

**Michelle Garcia de Castro**

**Avaliações ecocardiográfica e radiográfica  
do coração em cães da raça Yorkshire  
Terrier clinicamente normais**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da  
Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito  
parcial para obtenção do grau de mestre em Ciência  
Animal.

Área de Concentração: Medicina e Cirurgia Veterinárias.

**Orientador: Prof. Renato Cesar Sacchetto Tôrres.**

**Belo Horizonte  
Escola de Veterinária da UFMG  
2010**

C355a Castro, Michelle Garcia de, 1982-  
Avaliações ecocardiográfica e radiográfica do coração em cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais/ Michelle Garcia de Castro. - 2010.  
45p. : il.

Orientador: Renato Cesar Sacchetto Tôrres  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária  
Inclui bibliografia

1. Yorkshire Terrier (Cão) – Teses. 2. Doppler, Ecocardiografia – Teses. 3. Tórax – Radiografia – Teses. 4. Cardiologia veterinária – Teses. I. Tôrres, Renato Cesar Sacchetto. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.708 961 2

Dissertação defendida e aprovada em 04 de março de 2010, pela comissão examinadora constituída por:

---

**Prof. Renato Cesar Sacchetto Tôres  
(Orientador)**

---

**Prof. Roberto Baracat de Araújo**

---

**Profa. Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi**



Dedico este trabalho a Deus, fonte de toda a vida e sabedoria. Aos meus pais, pelo amor, paciência, compreensão e por tornarem possível a realização de tantos sonhos.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, sempre presente em minha vida, por iluminar o meu caminho, por todas as oportunidades, conquistas, e conforto nos momentos difíceis;

Ao Prof. Renato Cesar Sacchetto Tôrres, pela oportunidade proporcionada, pela atenção e orientação essenciais para conclusão deste trabalho;

Ao Prof. Roberto Baracat de Araújo, pela amizade, sugestões e contribuições;

À Profa. Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi, pelos ensinamentos, colaborações e exemplo profissional;

Ao Médico Veterinário Euler Fraga Silva, pela inestimável orientação, pelo apoio e paciência, pelo exemplo profissional, por todos os ensinamentos e oportunidades, durante a graduação, residência médico-veterinária e mestrado. Esses anos de amizade e convivência foram muito importantes para minha formação. A você, a minha admiração e o meu eterno agradecimento;

A todos os professores com os quais convivi e trabalhei durante o curso de residência médico-veterinária e mestrado, pelo aprendizado e apoio prestados, em especial ao Prof. Júlio César Cambraia Veado e Prof. Rubens Antônio Carneiro, pela atenção, amizade e confiança, pelos ensinamentos e por serem exemplos de bons profissionais;

À Diretoria da Escola de Veterinária da UFMG e à Diretoria do Hospital Veterinário da EV-UFMG, pelo apoio durante o curso de mestrado e por auxiliarem na disponibilização dos meios necessários ao desenvolvimento da pesquisa;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa;

Ao Saulo, pelo amor, amizade e compreensão, pelo incentivo e conselhos nos momentos difíceis e por ter tornado a minha vida muito mais feliz;

Aos colegas da Pós-graduação, em especial à Thalita e Paula Mayer, pelo carinho, amizade sincera e companheirismo, desde a residência até os dias de hoje;

Aos estagiários, em especial a Aninha, pela amizade e auxílio durante o período experimental, demonstrando disposição e simpatia em colaborar;

Aos funcionários do Hospital Veterinário, em especial ao Ronaldo, Joaquim, Mércio, Elizete, Elder, Carlos e Pedro, pela amizade, carinho e apoio demonstrados desde o curso de residência;

Aos técnicos de radiologia, Eli e Eduardo, pela atenção e ajuda na realização dos exames radiográficos;

Aos criadores e proprietários dos animais, pela confiança e colaboração;

Aos cães utilizados neste experimento, a minha gratidão e o meu respeito;

Enfim, muito obrigada a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

“Não existe um caminho para a felicidade.  
A felicidade é o caminho”.

*Mahatma Gandhi*

---

## SUMÁRIO

---

<b>RESUMO</b> .....	<b>12</b>
<b>1- INTRODUÇÃO</b> .....	<b>13</b>
<b>2- REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>14</b>
2.1- Radiografia torácica .....	14
2.2- Ecocardiografia .....	16
<b>3- MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>19</b>
3.1- Seleção dos animais .....	19
3.2- Metodologia dos exames .....	20
3.2.1- Exame clínico .....	20
3.2.2- Exame eletrocardiográfico .....	20
3.2.3- Exame radiográfico do tórax .....	20
3.2.4- Exame ecocardiográfico .....	23
3.3- Análise estatística .....	27
<b>4- RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>27</b>
4.1- Exame radiográfico .....	28
4.2- Exame ecocardiográfico .....	33
<b>5- CONCLUSÕES</b> .....	<b>38</b>
<b>6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>38</b>
<b>7- APÊNDICE</b> .....	<b>44</b>

---

## LISTA DE TABELAS

---

<b>Tabela 1</b>	Freqüência cardíaca média antes e após 10 minutos da aplicação de acepromazina em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	<b>28</b>
<b>Tabela 2</b>	Valores médios de VHS e desvios-padrão, nas três projeções radiográficas, de 30 cães da raça Yorkshire Terrier, e suas correlações com peso corporal e idade (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	<b>32</b>
<b>Tabela 3</b>	Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos parâmetros e índices ecocardiográficos avaliados em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	<b>33</b>

<b>Tabela 4</b>	Correlação dos parâmetros ecocardiográficos com peso corporal e idade e diferença entre sexos em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	<b>35</b>
<b>Tabela 5</b>	Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos índices ecocardiográficos do modo Doppler obtidos em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	<b>38</b>

---

### LISTA DE FIGURAS

---

<b>Figura 1</b>	Animais da raça Yorkshire Terrier utilizados no experimento. A: Cadela com 4 anos de idade e 2,2 Kg. B: Cadela com 2 anos de idade e 1,7 Kg.....	<b>20</b>
<b>Figura 2</b>	Método de mensuração <i>vertebral heart size</i> (VHS) na projeção lateral (A) e ventrodorsal ou dorsoventral (B).....	<b>22</b>
<b>Figura 3</b>	Método de mensuração da profundidade (Pt) e largura torácicas (Lt) para obtenção da qualidade do tórax em cadela da raça Yorkshire Terrier. A: Projeção lateral direita. B: Projeção ventrodorsal. Nota-se que a relação Pt/Lt obtida é de 0,74, sendo assim, esse animal apresenta tórax largo.....	<b>22</b>
<b>Figura 4</b>	A: Radiografia lateral direita do tórax de cão da raça Yorkshire Terrier, mostrando área selecionada ( <i>traços interrompidos</i> ) para mensuração do índice traqueotorácico. B: Região cranial do tórax ampliada, mostrando os pontos para mensuração do diâmetro da traquéia ( <i>linha vermelha</i> ) e da distância da entrada do tórax ( <i>seta amarela</i> ). Esse animal apresenta índice traqueotorácico igual a 0,19....	<b>23</b>
<b>Figura 5</b>	Imagem ecocardiográfica em modo bidimensional de cão da raça Yorkshire Terrier. Posição paraesternal transversal direita, na região da base cardíaca. Observam-se os pontos de mensuração do diâmetro do átrio esquerdo (AE) e da aorta (AO) ( <i>setas</i> ).....	<b>24</b>
<b>Figura 6</b>	Imagem ecocardiográfica em modo-M, na região das cordoalhas tendíneas, de cão da raça Yorkshire Terrier. A localização para mensurar a dimensão da câmara esquerda e espessura das paredes é mostrada por meio de setas.....	<b>25</b>
<b>Figura 7</b>	Imagem ecocardiográfica em modo-M, na região da valva mitral, de cão da raça Yorkshire Terrier. A distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) é mostrada por meio de uma seta.....	<b>25</b>
<b>Figura 8</b>	Imagens ecocardiográficas no modo Doppler pulsado de cães da raça Yorkshire Terrier. A: Fluxo mitral característico, formado por dois	

	picos de velocidades diastólicas, a onda E e a onda A. Observar fluxo positivo, acima da linha de base do gráfico. B: Fluxo aórtico normal. C: Fluxo pulmonar normal. Observar as ondas negativas, abaixo da linha de base, pois os fluxos movem na direção contrária ao transdutor.....	26
<b>Figura 9</b>	Radiografia lateral direita do pescoço e tórax de cão da raça Yorkshire Terrier com colapso traqueal, mostrando a região cervicotorácica da traquéia nitidamente estreitada ( <i>seta branca</i> ). Esse animal foi excluído do experimento.....	28
<b>Figura 10</b>	Radiografia lateral direita do tórax de cão normal da raça Yorkshire Terrier, mostrando o método de mensuração <i>vertebral heart size</i> (VHS). Esse animal apresenta um VHS de 10,2 vértebras (v).....	29
<b>Figura 11</b>	Gráfico apresentando os valores de VHS ( <i>vertebral heart size</i> ) nas três projeções radiográficas realizadas nos trinta cães da raça Yorkshire Terrier. Observam-se as médias ( <i>linhas horizontais brancas</i> ), desvios-padrão ( <i>retângulo preto</i> ) e intervalos de confiança ( <i>entre as linhas horizontais pretas</i> ) (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	30
<b>Figura 12</b>	Gráfico apresentando a distribuição dos valores de VHS na projeção lateral dos trinta cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	30
<b>Figura 13</b>	Gráfico apresentando a distribuição dos valores da razão profundidade/largura do tórax dos trinta cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).....	32

---

## LISTA DE ABREVIATURAS

---

AE = diâmetro do átrio esquerdo  
AO = diâmetro da aorta  
ASC = área de superfície corporal  
DV = projeção dorsoventral  
ECG = eletrocardiograma  
ECO = ecocardiografia  
EPSS = distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular  
FC = frequência cardíaca  
FEj = fração de ejeção  
LL = projeção látero-lateral  
Lt = largura do tórax  
Pt = profundidade do tórax  
PVED = parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole  
PVEs = parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole  
SIVd = espessura do septo interventricular na diástole  
SIVs = espessura do septo interventricular na sístole  
TE = tempo de ejeção  
UFMG = Universidade Federal de Minas Gerais  
Vcf = velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca  
VD = projeção ventrodorsal  
VDF = volume diastólico final do ventrículo esquerdo  
VE = ventrículo esquerdo  
VED = dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole  
VES = dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole  
VHS = *vertebral heart size*  
VSF = volume sistólico final do ventrículo esquerdo  
%ESS = percentual de espessamento sistólico do septo interventricular  
%ESP = percentual de espessamento sistólico da parede posterior do ventrículo esquerdo  
%ΔD = percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo

## RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar os valores ecocardiográficos e de VHS (*vertebral heart size*) normais de cães da raça Yorkshire Terrier. Trinta animais clinicamente sadios foram utilizados. Radiografias torácicas foram realizadas nas projeções lateral direita, ventrodorsal e dorsoventral. O valor médio de VHS obtido foi de  $9,9 \pm 0,6$  vértebras na projeção lateral,  $10,1 \pm 0,6$  na VD e de  $10,0 \pm 0,6$  na DV. Não houve diferença significativa entre esses valores. Cinco animais (16,67%) apresentaram valores de VHS superiores a 10,5 vértebras, valor sugerido por Buchanan e Bücheler (1995) como limite superior para a maioria das raças em projeções laterais. Sendo assim, para cães da raça Yorkshire Terrier, o limite superior sugerido é de 11,0 vértebras. Dos parâmetros ecocardiográficos estudados, obtiveram correlação significativa com o peso corporal o diâmetro do átrio esquerdo e da aorta, a dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole e sístole, a espessura do septo interventricular na diástole e sístole, e a espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole e sístole. As demais variáveis do modo-M não se correlacionaram com peso corporal, sexo ou idade. No modo Doppler, foram estudados os fluxos das valvas mitral, tricúspide, pulmonar e aórtica. Não houve correlação significativa destas variáveis com peso corporal, sexo ou idade.

**Palavras-chave:** radiografia torácica, VHS, ecoDopplercardiografia, coração, Yorkshire Terrier.

## ABSTRACT

The aim of this study was to establish the normal echocardiographic and VHS values for Yorkshire Terrier dogs. Thirty clinically normal dogs were studied. The animals were subjected to right lateral, ventrodorsal and dorsoventral thoracic radiographs. The VHS was  $9,9 \pm 0,6$  vertebrae on lateral,  $10,1 \pm 0,6$  on VD and  $10,0 \pm 0,6$  on DV radiographs. There was no significant difference among these values. Five animals (16,67%) presented VHS values exceeding 10,5, value suggested by Buchanan e Bücheler (1995) as upper limit for most breeds in lateral views. Thus, for Yorkshire Terrier dogs, the upper limit should be equal to 11 vertebrae. The VHS values had significant correlation with body weight on lateral and VD radiographs. The echocardiographic parameters were determined, and the left atrial diameter, the aortic diameter, the left ventricular internal dimension at end-diastole and end-systole, end-diastolic and end-systolic interventricular septal thickness, and end-diastolic and end-systolic left ventricular posterior wall thickness had significant correlation with body weight. The other M-mode variables showed no linear correlations with body weight, sex or age. On Doppler echocardiography, the mitral, tricuspid, pulmonic and aortic valves flows were studied. It was found no significant correlation between these variables and body weight, sex or age.

**Key words:** thoracic radiography, VHS, ecoDopplercardiography, heart, Yorkshire Terrier.

## 1- INTRODUÇÃO

A cardiologia diagnóstica veterinária progrediu com rapidez nas últimas décadas, principalmente por causa do desenvolvimento das técnicas de imagem cardíaca. Entre os diversos métodos de diagnóstico, a radiografia e a ecocardiografia são consideradas ferramentas essenciais na avaliação cardíaca de cães, auxiliando no diagnóstico de várias cardiopatias, além de possibilitarem o estabelecimento de um prognóstico e de um plano terapêutico adequado (Lamb et al. 2002; Kealy e McAllister, 2005; Kienle e Thomas, 2005).

A radiografia torácica é um método simples, rápido e econômico que fornece importantes informações sobre a silhueta cardíaca, parênquima pulmonar e vascularização pulmonar, permitindo avaliação indireta do desempenho cardíaco e, conseqüentemente, contribuindo para o diagnóstico de insuficiência cardíaca congestiva (Lamb et al. 2002; Gabay, 2003; Kealy e McAllister, 2005).

