, 4510 na cidade de Curitiba, Paraná. O estudo foi realizado com 56 cães de pequeno porte, sem distinção de raça, sexo, idade, doentes e saudáveis. Como critério de exclusão, por sua vez, foram considerados os animais de grande porte ou falta de interesse dos tutores em contribuir com a pesquisa.

Os tutores dos pacientes foram orientados como a pesquisa aconteceria e qual a intenção de realizar o trabalho. Além disso, ressaltou-se que a pesquisa não traria nenhum mal aos animais, que a ausculta com estetoscópio eletrônico não é invasiva, não possui necessidade de realizar tricotomia, não necessita nenhum uso de gel condutor, não causa nenhuma dor, nenhum estresse ao animal e nenhum custo aos tutores. Da mesma forma, foi esclarecido que muito provavelmente a pesquisa traria benefícios para seus animais em relação ao diagnóstico precoce de doença cardíaca, assim como aumento da sobrevida dos animais.

Todos os tutores que concordaram em participar da pesquisa assinaram o termo de consentimento do uso animal apresentado no Apêndice B.

### 3.2.2 Exame físico, anamnese e histórico clínico

Todos os exames físicos e anamnese foram realizados no mesmo consultório clínico. Os pacientes permaneceram no local da pesquisa por tempo suficiente da consulta e realização da gravação da ausculta cardíaca.

Os pacientes escolhidos para o presente trabalho foram submetidos ao exame físico e anamnese completa durante suas consultas de rotina. Durante o atendimento, os animais foram identificados através de nome, código do paciente, raça, tutor e idade. Após devida identificação registrou-se a queixa principal, queixa de início, evolução, terapia atual e resposta. A anamnese especial por sistemas também foi realizada identificando-se alterações relacionadas ao sistema tegumentar, oftálmico, respiratório, cardiocirculatório, digestivo, geniturinário, neurológico e locomotor. Durante a anamnese fisiológica foi observada a habitação do animal, alimentação, coabitação, frequência de banhos, doenças anteriores, acesso à rua e presença de ectoparasitas.

Além disso, questionou-se se animal era vacinado, se o vermífugo estava sendo utilizado e se o animal se encontrava em estado reprodutivo.

Foram registrados, durante a consulta, a temperatura retal dos pacientes, temperatura periférica, frequência cardíaca, frequência respiratória, pulso, hidratação, tempo de preenchimento capilar e coloração de mucosas. Os linfonodos submandibulares, pré-escapulares, axilares, inguinais e poplíteos foram palpados. Outras observações referentes a consulta foram anotadas quando houve necessidade.

Os exames complementares foram solicitados, o diagnóstico preventivo e/ou definitivo foi descrito para cada paciente e o tratamento foi prescrito, conforme ilustrado na ficha de atendimento clínico do paciente cardiopata no Apêndice C.

Pacientes que apresentavam sintomatologia de congestão venosa, tosse, e/ou dispneia/taquipneia, cansaço ao exercício, síncope e/ou crise convulsiva foram encaminhados para realização do exame de ecocardiografia para confirmar diagnóstico de DMVM.

### 3.2.3. Ausculta com estetoscópio eletrônico

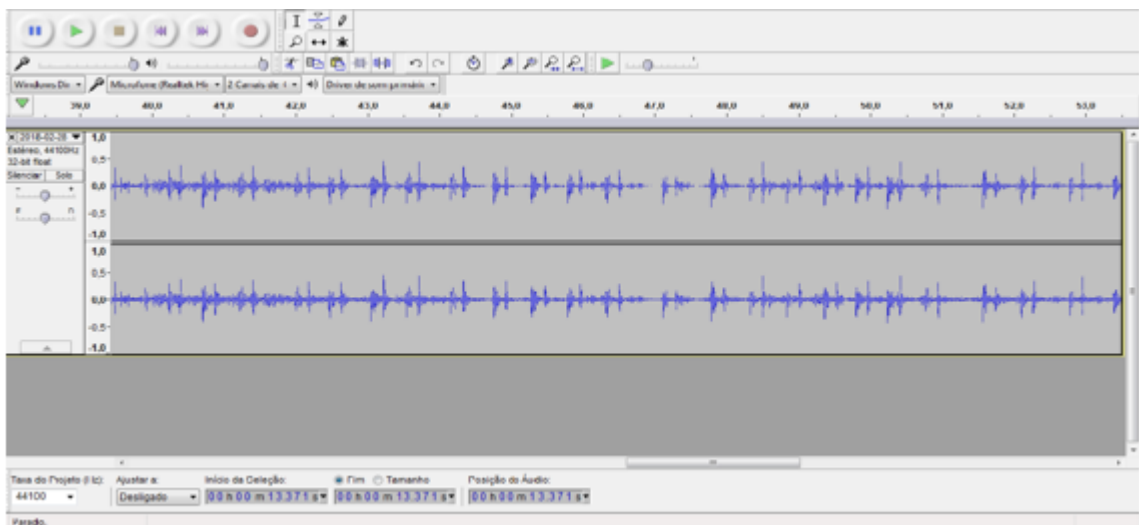
O estetoscópio eletrônico permite captar os sons cardíacos dos pacientes e transferi-los para um computador para realizar sua análise. Todos os animais de pequeno porte, que foram submetidos à pesquisa, passaram pela ausculta e gravação do sinal biológico com estetoscópio eletrônico.

O aparelho utilizado na pesquisa foi o *Estetoscópio Digital Analyzer Jabes* que possui três faixas de frequências: *Bell*, *Diafragma* e *Wide*. Este recurso permite que o som seja auscultado de maneira clara e precisa de acordo com a especificação de cada área auscultada. Além disso, ele possui 8 níveis de som variando de 1 até 20 vezes o som amplificado no nível 8. A autonomia do equipamento possui duração de 100 horas utilizando duas pilhas AAA, tem peso de 170g e fácil manuseio.

O estetoscópio eletrônico foi posicionado no lado esquerdo do tórax do paciente no ponto de maior intensidade (choque precordial). Além disso, a tecnologia foi ajustada para a gravação e ausculta no modo w (alcance estendido de 20-1000Hz), seu volume foi ajustado de

acordo com a necessidade de ausculta para cada animal, considerando o mínimo de ruído possível.

A gravação aconteceu através do programa gratuito *Audacity* que permite editar, gravar, importar e exportar áudios. A Figura 7 ilustra o sinal sonoro através do programa de edição sem nenhum ajuste no sinal.



**Figura 7 - Sinal sonoro no programa *Audacity*.**

**Fonte: Autoria própria**

### 3.2.4 Ausculta com estetoscópio acústico

A ausculta com o estetoscópio acústico aconteceu em todos os animais durante a anamnese. O equipamento foi posicionado no lado esquerdo do tórax no ponto de maior intensidade (choque precordial), no mesmo ponto que foi realizado a ausculta com o estetoscópio eletrônico. Nesse momento foram avaliados todos os sons e os sopros existentes.

Os animais que apresentaram sopro cardiogênico foram classificados em uma escala de I a VI (FONSECA, 2008, p. 254) conforme descrito a seguir:

*Grau I:* sopro suave, muito tênue, detectado após um período de longa auscultação em um ambiente tranquilo.

*Grau II:* sopro de baixa intensidade, auscultado imediatamente após colocação no foco valvar.

*Grau III:* sopro de intensidade leve a moderada. Facilmente audível.

*Grau IV:* sopro de intensidade moderada a grave, sem presença de frêmito. Com propagação para outras áreas de ausculta.

*Grau V:* sopro claro à auscultação e intenso, com frêmito palpável, não detectado quando afasta o estetoscópio do tórax.

*Grau VI:* sopro grave, com frêmito detectável e auscultado mesmo quando o estetoscópio é aproximado do tórax.

A avaliação com o equipamento acústico foi importante para realizar a devida comparação utilizando as duas ferramentas de ausculta cardíaca. Além disso, animais que apresentaram algum grau de sopro foram submetidos ao exame complementar de ecocardiograma.

### 3.2.5 Autorização para exame complementar

Pacientes que apresentaram alteração durante a ausculta acústica e/ou apresenta suspeita através do histórico clínico foram encaminhados para realização do exame complementar de ecocardiograma.

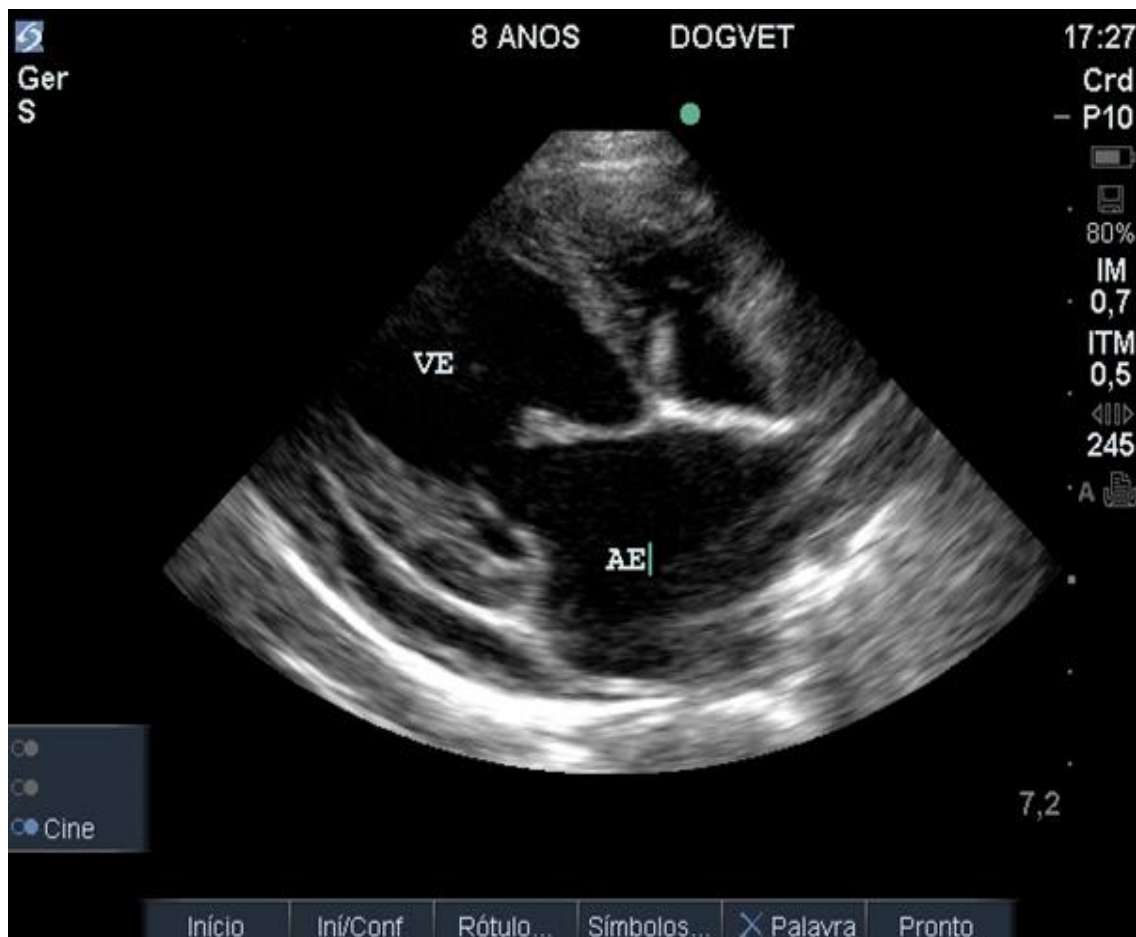
### 3.2.6 Ecocardiograma

Após a ausculta minuciosa dos pacientes examinados, os animais que apresentaram sopro cardiogênico, alteração no ritmo cardíaco e/ou suspeita através do histórico clínico foram submetidos ao exame complementar de ecocardiografia. Esse exame foi utilizado como ferramenta de direcionamento diagnóstico, pois é um método não invasivo que permite avaliar a anatomia e a funcionalidade do coração através de estudo ecográfico ou ultrassonográfico.

Além disso, possibilita avaliar a degeneração valvular, regurgitação do sangue dentro da câmara cardíaca entre outros parâmetros, conforme Apêndice D.

O aparelho possui um transdutor que emite ondas de alta frequência (variação entre 2 e 10MHz) capazes de atravessar o tecido cardíaco e retornar ao transdutor, que transforma em uma imagem visível em uma tela (FONSECA, 2008, p.271), conforme ilustrado na Figura 8.

O custo para realização do exame complementar foi de responsabilidade dos tutores dos pacientes que desejavam confirmar o diagnóstico da DMVM nos animais avaliados.