O exame ecocardiográfico tem sido cada vez mais utilizado na medicina veterinária por ser um método dinâmico, não-invasivo e não-ionizante de avaliação do coração (Boon, 1998; Henik, 2002; Kienle e Thomas, 2005). A ecocardiografia permite, por meio da visualização das câmaras cardíacas, uma avaliação das estruturas internas, dos movimentos cardíacos e características dos fluxos sanguíneos (Brown et al., 1991; Kirberger et al., 1992; Muzzi, 2002; Kienle e Thomas, 2005).

Dentre os métodos radiográficos utilizados, a proposta mais indicada para avaliar quantitativamente o coração é o método denominado *vertebral heart size* (VHS), desenvolvido por Buchanan e Bücheler (1995), que compara as dimensões cardíacas com o comprimento das vértebras torácicas, porém o VHS apresenta uma

grande variação de seus valores dependendo da raça e do tipo de conformação torácica do animal (Buchanan e Bücheler, 1995; Lamb et al., 2001; Pinto e Iwasaki, 2004; Bavegems et al., 2005; Marin et al., 2007). Da mesma forma, as medidas ecocardiográficas são influenciadas pelo tamanho e peso corporal, apresentando grande variabilidade racial (Calvert e Brouwn, 1986; Gooding et al., 1986; Crippa et al., 1992; Morrison et al., 1992; Page et al., 1993; Snyder et al., 1995; Muzzi et al., 2000; Yamato et al., 2006; Bavegems et al., 2007; Pellegrino et al., 2007; Silva et al., 2008). Portanto, torna-se necessário conhecer os valores ecocardiográficos e de VHS normais para cada raça canina.

Os animais da raça Yorkshire Terrier são freqüentemente acometidos por cardiopatias congênitas, como a persistência do ducto arterioso, e por afecções adquiridas, como a endocardiose da valva mitral (Kittleson, 1998b; Lamb et al., 2001; Goodwin, 2002; Castro et al., 2009). Além disso, essa raça é considerada como uma das mais predispostas ao colapso de traquéia (White e Williams, 1994; Buback et al., 1996; McReady et al., 2007; Ferian, 2009), afecção respiratória crônica que, além de apresentar sinais clínicos em comum com algumas cardiopatias, possibilita o desenvolvimento de importantes alterações no sistema cardiovascular (O'Brien et al., 1966; White e Williams, 1994; Marolf, et al., 2007), sendo que a ecocardiografia e as radiografias torácicas permitem o diagnóstico diferencial entre afecções respiratórias e cardíacas (Lamb et al., 2002; Kealy e McAllister, 2005; Kienle e Thomas, 2005).

Pela grande variabilidade racial dos valores ecocardiográficos e de VHS e pela escassez de estudos visando a avaliação cardíaca de cães hípidos da raça Yorkshire Terrier, o objetivo deste trabalho é determinar os parâmetros cardíacos normais para a raça

em questão. Os dados obtidos poderão ser utilizados como forma de diagnosticar a real incidência de cardiopatias nessa raça, contribuindo para o avanço dos estudos na clínica médica de pequenos animais.

## **2- REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1- Radiografia torácica**

O exame radiográfico do tórax é um dos métodos de diagnóstico mais utilizados para avaliar a silhueta cardíaca de cães. Além de fornecer informações sobre o tamanho e o formato geral do coração, possibilita a avaliação do parênquima pulmonar, vias aéreas superiores intratorácicas, integridade anatômica das paredes da cavidade torácica, espaço pleural e vascularização pulmonar (Lamb et al., 2002; Gabay, 2003; Soares et al., 2004; Kealy e McAllister, 2005).

Para o exame de rotina, pelo menos duas incidências são necessárias: uma lateral (esquerda ou direita) e uma dorsoventral (DV) ou ventrodorsal (VD), buscando obter uma imagem espacial adequada. Para avaliação cardíaca, a incidência DV é preferível em relação à VD, pois nessa última pode ocorrer uma distorção do contorno cardíaco, como resultado da maior distância entre o ápice do coração e o filme. Além disso, na incidência DV os vasos pulmonares caudais apresentam melhor definição radiográfica, favorecendo o diagnóstico de congestão pulmonar e permitindo a avaliação indireta do desempenho cardíaco (Ruehl et al., 1981; Lamb et al., 2002; Hansson, 2004; Kealy e McAllister, 2005). Entretanto, a preferência, o critério e a experiência do clínico têm papel mais importante na escolha da projeção radiográfica (Schelling, 2002; Gabay, 2003). O posicionamento simétrico e padronizado é essencial, pois estudos sequenciais são com frequência necessários para acompanhamento clínico, devendo ser comparáveis. A rotação do animal pode causar alterações significativas

na aparência do coração e estruturas relacionadas, prejudicando a interpretação radiográfica (Lamb et al., 2002; Kealy e McAllister, 2005).

As variações na aparência da silhueta cardíaca podem ocorrer devido a vários outros fatores, incluindo fase da respiração (inspiração ou expiração), estado corporal do animal, conformação torácica e fase do ciclo cardíaco (Toal et al., 1985; Kittleson, 1998a; Gabay, 2003; Hansson, 2004; Kealy e McAllister, 2005).

As radiografias devem ser realizadas na fase de inspiração máxima, em busca de um contraste adequado entre os pulmões e as diferentes estruturas torácicas. Durante a expiração os campos pulmonares aparecem mais opacos, o que pode mimetizar hipertensão venosa e edema pulmonar, o coração aparece relativamente maior, os vasos pulmonares são mal delineados e o diafragma pode sobrepor à borda cardíaca caudal (Silverman e Suter, 1975; Gabay, 2003; Kealy e McAllister, 2005). Existem situações que dificultam a obtenção de radiografias inspiratórias satisfatórias, como naqueles animais taquipnéicos e ofegantes, ou ainda com sobrepeso e acúmulo de gordura intra e extratorácicas (Kittleson, 1998a; Litster e Buchanan, 2000a; Hansson, 2004).

A obesidade normalmente superestima o tamanho da silhueta cardíaca, principalmente devido ao acúmulo de gordura abdominal que, ao deslocar o diafragma cranialmente, reduz a área da cavidade torácica, tornando o coração aparentemente maior. Além disso, o acúmulo de gordura subpericárdica e a redução da complacência respiratória contribuem para o incremento da área cardíaca. Portanto, a interpretação de radiografias torácicas de cães obesos deve ser realizada com cautela (Kittleson, 1998a; Litster e Buchanan, 2000a; Hansson, 2004; Basile, 2008).

A conformação torácica é variável entre os diversos tipos de cães, e influencia significativamente a aparência da silhueta cardíaca, uma vez que mudanças no tamanho e forma do tórax alteram as relações cardio-torácicas. No aspecto lateral, o tórax do cão pode ser classificado como profundo, intermediário ou raso, e no aspecto dorsoventral como estreito, intermediário ou largo (em barril). Em radiografias laterais, cães com tórax profundo e estreito possuem uma silhueta cardíaca ovóide e vertical, sendo que o eixo longo do coração está quase em ângulo reto com a coluna vertebral. Em animais com tórax largo e raso o coração possui uma aparência mais arredondada e menos vertical, sendo que uma maior porção da borda cranial está em contato com o esterno, superestimando o tamanho da silhueta cardíaca. Entretanto, algumas raças, como o Yorkshire Terrier, apresentam tórax raso no aspecto lateral e tórax normal a largo no aspecto dorsoventral. Sendo assim, em radiografias laterais a silhueta cardíaca é aparentemente maior, e em radiografias dorsoventrais apresenta um tamanho considerado normal (Kittleson, 1998a; Kealy e McAllister, 2005).

Segundo Toal et al. (1985), o tamanho e formato do coração se alteram durante as fases do ciclo cardíaco (sístole e diástole), porém as mudanças são pouco significativas.

O método radiográfico mais utilizado para avaliação cardíaca é o qualitativo ou subjetivo, pelo qual o profissional faz uso de seus conhecimentos sobre anatomia radiográfica, a fim de detectar alterações de forma e tamanho de partes específicas do coração. As vantagens desse método são basicamente a conveniência e a rapidez, porém deve ser adotado por radiologistas experientes, que conheçam as variações normais que a imagem pode apresentar

(Suter e Lord, 1971; Lamb et al., 2002; Hansson, 2004; Soares et al., 2004).

Dentre os métodos propostos, os de mensuração visam avaliar de forma quantitativa o tamanho do coração, com a finalidade de aumentar a acurácia e diminuir a subjetividade da avaliação qualitativa (Toombs e Ogburn, 1985; Buchanan e Bücheler, 1995; Litster e Buchanan, 2000b; Buchanan, 2000), sendo para isso necessárias mensurações das dimensões cardíacas e das relações cardio-torácicas. Na projeção lateral, o comprimento cardíaco entre a base e o ápice deve ser aproximadamente 70% da distância dorsoventral da cavidade torácica (Schelling, 2002). Enquanto que a largura ou o diâmetro craniocaudal do coração pode variar de 2,5 (em cães de tórax profundo) a 3,5 espaços intercostais (em cães de tórax largo) (Buchanan, 1968; Schelling, 2002). Na projeção DV ou VD, o diâmetro transversal máximo do coração corresponde a 60 – 65% da largura da cavidade torácica (Hamlin, 1968; Schelling, 2002).

A proposta mais objetiva para avaliar o tamanho do coração é o método denominado *vertebral heart size* (VHS), desenvolvido por Buchanan e Bücheler (1995). Utilizando o sistema de unidade vertebral, o método compara as dimensões cardíacas com o comprimento das vértebras torácicas de forma a se determinar o VHS, ou seja, o número que representa o tamanho do coração em relação ao tamanho do animal (Buchanan, 2000; Litster e Buchanan, 2000b; Pinto e Iwasaki, 2004; Bavegems et al., 2005; Ghadiri et al., 2008). Os valores médios de VHS obtidos por Buchanan e Bücheler (1995) foram de  $9,7 \pm 0,5$  vértebras (média  $\pm$  desvio padrão) em projeções laterais,  $10,2 \pm 0,8$  vértebras em projeções ventrodorsais e  $10,2 \pm 1,5$  vértebras em projeções dorsoventrais para cães de raças variadas. Como 98% das radiografias laterais apresentaram VHS menor ou igual a 10,5 vértebras, este valor

foi sugerido como limite superior para um tamanho normal de silhueta cardíaca na maioria das raças. Todavia, em cães com tórax curto, como os da raça Schnauzer miniatura, os autores sugerem como normal um valor de VHS de 11 vértebras. Por outro lado, para aqueles cães com tórax longo, como os Dachshunds, considera-se como normal o valor limite de 9,5 vértebras. Os mesmos autores consideram ainda que o método de mensuração VHS tem uma grande utilidade na determinação de cardiomegalias em cães com alterações radiográficas mínimas, assim como permite a avaliação seqüencial das radiografias de pacientes cardiopatas de forma mais precisa. Nesses animais, os valores de VHS tendem a aumentar (Lamb et al., 2000; Lamb et al., 2001; Nakayama et al., 2001).

Vários autores têm estudado e utilizado o VHS em suas pesquisas, onde foram observadas diferenças significativas entre os valores médios para as diferentes raças de cães, indicando a necessidade de padronizar os valores de VHS de acordo com a raça e a conformação torácica do animal. Foi demonstrado que cães das raças Boxer, Labrador Retriever, Cavalier King Charles Spaniel, Doberman Pinscher, Whippet, Poodle e Greyhound apresentam valores de VHS acima da média indicada por Buchanan e Bücheler (1995) (Lamb et al., 2001; Pinto e Iwasaki, 2004; Bavegems et al., 2005; Marin et al., 2007).

Embora o método VHS seja de fácil aplicação, não permite a identificação de quais câmaras cardíacas estão aumentadas, uma vez que o eixo menor do coração inclui tanto câmaras direitas quanto esquerdas (Lamb et al., 2002; Soares et al., 2004). Além disso, existem situações onde o aumento cardíaco não é significativo, como nas afecções cardíacas em estágio inicial ou naquelas cardiopatias que resultam em hipertrofia concêntrica do miocárdio (Lamb et al., 2002), devendo ser utilizado com cautela e em associação com o exame

clínico completo e com a avaliação subjetiva das radiografias, evitando um diagnóstico incorreto de doença cardíaca (Lamb et al., 2002; Schelling, 2002; Pinto e Iwasaki, 2004). Apesar das limitações, a radiografia torácica é o método não-invasivo mais utilizado para o diagnóstico de insuficiência cardíaca congestiva, por permitir a avaliação dos campos pulmonares e da vascularização pulmonar, além da análise da silhueta cardíaca (Lamb et al., 2002; Schelling, 2002; Kealy e McAllister, 2005).

## **2.2- Ecocardiografia**

A ecocardiografia é definida como o exame ultra-sonográfico do coração e grandes vasos, e que, nas últimas duas décadas, tornou-se um dos mais importantes métodos de diagnóstico em cardiologia, tanto na medicina veterinária como na medicina humana (Boon, 1998; Kienle, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O exame ecocardiográfico é um importante método não-invasivo para avaliação da anatomia e função do coração (Thomas et al., 1994; Boon, 1998; Henik, 2002; Kienle e Thomas, 2005). Além disso, possibilita o diagnóstico de diversas alterações cardíacas, como afecções valvulares, anomalias congênitas, distúrbios de contração do miocárdio e efusão pericárdica, assim como permite o acompanhamento do tratamento instituído. Fornece ainda informações sobre a gravidade das lesões cardíacas e suas conseqüências hemodinâmicas sobre o coração (Lusk e Ettinger, 1990; Kienle, 1998; Henik, 2002; Muzzi, 2002; Kienle e Thomas, 2005). Entretanto, é essencial não utilizá-lo ou interpretá-lo isoladamente. De preferência, deve ser integrado com informações obtidas em exame clínico, eletrocardiografia, radiografias torácicas e outros testes auxiliares (Thomas et al., 1994; Henik, 2002; Kienle e Thomas, 2005).