**Figura 8 - Imagem ecocardiográfica bidimensional. AE= átrio esquerdo; VE = ventrículo esquerdo.**

**Fonte: Autoria própria.**

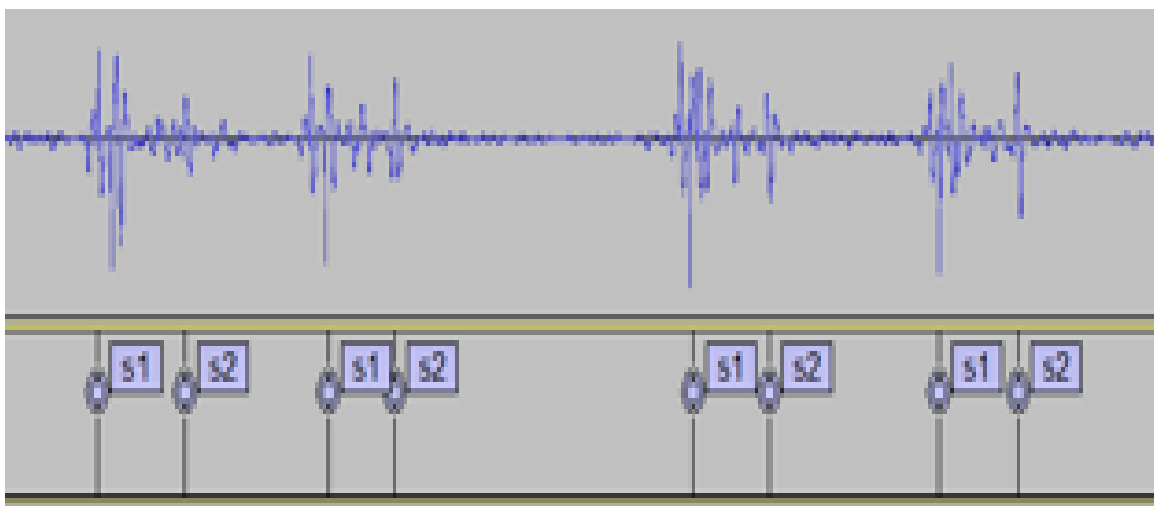
### 3.3 FASE 3 - ANÁLISE DOS DADOS

A fase 3 de análise dos dados consiste na metodologia utilizada para a extração das características do sinal cardíaco e análise dos sons cardíacos através do registro gráfico que o estetoscópio eletrônico oferece. O período de execução dessa etapa foi de 2 meses.

#### 3.3.1 Segmentação manual da amplitude relativa S1 e S2

A segmentação manual da amplitude relativa a S1 e S2 consiste em selecionar o segmento útil, através do editor de áudio *Audacity*, para análise (baixo ruído, picos de aproximadamente 50%, bulhas cardíacas bem visíveis) e apagar os trechos não úteis para processamento. Além disso, nesta fase foi transformado o sinal entregue pelo aparelho estéreo para mono, desconsiderando um dos canais, e normalizado a trilha mono resultante.

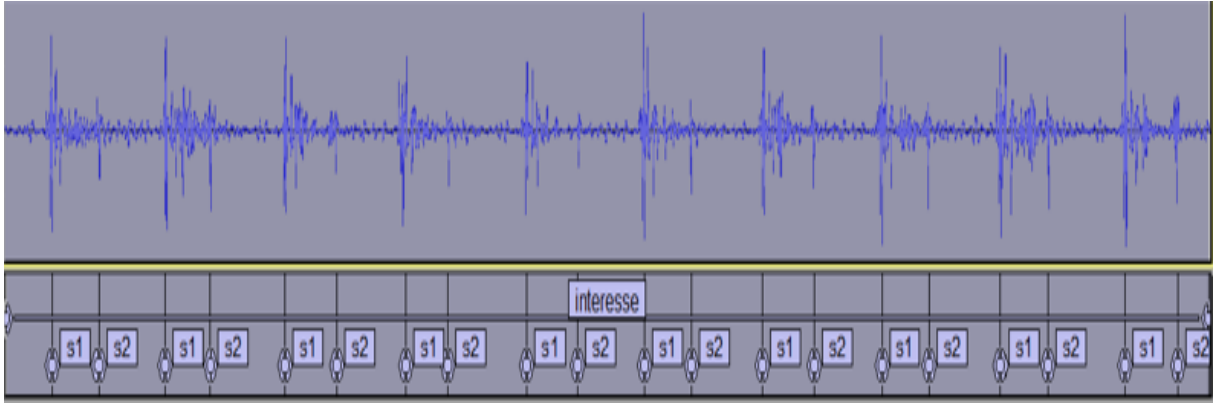
A posição de S1 e S2 dos arquivos de áudio foi marcada manualmente, conforme ilustra a Figura 9.



**Figura 9 - Segmentação de S1 e S2 manual através do editor de áudio *Audacity*.**

**Fonte: Autoria própria.**

Cada marcador S1, necessariamente, precisou apresentar um S2 correspondente, ou seja, os segmentos de áudio que apresentarem pares incompletos de S1 + S2 foram descartados. Foi efetuado a marcação da região de interesse, conforme ilustrado na Figura 10.



**Figura 10 - Marcação da região de interesse**

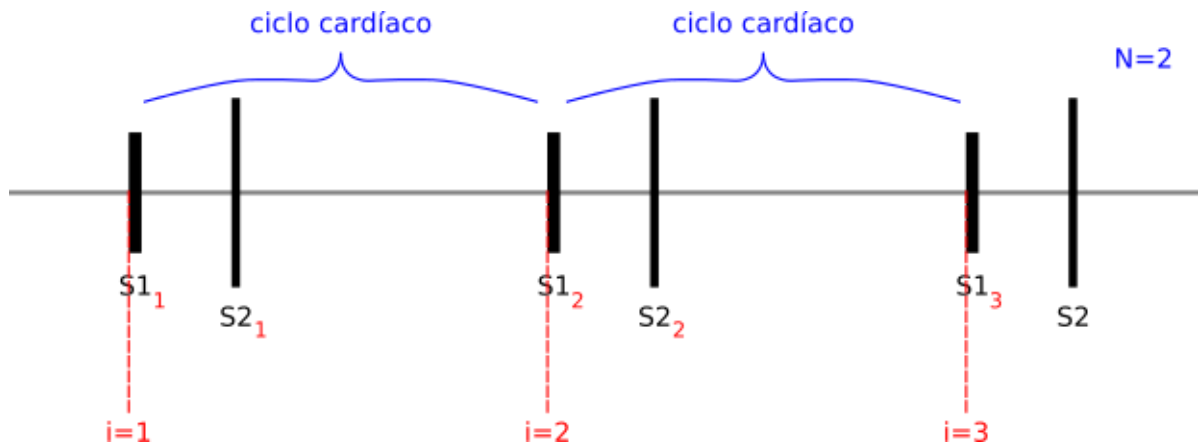
**Fonte: Autoria própria**

### 3.3.2 Marcação manual das regiões a serem processadas.

A marcação manual da região a ser analisada, região de interesse, foi realizada como pré-requisito para as etapas posteriores. Tal região consiste de um segmento de áudio de baixo ruído com uma sequência de ao menos 10 pares de S1+S2.

### 3.3.3 Duração média do ciclo

Para calcular a duração dos ciclos cardíacos (sístole + diástole) foi necessário processar a lista de marcadores S1. Cada gravação possui “N” ciclos cardíacos na região de interesse, sendo entendido por “ciclo cardíaco” o intervalo de tempo entre um marcador S1 qualquer e o marcador S1 subsequente. Dessa maneira, os “N” ciclos existentes em uma gravação são delimitados pelos tempos dos “N+1” marcadores S1 da região de interesse, conforme ilustrado na Figura 11.



**Figura 11 - Ilustração da duração do ciclo cardíaco.**

**Fonte: Autoria própria.**

Assim, cada duração de ciclo ( $DC_i$ ) é calculada pela Equação 1, onde “ $i$ ” é um índice que varia de 1 a “ $N$ ” e representa um ciclo cardíaco em particular.

(1)

$$DC_i = S1_{i+1} - S1_i$$

Ao final, para cada gravação, foram tomadas a média aritmética e o desvio padrão das durações dos ciclos em sua região de interesse.

### 3.3.4 Média dos tempos relativos das sístoles

O processamento das listas de marcadores “s1” e “s2” permitiu a extração dos tempos relativos das sístoles (em comparação com o ciclo completo de sístole + diástole), conforme a Equação 2.

(2)

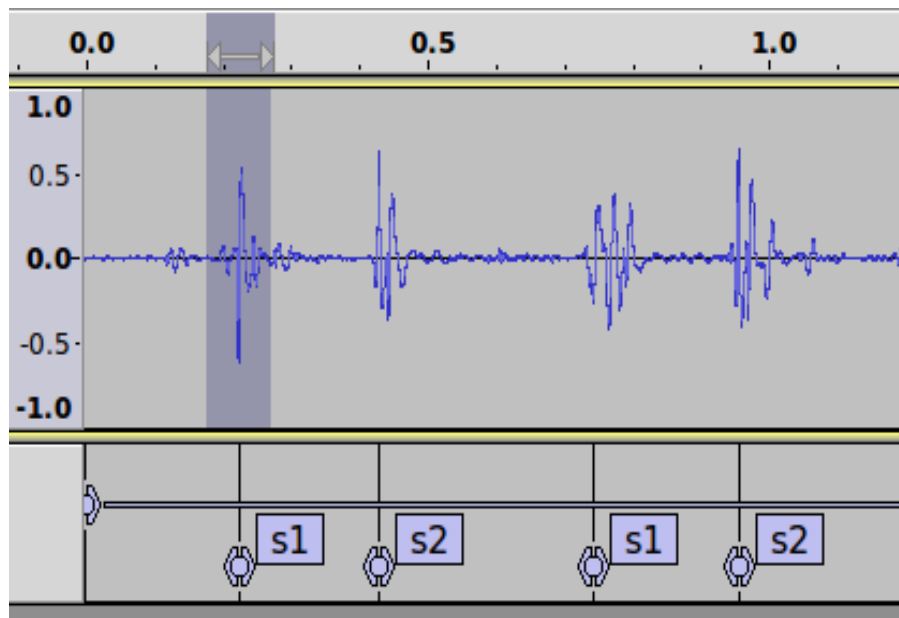
$$TRS_i = \frac{S2_i - S1_i}{S1_{i+1} - S1_i}$$



Para a lista de marcadores  $S1_i$  e  $S2_i$ , na região de interesse de cada gravação foram calculadas as médias dos tempos relativos ( $\overline{TRS}$ ) e o seu desvio padrão ( $\sigma_{TRS}$ ).

### 3.3.5 Média das amplitudes relativas de S1 e S2

A média das amplitudes relativas de S1 e S2 consiste no processamento das listas de marcadores “s1” e “s2” para extração das amplitudes absolutas máximas locais do sinal de áudio nas regiões de S1 e S2, determinando em seguida a relação entre essas amplitudes. Para encontrar cada amplitude absoluta máxima na região do  $i$ -ésimo S1 ( $|A|_{S1_i}$ ) e do  $i$ -ésimo S2 ( $|A|_{S2_i}$ ), utilizou-se uma janela temporal de duração “ $\Delta$ ” parametrizável através da janela *antes* ( $\Delta_{antes}$ ) do marcador e da janela *depois* ( $\Delta_{depois}$ ) do marcador. A janela completa, portanto, é dada por  $\Delta = \Delta_{antes} + \Delta_{depois}$ , conforme exibida na Figura 12. Cada um desses dois parâmetros ajustado de modo independente para S1 e para S2.



**Figura 12 - Visualização de uma janela temporal de 100 ms (região destacada), no caso específico de um marcador s1, formada por  $\Delta_{antes} = \Delta_{depois} = 50$  ms.**

**Fonte: Autoria própria.**

Para a lista de marcadores  $S1_i$  e  $S2_i$ , de cada gravação, foram calculadas ambas a média das amplitudes relativas ( $\overline{ARS1S2}$ ) e o seu desvio padrão ( $\sigma_{ARS1S2}$ ), onde cada amplitude relativa pode ser calculada a partir da Equação 3.

(3)

$$ARS1S2 = \frac{|A|_{S1_i}}{|A|_{S2_i}}$$

### 3.3.6 Decomposição do sinal pelo método *Empirical Mode Decomposition*

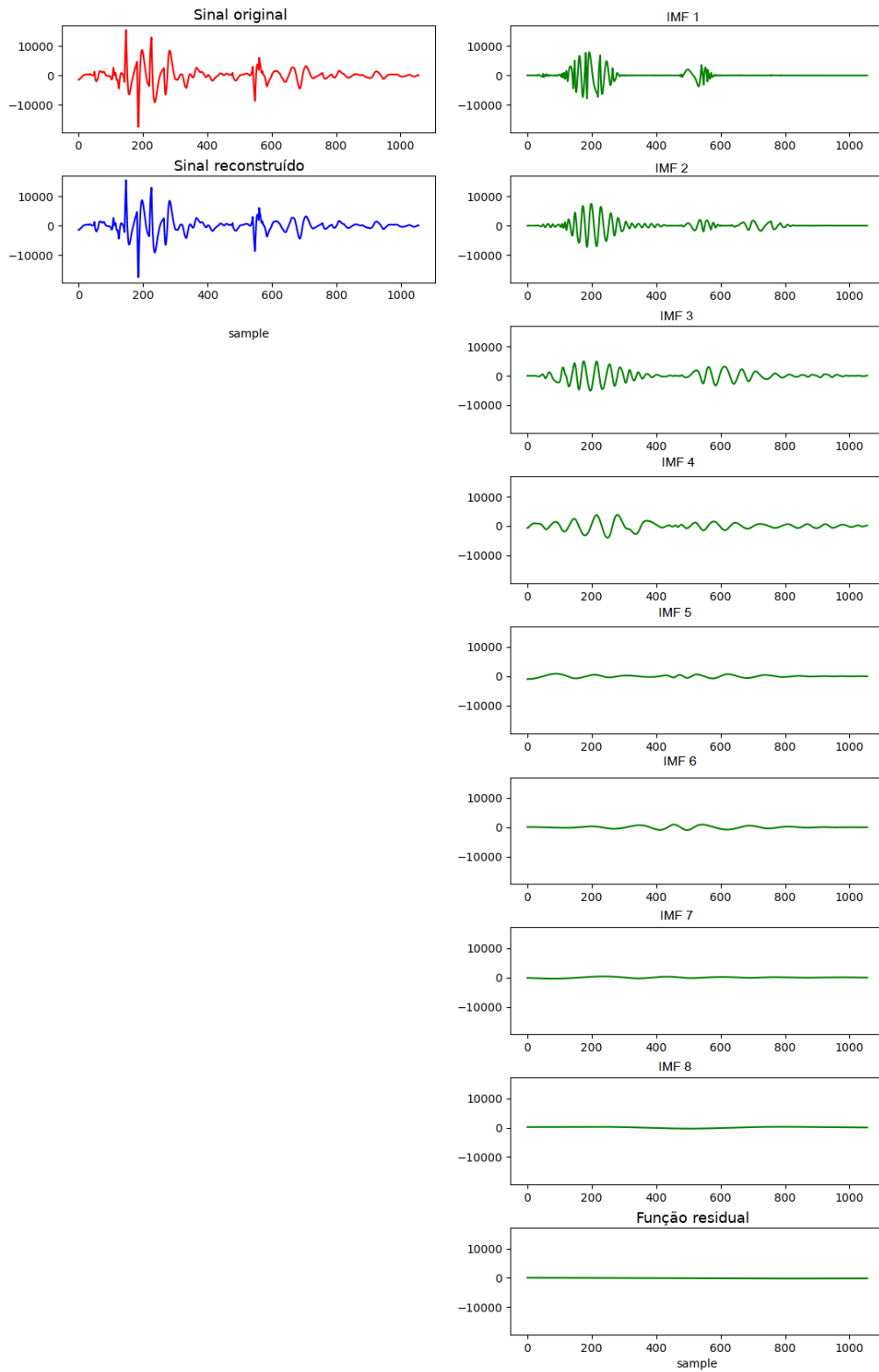
O *Empirical Mode Decomposition* (EMD) é uma ferramenta utilizada para analisar sinais não estacionários, como o som cardiogênico, decompondo sinais multicomponentes para sinais monocomponentes. A decomposição acontece através da escala de tempo característico do local dos dados a serem processados. Por esse motivo são aplicados ao processo não linear e não estacionário (HUANG et.al, 1998).

A decomposição do sinal cardíaco através do método EMD consiste em transformar o sinal não estacionário em sinais monocomponentes. Essa decomposição resulta em uma série de trilhas cuja soma corresponde ao sinal original, conforme a Equação 4 onde  $\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{d}$  e  $\mathbf{r}$  são considerados sinais discretos, que possuem valor somente a cada intervalo regular de tempo. O  $\mathbf{i}$  e  $\mathbf{k}$  são variáveis inteiras positivas também chamadas de índices ou variáveis contadoras. Desta forma,  $\mathbf{i}=1$  faz referência a primeira amostra do sinal,  $\mathbf{i}=2$  a segunda e assim por diante. Sua função é referenciar amostras dentro da função. Já o  $\mathbf{x}$  é um sinal discreto que representa cada uma das gravações dos sons cardíacos, que foram gravadas no *Audacity* com a opção de 44.100 Hz, sendo considerada na linguagem de Sinais e Sistemas como taxa de amostragem, pois determina de quanto em quanto tempo será gerada uma amostra, ou seja, um valor. Isto resultou em gravações com um valor a cada  $1/44.100 = 22,7 \mu\text{s}$ . Portanto, o  $\mathbf{x}$  (como consequência também  $\mathbf{d}$  e  $\mathbf{r}$ ) são sinais com amostras a cada  $22,7 \mu\text{s}$  e a cada amostra de  $\mathbf{x}$ , trata-se do "volume" do som a cada instante de tempo onde ocorreu uma amostragem durante a gravação.

A variável  $\mathbf{K}$  é a quantidade de *Intrinsic Mode Functions* (IMF), número de trilhas geradas pelo EMD, e  $\mathbf{r}$  é a sua função residual. A interpretação de cada uma das amostras de  $\mathbf{d}_k$  e  $\mathbf{r}$  também é um "volume". Cada um desses sinais é um som diferente da gravação original, ou seja, um componente espectralmente mais simples, IMF (ou seja, com banda de frequência mais definida, delimitada). A Figura 13 ilustra as IMFs resultantes da aplicação do EMD em um sinal exemplo.

(4)

$$x[i] = \sum_{k=1}^K d_k[i] + r[i]$$



**Figura 13 - Número de IMFs, geradas pelo EMD sobre o ciclo cardíaco de uma gravação.**

**Fonte: Autoria própria.**

### 3.4 BASE DE DADOS A

A base de dados A consiste no resultado da análise dos sinais do estetoscópio eletrônico através do cálculo da duração média do ciclo e seu desvio padrão; cálculo da média das amplitudes relativas de S1 e S2 e seu desvio padrão; decomposição do sinal cardíaco obtido pelo método EMD e seu desvio padrão.

Os números obtidos nesta base dados foram analisados e correlacionados com a base de dados B nas etapas seguintes.

### 3.5 BASE DE DADOS B

A base de dados B são os dados obtidos através da ausculta com o estetoscópio acústico. Os parâmetros analisados nesta base de dados foram: presença ou não do sopro, grau do sopro, sexo do animal, idade e peso.

Algumas análises obtidas nesta base de dados foram correlacionadas com a base de dados A nas etapas seguintes da pesquisa.

### 3.6 RELAÇÃO ENTRE BASE DE DADOS A E B

A relação entre as bases de dados A e B consiste na avaliação dos parâmetros obtidos com o estetoscópio eletrônico comparado com a presença ou não de sopro cardíaco.

O fluxograma de execução da metodologia de pesquisa encontra-se ilustrado na Figura 14.

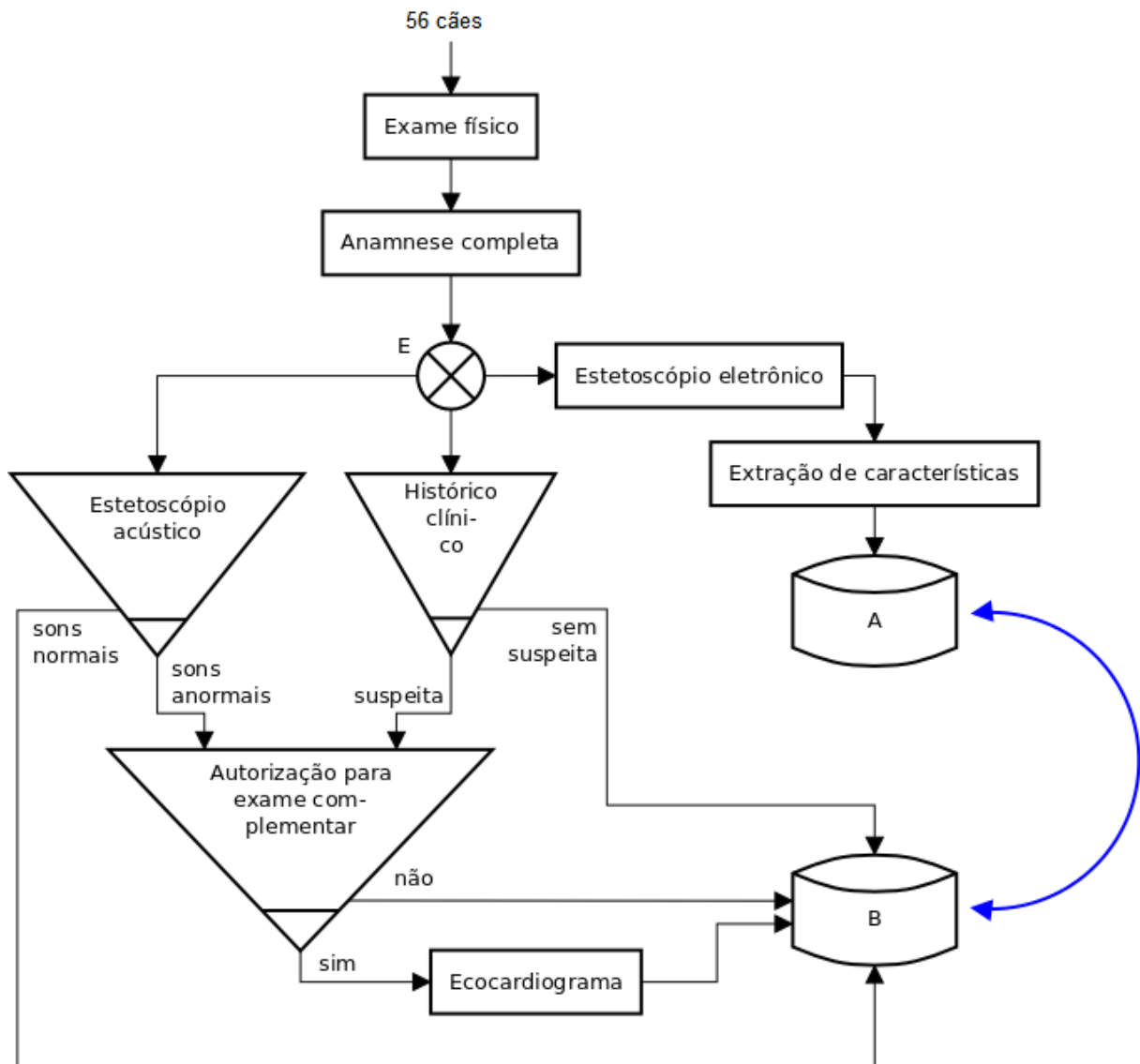


Figura 14 - Fluxograma da metodologia para realizar a relação da ausculta cardíaca

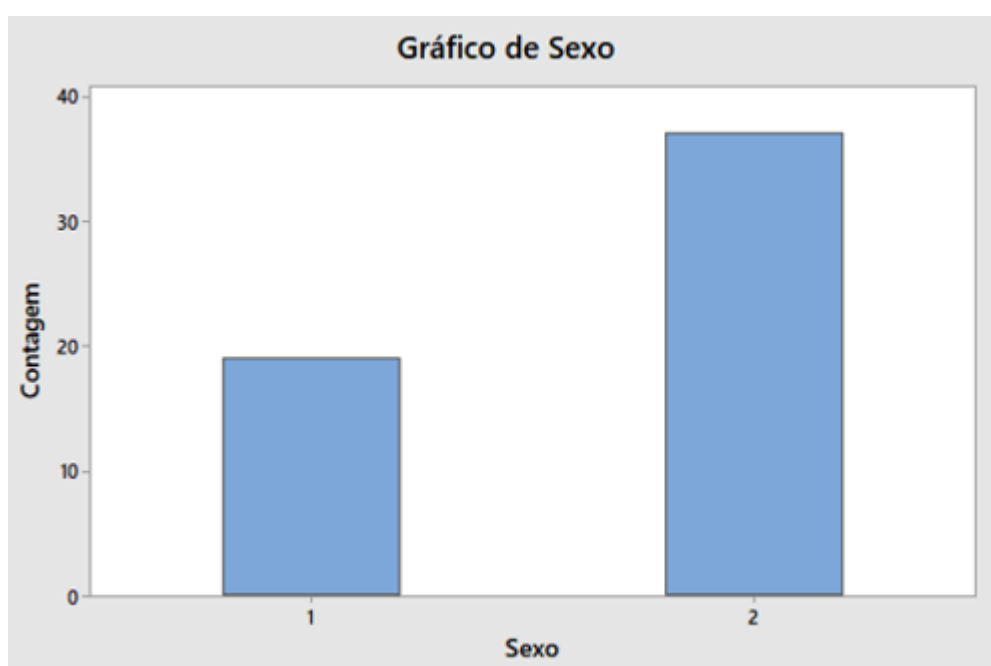
Fonte: Autoria Própria

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados resultantes foi realizada através dos programas *Minitab* e *Excel* por gráficos e tabelas.