Normalmente, os cães não requerem preparação prévia para o exame ecocardiográfico. Embora a sedação não seja essencial, pode ser utilizada para promover relaxamento do paciente e diminuir o estresse (Lusk e Ettinger, 1990; Henik, 2002). A acepromazina é um dos medicamentos mais utilizados, por permitir uma boa sedação sem prejudicar a função cardio-respiratória (Stepien et al., 1995; Muzzi, 2002; Cavalcanti et al., 2007; Silva et al., 2008). Não é necessária a tricotomia da região a ser examinada, exceto para cães com densa camada de pêlos. O uso de uma espessa camada de gel acústico é recomendado, para diminuir a interferência provocada pelo ar que fica entre os pêlos. Os animais são posicionados em decúbito lateral (direito e esquerdo) para aproximar o coração da parede torácica e minimizar a interferência do pulmão nas janelas ecocardiográficas (Lusk e Ettinger, 1990; Thomas et al., 1994; Boon, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O equipamento ideal é composto pelos modos bidimensional, M e Doppler, e transdutores setoriais de frequências variadas, usualmente de 3,5 a 7,5 megahertz (MHz), são necessários para um bom exame ecocardiográfico. A escolha da frequência do transdutor depende do porte do paciente, conformação torácica e tipo de exame, sendo que os transdutores de 5 MHz são utilizados para a maioria dos cães (Boon, 1998; Kienle, 1998; Henik, 2002; Kienle e Thomas, 2005).

Um exame ecocardiográfico geralmente começa com a avaliação bidimensional, que permite uma avaliação mais abrangente da anatomia e das relações espaciais. As outras modalidades de imagem (modos M e Doppler) geralmente são guiadas pela imagem bidimensional, realizada simultaneamente (Kienle, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O modo bidimensional, também conhecido como ecocardiografia em tempo real, registra uma imagem plana do coração, ou seja, em duas dimensões, e fornece uma visão anatômica exata do coração. Permite a avaliação qualitativa do coração, espaço pericárdico e estruturas adjacentes, análise global e segmentar da contratilidade, bem como a função morfológica, identificando anormalidades valvulares, das paredes cardíacas e dos grandes vasos (Boon, 1998; Kienle, 1998; Muzzi et al., 2000; Kienle e Thomas, 2005).

Vários autores estudaram o ecocardiograma normal no cão e no gato, sendo que Thomas (1984) e *The Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology – American College of Veterinary Internal Medicine*, em 1993 (Thomas et al., 1993) padronizaram para a ecocardiografia veterinária as janelas acústicas, a localização do transdutor, os planos de imagem e as nomenclaturas a serem utilizadas na realização do exame transtorácico em modos bidimensional e M.

As três localizações convencionais do transdutor são: posição paraesternal direita (entre o quarto e o sexto espaços intercostais, entre o esterno e a junção costochondral), posição paraesternal esquerda cranial (entre o terceiro e o quarto espaços intercostais) e posição paraesternal esquerda caudal ou apical (entre o quinto e o sétimo espaços intercostais). Em cada local específico o transdutor é posicionado, e então movimentos de angulação ou rotação são realizados para demonstração das estruturas. As imagens são classificadas em longitudinal e transversal, de acordo com a orientação do transdutor em relação ao coração (Lusk e Ettinger, 1990; Thomas et al., 1993; Thomas et al., 1994; Boon, 1998).

A ecocardiografia em modo-M (modo de movimento) é uma técnica unidimensional que exibe, por meio de um gráfico, sinais de

diferentes ecogenicidades de acordo com a profundidade dos tecidos, registrando o movimento do coração por uma linha de tempo. A distância do transdutor é representada graficamente no eixo vertical (das ordenadas), e o tempo é demonstrado no eixo horizontal (das abscissas). Por meio dessa representação gráfica, é possível a mensuração e a visualização das estruturas cardíacas em vários ciclos cardíacos (sístole e diástole) de forma simultânea. As estruturas são identificadas pelo seu padrão de movimento, características anatômicas e pela distância do transdutor (Bonagura, 1994; Boon, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

As dimensões da aorta, dos átrios e ventrículos, do septo interventricular, da parede livre do ventrículo esquerdo, a movimentação das paredes do ventrículo esquerdo e valvas cardíacas, e distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) constituem os parâmetros mais comumente avaliados nessa modalidade ecocardiográfica. A obtenção desses parâmetros possibilita o cálculo de vários índices funcionais, tais como percentagem de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo, fração de ejeção e velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca (Boon, 1998; Kienle, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

Dentre as principais limitações do uso dos parâmetros e índices ecocardiográficos, está a variação entre as diferentes raças de cães. Morrison et al. (1992) realizaram um estudo pelo qual foram avaliadas quatro raças caninas com o objetivo de estabelecer os valores de normalidade para as medidas ecocardiográficas, em modo-M, e comparar as variações destas entre as quatro raças estudadas. Os autores concluíram que a raça, considerando o peso corporal, é fator importante que influencia, de forma significativa, as mensurações dos parâmetros ecocardiográficos dos cães. Concluíram ainda que, variações destas

mensurações podem ocorrer em animais da mesma raça, devido à variação de tamanho e peso corporal.

Outros estudos foram realizados com o objetivo de padronizar os valores ecocardiográficos em modo-M para algumas raças caninas, como Doberman Pinscher, Cocker Spaniel Inglês, Beagle, Pastor Alemão, Poodle miniatura, Whippet, Golden Retriever, Boxer e Schnauzer miniatura (Calvert e Brouwn, 1986; Gooding et al., 1986; Crippa et al., 1992; Muzzi et al., 2000; Yamato et al., 2006; Bavegems et al., 2007; Pellegrino et al., 2007; Silva et al., 2008), além de avaliar as alterações ecocardiográficas que podem ser indicativas de cardiopatias ou apenas serem características inerentes à raça estudada (Page et al., 1993; Snyder et al., 1995).

A ecoDopplercardiografia é a análise da variação da frequência ultra-sônica encontrada nos ecos refletidos pelas hemácias. Estes ecos contêm informações importantes referentes à velocidade, direção e o tipo de fluxo (laminar ou turbulento) dentro do coração e grandes vasos, sendo especialmente valiosa no diagnóstico definitivo de doenças adquiridas ou congênitas, nas quais estão presentes fluxos anormais. Pelo Doppler é possível estimar as pressões intracardíacas, detectar fluxos sanguíneos anormais provenientes de regurgitação e estenose valvar, comunicação interatrial ou interventricular e ainda, estimar parâmetros hemodinâmicos. Os diferentes modos de ecocardiografia Doppler incluem o de onda pulsada, onda contínua e por mapeamento de fluxo em cores (Bonagura et al., 1998; Boon, 1998; Muzzi, 2002; Kienle e Thomas, 2005).

Os fluxos pesquisados são exibidos no monitor por meio de um gráfico, tendo no eixo horizontal o tempo e no eixo vertical as variações de frequência. Quando o fluxo sanguíneo move em direção ao transdutor, a

curva do fluxo aparece acima da linha base do gráfico, chamado fluxo positivo (fluxos mitral e tricúspide). Se o fluxo move em direção contrária ao transdutor, a curva aparece abaixo da linha base, conhecido como fluxo negativo (fluxos aórtico e pulmonar) (Bonagura, 1994; Bonagura et al., 1998; Boon, 1998; Kienle, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O Doppler pulsado permite o exame de uma área específica do coração ou de um grande vaso, à procura de alterações na velocidade, direção ou turbulência do fluxo sanguíneo. No coração e grandes vasos, o fluxo sanguíneo normal geralmente é laminar, assim o gráfico irá mostrar a maioria das hemácias acelerando juntas para um pico de velocidade comum e desacelerando em ritmo similar, sendo consideradas como um espectro de dispersão mínima, chamado de envelope. Sua maior limitação é não conseguir captar fluxos de altas velocidades, como aqueles observados em grande parte das afecções cardíacas (Kirberger et al., 1992; Bonagura, 1994; Bonagura et al., 1998; Boon, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O Doppler contínuo complementa o pulsado por permitir medidas precisas dos fluxos de altas velocidades, fornecendo informações principalmente sobre fluxos anormais. Este fluxo anormal, que ocorre na maioria das afecções cardíacas, é chamado de turbulento, e irá produzir um gráfico com amplo espectro de dispersão, pois as hemácias possuem diferentes direções e velocidades (Bonagura, 1994; Bonagura et al., 1998; Boon, 1998; Kienle e Thomas, 2005).

O modo Doppler por mapeamento de fluxo em cores facilita de forma importante a realização do exame ecocardiográfico, pois além de possibilitar um alinhamento

apropriado com os fluxos de todas as valvas, permite a localização de pequenos jatos de regurgitação. Esta modalidade de Doppler utiliza um mapa de cores que irá representar o fluxo através das valvas e nas câmaras cardíacas. As cores são determinadas de acordo com a direção e velocidade do fluxo sanguíneo (Bonagura e Miller, 1998; Boon, 1998; Kienle, 1998; Muzzi, 2002; Kienle e Thomas, 2005).

### **3-MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1- Seleção dos animais**

Foram utilizados 30 cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais, sendo 14 machos e 16 fêmeas, com peso inferior a 4 kg e idade variando entre 1 e 6 anos (fig. 1). Os animais foram provenientes de diversos proprietários e criadores da região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais.

Os cães foram selecionados por meio de exames clínico e eletrocardiográfico, além de avaliação laboratorial, que incluía a realização de hemograma completo, dosagem sérica de uréia, creatinina, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase, bilirrubinas, colesterol total, fosfatase alcalina, gama glutamil transpeptidase, proteínas totais e albumina. Após essa avaliação, os animais considerados hígidos foram submetidos aos exames radiográfico do tórax e ecocardiográfico.

Os cães foram identificados em fichas próprias que continham o nome do animal, idade, sexo, peso corporal, número de ordem e procedência. O experimento foi realizado no período compreendido entre fevereiro e julho de 2009.



**Figura 1** – Animais da raça Yorkshire Terrier utilizados no experimento. **A:** Cadela com 4 anos de idade e 2,2 Kg. **B:** Cadela com 2 anos de idade e 1,7 Kg.

### 3.2- Metodologia dos exames

#### 3.2.1- Exame clínico

O exame clínico geral foi realizado com o intuito de excluir aqueles animais com quaisquer alterações cardio-respiratórias. O exame físico consistiu principalmente da avaliação de estado geral, temperatura corporal, frequências cardíaca e respiratória, coloração das mucosas aparentes, tempo de preenchimento capilar, pulso femoral, pulso jugular, reflexo de tosse, auscultação cardíaca e pulmonar.

#### 3.2.2- Exame eletrocardiográfico

O eletrocardiograma<sup>1</sup> (ECG) foi realizado após contenção manual dos animais e posicionamento em decúbito lateral direito, segundo padrão estabelecido por Tilley (1992). Foram registradas as derivações bipolares (I, II e III), unipolares aumentadas (aVL, aVR e aVF) e pré-cordiais unipolares (rV<sub>2</sub>, V<sub>2</sub>, V<sub>4</sub> e V<sub>10</sub>) (velocidade de 50 mm/s, 1 cm = 1 mV). Foram excluídos os animais

<sup>1</sup> Eletrocardiógrafo Ecafix ECG40 – Funbec.

com qualquer tipo de alteração eletrocardiográfica.

#### 3.2.3- Exame radiográfico do tórax

Previamente à realização dos exames radiográfico e ecocardiográfico, os animais foram submetidos a uma sedação leve com maleato de acepromazina<sup>2</sup> (0,03 mg/Kg), por via intravenosa. Após 10 minutos de repouso, os cães foram encaminhados ao setor de radiologia<sup>3</sup> do Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG e posicionados, por contenção manual, em mesa radiológica apropriada.

Para realização das radiografias torácicas, os animais foram posicionados em decúbito lateral direito, para projeção lateral direita, em decúbito dorsal, para projeção ventrodorsal, e em decúbito esternal, para a projeção dorsoventral. Os exames radiográficos foram realizados na fase de inspiração máxima, porém radiografias

<sup>2</sup> Acepram 0,2% - Univet SA.

<sup>3</sup> Aparelho VMI – VMI Ind. Aparelhos Radiológicos

laterais expiratórias também foram utilizadas, para avaliar a ocorrência de colapso traqueal dinâmico. Quando necessário, os exames foram repetidos e manobras respiratórias foram realizadas com o intuito de se obter uma imagem radiográfica adequada, na fase respiratória desejada. Foram utilizados filmes radiográficos<sup>4</sup> de tamanho 24 x 30 cm.

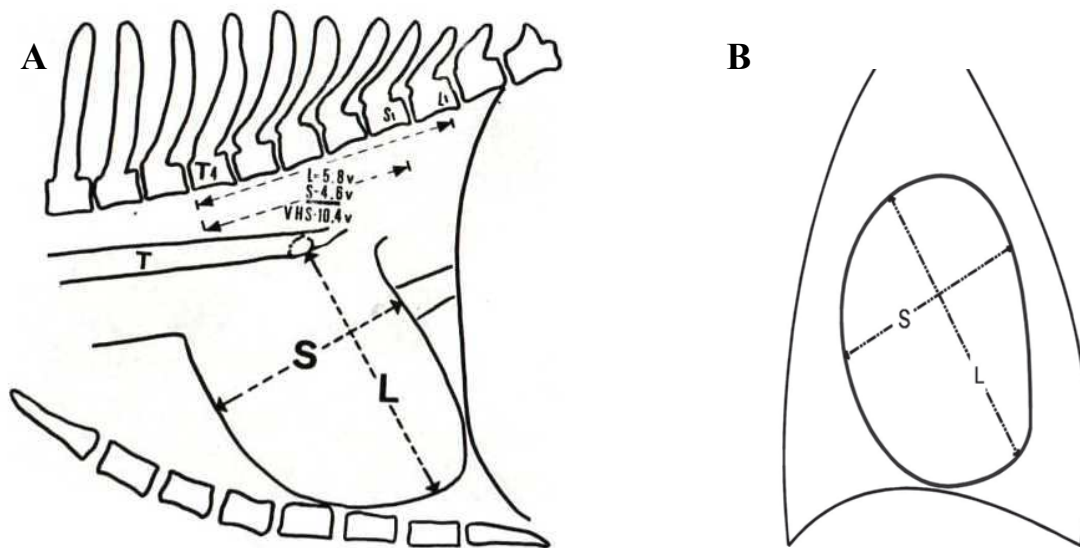
A avaliação qualitativa das radiografias foi realizada a fim de excluir os animais que apresentem quaisquer alterações radiográficas. Em seguida, as radiografias foram avaliadas quantitativamente pelo método de mensuração *vertebral heart size* (VHS), proposto por Buchanan e Bücheler (1995). Sendo assim, nas radiografias laterais, o eixo maior do coração foi medido com auxílio de um compasso e uma régua desde a borda ventral do brônquio principal esquerdo até o ponto mais distante do contorno ventral do ápice cardíaco. O compasso foi então reposicionado ao longo da coluna vertebral, iniciando na borda cranial da quarta vértebra torácica (T4). A distância correspondente ao eixo maior do coração foi transformada em valores com unidade de vértebras, e aproximação de 0,1 vértebras. Com isso, o comprimento do coração foi registrado como o número de vértebras caudais àquele ponto. Para a mensuração do eixo menor, uma linha perpendicular ao eixo maior foi traçada na altura do terço central do coração. Em seguida, o eixo menor foi obtido da mesma maneira, começando a partir da borda cranial de T4. O comprimento e a largura do coração foram então somados para obter o VHS (fig. 2A). Nas radiografias ventrodorsais e dorsoventrais, os eixos maior e menor do coração foram determinados de modo semelhante ao descrito anteriormente, e as medidas obtidas foram reposicionadas nas projeções laterais, a partir da borda cranial de T4 (fig. 2B).