## 4 RESULTADOS

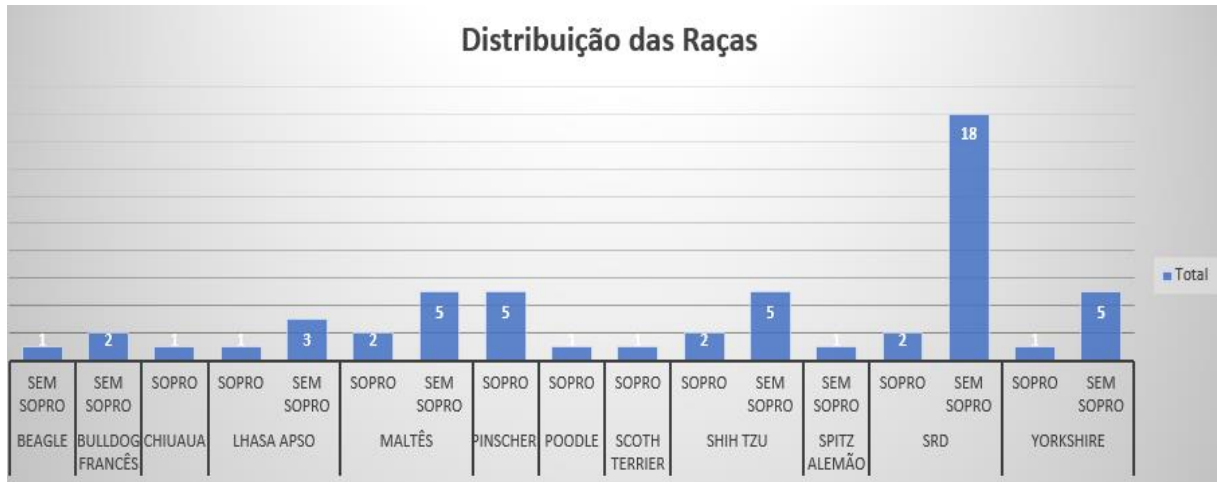
Dos 56 pacientes examinados a idade média da amostra foi de 7,17 anos (1-17 anos), sendo a maioria composta por fêmeas (37 animais), conforme ilustra a Figura 15. O peso médio da amostra foi de 6,2.



**Figura 15 - Distribuição do sexo**

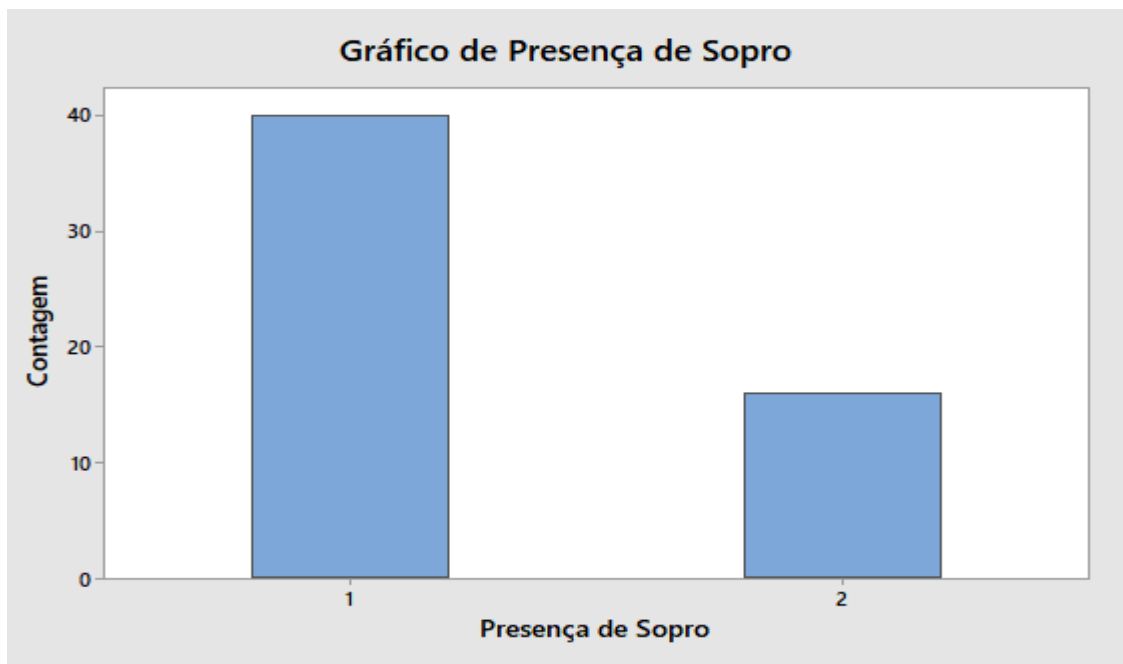
*O número 1 corresponde ao número de machos do presente estudo e o número 2 corresponde ao número de fêmeas. Nota-se uma prevalência maior de fêmeas comparado ao número de machos.*

O maior número de animais com sopro foi da raça pinscher, todos os 5 animais auscultados estavam doentes. Outras raças como maltês, shih tzu e os animais sem raça definida (SRD), também apresentaram relevância no estudo. As raças spitz alemão, beagle e bulldog francês não apresentaram sopro. A distribuição da ausência e presença de sopro de sopro de todas as raças está demonstrada conforme Figura 16.



**Figura 16 - Distribuição das raças em relação a presença e ausência de sopro.**

Na pesquisa 28,5% (16 animais) apresentaram algum grau de sopro diagnosticado com o estetoscópio acústico, conforme ilustra a Figura 17. Desses 16 animais, 14 apresentavam algum sinal clínico sugestivo de doença cardíaca. Além disso, 5 animais apresentavam sopro, no entanto não apresentavam nenhum sinal clínico da doença, 3 animais não apresentavam sopro, mas apresentavam algum sinal clínico sugestivo de DMVM.



**Figura 17 - Gráfico de barras com presença de sopro**

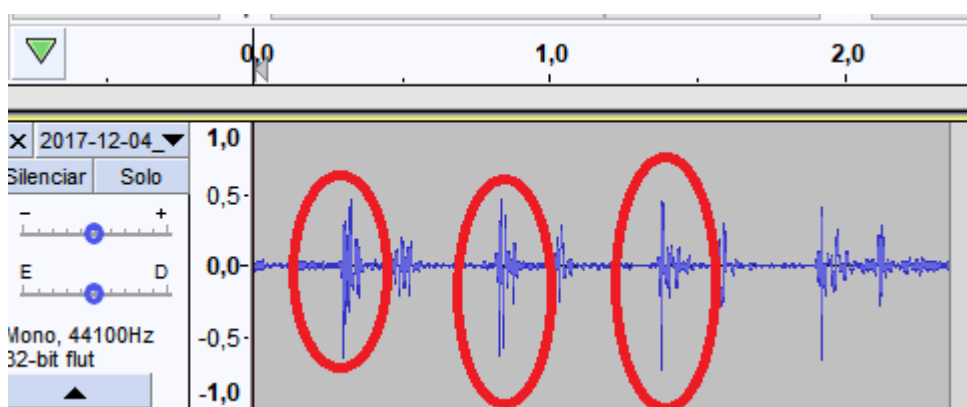
*O número 1 indica os animais que não apresentam sopro e o número 2 indica os animais que apresentaram sopro durante a ausculta cardíaca com o estetoscópio tradicional.*



A presença de sopro nas fêmeas foi maior (37,8%) comparado a presença de sopro nos machos (31,59%). O número de animais que apresentaram algum grau de sopro durante a auscultação e/ou apresentaram algum sinal clínico sugestivo foi de 20 animais (7 machos e 14 fêmeas). Estes animais foram encaminhados para exame de ecocardiograma, mas apenas 12 animais realizaram o exame solicitado. É importante ressaltar que o único animal que não confirmou a doença no exame foi o animal que apresentou sinal clínico, mas não apresentou sopro durante a ausculta.

A relação do tamanho do átrio esquerdo com a artéria aorta (AEAO) é uma medida obtida através do exame de ecocardiograma. Essa medida é importante, pois avaliou a gravidade da doença cardíaca. Quanto maior o valor da relação AEAO maior o remodelamento cardíaco, ou seja, o coração através de mecanismo compensatório aumenta o tamanho do átrio esquerdo para compensar a sobrecarga que acontece na valva mitral. A média da relação do AEAO dos animais com sopro, que foram examinados, foi de  $2,086 \pm 0,6258$ .

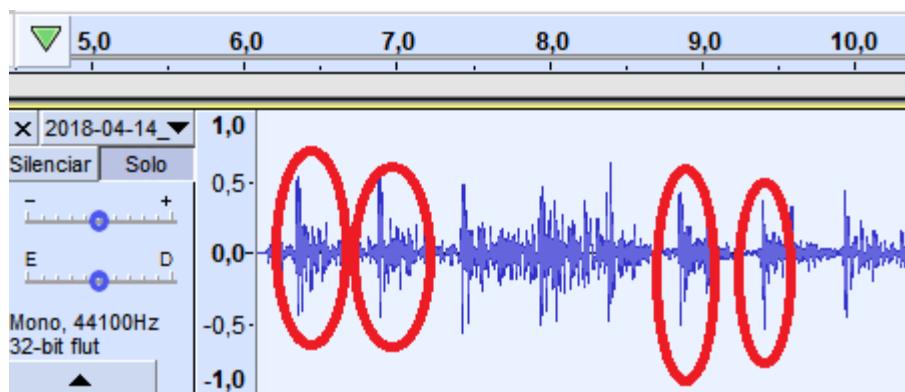
Durante a gravação do som cardíaco, com o estetoscópio eletrônico, foi possível identificar a presença e a ausência de sopro através do som emitido e visualização no registro gráfico. Os animais que não apresentaram sopro apresentaram registro gráfico, em escala de tempo, conforme Figura 18.



**Figura 18 - Visualização gráfica do som cardíaco sem sopro.**

**Fonte: Autoria própria.**

Todos os animais que apresentaram sopro apresentaram área de propagação do som, refluxo sanguíneo, após o S1, apresentaram o traçado, em escala de tempo, conforme Figura 19.



**Figura 19 - Visualização gráfica do som cardíaco com sopro.**

**Fonte: Autoria própria.**

A duração do ciclo cardíaco e seu desvio padrão (DPDC), tempo relativo da sístole e seu desvio padrão (DPTRS), amplitude relativa e seu desvio padrão (DPAR), número de IMFs geradas pelo EMD (NEMD) e seu desvio padrão (DPNEMD) são os resultados numéricos obtidos da gravação realizada com o estetoscópio eletrônico e estão descritos conforme a Tabela 2. As análises dos valores descritos na tabela estão descritas nas próximas etapas da pesquisa.

A análise numérica da duração do ciclo cardíaco, obtida através da gravação com o estetoscópio eletrônico demonstrou uma média de  $0,4922 \pm 0,1401s$  e  $p=0,073$ , o que significa uma amostra com comportamento normal no teste de Anderson Darling, conforme ilustra Figura 20.

Para a realização da análise da duração do ciclo cardíaco com a presença ou não de sopro foi utilizado o gráfico de dispersão. Com a inclusão de todos os pacientes foi obtida uma área de concentração comum entre os animais que possuem sopro e os animais que não possuem variando de 0,3s até 0,58s.

Tabela 2 - Resultados obtidos da gravação com o estetoscópio eletrônico.

(continua)

Paciente	Duração do ciclo	DPDC	Tempo Relativo da Sístole	DPTRS	Amplitude Relativa	DPAR	NEMD	DPNEMD	Presença de sopro
1	0,49	0,11	0,29	0,05	2,12	0,44	12,10	1,40	Sim
2	0,35	0,04	0,47	0,09	3,13	2,12	10,78	0,97	Sim
3	0,38	0,01	0,38	0,03	3,52	2,10	11,53	1,12	Sim
4	0,44	0,13	0,35	0,09	1,37	1,08	11,85	1,57	Não
5	0,65	0,33	0,35	0,15	2,40	1,00	14,03	2,67	Sim
6	0,49	0,04	0,37	0,03	1,00	0,34	13,17	1,47	Não
7	0,48	0,04	0,38	0,14	1,96	0,51	12,20	0,63	Sim
8	0,35	0,02	0,42	0,03	2,22	0,93	11,07	1,16	Não
9	0,58	0,05	0,33	0,03	1,84	0,85	14,45	1,57	Sim
10	0,50	0,06	0,38	0,05	4,23	2,15	12,79	1,48	Não
11	0,58	0,10	0,36	0,06	2,57	0,71	14,93	1,59	Não
12	0,59	0,11	0,36	0,06	0,88	0,27	14,10	1,45	Não
13	0,25	0,05	0,37	0,07	1,37	0,63	11,22	0,97	Não
14	0,36	0,02	0,37	0,05	2,12	0,67	11,33	0,87	Sim
15	0,51	0,07	0,39	0,06	2,34	0,42	14,00	1,00	Não
16	0,62	0,09	0,29	0,05	4,75	3,96	13,67	1,58	Não
17	0,55	0,08	0,33	0,06	1,56	0,38	13,56	1,33	Não
18	0,35	0,02	0,39	0,04	2,79	1,10	11,33	0,50	Sim
19	0,43	0,04	0,35	0,07	3,16	1,45	12,78	1,39	Não
20	0,38	0,04	0,22	0,09	1,39	0,91	12,00	1,58	Sim
21	0,35	0,01	0,40	0,03	1,73	0,38	11,44	0,88	Sim
22	0,52	0,11	0,27	0,10	1,25	0,71	13,56	0,73	Sim
23	0,41	0,03	0,35	0,04	0,75	0,28	12,44	1,51	Sim
24	0,40	0,06	0,35	0,04	0,98	0,53	11,22	1,48	Não
25	0,43	0,04	0,35	0,03	1,02	0,50	11,22	1,30	Não
26	0,47	0,06	0,38	0,07	1,19	0,46	13,78	1,99	Não
27	0,39	0,09	0,50	0,09	1,66	1,03	12,33	1,50	Não
28	0,64	0,12	0,28	0,07	0,76	0,24	15,89	1,90	Não
29	0,27	0,01	0,12	0,03	1,00	0,00	11,22	0,97	Não
30	0,30	0,04	0,31	0,15	1,85	0,74	12,33	1,22	Não
31	0,54	0,06	0,31	0,03	0,95	0,30	14,22	1,48	Sim
32	0,48	0,05	0,39	0,11	1,67	0,55	12,56	1,24	Sim
33	0,27	0,01	0,41	0,08	2,63	0,85	10,11	0,78	Não
34	0,54	0,02	0,34	0,03	0,80	0,44	13,22	1,86	Não
35	0,61	0,08	0,33	0,04	1,53	0,94	13,89	2,03	Não
36	0,45	0,02	0,40	0,03	0,98	0,71	12,56	0,88	Sim
37	0,41	0,03	0,46	0,08	1,65	0,73	11,56	1,74	Não
38	0,59	0,09	0,30	0,06	1,01	0,04	11,56	0,73	Não
39	0,60	0,11	0,32	0,09	1,28	0,54	12,11	1,27	Não
40	0,43	0,04	0,35	0,03	1,01	0,24	11,11	1,27	Não
41	0,40	0,02	0,49	0,07	1,62	0,35	10,78	1,20	Não
42	0,91	0,17	0,22	0,05	1,62	0,49	15,89	1,90	Não

Tabela 3 - Resultados obtidos da gravação com o estetoscópio eletrônico.

(conclusão)

Paciente	Duração do ciclo	DPDC	Tempo Relativo da Sístole	DPTRS	Amplitude Relativa	DPAR	NEMD	DPNEMD	Presença de sopro
45	0,50	0,02	0,37	0,02	3,80	1,51	11,89	1,69	Não
46	0,32	0,02	0,42	0,09	1,74	0,53	8,89	0,33	Sim
47	0,61	0,09	0,30	0,06	1,54	0,71	12,78	1,30	Não
48	0,35	0,04	0,42	0,10	2,07	1,28	12,22	2,22	Não
49	0,48	0,03	0,37	0,02	1,12	0,22	12,22	1,20	Não
50	0,41	0,07	0,40	0,06	3,85	8,48	12,78	1,39	Não
51	0,47	0,03	0,35	0,02	1,08	0,15	14,11	1,76	Não
52	0,58	0,11	0,27	0,06	0,65	0,33	14,22	1,64	Não
53	0,66	0,05	0,29	0,02	3,11	0,99	18,00	2,24	Não
54	0,59	0,08	0,31	0,05	0,57	0,10	13,22	1,72	Não
55	0,53	0,04	0,33	0,02	1,93	0,44	15,11	1,17	Não
56	0,55	0,05	0,34	0,04	1,47	0,71	14,22	1,79	Não

Fonte: Autoria própria.

**Notas:**

DPDC – desvio padrão da duração do ciclo.

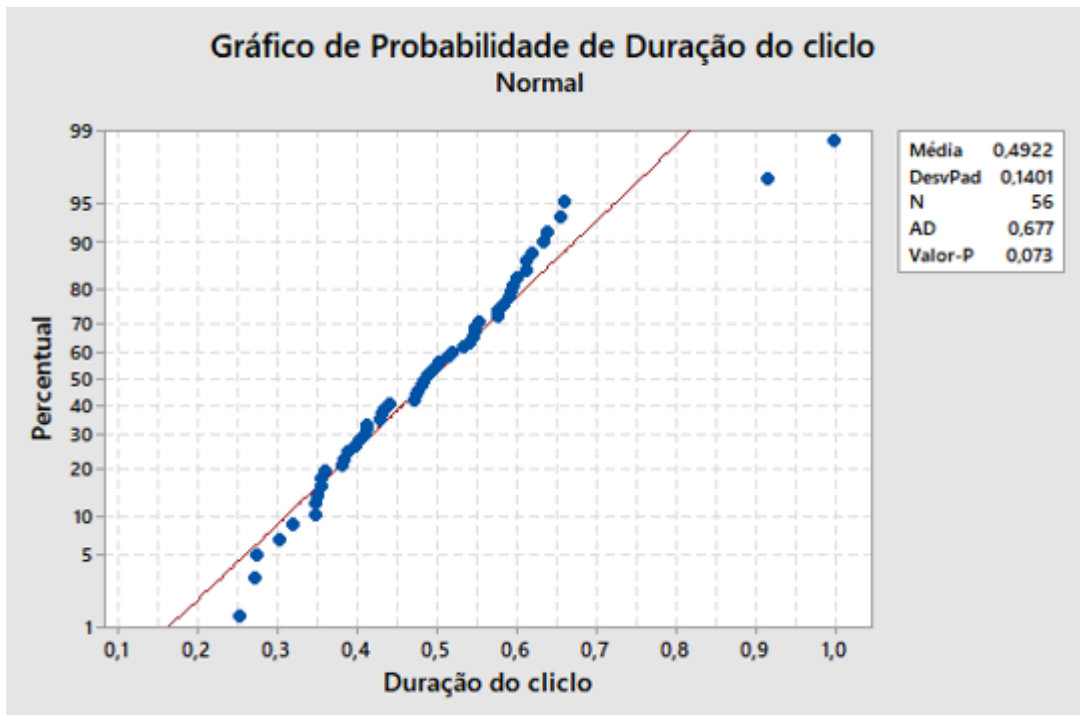
DPTRS – desvio padrão do tempo relativo da sístole.

DPAR – desvio padrão da amplitude relativa

NEMD – número de trilhas geradas pelo *Empirical Mode Decomposition*.DPNEMD – desvio padrão do número de trilhas geradas pelo *Empirical Mode Decomposition*.

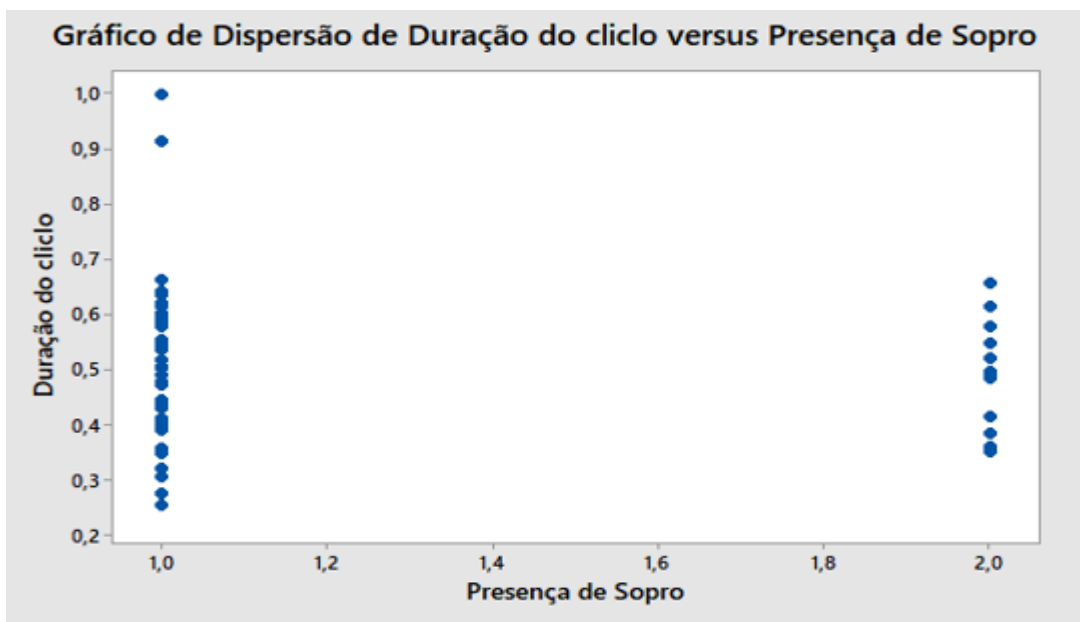
Os animais que obtiveram a duração de ciclo dentro desta faixa foram considerados inconclusivos para determinar a presença ou ausência de sopro. No entanto, os valores menores que 0,3s e maiores do que 0,58s correspondem aos animais que não possuem sopro cardíaco conforme Figura 21.

É importante observar que 2 animais não seguiram a regra, conforme ilustra a Figura 21, pois obtiveram a duração do ciclo maior do que 0,58s. Esse fato pode ter acontecido, pois são dois animais da raça Pinscher e esse pode ser um padrão para essa raça de animais.



**Figura 20 - Distribuição da duração do ciclo cardíaco**

*Demonstra a distribuição normal dos dados no teste de Anderson Darling, uma vez que  $p=0,073$*

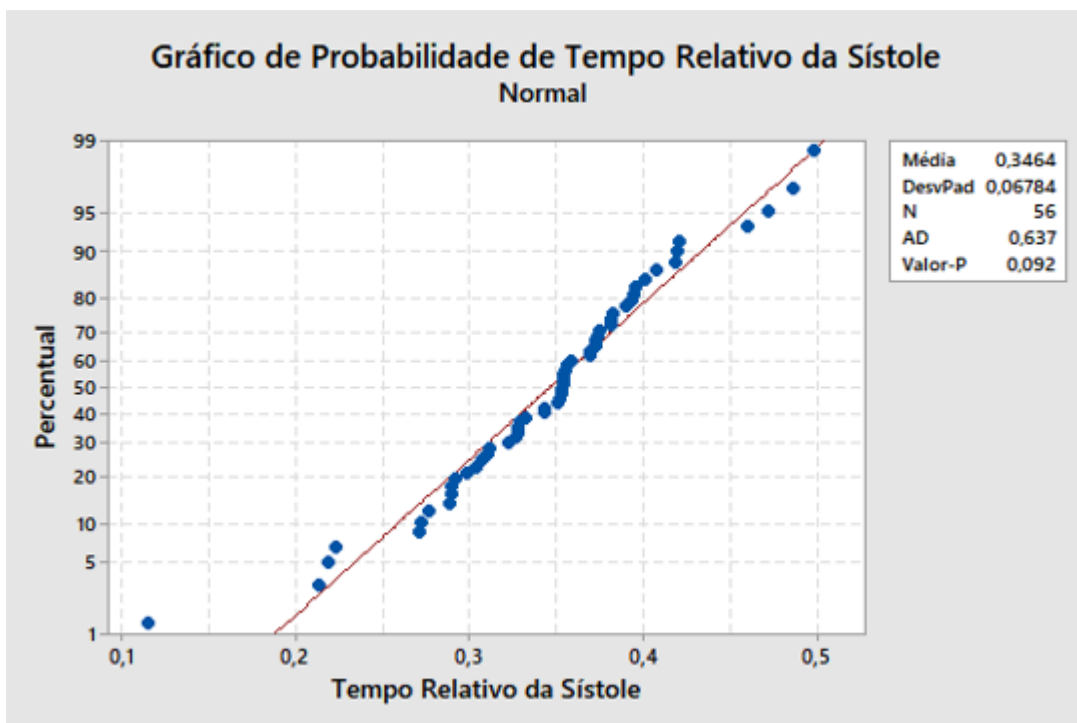


**Figura 21 - Dispersão da duração do ciclo em relação aos animais que apresentam sopro e os animais que não apresentavam sopro.**

*Número 1 corresponde a faixa de animais que não possuem sopro e o número 2 os animais que possuem sopro. O gráfico demonstra a área de concentração da duração do ciclo dos animais que possuem sopro versus que não possui sopro. Nota-se que os valores de 0,3 a 0,66 são considerados inconclusivos, pois são valores comuns para os animais que possuem e não possuem sopro. Os valores menores do que 0,3 e maiores do que 0,66 não possuem sopro.*

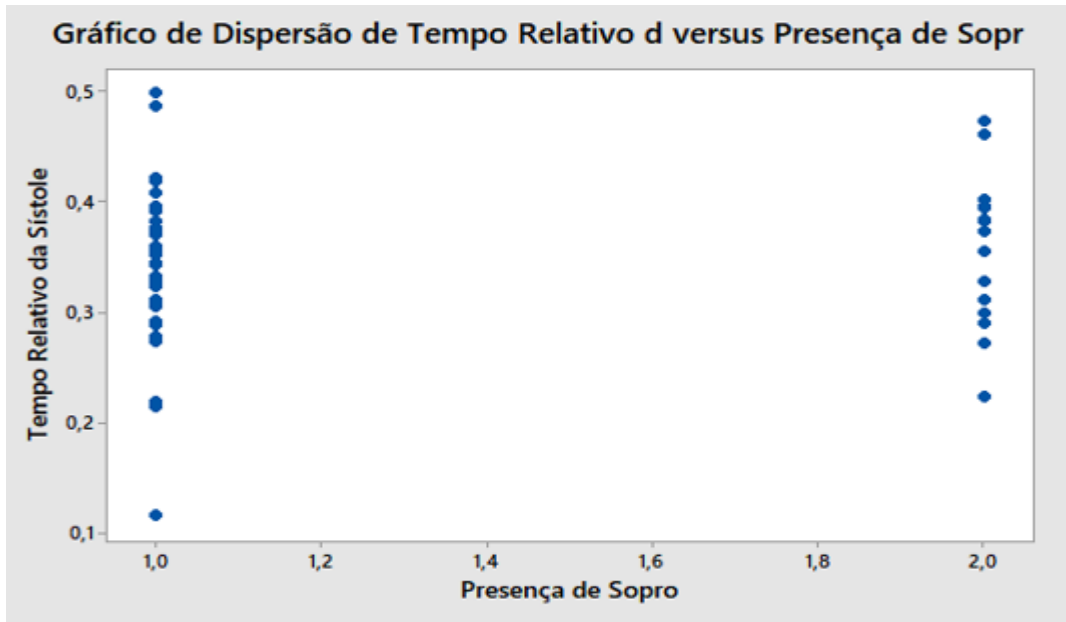
A média dos tempos relativos das sístoles foi de  $0,346 \pm 0,06784s$  e um  $p=0,092$  sendo considerada uma amostra com distribuição dos dados normal de acordo com o teste de Anderson Darling, conforme Figura 22. Quando correlacionado o valor do tempo relativo da sístole com a presença ou não do sopro obtemos valores comuns para os dois casos de 0,27 a 0,41.