Para obtenção da qualidade do tórax (profundo, intermediário ou largo), foram realizadas mensurações da profundidade e largura torácicas, seguindo as recomendações de Buchanan e Bücheler (1995). A profundidade do tórax (Pt) foi mensurada nas projeções laterais e obtida a partir da distância entre a borda cranial do processo xifóide e a borda ventral da coluna vertebral, definida através de uma linha perpendicular à coluna (fig. 3A). A largura do tórax (Lt) foi mensurada nas projeções ventrodorsais e/ou dorsoventrais, e obtida a partir da distância entre as bordas mediais das oitavas costelas, junto às suas curvaturas mais laterais (fig. 3B). De acordo com os mesmos autores, o tórax canino é classificado como profundo se a relação Pt/Lt apresentar valor maior ou igual a 1,25 e é considerado largo se essa relação for menor ou igual a 0,75.

Para avaliação do diâmetro traqueal foi utilizado o índice traqueotorácico, mensurado a partir da relação entre o diâmetro da traquéia na entrada do tórax e a distância entre a borda ventral da primeira vértebra torácica e a borda dorsal do manúbrio (fig. 4). Segundo Harvey e Fink (1982) e Ettinger et al. (2004), o valor normal desse índice é igual ou superior a 0,16 para a maioria das raças caninas.

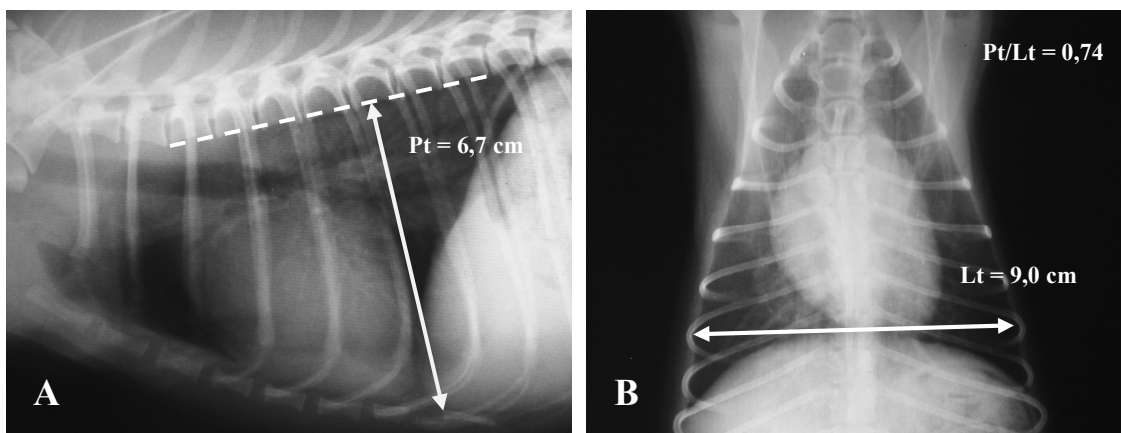
---

<sup>4</sup> Filmes radiográficos Kodak – tamanho 24 x 30 cm.

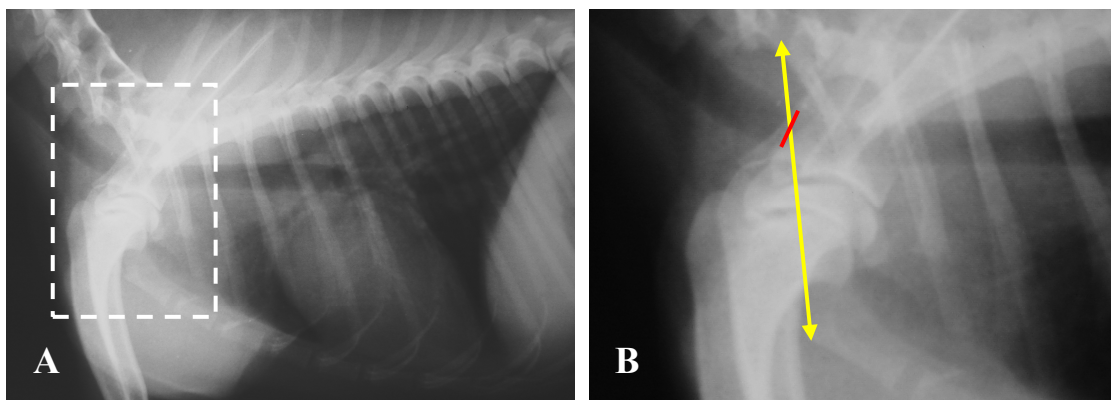


Fonte: Buchanan e Bücheler, 1995.

**Figura 2** – Método de mensuração *vertebral heart size* (VHS) na projeção lateral (A) e ventrodorsal ou dorsoventral (B). L, eixo maior; S, eixo menor; T, traquéia; T4, quarta vértebra torácica; V, vértebras.



**Figura 3** – Método de mensuração da profundidade (Pt) e largura torácicas (Lt) para obtenção da qualidade do tórax em cadela da raça Yorkshire Terrier. **A**: Projeção lateral direita. **B**: Projeção ventrodorsal. Nota-se que a relação Pt/Lt obtida é de 0,74, sendo assim, esse animal apresenta tórax largo.



**Figura 4** – **A:** Radiografia lateral direita do tórax de cão da raça Yorkshire Terrier, mostrando área selecionada (*traços interrompidos*) para mensuração do índice traqueotorácico. **B:** Região cranial do tórax ampliada, mostrando os pontos para mensuração do diâmetro da traquéia (*linha vermelha*) e da distância da entrada do tórax (*seta amarela*). Esse animal apresenta índice traqueotorácico igual a 0,19.

### 3.2.4- Exame ecocardiográfico

Após a realização dos exames radiográficos, os animais foram encaminhados ao setor de cardiologia do Hospital Veterinário da Escola de Veterinária da UFMG, onde foram posicionados em mesa apropriada em decúbito lateral, por meio de contenção manual, não sendo necessário acréscimo na sedação fornecida anteriormente.

Para realização do exame ecocardiográfico, foi utilizado um aparelho de ultrasonografia<sup>5</sup> composto por modos bidimensional, M e Doppler (pulsado, contínuo e por mapeamento em cores), com transdutor de varredura setorial mecânica de 2,5 a 7,5 MHz e acompanhamento eletrocardiográfico no monitor, fornecendo a frequência cardíaca. Todos os exames foram gravados em videotape<sup>6</sup> para posteriores avaliações. Foram realizadas três medidas de cada variável em diferentes ciclos cardíacos e analisadas as suas médias.

<sup>5</sup> Ecocardiógrafo HP Sonos 100 CF – Hewlett Packard

<sup>6</sup> Vídeo Gravador Sony – Sony Corporation

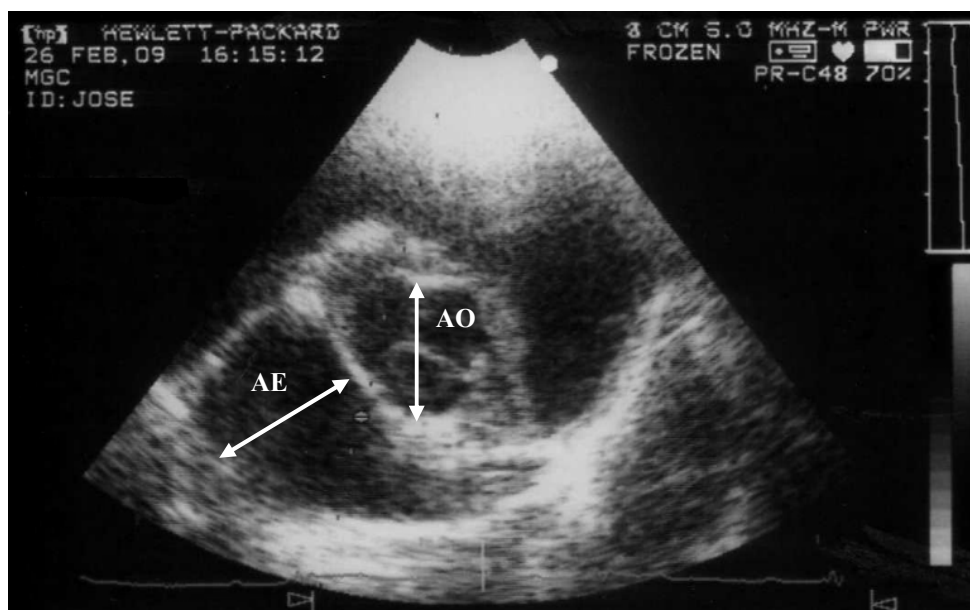
Para a realização do modo bidimensional, seguiram as recomendações de Thomas et al. (1993) e Boon (1998). As imagens foram obtidas com os animais em decúbito lateral, utilizando-se as regiões paraesternal direita e esquerda (janelas acústicas). Foram avaliados as câmaras cardíacas, a contratilidade miocárdica e o aspecto morfológico das valvas cardíacas. Na posição paraesternal transversal direita, na região da base cardíaca, foram mensurados os diâmetros do átrio esquerdo (AE) e da aorta (AO), no início da diástole, segundo Rishniw e Erb (2000), para se calcular a relação entre esses parâmetros (AE/AO). O AO foi mensurado ao longo da linha de fechamento das cúspides coronariana direita e não-coronariana. O AE foi mensurado a partir de uma linha paralela à linha de fechamento das cúspides não-coronariana e coronariana esquerda (fig. 5). As imagens do modo bidimensional serviram de orientação para realização dos demais modos.

No modo-M, foram obtidas, ao final da sístole e da diástole, a dimensão interna do ventrículo esquerdo (VE) e as espessuras do septo interventricular (SIV) e da parede

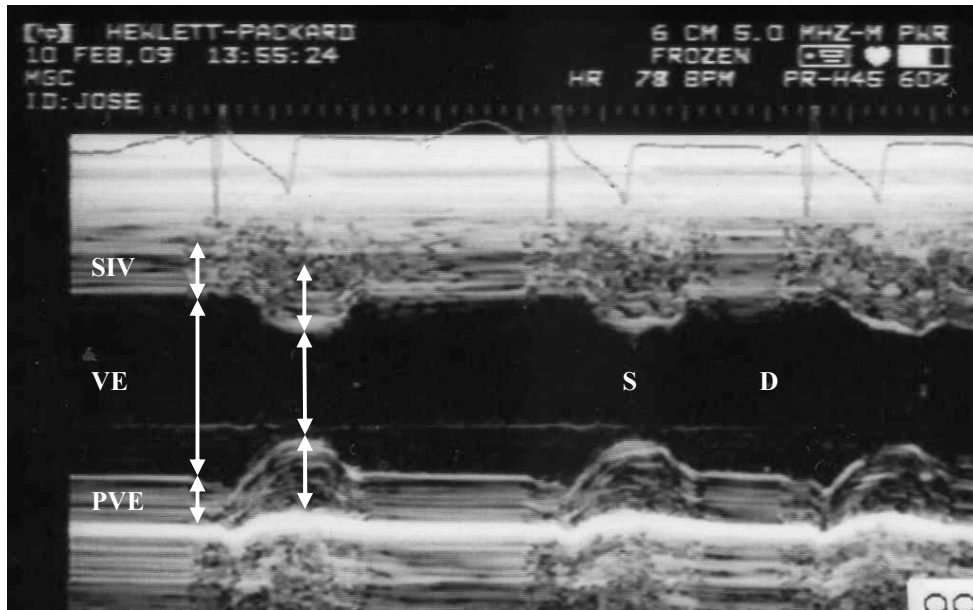
posterior do ventrículo esquerdo (PVE) (fig. 6), de acordo com Lombard (1984).

A partir das medidas citadas acima, foram calculados (apêndice 1), segundo Boon et al. (1983): relação da espessura do septo interventricular e parede posterior no final da diástole (SIVd/PVE<sub>d</sub>), relação da espessura do septo interventricular e parede posterior no final da sístole (SIVs/PVE<sub>s</sub>), percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo (% $\Delta$ D), percentual de espessamento sistólico do septo interventricular (%ESS) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (%ESP) e

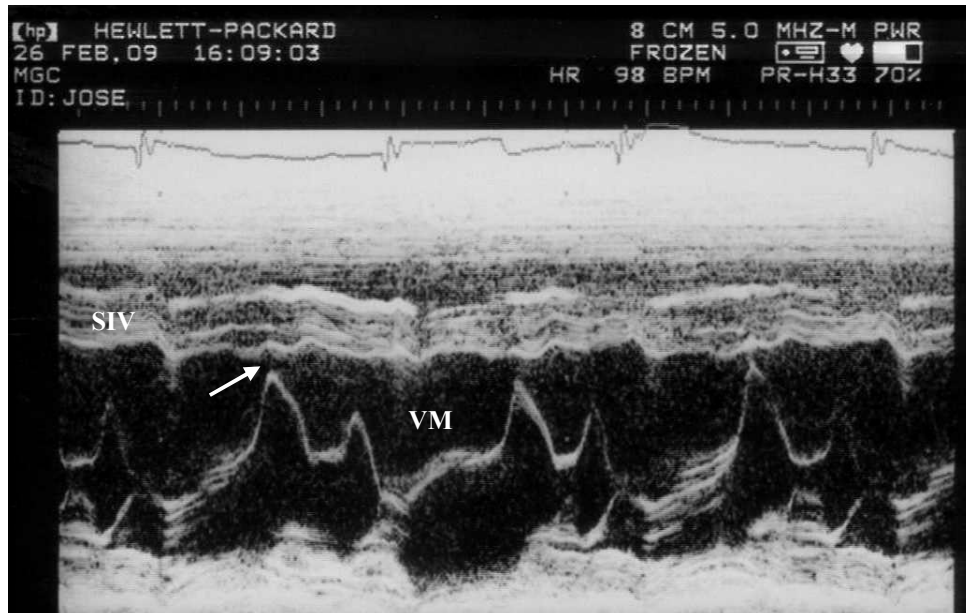
velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca (Vcf). O volume sistólico final (VSF) foi calculado pelo método de Teichholz pelo próprio programa do aparelho. O volume diastólico final (VDF), necessário para o cálculo da fração de ejeção (FEj), foi obtido da mesma maneira. Ainda no modo-M, foi mensurada a distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) (fig. 7).