Os valores menores do que 0,27 e maiores que 0,41 indiquem animais que não possuem sopro cardíaco. No entanto, essa análise apresentou presença de 3 animais *outliers* sendo que dois apresentavam sopro grau 6 na ausculta tradicional e 1 deles apresentava sopro de baixa intensidade podendo justificar o resultado obtido, conforme Figura 23.



**Figura 22 - Distribuição do tempo relativo da sístole**

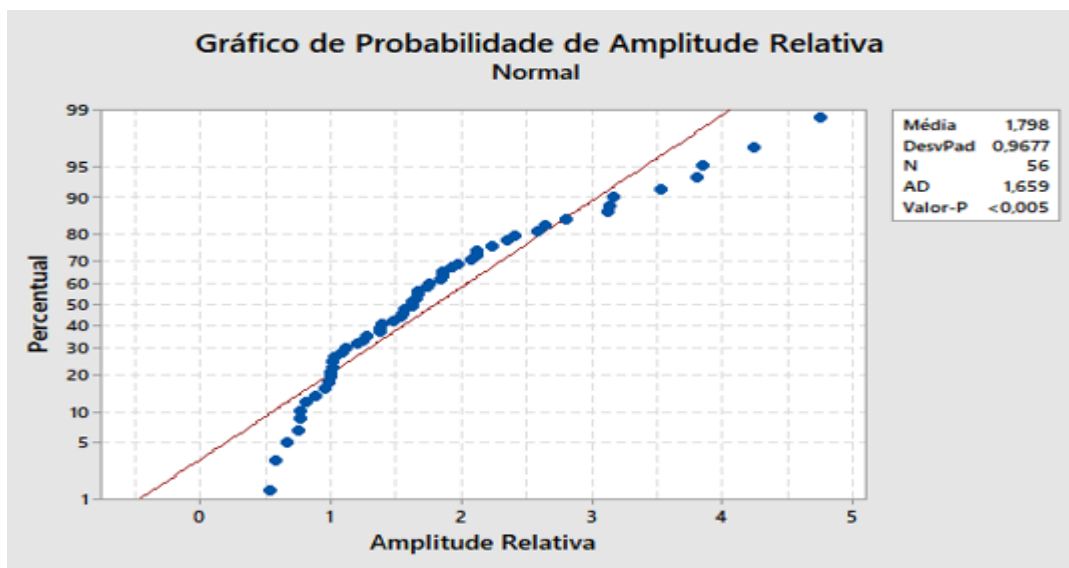
Mostra a distribuição normal da amostra com valor- $p=0,092$  para o tempo relativo da sístole de acordo com o teste de normalidade de Anderson Darling



**Figura 23 - Distribuição do tempo relativo da sístole**

Número 1 indica os animais que não possuem sopro e o número 2 indica os animais que possuem sopro. O gráfico mostra que os valores de 0,27 a 0,41 são inconclusivos, pois não diferenciam das duas amostras. Espera-se que os animais com valores menores do que 0,27 e maiores do que 0,41 não possuem sopro.

A amplitude relativa apresentou média de  $1,798 \pm 0,9677$  e um  $p=0,005$  não apresentando uma distribuição de amostra normal de Anderson Darling, conforme ilustra a Figura 24.

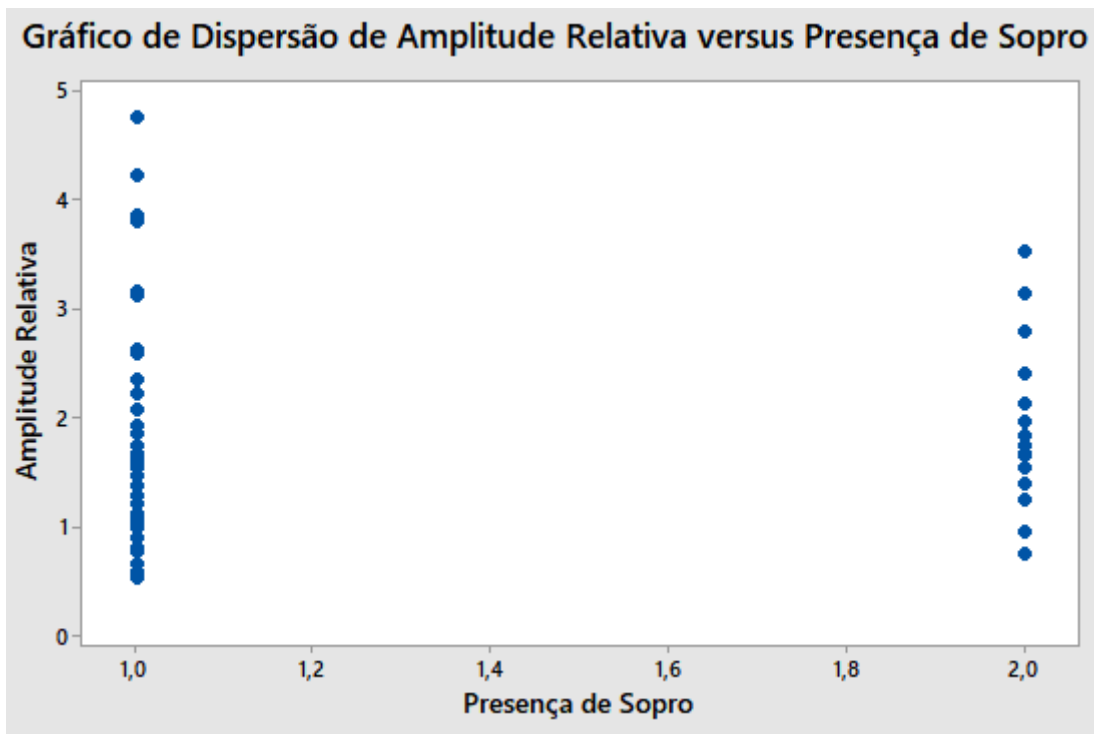


**Figura 24 - Distribuição amostral da amplitude relativa**

Mostra a distribuição não normal dos valores da amplitude relativa após o teste de Anderson Darling considerando o  $p < 0,005$ .

A distribuição da amostra de amplitude relativa versus presença ou não de sopro indica que animais que não possuem sopro cardíaco possuem uma variação da amplitude relativa muito maior comparado aos animais que possuem sopro, tendo como área de comum dispersão entre 1 e 2,4. No entanto, essa análise não demonstrou um padrão para os animais que possuem sopro, conforme ilustrado na Figura 25.

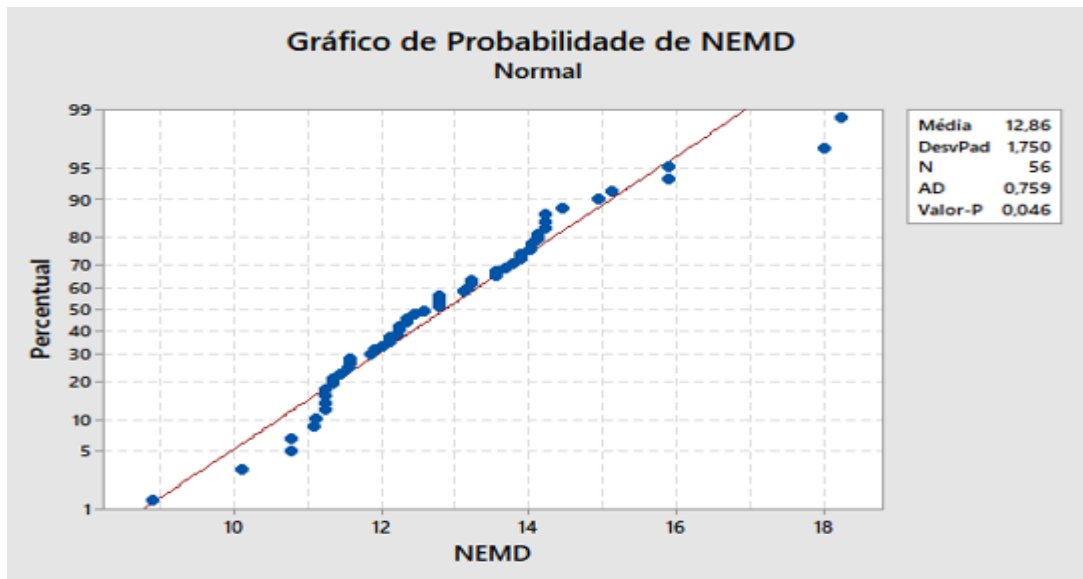
Com a inclusão de todos os pacientes não foi possível que a amostra de número trilha geradas pelo EMD apresentasse uma distribuição normal com o teste de Anderson Darling. Isso provavelmente ocorreu pela presença de dois *outliers*, ou seja, pacientes que apresentaram números de trilhas muito superior aos outros animais. A média do número de trilhas geradas pelo EMD através do estetoscópio eletrônico foi de  $12,86 \pm 1,75$  e um  $p=0,046$  conforme Figura 26.



**Figura 25 - Dispersão da amplitude relativa versus presença de sopro**

*Número 1 indica animais que não possuem sopro e o número 2 os animais que possuem sopro. Nota-se que os valores de 1 até 2,4 são considerados inconclusivos, pois são comuns aos dois casos. Valores menores do que 1 e maiores do que 2,4 indicam que o animal não possui sopro.*

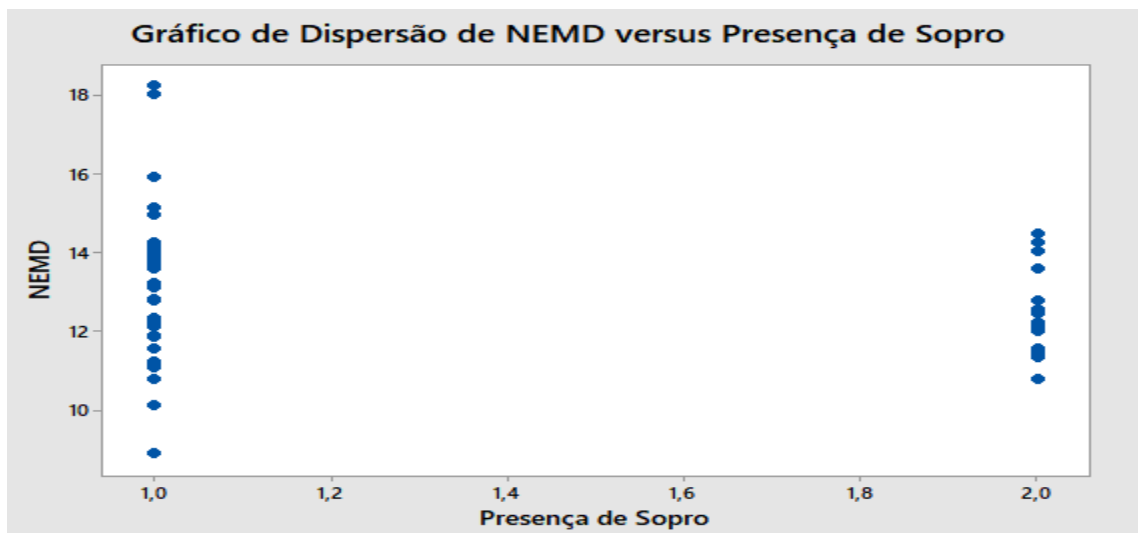




**Figura 26 - Distribuição dos valores dos números de trilhas geradas pelo EMD.**

*Mostra a distribuição não normal dos números de trilhas geradas pelo EMD formados através do teste de Anderson Darling  $p=0,046$ .*

Considerando o gráfico de dispersão, pode-se afirmar que os valores de 10,6 até 14,5 são considerados inconclusivos, pois são amostras semelhantes. Os valores menores do que 10,6 e maiores do que 14,5 são considerados sem a presença de sopro, conforme Figura 27.