**Figura 5** – Imagem ecocardiográfica em modo bidimensional de cão da raça Yorkshire Terrier. Posição paraesternal transversal direita, na região da base cardíaca. Observam-se os pontos de mensuração do diâmetro do átrio esquerdo (AE) e da aorta (AO) (setas).



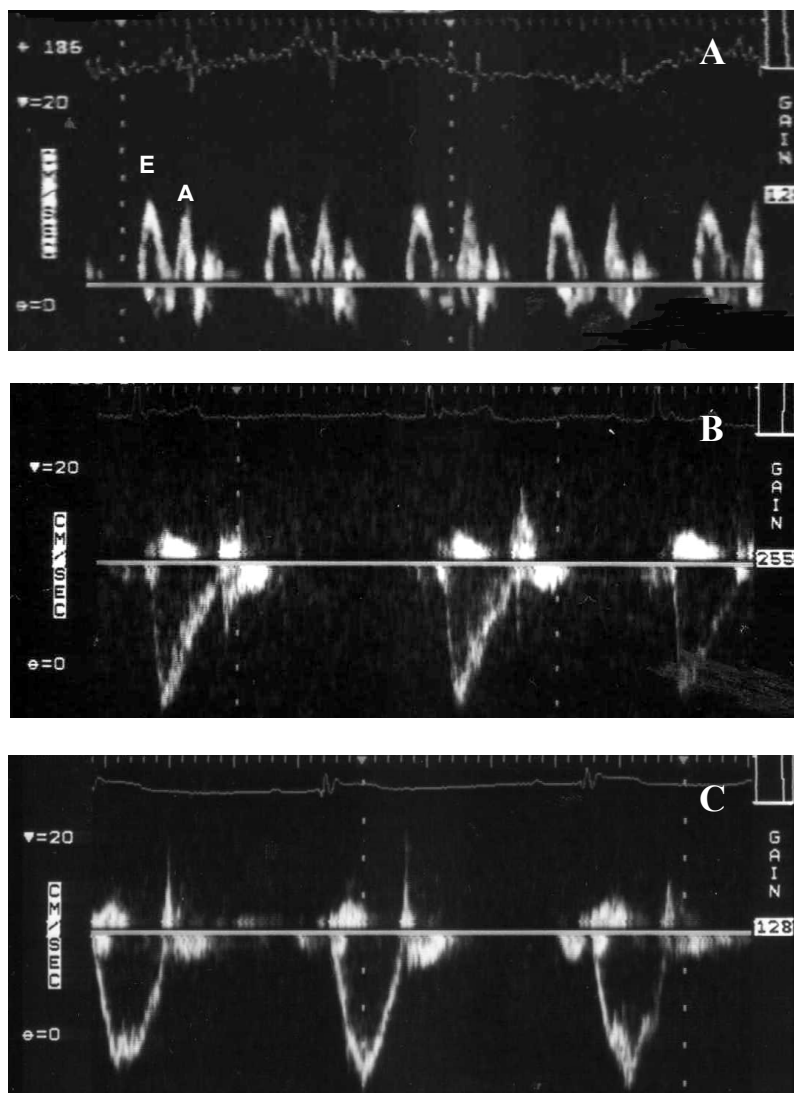
**Figura 6** – Imagem ecocardiográfica em modo-M, na região das cordoalhas tendíneas, de cão da raça Yorkshire Terrier. A localização para mensurar a dimensão da câmara esquerda e espessura das paredes é mostrada por meio de setas. SIV, septo interventricular; VE, ventrículo esquerdo; PVE, parede do ventrículo esquerdo; S, sístole; D, diástole.



**Figura 7** – Imagem ecocardiográfica em modo-M, na região da valva mitral, de cão da raça Yorkshire Terrier. A distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) é mostrada por meio de uma seta. SIV, septo interventricular; VM, valva mitral.

No Modo Doppler, seguiram-se as recomendações de Darke et al. (1993) e Bonagura et al. (1998) para orientação do posicionamento do transdutor. Com auxílio do Doppler por mapeamento do fluxo em cores, o volume de amostra do Doppler pulsado foi posicionado, obtendo-se os picos de velocidades das valvas mitral, tricúspide, aórtica e pulmonar.

Na posição paraesternal longitudinal esquerda, apical quatro câmaras, foram obtidos os fluxos das valvas mitral (fig. 8A) e tricúspide, e mensurados os picos de velocidade da onda E (enchimento passivo do ventrículo esquerdo) e onda A (contração atrial), para o cálculo da relação E/A.



**Figura 8** – Imagens ecocardiográficas no modo Doppler pulsado de cães da raça Yorkshire Terrier. **A:** Fluxo mitral característico, formado por dois picos de velocidades diastólicas, a onda E e a onda A. Observar fluxo positivo, acima da linha de base do gráfico. **B:** Fluxo aórtico normal. **C:** Fluxo pulmonar normal. Observar as ondas negativas, abaixo da linha de base, pois os fluxos movem na direção contrária ao transdutor.

O pico de velocidade da valva aórtica (fig. 8B) e o tempo de ejeção (TE) foram obtidos posicionando o volume da amostra do Doppler pulsado na região da valva aórtica, na posição paraesternal longitudinal esquerda, apical cinco câmaras. O TE, necessário para o cálculo da Vcf, foi medido do início ao final do fluxo aórtico. O fluxo da valva pulmonar foi obtido no corte paraesternal transversal direito, na região da base cardíaca, e o pico de velocidade foi mensurado (fig. 8C).

Todos os procedimentos deste experimento, com exceção dos exames laboratoriais, foram realizados pelo mesmo examinador.

### 3.3- Análise estatística

Os valores dos parâmetros ecocardiográficos e de VHS obtidos neste estudo foram submetidos à análise estatística descritiva para o cálculo do valor médio e do desvio padrão. Foi realizada, ainda, uma comparação entre os valores de VHS nas radiografias laterais, ventrodorsais e dorsoventrais.

O coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r$ ) foi calculado com a finalidade de avaliar a existência de correlação entre as variáveis peso corporal e idade e os valores ecocardiográficos e de VHS mensurados, assim como entre a qualidade do tórax e os valores de VHS. Considerou-se uma correlação positiva e significativa quando o coeficiente de correlação foi maior ou igual a 0,40 e o nível de significância ( $p$ ) menor ou igual a 0,05.

Em relação ao sexo, foi utilizado o teste *t* de *Student* para comparação dos valores médios entre machos e fêmeas (Sampaio, 2002).

## 4- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cães estudados possuíam faixa etária variando entre um e seis anos de idade, com média de  $2,74 \pm 1,24$  anos. O peso variou de 1,5 a 4,0 Kg, com média de  $2,42 \pm 0,64$  Kg, tendo os machos o peso médio de  $2,43 \pm 0,67$  Kg e as fêmeas  $2,42 \pm 0,65$  Kg. Com relação à distribuição dos sexos, a amostra constituiu-se de 53,33% de fêmeas e 46,67% de machos.

O protocolo sedativo utilizado neste experimento permitiu a realização dos exames radiográfico e ecocardiográfico apenas com uma discreta contenção manual dos animais. Os cães se apresentaram, em sua maioria, taquipnéicos antes da administração do ansiolítico, após o qual mostraram um padrão respiratório normal, diminuindo os artefatos durante os exames. A agitação dos animais e o padrão respiratório alterado podem prejudicar a qualidade da imagem radiográfica (Lavin, 2007; Herrtage e Dennis, 1995), assim como podem interferir nas mensurações ecocardiográficas (Boon, 1998). Corroborando com Cavalcanti et al. (2007) e Silva et al. (2008), as frequências cardíacas mensuradas antes e após 10 minutos da aplicação de acepromazina apresentaram diferença significativa ( $p < 0,01$ ), como mostra a tabela 1. Entretanto, esses autores observaram que o uso da acepromazina a 0,03 mg/Kg reduz a ansiedade dos cães, mas não altera significativamente os índices ecocardiográficos. O comportamento tranquilo dos animais é fundamental para a determinação dos parâmetros ecocardiográficos normais, assim como para uma interpretação radiográfica adequada.

**Tabela 1.** Frequência cardíaca média antes e após 10 minutos da aplicação de acepromazina em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

	Frequência cardíaca média (bpm) $\pm$ desvio-padrão
Antes da aplicação de acepromazina	119,33 $\pm$ 21,49 <sup>a</sup>
Após 10 minutos a aplicação de acepromazina	98,43 $\pm$ 19,94 <sup>b</sup>

Letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística com nível de significância de 5 % ( $p < 0,05$ ). A frequência cardíaca foi mensurada em batimentos por minuto (bpm).

#### 4.1- Exame radiográfico

O exame radiográfico do tórax foi um importante método de diagnóstico para a seleção dos animais utilizados neste estudo. Além dos 30 cães selecionados, seis animais considerados hígidos no exame clínico apresentaram imagem radiográfica compatível com colapso traqueal, sendo excluídos do experimento. Esses animais apresentavam lúmen traqueal nitidamente estreitado, principalmente na região cervicotorácica (fig. 9). A radiografia lateral expiratória foi útil nessa avaliação, uma vez que em três cães (50%) essa

projeção detectou colapso que não havia sido demonstrado na radiografia lateral inspiratória. Nos outros três animais afetados a doença foi observada nas duas fases da respiração. O colapso traqueal é uma afecção respiratória crônica que, além de apresentar sinais clínicos em comum com algumas cardiopatias, possibilita o desenvolvimento de importantes alterações no sistema cardiovascular, como a *cor pulmonale*, (O'Brien et al., 1966; White e Williams, 1994; Marolf, et al., 2007), interferindo na obtenção de resultados fidedignos.

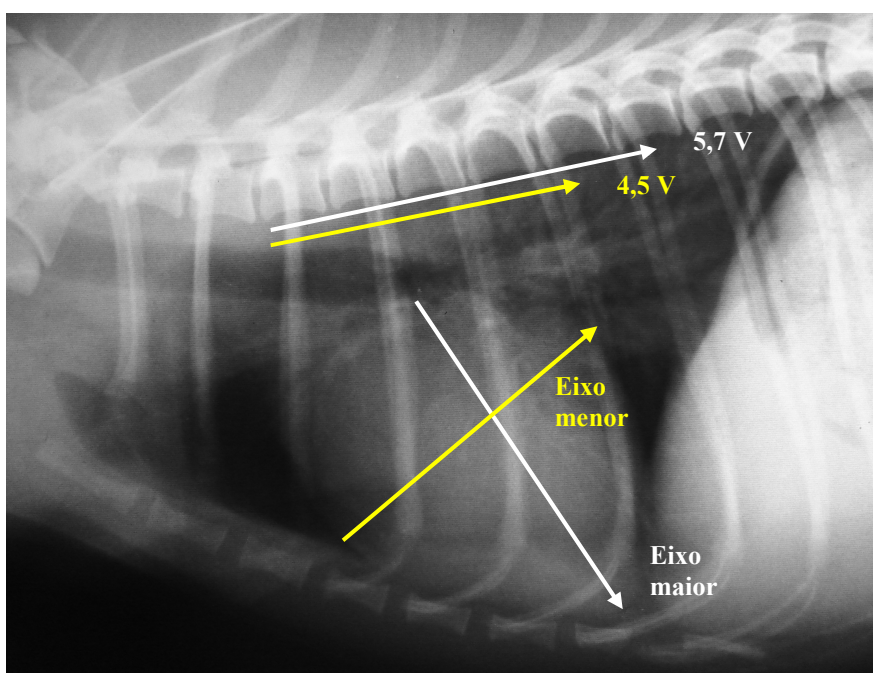


**Figura 9** – Radiografia lateral direita do pescoço e tórax de cão da raça Yorkshire Terrier com colapso traqueal, mostrando a região cervicotorácica da traquéia nitidamente estreitada (*seta branca*). Esse animal foi excluído do experimento.

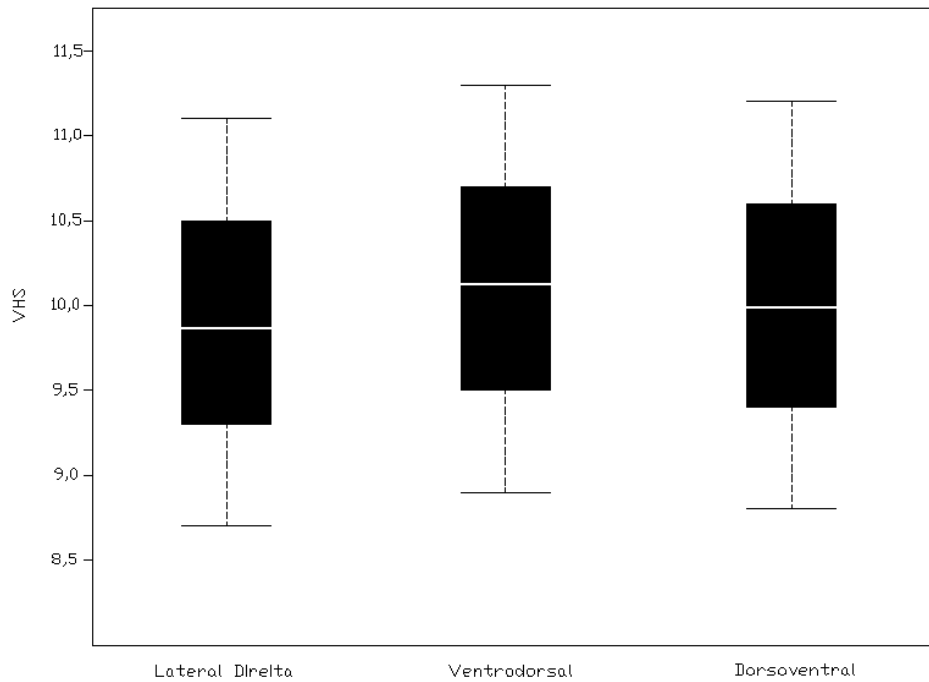
Na avaliação qualitativa do tórax não foram observadas alterações radiográficas significativas nos 30 cães selecionados. A traquéia apresentou diâmetro normal em toda sua extensão, independente da fase respiratória, sendo que o índice traqueotorácico médio foi de  $0,22 \pm 0,03$ . A silhueta cardíaca, o parênquima pulmonar e as outras estruturas torácicas apresentaram imagens radiográficas aparentemente normais.

Para avaliação quantitativa da silhueta cardíaca, o método de mensuração *vertebral heart size* (VHS), proposto por Buchanan e Bücheler (1995), foi utilizado (fig. 10). Na projeção lateral, o valor médio de VHS obtido foi de 9,9 vértebras  $\pm$  0,6 vértebras, sendo o intervalo de confiança de 8,7 a 11,1 vértebras (fig. 11). Cinco animais (16,67%) apresentaram valores de VHS superiores a

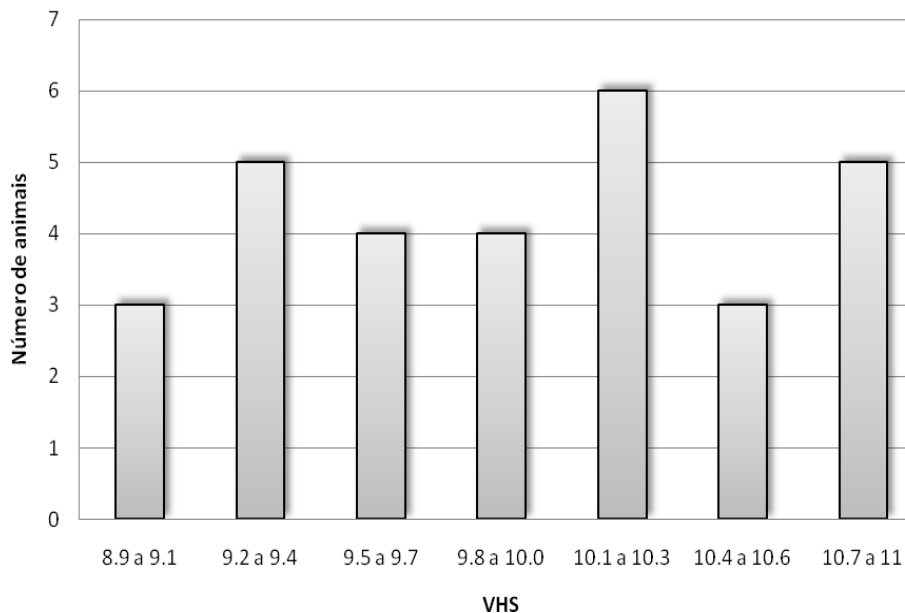
10,5 vértebras, valor sugerido por Buchanan e Bücheler (1995) como limite superior para a maioria das raças. Entretanto, para que 95% dos animais deste estudo apresentassem valores de VHS inferiores ao limite superior, esse deveria ser igual a 11 vértebras. A grande variabilidade racial dos valores médios de VHS nas projeções laterais já foi descrita (Lamb et al., 2001; Pinto e Iwasaki, 2004; Bavegems et al., 2005; Marin et al., 2007), corroborando com os achados aqui descritos para a raça Yorkshire Terrier. A determinação dos valores de VHS específicos para cada raça canina, associada com a avaliação qualitativa, é essencial para uma interpretação radiográfica adequada, evitando um diagnóstico incorreto de cardiomegalia. A distribuição dos valores de VHS se encontra na figura 12.



**Figura 10** – Radiografia lateral direita do tórax de cão normal da raça Yorkshire Terrier, mostrando o método de mensuração *vertebral heart size* (VHS). Esse animal apresenta um VHS de 10,2 vértebras (v).



**Figura 11** – Gráfico apresentando os valores de VHS (*vertebral heart size*) nas três projeções radiográficas realizadas nos trinta cães da raça Yorkshire Terrier. Observam-se as médias (*linhas horizontais brancas*), desvios-padrão (*retângulo preto*) e intervalos de confiança (*entre as linhas horizontais pretas*) (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).



**Figura 12** – Gráfico apresentando a distribuição dos valores de VHS na projeção lateral de trinta cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

Na projeção ventrodorsal (VD), o valor médio de VHS obtido foi de 10,1 vértebras  $\pm$  0,6 vértebras, sendo o intervalo de confiança de 8,9 a 11,3 vértebras (fig. 11). Na projeção dorsoventral (DV), o valor médio de VHS obtido foi de 10,0 vértebras  $\pm$  0,6 vértebras, sendo o intervalo de confiança de 8,8 a 11,2 vértebras (fig. 11). O valor médio de VHS na projeção VD não apresentou diferença significativa em relação à projeção DV ( $p < 0,05$ ). Esses resultados são semelhantes àqueles descritos por Buchanan e Bücheler (1995). Entretanto, ao contrário do que foi observado por esses autores, mas corroborando com Bavegems et al. (2005), os valores médios de VHS na projeção DV ou VD não foram significativamente maiores que aqueles obtidos na projeção lateral ( $p < 0,05$ ). A conformação torácica de cães da raça Yorkshire Terrier pode explicar esse resultado, uma vez que em animais de tórax intermediário, como os deste estudo, a distância do coração ao filme é semelhante nas diferentes projeções radiográficas, resultando em menor distorção do contorno cardíaco. Isso representa uma maior aplicabilidade do método VHS em cães dessa raça.

O valor médio do eixo maior do coração na projeção VD foi 2,99% mais longo que na projeção lateral. O eixo menor na projeção VD apresentou-se discretamente mais largo (0,46%) que na projeção lateral. O coração apresentou-se 1,48% mais longo e 0,93% mais estreito na projeção VD em comparação à projeção DV. Essas diferenças foram pequenas, mas não significativas.

Assim como observado por Buchanan e Bücheler (1995), Bavegems et al. (2005) e Marin et al. (2007), os valores de VHS não apresentaram diferença significativa entre machos e fêmeas, em nenhuma das projeções radiográficas. Entretanto, ao contrário do que foi observado por Lamb et al. (2001), os valores de VHS apresentaram correlação positiva e significativa com a idade, porém com baixos coeficientes de correlação ( $0,47 \leq r \leq 0,50$  e  $0,004 \leq p \leq 0,007$ ), em todas as projeções radiográficas, possivelmente devido ao tamanho e homogeneidade da amostra. O peso corporal, por sua vez, após o cálculo dos coeficientes de *Pearson*, não demonstrou correlação significativa com os valores de VHS apenas na projeção dorsoventral ( $r = 0,29$  e  $p = 0,11$ ), enquanto que na projeção lateral direita e ventrodorsal apresentou baixa correlação, mas significativa ( $0,40 \leq r \leq 0,42$  e  $0,010 \leq p \leq 0,027$ ). Poucos autores avaliaram a correlação entre VHS e peso corporal. Basile (2008), estudando cães da raça Bulldog inglês, não observou correlação significativa entre essas variáveis em nenhuma das projeções radiográficas, diferentemente do que foi encontrado neste experimento, no qual estudou-se uma amostra homogênea em peso corporal e idade.

Os valores de VHS médio, desvio-padrão e correlações com peso corporal e idade em todas as projeções radiográficas estudadas estão sumarizados na tabela 2.

**Tabela 2.** Valores médios de VHS e desvios-padrão, nas três projeções radiográficas, de 30 cães da raça Yorkshire Terrier, e suas correlações com peso corporal e idade (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

Variável <sup>(1)</sup>	Média ± Desvio-padrão	Correlação com peso corporal <sup>(2)</sup>		Correlação com idade <sup>(3)</sup>	
		r		r	
VHS – LL (v)	9,9 ± 0,6	0,42		0,47	
VHS – VD (v)	10,1 ± 0,6	0,40		0,50	
VHS – DV (v)	10,0 ± 0,6	ns		0,50	

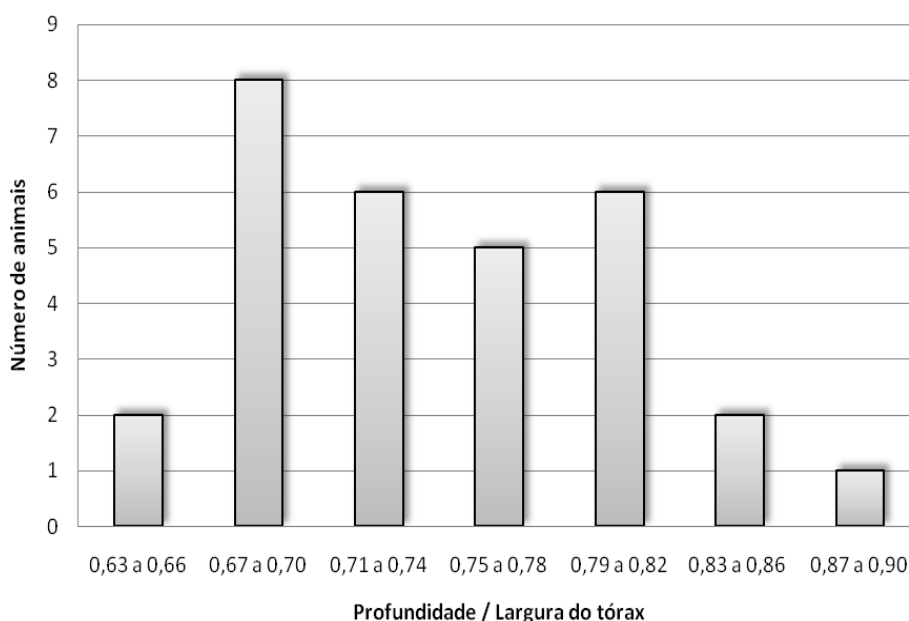
<sup>(1)</sup> Variável: VHS – LL = valor de VHS (*vertebral heart size*) mensurado na projeção lateral direita; VHS – VD = valor de VHS mensurado na projeção ventrodorsal; VHS – DV = valor de VHS mensurado na projeção dorsoventral; v = vértebras.

<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> Considerada significativa quando o coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r \geq 0,40$  e  $p < 0,05$ ). Nos casos em que  $r$  se aproximou de zero, a correlação foi considerada não-significativa (ns).

Obs.: Não houve diferença significativa entre sexos.

A razão da profundidade pela largura torácica (Pt/Lt) apresentou valor médio de  $0,75 \pm 0,06$ , sendo o valor mínimo encontrado de 0,66 e o máximo de 0,89. A distribuição desses valores encontra-se na figura 13. De acordo com a qualidade do tórax, 53,33% dos animais apresentaram

tórax largo e 46,67% tórax intermediário. Não foi observada correlação entre a qualidade do tórax e o VHS ( $-0,009 \leq r \leq 0,124$  e  $0,51 \leq p \leq 96$ ), assim com observado por Buchanan e Bücheler (1995) e Basile (2008).



**Figura 13** – Gráfico apresentando a distribuição dos valores da razão profundidade/largura do tórax dos trinta cães da raça Yorkshire Terrier clinicamente normais (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

#### 4.2- Exame ecocardiográfico

Imagens ecocardiográficas satisfatórias foram obtidas nos 30 cães estudados, estando qualitativamente similares àquelas

descritas por Lombard (1984), Thomas et al. (1993) e Boon (1998). Os valores de média, desvio-padrão e coeficientes de variação de todas as variáveis estudadas estão sumarizados na tabela 3.

**Tabela 3.** Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos parâmetros e índices ecocardiográficos avaliados em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

Variável <sup>(1)</sup>	Média ± Desvio-padrão	Coefficiente de variação (%)
AE (cm)	1,18 ± 0,16	13,6
AO (cm)	0,86 ± 0,08	9,3
VEd (cm)	1,65 ± 0,23	13,9
VEs (cm)	0,93 ± 0,20	21,5
SIVd (cm)	0,50 ± 0,08	16
SIVs (cm)	0,73 ± 0,10	13,7
PVEd (cm)	0,52 ± 0,08	15,4
PVEs (cm)	0,71 ± 0,11	15,5
AE/AO	1,37 ± 0,12	8,8
SIVd/PVEd	0,96 ± 0,17	17,7
SIVs/PVEs	1,04 ± 0,15	14,4
EPSS (cm)	0,09 ± 0,04	44,4
%ΔD (%)	43,83 ± 8,39	19,1
ESS (%)	47,17 ± 15,34	32,5
ESP (%)	36,38 ± 14,97	41,1
FEj (%)	77,34 ± 9,11	11,8
Vcf (cm/s)	2,42 ± 0,56	23,1
TE (s)	0,18 ± 0,02	11,1

<sup>(1)</sup> Variável: AE = diâmetro do átrio esquerdo; AO = diâmetro da aorta; VEd = dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole; VEs = dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole; SIVd = espessura do septo interventricular na diástole; SIVs = espessura do septo interventricular na sístole; PVEd = espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole; PVEs = espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole; AE/AO = relação diâmetro átrio esquerdo e aorta; SIVd/PVEd = relação espessura do septo interventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole; SIVs/PVEs = relação espessura do septo interventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole; EPSS = distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular; %ΔD = percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; %ESS = percentual de espessamento sistólico do septo interventricular; %ESP = percentual de espessamento sistólico da parede do ventrículo esquerdo; Fej = fração de ejeção; Vcf = velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca; TE = tempo de ejeção.

O diâmetro do átrio esquerdo (AE) e da aorta (AO) assumem especial importância, uma vez que sua relação (AE/AO) é um dos índices mais utilizados na avaliação do tamanho atrial esquerdo (Boon et al., 1983; Lombard, 1984; Rishniw e Erb, 2000; Hansson et al., 2002). As mensurações podem ser realizadas no modo M ou no bidimensional, porém segundo Rishniw e Erb (2000) e Hansson et al. (2002), o ecocardiograma bidimensional apresenta

maior sensibilidade por realizar medidas mais criteriosas. No modo-M, o diâmetro do AE inclui somente a dimensão da aurícula esquerda, sendo que corpo principal do átrio não é considerado, subestimando seu tamanho. O valor médio da relação AE/AO obtido neste experimento foi de 1,37 ± 0,12, resultado semelhante ao encontrado por Rishniw e Erb (2000), que avaliando cães de raças variadas e com pesos entre 4,0 e 56,0 Kg,

obtiveram um valor médio de 1,31. Segundo esses autores, uma relação AE/AO maior que 1,6 sugere dilatação atrial esquerda, uma vez que a medida da aorta praticamente não se altera no cão. A relação AE/AO não apresentou correlação significativa com as variáveis peso corporal, idade e sexo, aumentando sua aplicabilidade clínica. O diâmetro do átrio esquerdo (AE) e da aorta (AO) apresentaram correlação positiva e significativa com o peso corporal ( $r = 0,71$  e  $0,56$ , respectivamente;  $p < 0,0006$ ), e não se correlacionaram com a idade ou sexo dos animais. Os achados corroboram com aqueles observados por Boon et al. (1983), Rishniw e Erb (2000), Hansson et al. (2002) e Yamato et al. (2006).