**Figura 27 - Dispersão NEMD versus presença de sopro.**

*Número 1 são os animais que não possuem sopro e o número 2 os animais que possuem sopro. Nota-se que os valores de 10,6 até 14,5 são considerados inconclusivos, pois o número de EMDs formados pelos animais são iguais para os dois grupos de animais. Os valores menores do que 10,6 e maiores do que 14,5 correspondem aos animais que não possuem sopro.*

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao se considerar o número significativo de 40% de tutores que optaram em não realizar o exame complementar, associado ao alto custo para diagnóstico de doença cardíaca em cães, pode-se afirmar que técnicas de diagnósticos de doenças cardíacas mais baratas são bem-vindas.

Pode-se afirmar que o trabalho atendeu a expectativa de ser possível a realização da análise dos sons cardíacos através da visualização gráfica do sopro, mesmo que alguns algoritmos não tenham permitindo ainda uma correlação com os exames clássicos.

Os parâmetros analisados sobre duração do ciclo cardíaco, tempo relativo da sístole, amplitude relativa e número de IMFs geradas pelo EMD demonstraram uma tendência numérica característica do sinal para os animais saudáveis, entre eles pode-se destacar maior variação da amplitude relativa comparado a variação dos animais doentes. No entanto, não foi possível determinar um padrão confiável de característica para os animais com sopro. Além disso, foi observado um número maior de fêmeas com sopro comparado ao número de machos.

Por fim, este foi um projeto piloto, cujos resultados serão aprofundados em outro trabalho realizado em paralelo, que tem como objetivo aumento da sobrevida dos pacientes com o diagnóstico precoce da doença cardíaca em suas fases iniciais e analisar outros parâmetros para estabelecer um padrão para o sopro cardíaco.

## 6 PERSPECTIVAS FUTURAS

Para que o estetoscópio eletrônico utilizado para ausculta cardíaca possa ser amplamente difundido são necessários mais estudos relacionados ao tema, o que poderia ser obtido através de novas pesquisas de outros algoritmos e, conseqüentemente, maior tendência de medidas que se evidenciem que o animal está doente ou não. Além disso, é importante melhorar a relação sinal/ruído para que se possa obter um sinal mais limpo e próximo da realidade fisiológica do animal. Com isso em mente, dois seriam os próximos passos: pesquisar diferentes parâmetros de análise do som cardíaco e utilizar filtro durante a gravação dos animais.

A respeito do primeiro passo, é possível que a adoção de novos algoritmos possa levar a um número que possibilita distinguir com maior clareza os animais que estão doentes dos animais que não estão doentes. Como discutido previamente, uma grande parcela dos pacientes obteve comparações numéricas semelhantes dos animais doentes e não doentes, mesmo apresentando, muitas vezes, tendências numéricas característica de cada caso. Ademais, deve-se ressaltar que a diferença do peso e raça pode alterar também o resultado da pesquisa.

Nesta pesquisa optou-se por avaliar apenas a duração do ciclo cardíaco, tempo relativo da sístole, amplitude relativa e número de trilhas geradas pelo EMD uma vez que, se mais de um parâmetro fossem analisados simultaneamente, não seria possível determinar suas contribuições individuais. No entanto, como o estudo retratou os resultados de poucas variáveis, há um outro projeto em andamento para analisar os números de IMFs geradas pelo EMDs e novos algoritmos, uma vez que possam comprovar a característica dos sons normais e anormais através da gravação com o estetoscópio eletrônico.

O segundo passo a ser discutido é a presença de ruído no momento da gravação. Isso pode ser amenizado através da utilização de dois filtros existente no próprio aparelho ou uso de filtros digitais, que faria o papel de filtro que o aparelho fornece. Nestes pacientes, os benefícios mais relevantes seriam a diminuição do ruído causado durante a gravação e talvez uma melhor interpretação dos dados. Todavia, o uso de filtros pode apresentar algumas desvantagens relacionadas a perda de característica dos sinais mesmo sendo realizada de forma adequada.

Ainda, o desenvolvimento de novas pesquisas com o tema também pode contribuir para o ensino de ausculta cardíaca nas universidades e pode reduzir a incidência de erros subjetivos decorrente da ausculta tradicional acústica.

**REFERÊNCIAS**

AKBARI, Mohammed Ali. et al. Digital subtraction phonocardiography (DSP) applied to the detection and characterization of heart murmurs. **Biomedical Engineering Online**. Tehran. 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3258229/>>. Acesso em: 04 mai. 2017.

ALL HEART. Jabes Electronic Stethoscope, 2016. Disponível em: <<https://www.allheart.com/jabes-electronic-stethoscope/p/jsjabes3/>>. Acesso em: 14 out. 2016.

BORGARELLI, M. S. et al. Survival Characteristics and Prognostic Variables of Dogs with Preclinical Chronic Degenerative Mitral Valve Disease Attributable Preclinical Chronic Degenerative Mitral Valve Disease Attributable to Myxomatous Degeneration. **Vet Intern Med**. Kansas, Estados Unidos. 2011.

CARNEIRO. Leandra. R. **Estetoscopio Eletronico: Som impar para ausculta**. 2011. Disponível em: <<http://timedicina.blogspot.com.br/2011/05/estetoscopio-eletronico-som-impar-para.htm>>. Acesso em: 16 jun. 2016.

DYCE, L.M; SACK, W. O; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**, 4 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

FEITOSA, Francisco Leydson F. **Semiologia Veterinária: A arte do diagnostico**, 2 ed. São Paulo: Roca, 2008.

FOX, Philip. R. **Cardiovascular History and Physical Examination**. The North American Veterinary Conference, Florida, 2007.

GETTY, Robert. **Anatomia dos animias domésticos**, 5 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1981.

GRENIER, Marie, Claude. et al: Clinical Comparison of Acoustic and Electronic Stethoscopes and Design of a New Electronic Stethoscope. **The American Journal of Cardiology**. Canadá. 1998. Disponível em: <<https://www.deepdyve.com/lp/elsevier/clinical-comparison-of-acoustic-and-electronic-stethoscopes-and-design-vIcFa0rZcT>>. Acesso em: 01 abr. 2017.

KÖNING, Horst. E; LIEBICH, Hans-Georg. **Anatomia dos Animais - Domésticos**: texto e atlas colorido, vol. 2, Porto Alegre: Artmed, 2004.

LENG, S.; TAN, R.S.; CHAI, K.T.C.; WANG, C.; GHISTA, D.; ZHONG, L. The electronic stethoscope. *BioMed Eng OnLine*, 2015.

LITTMANN. **Estetoscópio 3M™ Littmann® Cardiology IV™ 6158 Framboesa**, 2017. Disponível em: < [https://www.3m.com.br/3M/pt\\_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~/Estetosc%C3%B3pio-3M-Littmann-Cardiology-IV-6158-Framboesa/?N=5002385+3291847420&rt=rud](https://www.3m.com.br/3M/pt_BR/3m-do-brasil/todos-os-produtos-3m-do-brasil/~/Estetosc%C3%B3pio-3M-Littmann-Cardiology-IV-6158-Framboesa/?N=5002385+3291847420&rt=rud)> . Acesso em: 20 out. 2016.

LJUNGVALL, I. et al. Murmur intensity in small-breed dogs with myxomatous mitral valve disease reflects disease severity. **Journal of Small Animal Practice**. Suécia. 2014. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25213440>>. Acesso em 19 jan. 2017

HUANG, Norden E; SHEN, Zheng; LONG, Steven R; WU, MANLI C; SHIH, Hsing, H; ZENG, Quanan; YEN, Nai-chyuan; TUNG, Chi C; LIU, Henry, H. The empiracal mode decomposition and the Hilbert spectrum for nonlinear and non-stationary time series analysis. **In Proc. Of the Royal Society of London**, 1998, vol 454:903:955.

NELSON, Richard, W; COUTO, C. Guillermo. **Medicina Interna de Pequenos Animais**. 5 ed. Elsevier, 2015.

NETO, Alvaro, Rea; MENDES, Ciro, Leite; REZENDE, Ederlon, Alves, de Carvalho. **Monitorização em UTI**. São Paulo: Rvinter, 2004.

PAZIN-FILHO, A.; SCHMIDT, A.; MACIEL, B. C. **Ausculda Cardíaca: bases fisiológicas-fisiopatológicas**. 37 ed. Ribeirão Preto, 2004.

PORTO, Celmo, Celso; PORTO, Arnaldo, Lemos. **Semiologia Médica**. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 2014.

SMITH, Francis. W. K; KEENE, Bruce. W; TILLEY, Larry. P. **Rapid Interpretation of Heart and Lung Sounds: A Guide to Cardiac and Respiratory Auscultation in Dogs and Cats**, 2 ed. Philadelphia, USA: Elsevier, 2006.

STEPIEN, Rebecca L. Chronic valvular disease in dogs. **Veterinary Focus**. France. 2015.

TILKIAN, Ara, G.; CONOVER, Mary, Bordreua. **Entendendo os Sons e Sopros Cardíacos: Semiologia do sistema cardiovascular ausculda cardíaca**. 4 ed. São Paulo: Roca, 2004.

VÖRÖS, Károly. Et al. Sound Recording and Digital Phonocardiography of Cardiac Murmurs in Dogs by Using a Sensor Based Electronic Stethoscope. **Acta Veterinaria Hungarica**. Hungria. 2011. Disponível em: <[http://akademiai.com/doi/abs/10.1556/AVet.59.2011.1.3?url\\_ver=Z39.88-2003&rfr\\_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr\\_dat=cr\\_pub%3Dpubmed&](http://akademiai.com/doi/abs/10.1556/AVet.59.2011.1.3?url_ver=Z39.88-2003&rfr_id=ori%3Arid%3Acrossref.org&rfr_dat=cr_pub%3Dpubmed&)> Acesso em: 10 jun. 16.

WEBSTER, John, G. **Medical Instrumentation: Application and design**, 4 ed. Wiley Global Education, weUnited States of American, 2009.

WIKIPÉDIA. Diagram of the human heart. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/wiki/Art%C3%A9ria\\_pulmonar#/media/File:Diagram\\_of\\_the\\_human\\_heart\\_\(cropped\)\\_pt.svg](https://pt.wikipedia.org/wiki/Art%C3%A9ria_pulmonar#/media/File:Diagram_of_the_human_heart_(cropped)_pt.svg)>. Acesso em: 27/08/2018.

WIKIPÉDIA. Wiggers diagram. Disponível em: <[https://en.wikipedia.org/wiki/Wiggers\\_diagram](https://en.wikipedia.org/wiki/Wiggers_diagram)>. Acesso em: 10/09/2018.



## APÊNDICE A



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
 Câmpus Dois Vizinhos  
**Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA**



## PROJETO DE PESQUISA / AULA PRÁTICA

<b>Título:</b>	Protocolo de ausculta cardíaca em cães com uso do estetoscópio eletrônico
<b>Área Temática:</b>	Processamento de sinais biológicos
<b>Pesquisador / Professor:</b>	Sergio Leandro Stebel
<b>Instituição:</b>	UTFPR – Curitiba (DAELN-CT)
<b>Financiamento:</b>	Não há
<b>Versão:</b>	02

PARECER CONSUBSTANCIADO DA CEUA	Protocolo nº 2017-006
<p><b>Apresentação do Projeto:</b></p> <p>O projeto em apreciação visa elaborar um possível protocolo de ausculta cardíaca em cães fazendo uso de equipamento eletrônico em experimentação, em comparação a técnicas de uso corrente.</p>	
<p><b>Objetivo:</b></p> <p>De acordo com os autores do projeto, a proposta deste estudo é realizar o acompanhamento clínico da evolução dos sons cardíacos em cães, através do registro gráfico, com auxílio da fonocardiografia na Clínica Veterinária 'Dog Vet' localizada na cidade de Curitiba. Mais especificamente pretendem com este experimento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Avaliar os tipos de sopros cardíacos;</li> <li>2. Estudar a ocorrência de disfunção diastólica e/ou sistólica, e</li> <li>3. Avaliar o ritmo cardíaco com uso do fonocardiógrafo.</li> </ol>	
<p><b>Avaliação dos Riscos e Benefícios:</b></p> <p>Os riscos esperados pelos proponentes do projeto são os típicos vinculados ao uso inicial de um novo equipamento: as dificuldades iniciais quanto aos mecanismos e condições corretas de uso e também quanto ao adequado <i>design</i> do equipamento. No que tange a segurança imediata em seu uso, o equipamento que está sendo desenvolvido não apresenta riscos elétricos de choque ou descargas, seja no paciente ou no usuário do equipamento.</p> <p>Quanto aos benefícios, os proponentes apontaram três aspectos distintos. Primeiramente, o estetoscópio eletrônico presumivelmente deve representar menos estresse ao paciente, uma vez que não requer imobilização, nem raspagem dos pelos do abdome, nem mesmo a postura obrigatória de decúbito, como no exame de ecocardiografia. Em segundo lugar, caso a ausculta eletrônica mostre-se eficaz, tornar-se-á um recurso significativamente mais barato que o ecocardiograma para o médico veterinário. Por fim, é esperado que a ausculta eletrônica seja mais eficiente no diagnóstico de doenças cardíacas em animais em suas fases iniciais.</p>	
<p><b>Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:</b></p> <p>Os itens descritos nos documentos apresentados até então são compatíveis com os objetivos da proposta e a metodologia foi mais pormenorizada por parte dos proponentes.</p>	
<p><b>Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:</b></p> <p>Foram anexados à presente solicitação apenas os seguintes termos e documentos: 1) o formulário unificado de</p>	



Ministério da Educação  
**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
 Câmpus Dois Vizinhos  
**Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA**



<p>encaminhamento ao CEUA-UTFPR, assinado pelo pesquisador responsável pelo projeto; 2) projeto de pesquisa completo no modelo da PROPPG-CEUA; 3) a declaração de não início do projeto (com assinatura e data do pesquisador responsável); 4) Declaração de médico veterinário, datado e assinado, como responsável técnico pelo bem estar dos animais utilizados durante a execução do projeto; 5) requerimento de solicitação para avaliação do projeto pela CEUA-UTFPR; 6) documento de anuência da atual Coordenadora (Profª. Drª. Leandra Ulbricht) do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Biomédica e que inclui carimbo e assinatura de ciência e concordância do Diretor de Pesquisa e Pós-Graduação do Câmpus de Curitiba, Prof. Dr. Alexandre A. P. Pohl.</p>
<p><b>Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:</b>  <b>Não há.</b></p>
<p><b>Situação do Parecer:</b>          APROVADO</p>
<p><b>Considerações Finais a Critério da CEUA:</b>          Todos os procedimentos devem seguir a lei nº 11.794 de 8 de outubro de 2008.</p>

#### CERTIFICADO

Certificamos que o projeto intitulado "Protocolo de ausculta cardíaca em cães com uso do estetoscópio eletrônico", protocolo nº 2017/006, sob a responsabilidade de Sergio Leandro Stebel - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica (ou ensino) - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA-UTFPR) da UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ, em reunião de 04/07/2017.

<b>Vigência do projeto:</b>	<b>05 de julho de 2017 a dezembro de 2017</b>
<b>Finalidade</b>	( ) Ensino ( X ) Pesquisa Científica
<b>Espécie/linhagem:</b>	<i>Canis lupus familiaris</i> (sem distinção de raça)
<b>Número de animais:</b>	100
<b>Peso/Idade:</b>	Sem distinção
<b>Sexo:</b>	Sem distinção
<b>Origem:</b>	Proprietários particulares

Dois Vizinhos, 5 de julho de 2017.

*Nédia de Castilhos Ghisi*

Assinado por:

Nédia de Castilhos Ghisi

**Nédia de Castilhos Ghisi**  
 Presidente do CEUA - UTFPR  
 Comissão de Ética no  
 uso de Animais

Presidente da Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

## APÊNDICE B

### TERMO DE CONSENTIMENTO DO USO ANIMAL

Título do projeto: Protocolo de Ausculta Cardíaca em Cães com uso do Estetoscópio Eletrônico  
Nome do Pesquisador Principal: Camila Cristina Negrão de Andrade  
Razão Social e CIAEP instituição da CEUA que aprovou: CEUA- UTFPR

Objetivos do estudo: O objetivo deste estudo é realizar o acompanhamento clínico da evolução dos sons cardíacos através do registro gráfico com auxílio da fonocardiografia na Clínica Veterinária Dog Vet em Curitiba. As metas da pesquisa incluem: avaliar os tipos de sopros cardíacos, estudar a ocorrência de disfunção diastólica e/ou sistólica e avaliar o ritmo cardíaco com uso do fonocardiógrafo

Procedimentos a serem realizados com os animais será realizada a ausculta e registro do som cardíaco com estetoscópio eletrônico na clínica veterinária Dog Vet durante a anamnese dos animais que virem para consulta.

Potenciais riscos para os animais: Os riscos do projeto são inerentes ao uso de um novo equipamento, com as dificuldades iniciais de correta forma de utilização e adequado design do equipamento. O equipamento que está sendo desenvolvido não apresenta riscos elétricos de choque ou descargas no paciente ou no usuário do equipamento.

Cronograma: de abril de 2017 até dezembro de 2017

Benefícios: O uso do estetoscópio eletrônico é para apresentar menos *stress* ao paciente, pois não necessita imobilizar o animal, raspar o pelo da barriga e deixa-lo em decúbito como o exame de ecocardiografia. Além disso, é esperado um maior número de diagnóstico de doença cardíaca em animais em suas fases iniciais.

Esclarecimentos ao proprietário sobre a participação do animal neste projeto.

Sua autorização para a inclusão do(s) seu(s) animal(is) nesse estudo é voluntária. Seu(s) animal(is) poderá(ão) ser retirado(s) do estudo, a qualquer momento, sem que isso cause qualquer prejuízo a ele(s).

A confidencialidade dos seus dados pessoais será preservada.

Os membros da CEUA ou as autoridades regulatórias poderão solicitar suas informações e, nesse caso, elas serão dirigidas especificamente para fins de inspeções regulares.

O Médico Veterinário responsável pelo(s) seu(s) animal(is) será o(a) Dr (a) Camila Cristina Negrão de Andrade, inscrito (a) no CRMV sob o n 12698. Quando for necessário, durante ou após o período do estudo, você poderá entrar em contato com o Pesquisador pelos contatos:

Tel. de emergência: (41) 998254881

Endereço: Rua Getúlio Vargas 4510

Telefone: (41) 32445775

#### Declaração de Consentimento

Fui devidamente esclarecido(a) sobre todos os procedimentos deste estudo, seus riscos e benefícios ao(s) animal(is) pelo(s) qual(is) sou responsável. Fui também informado que posso retirar meu(s) animal(is) do estudo a qualquer momento. Ao assinar este Termo de Consentimento, declaro que autorizo a participação do(s) meu(s) animal(is) identificado(s), a seguir, neste projeto.

Este documento será assinado em duas vias, sendo que uma via ficará comigo e outra com o pesquisador.

(Curitiba-PR), 23/02/2017

Assinatura do Pesquisador Responsável: \_\_\_\_\_  
Nome: Camila Cristina Negrão de Andrade



Documento de Identidade: 10 275242-2

Identificação do(s) animal(is) (repetir tantas vezes quantas forem os animais)

Nome: \_\_\_\_\_

Número de identificação: \_\_\_\_\_

Espécie: \_\_\_\_\_

Raça: \_\_\_\_\_

APÊNDICE C



Data: 08/09/14

FICHA DE ATENDIMENTO CLÍNICO

Código do paciente	Paciente
Raça	Idade
Proprietário:	

**ANAMNESE DA QUEIXA**  
 (Queixa, início, evolução, terapia atual e resposta)

Paciente veio a clínico com a queixa de dermatose (síncope), tosse noturna, cansaço ao exercício físico e inapetência

**ANAMNESE ESPECIAL POR SISTEMAS**  
 (Alterações relatadas relacionadas ao sistema tegumentar, oftálmico, resp. cardiorrespiratório, digestório, geniturinário, neurológico e locomotor)

Síncope, tosse noturna, cansaço físico, inapetência

**ANAMNESE FISIOLÓGICA**  
 (Habituação, alimentação, coabitação, banhos, doenças anteriores, acesso a rua e ectoparasitas)

Alimento - se de raça, fumaça 11 tempos, banho 1x por semana, não toma a rua e 11 ectoparasitas

Vacinação: OK Vermifugação: OK

Estado reprodutivo ( ) Íntegro (X) Castrado

TR: 38.2 FC: 94 FR: 20 PULSO: OK HIDRATAÇÃO: OK TPC: 2" MM: NDN

Linfonodos submandibulares: OK Linfonodos submandibulares: OK Linfonodos pré-escapulares: OK  
 Linfonodos axilares: OK Linfonodos inguinais: OK Linfonodos poplíteos: OK

Observações: \_\_\_\_\_

**SISTEMA TEGUMENTAR, OFTÁLMICO E COMPLEXO AUDITIVO**  
 (inspeção direta e palpação da pele, olhos e complexo auditivo, oftalmoscopia e otoscopia)

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**SISTEMA RESPIRATÓRIO**  
(Inspeção direta, palpação, auscultação e percussão do trato respiratório superior e inferior)

Auscultação OK, percussão OK

**SISTEMA CARDIOVASCULAR**  
(Auscultação e percussão cardíaca e palpação do pulso venoso e arterial)

Presença de ruído em valva mitral  
Pulso OK

**SISTEMA DIGESTÓRIO**  
(Inspeção direta, palpação e percussão gástrica, intestinal, anorectal e hepática)

**SISTEMA GENITOURINÁRIO**  
(Palpação renal, vesical, uterina e prostata)

**SISTEMA LOCOMOTOR**  
(Inspeção direta de marcha e dos membros, palpação osteoarticular)

**SISTEMA NERVOSO**  
(Estado mental, nervos cranianos, reações posturais, marcha, propriocepção, reflexos espinais e nociceptivos)

**DIAGNÓSTICO PRESUNTIVO:** DMVM, colopro de Anquilostom, eliminado

**DIAGNÓSTICO DEFINITIVO:** DMVM

**EXAMES COMPLEMENTARES:**

Hemograma     Urinálise     Parasitológico     Líquidos cavitários     Citopatológico     Bioquímico  
 Líquido sinovial     Raio X     Ultrassom     ECG     Histopatológico     Hemogasometria  
 Ecocardiograma

**TRATAMENTO:**

2,5 mg Benzazepil 12/12 horas uso contínuo  
 1,25 mg Pamoxidolol 12/12 h uso contínuo  
 10 mg Fenilbutazona 12/12 h uso contínuo  
 6 mg Espirina 12/12 h uso contínuo

Retorno: 16/09/17

Med. Veterinário (a): Luís

## APÊNDICE D

Nome Paciente	●●●●●●●●	Data do estudo	●●●●●●
ID	●●●●		AAAA MM DD
	AAAA MM DD	Hora do estudo	1:06 PM
Sexo	Feminino	Indicações	Dr Camila
Peso	6,700000 kg	Instituição	DOGVET
		Médico	RAFAEL

## M Mode (Valores Médios)

	Dilatólica	Estólica
SIV	0,81 cm	1,08 cm
DVE	2,19 cm	1,15 cm
PPVE	0,89 cm	1,38 cm

FE	81 %	YSFVE	3,00 ml
DC		YDFVE	18,0 ml
IC		EFSIV	38,9 %
YS	13,0 ml	FEVE	47,5 %
IE		EFPPVE	100,0 %
		Massa VE	33,7 g

## VE 2D (Valores Médios)

Ao	1,02 cm
AE	2,43 cm
AE/Ao	2,38
Aao	

## VM (Valores Médios)

E	72,9 cm/s	GrP E	2,13 mmHg
A	74,0 cm/s	GrP A	2,19 mmHg
E:A	0,99		

## RM (Valores Médios)

dP-dT	1829 mmHg/s
-------	-------------

## VT (Valores Médios)

MáxTR	331,7 cm/s	GrPmáx	44,0 mmHg
RA	5 mmHg	PSVD	40,0 mmHg

## VP (Valores Médios)

VTI		TA	
Vmáx	51,8 cm/s	GrPmáx	1,07 mmHg
Vmédia		GrPméd	

## VA (Valores Médios)

VTI			
Vmáx	98,7 cm/s	GrPmáx	8,90 mmHg

## TDI (Valores Médios)

Lat e'	6,83 cm/s	Lat E'(VM)/e'	10,7
Lat a'	10,8 cm/s		

## Estruturas:

Válvula Mitral : DEGENERADA

Válvula Tricúspide: DEGENERADA

Válvulas pulmonar : PRESERVADAS

Válvula aórtica: NORMAL

Átrio esquerdo : NORMAL

Ventrículo esquerdo NORMAL

Relação AE/AO: AUMENTO IMPORTANTE

Átrio direito: AUMENTO LEVE

Ventrículo direito : AUMENTO LEVE

Fluxo cardíacos:

Fluxo aórtico NORMAL

Fluxo pulmonar NORMAL

Fluxo Trans-mitral ANORMAL

Função sistólica : PRSERVADA

Função diastólica : DITÚRPIO DO TIPO 1

Insuficiência MITRAL IMPORTANTE

Insuficiência TRICÚSPIDE LEVE

Diagnóstico: DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA DA VÁLVULA MITRAL  
COM HIPERTENSÃO PULMONAR LEVE.