Dos parâmetros ecocardiográficos estudados no modo-M, obtiveram correlação positiva e significativa com o peso corporal ( $0,50 \leq r \leq 0,74$  e  $0,001 \leq p \leq 0,025$ ) a dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole (VE<sub>d</sub>) e na sístole (VE<sub>s</sub>), a espessura do septo interventricular na diástole (SIV<sub>d</sub>) e na sístole (SIV<sub>s</sub>), e a espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole (PVE<sub>d</sub>) e na sístole (PVE<sub>s</sub>), assim como observado por Boon et al. (1983), Lombard (1984), Crippa et al. (1992), Muzzi et al. (2000) e Yamato et al. (2006). Esses resultados eram esperados, uma vez que as dimensões cardíacas são proporcionais ao tamanho do animal. Entretanto, a distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) não se correlacionou com o peso corporal, corroborando com Child et al. (1981). De acordo com esse autor, o EPSS é independente do tamanho ventricular, apresentando alterações apenas quando a função encontra-se diminuída.

A idade do animal, por sua vez, não demonstrou correlação significativa com VE<sub>d</sub>, VE<sub>s</sub>, SIV<sub>s</sub>, EPSS, relação SIV<sub>d</sub>/PVE<sub>d</sub> e relação SIV<sub>s</sub>/PVE<sub>s</sub> ( $-0,18 \leq r$

$\leq 0,34$  e  $0,06 \leq p \leq 0,43$ ), enquanto que apresentou correlação significativa, porém com baixos coeficientes de correlação ( $0,43 \leq r \leq 0,54$  e  $0,001 \leq p \leq 0,009$ ), com SIV<sub>d</sub>, PVE<sub>d</sub> e PVE<sub>s</sub>. Esses resultados sugerem que à medida que o animal envelhece, a PVE e o SIV tendem à hipertrofia, semelhante ao descrito por Boon et al. (1983).

Em relação ao sexo, apenas a PVE<sub>d</sub> apresentou diferença significativa entre machos e fêmeas (nível de significância =  $0,02$ ), semelhante ao observado por Crippa et al. (1992). As demais variáveis não apresentaram diferença entre sexos. Essa ausência de correlação era esperada, uma vez que havia homogeneidade de peso corporal entre machos e fêmeas.

A relação da espessura do septo interventricular e parede posterior do VE (SIV/PVE) é considerada um parâmetro ecocardiográfico valioso na avaliação dos padrões de hipertrofia (simétrica ou assimétrica). Boon et al. (1983), Muzzi et al. (2000) e Yamato et al. (2006) encontraram valores semelhantes aos deste estudo (tab. 2). Marks (1993) mostrou que na cardiomiopatia hipertrófica a relação SIV/PVE é frequentemente superior a 1,3.

A partir dos parâmetros ecocardiográficos, são obtidos os índices de função ventricular esquerda, que são indicadores da contratilidade e complacência do ventrículo esquerdo. Assim como observado por Lombard (1984), Gooding et al. (1986), Crippa et al. (1992), Morrison et al. (1992), Muzzi (1998) e Yamato et al. (2006), os índices funcionais do VE, quais sejam percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo (% $\Delta D$ ), percentual de espessamento sistólico do septo interventricular (%ESS) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (%ESP), e velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca (V<sub>cf</sub>), não apresentaram correlação significativa com o peso

corporal ( $-0,16 \leq r \leq -0,09$  e  $0,21 \leq p \leq 0,33$ ). Da mesma forma, essas variáveis não se correlacionaram com a idade ou sexo dos animais. A ausência de correlação entre a idade e a maioria das variáveis estudadas era esperada, pois a faixa etária utilizada neste trabalho, entre um e seis anos, foi determinada com a finalidade de minimizar a influência de filhotes e animais idosos. Em relação ao sexo, Lombard (1984) e Morrison et al. (1992) também sugerem que esta variável não exerce influência sobre as medidas ecocardiográficas. Essas

características são de grande importância clínica, pois possibilitam o uso de seus valores de referência em uma grande variedade de pacientes. Entretanto, alguns índices ecocardiográficos são influenciados pela frequência cardíaca, pré-carga e pós-carga, devendo ser avaliados com cautela (Kittleson et al., 1984; Boon, 1998).

As correlações com peso corporal, idade e diferença entre sexos de todas as variáveis estudadas estão sumarizadas na tabela 4.

**Tabela 4.** Correlação dos parâmetros ecocardiográficos com peso corporal e idade e diferença entre sexos em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

Variável <sup>(1)</sup>	Correlação com peso corporal <sup>(2)</sup>		Correlação com idade <sup>(3)</sup>		Diferença entre sexos <sup>(4)</sup>
	r		r		
AE (cm)	0,71		ns		-
AO (cm)	0,56		ns		-
VEd (cm)	0,74		ns		-
VEs (cm)	0,58		ns		-
SIVd (cm)	0,62		0,43		-
SIVs (cm)	0,72		ns		-
PVEd (cm)	0,57		0,54		0,02
PVEs (cm)	0,50		0,43		-
AE/AO	ns		ns		-
SIVd/PVEd	ns		ns		-
SIVs/PVEs	ns		ns		-
EPSS (cm)	ns		ns		-
%ΔD (%)	ns		ns		-
ESS (%)	ns		ns		-
ESP (%)	ns		ns		-
FEj (%)	ns		ns		-
Vcf (cm/s)	ns		ns		-
TE (s)	ns		ns		-

<sup>(1)</sup> Variável: AE = diâmetro do átrio esquerdo; AO = diâmetro da aorta; VEd = dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole; VEs = dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole; SIVd = espessura do septo interventricular na diástole; SIVs = espessura do septo interventricular na sístole; PVEd = espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole; PVEs = espessura da parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole; AE/AO = relação diâmetro átrio esquerdo e aorta; SIVd/PVEd = relação espessura do septo interventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole; SIVs/PVEs = relação espessura do septo interventricular e parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole; EPSS = distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular; %ΔD = percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; %ESS = percentual de espessamento sistólico do septo interventricular; %ESP = percentual de espessamento sistólico da parede do ventrículo esquerdo; FEj = fração de ejeção; Vcf = velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca; TE = tempo de ejeção.

<sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup> Considerada significativa quando o coeficiente de correlação de *Pearson* ( $r$ )  $\geq 0,40$  e  $p < 0,05$ . Se  $r < 0,40$ , a correlação foi considerada pouco ou não-significativa (ns).

<sup>(4)</sup> Presente quando  $p < 0,05$ .

O percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo (% $\Delta$ D) é um índice funcional, dependente da pré e pós-carga, amplamente utilizado na avaliação da função ventricular esquerda, devido à facilidade de cálculo e boa correlação com as medidas invasivas (Boon et al., 1983; Kittleson et al., 1984). Boon et al. (1983) verificaram que a % $\Delta$ D é independente da área de superfície corporal (ASC). Entretanto, outros autores concordam que pode existir uma variação dos valores normais da % $\Delta$ D entre raças de diferentes portes (Morrison et al., 1992; Snyder et al., 1995; Koch et al., 1996; Silva et al., 2008). Geralmente, cães de raças grandes e gigantes apresentam valores menores que aqueles de raças pequenas. Snyder et al. (1995), Koch et al. (1996) e Muzzi et al. (2000), estudando cães das raças Greyhound, Dogue alemão e Pastor alemão, respectivamente, encontraram valores médios de 28,8%, 25% e 28,6%. Enquanto que, segundo Crippa et al. (1992), Yamato et al. (2006) e Silva et al. (2008), animais das raças Beagle, Poodle miniatura e Schnauzer miniatura, respectivamente, apresentam valores médios de 40%, 41,2% e 42,1%, corroborando com o valor obtido no presente estudo (43,8%).

Tanto as medidas do septo interventricular (SIV) quanto da parede posterior do ventrículo esquerdo (PVE), na sístole e na diástole, foram utilizadas para calcular o percentual de espessamento sistólico do septo interventricular (%ESS) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (%ESP). Essas duas variáveis indicam o grau de espessamento do SIV e da PVE, respectivamente, durante a contração ventricular, sendo também considerados índices de função ventricular esquerda. Da mesma forma que para Boon et al. (1983), Muzzi et al. (2000) e Yamato et al. (2006), neste estudo não foi encontrada correlação significativa entre estas variáveis e peso corporal, sexo e idade (tab. 3).

A fração de ejeção (FEj) é outro índice funcional muito utilizado na rotina ecocardiográfica, porém a sua ampla faixa de variação torna seu uso limitado (Crippa et al., 1992). Cães de grande porte geralmente apresentam valores menores que animais de raças pequenas (Snyder et al., 1995; Koch et al., 1996). O valor médio de FEj obtido neste trabalho (77,34%) foi muito semelhante aqueles encontrados por Crippa et al. (1992), Yamato et al. (2006) e Silva et al. (2008), que estudaram cães de pequeno porte das raças Beagle (77%), Poodle miniatura (74%) e Schnauzer miniatura (75,1%), respectivamente.

A velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca (Vcf) é a variação da circunferência da cavidade ventricular durante a sístole, e incorpora na mesma medida o tempo de ejeção (TE) e a porcentagem de encurtamento sistólico do VE, apresentando boa aplicabilidade clínica. Entretanto, assim como a % $\Delta$ D e a FEj, sofre influencia da pré e pós-carga. Neste estudo, o valor médio obtido (2,42 cm/s) se assemelha com aqueles encontrados por Boon et al., (1983) e Silva et al. (2008), sendo de 2,07 cm/s e 2,35 cm/s respectivamente.

A distância entre o ponto E do folheto anterior da valva mitral e o septo interventricular (EPSS) também tem sido empregada na avaliação sistólica do VE. O EPSS não se altera com o tamanho da câmara ventricular, a não ser que a função esteja diminuída. Na presença de doenças valvulares ou de alterações na movimentação do septo interventricular, os valores de EPSS podem estar alterados, mesmo em cães com função normal (Child et al., 1981; Kirberger, 1991; Koch et al. 1996; Kienle e Thomas, 2005). O resultado encontrado neste experimento (0,9 mm) condiz com a literatura, uma vez que a maioria dos relatos sugere que o valor de EPSS normal é inferior a 6 mm.

O modo Doppler foi utilizado no presente estudo conforme recomendado por Darke et al. (1993) e Bonagura et al. (1998). Por meio do Doppler pulsado foi possível avaliar satisfatoriamente os fluxos das valvas mitral, tricúspide, aórtica e pulmonar dos 30 cães estudados, demonstrando ser suficiente para captar fluxos normais, de caráter laminar, encontrados em cães saudáveis. O Doppler por mapeamento do fluxo em cores auxiliou na correta colocação do volume de amostra do Doppler pulsado, permitindo um alinhamento apropriado com os fluxos das valvas cardíacas.

O fluxo da valva mitral foi positivo (acima da linha de base), laminar e durante a diástole. Apresentou-se dividido em duas fases principais, denominadas ondas E e A. A onda E, ocorreu durante a fase de enchimento rápido do VE, sendo seu pico de velocidade médio 0,67 m/s. A onda A, geralmente menor que a primeira, ocorreu durante a contração atrial, sendo seu pico de velocidade médio 0,42 m/s. Darke et al. (1993) e Muzzi (1998) encontraram características de fluxos semelhantes às descritas neste trabalho. Segundo Boon (1998), a relação E/A normal é sempre maior que 1,0 e fornece importantes informações sobre a função diastólica do ventrículo esquerdo. Inversões dessa relação ocorrem devido a alterações no relaxamento ou complacência ventricular. Segundo Kirberger et al. (1992) e Boon (1998), a relação E/A apresenta valores variando entre 1,3 e 1,55, bem próximos ao observado neste estudo (1,64).

Um fluxo diastólico similar ao da valva mitral, composto por ondas E e A, foi observado na valva tricúspide. O pico de velocidade médio da onda E foi de 0,66 m/s e o da onda A foi de 0,42 m/s. A respiração

teve efeito marcante sobre esse fluxo, que apresentou valores maiores durante a inspiração, resultando em relação E/A maior na inspiração e menor na expiração, porém sempre superior a 1,0. Esses achados foram similares àqueles encontrados por Kirberger et al. (1992), Darke et al. (1993) e Muzzi (1998).

Durante a sístole, um fluxo negativo (abaixo da linha de base) e laminar foi observado na valva aórtica, com pico de velocidade médio de 0,94 m/s, assim como observado por Brown et al. (1991) e Muzzi (1998). A partir desse fluxo, o tempo de ejeção foi mensurado, e o valor médio obtido foi de  $0,180s \pm 0,02s$ , corroborando com aqueles encontrados por Boon et al. (1983), Cavalcanti et al. (2007) e Silva et al. (2008), quais foram de 0,179s, 0,174s e 0,181s, respectivamente.

O fluxo da valva pulmonar foi observado como negativo, laminar e durante a sístole. Semelhante aos valores encontrados por Brown et al. (1991) e Muzzi (1998), o pico de velocidade médio foi de 0,94 m/s. A respiração também afetou este fluxo de forma visível, pois na inspiração foram observados os maiores picos de velocidades, assim como descrito por Kirberger et al. (1992) e Muzzi (1998).

Todos os fluxos estudados não apresentaram correlação significativa com o peso corporal ou idade, e nem diferença entre sexos, podendo ser justificada pelo tamanho e homogeneidade da amostra aqui pesquisada. Os valores de média, desvio-padrão e coeficiente de variação dos índices ecocardiográficos do modo Doppler estão listados na tabela 5.

**Tabela 5.** Médias, desvios-padrão e coeficientes de variação dos índices ecocardiográficos do modo Doppler obtidos em 30 cães da raça Yorkshire Terrier (Belo Horizonte, MG, fevereiro a julho de 2009).

Variável <sup>(1)</sup>	Média ± Desvio-padrão	Coefficiente de variação (%)
Fluxo Mitral – Onda E (m/s)	0,67 ± 0,06	8,9
Fluxo Mitral – Onda A (m/s)	0,42 ± 0,08	19,0
Fluxo Mitral – Relação E/A	1,64 ± 0,26	15,9
Fluxo Tricúspide – Onda E (m/s)	0,66 ± 0,08	12,1
Fluxo Tricúspide – Onda A (m/s)	0,42 ± 0,06	14,3
Fluxo Tricúspide – Relação E/A	1,60 ± 0,19	11,9
Fluxo Aórtico (m/s)	0,94 ± 0,10	10,6
Fluxo Pulmonar (m/s)	0,94 ± 0,09	9,6

<sup>(1)</sup> Variável: Relação E/A = relação entre as ondas E e A dos fluxos mitral ou tricúspide. As variáveis listadas acima representam a velocidade máxima (m/s) dos fluxos mitral, tricúspide, aórtico e pulmonar.

Obs.: Não houve correlação significativa com peso corporal e idade ou diferença entre sexos ( $p < 0,05$ ).

## 5- CONCLUSÕES

Diante das condições em que foi realizada esta pesquisa e de acordo com os resultados obtidos em cães da raça Yorkshire Terrier, pode-se concluir que:

1. Os valores de VHS devem ser correlacionados com raça, peso corporal e idade, assim como projeção radiográfica, uma vez que podem ser influenciados por esses fatores, permitindo assim uma avaliação cardíaca mais fidedigna.
2. Em projeções laterais, o valor médio de VHS é de 9,9 vértebras ± 0,6 vértebras, e o limite superior sugerido para cães da raça Yorkshire Terrier é de 11,0 vértebras.
3. Na projeção ventrodorsal, o valor médio de VHS é de 10,1 vértebras ± 0,6 vértebras.
4. Na projeção dorsoventral, o valor médio de VHS é de 10,0 vértebras ± 0,6 vértebras.
5. O índice traqueotorácico médio para a raça é de  $0,22 \pm 0,03$ .
6. Os parâmetros ecocardiográficos devem ser correlacionados com peso corporal, sexo e faixa etária, uma vez

que são passíveis de variação, mesmo dentro de uma mesma raça canina.

7. A padronização dos valores ecocardiográficos e de VHS para cada raça canina é fundamental, auxiliando no diagnóstico preciso de alterações cardíacas.

## 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASILE, A. L. C. *Avaliações ecodopplercardiográfica, eletrocardiográfica computadorizada, radiográfica e morfométrica em cães adultos da raça Bulldog Inglês*. 2008. 103f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- BAVEGEMS, V.; CAELENBERG, A. V.; DUCHATEAU, L. et al. Vertebral heart size ranges specific for Whippets. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 46, p. 400-403, 2005.
- BAVEGEMS, V.; DUCHATEAU, L.; SYS, S. U et al. Ecocardiographic reference values in Whippets. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 48, p. 230-238, 2007.

- BONAGURA, J. D. Echocardiography. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 204, n. 4, p. 516-522, 1994.
- BONAGURA, J. D.; MILLER, M. W.; DARKE, P. G. G. Doppler echocardiography I: pulsed-wave and continuous-wave examination. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 28, p. 1325-1357, 1998.
- BONAGURA, J. D.; MILLER, M. W. Doppler echocardiography II: color doppler imaging. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 28, p.1361-1387, 1998.
- BOON, J.; WINGFIELD, W. E.; MILLER, C. H. Echocardiographic indices in the normal dog. *Veterinary Radiology*, v. 24, p. 214-221, 1983.
- BOON, J. A. *Manual of Veterinary Echocardiography*. Baltimore: Willians & Wilkins, 1998. 478 p.
- BROWN, D. J.; KNIGHT, D. H.; KING, R. R. Use of pulse-wave doppler echocardiography to determine aortic and pulmonary velocity and flow variables in clinically normal dogs. *American Journal Veterinary Research*, v. 52, p. 543-550, 1991.
- BUBACK, J. L.; BOOTHE, H. W.; HOBSON, H. P. Surgical treatment of collapse in dogs: 90 cases (1983-1993). *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 208, p 380-384, 1996.
- BUCHANAN, J. W. Radiology of the heart. *Proceedings 35<sup>th</sup> Annual Meeting of American Animal Hospital Association*, p. 35-36, 1968.
- BUCHANAN, J. W.; BÜCHELER, J. Vertebral scale system to measure canine heart size in radiographs. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 206, p.194-199, 1995.
- BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 30, p. 379-393, 2000.
- CALVERT, C. A.; BROWN, J. Use of M-mode echocardiography in the diagnosis of congestive cardiomyopathy in Doberman Pinschers. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 189, p. 293-297, 1986.
- CASTRO, M. G.; VEADO, J. C. C.; SILVA, E. F et. al. Estudo retrospectivo ecodopplercardiográfico das principais cardiopatias diagnosticadas em cães. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 61, n. 5, p. 1238-1241, 2009.
- CAVALCANTI, G. A. O.; MUZZI, R. A. L.; ARAÚJO, R. B. et. al. Avaliação ecodopplercardiográfica da função diastólica em cães da raça Boxer. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 59, n. 5, p. 1169-1176, 2007.
- CHILD, J. S.; KRIVOKAPICH, J.; PERLOFF, J. K. et al. Effect of left ventricular size on mitral E point to ventricular septal separation in assessment of cardiac performance. *American Heart Journal*, v. 101, n. 6, p. 797-805, 1981.
- CRIPPA, L.; FERRO, E.; MELLONI, P. et al. Echocardiographic parameters and indices in the normal Beagle dog. *Laboratory Animals*, v. 26, p. 190-195, 1992.
- DARKE, P. G. G.; BONAGURA, J.D.; MILLER, M. Transducer orientation for Doppler echocardiography in dogs. *Journal of Small Animal Practice*, v. 34, n. 1, p. 2-8, 1993.

- ETTINGER, S. J.; KANTROWITZ, B.; BRAYLEY, K. Doenças da traquéia. In: ETTINGER, J.; FELDMAN, E.C. *Tratado de Medicina Interna Veterinária*. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, v. 2, p. 1096-1112.
- FERIAN, P. E. *Avaliação histológica, histoquímica, morfológica, e radiográfica de traquéias de cães portadores de colapso traqueal*. 2009. 100f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- GABAY, A. Radiologia cardiovascular. In: BLERENIAN, G. C.; MUCHA, C. J.; CAMACHO, A. A. *Afecções Cardiovasculares em Pequenos Animais*. São Paulo: Interbook, 2003, p. 40-45.
- GHADIRI, A.; AVIZEH, R.; RASEKH, A. Radiographic measurement of vertebral heart size in healthy stray cats. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, v. 10, p. 61-65, 2008.
- GOODWIN, J. K. Cardiopatias congênitas. In: TILLEY, L.P.; GOODWIN, J.K. *Manual de Cardiologia para Cães e Gatos*. 3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 259-276.
- GOODING, J. P.; ROBINSON, W. F.; MEWS, G. C. Echocardiographic assessment of left ventricular dimensions in clinically normal English Cocker Spaniels. *American Journal Veterinary Research*, v. 47, p. 296-300, 1986.
- HAMLIN, R. L. Analysis of the cardiac silhouette in dorsoventral radiographs from dogs with heart disease. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 153, p. 1446-1460, 1968.
- HANSSON, K.; HAGGSTROM, J.; KVART, C. et. al. Left atrial root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in cavalier King Charles spaniels with or without left atrial enlargement. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 43, n. 6, p. 568-575, 2002.
- HANSSON, K. *Diagnostic imaging of cardiopulmonary structures in normal dogs and dogs with mitral regurgitation*. 2004. 46f. Doctoral thesis – Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala.
- HARVEY, C. E.; FINK, E. A. Tracheal diameter: analysis of radiographic measurements in brachycephalic and nonbrachycephalic dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 18, p. 570-576, 1982.
- HENIK, R. A. Ecocardiografia e ultra-som Doppler. In: TILLEY, L.P.; GOODWIN, J.K. *Manual de Cardiologia para Cães e Gatos*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 67-94.
- HERRTAGE, M. E.; DENNIS, R. The thorax. In: LEE, R. *Manual of Small Animal Diagnostic Imaging*. 2. ed. Cheltenham: British Small Animal Veterinary Association, 1995. p.43-67.
- KEALY, J. K.; McALLISTER, H. *Radiologia e Ultra-sonografia do Cão e do Gato*. 3. ed. São Paulo: Manole, 2005. 436 p.
- KIENLE, R.D. Echocardiography. In: KITTLESON, M.D.; KIENLE, R.D. *Small Animal Cardiovascular Medicine*. Baltimore: Mosby, 1998. p. 95-117.
- KIENLE, R. D.; THOMAS, W. P. Ecocardiografia. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. *Ultra-Som Diagnóstico em Pequenos Animais*. 2. ed. São Paulo: Roca, 2005. p.365-438.
- KIRBERGER, R.M. Mitral valve E point to ventricular septal separation in the dog. *Journal of the South African Veterinary Association*, v. 62, n. 4, p.163-166, 1991.

- KIRBERGER, R. M.; VAN DEN BERG, P. B.; DARAZS, B. Doppler echocardiography in the normal dog: part I velocity findings and flow patterns. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 33, p. 370-379, 1992.
- KITTLESON, M. D.; EYSTER, G. E.; KNOWLEN, G. G. et al. Myocardial function in small dogs with chronic mitral regurgitation and severe congestive heart failure. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 184, n. 4, p. 455-459, 1984.
- KITTLESON, M. D. Radiography of the cardiovascular system. In: KITTLESON, M.D.; KIENLE, R.D. *Small Animal Cardiovascular Medicine*. Baltimore: Mosby, 1998. p. 47-71, a.
- KITTLESON, M. D. Patent ductus arteriosus. In: KITTLESON, M.D.; KIENLE, R.D. *Small Animal Cardiovascular Medicine*. Baltimore: Mosby, 1998. p. 218-230, b.
- KOCH, J.; PEDERSEN, H.D.; JENSEN, A.L. et al. M-mode echocardiography diagnosis of dilated cardiomyopathy in giant breed dogs. *Journal of Veterinary Medicine*, v.43, n.5, p.297-304, 1996.
- LAMB, C. R.; TYLER, M.; BOSWOOD, A. et al. Assessment of the value of the vertebral scale in the radiographic diagnosis of cardiac disease in dogs. *Veterinary Record*, v. 146, p. 687-690, 2000.
- LAMB, C. R.; WIKLEY, H.; BOSWOOD, A. et al. Use of breed-specific ranges for vertebral heart scale in dogs as an aid to radiographic diagnosis of cardiac disease. *Veterinary Record*, v. 148, p. 707-711, 2001.
- LAMB, C. R.; BOSWOOD, A. Role of survey radiography in diagnosing canine cardiac disease. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 24, p. 316-326, 2002.
- LAVIN, L. M. *Radiography in Veterinary Technology*. 4. ed. Saint Louis: Saunders Elsevier, 2007. 378 p.
- LITSTER, A. L.; BUCHANAN, J. W. Radiographic measurement of the heart in obese cats. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 41, n. 4, p. 320-325, 2000, a.
- LITSTER, A. L.; BUCHANAN, J. W. Vertebral scale system to measure heart size in radiographs of cats. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 216, p. 210-214, 2000, b.
- LUSK, R. H.; ETTINGER, S. J. Echocardiographic techniques in the dog and cat. *Journal of the American Animal Hospital Association*, v. 26, p. 473-488, 1990.
- LOMBARD, C. W. Normal values of the canine M-mode echocardiogram. *American Journal Veterinary Research*, v. 45, p. 2015-2018, 1984.
- MARIN, L. M.; BROWN, J.; McBRIEN, C.; BAUMWART, R. et al. Vertebral heart size in retired racing Greyhounds. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v.48, p. 332-334, 2007.
- MARKS, C. A. Hypertrophic cardiomyopathy in a dog. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 203, n. 7, p. 1020-1022, 1993.
- MAROLF, A.; BLAIK, M.; SPECHT, A. A retrospective study of the relationship between tracheal collapse and bronchiectasis in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 48, p. 199-203, 2007.
- McREADY, D. M.; JOHNSON, L. R.; POLLARD, R. E. Fluoroscopic and

- radiographic evaluation of tracheal collapse in dogs; 62 cases (2001 – 2006). *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 230, n. 12, p. 1870-1876, 2007.
- MORRISON, S. A.; MOISE, N. S.; SCARLETT, J. et al. Effect of breed and body weight on echocardiographic values in four breeds of dogs of differing somatotypes. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v.6, p. 220-224, 1992.
- MUZZI, R. A. L. *Ecodopplercardiografia em cães da raça Pastor alemão*. 1998. 69f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- MUZZI, R. A. L.; ARAÚJO, R. B., MUZZI, L. A. L. et. al. Ecocardiografia modo M em cães normais da raça Pastor alemão (origem americana) do canil da polícia militar do estado de Minas Gerais, Brasil. *Ciência Rural*, v. 30, p. 819-824, 2000.
- MUZZI, R. A. L. *Estudo ecodopplercardiográfico da degeneração mixomatosa crônica da valva mitral em cães*. 2002. 78f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- NAKAYAMA, H.; NAKAYAMA, T.; HAMLIM, R. L. Correlation of cardiac enlargement as assessed by vertebral heart size and echocardiographic and electrocardiographic findings in dogs with evolving cardiomegaly due to rapid ventricular pacing. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 15, p. 217-221, 2001.
- O'BRIEN, J. A.; BUCHANAN, J. W.; KELLY, D. E. Tracheal collapse in the dog. *Journal of the American Veterinary Radiology Society*, v. 7, p. 12-20, 1966.
- PAGE, A.; EDMUNDS, G.; ATWELL, R. B. Echocardiographic values in the Greyhound. *Australian Veterinary Journal*, v.70, p. 361-364, 1993.
- PELLEGRINO, A.; PETRUS, L. C.; PEREIRA, G. G. et. al. Padronização de parâmetros ecocardiográficos de cães da raça Golden Retriever clinicamente sadios. *Ciência Rural*, v.37, p. 1039-1044, 2007.
- PINTO, A. C. B. C. F.; IWASAKI, M. Avaliação radiográfica da silhueta cardíaca pelo método de mensuração VHS (vertebral heart size) em cães da raça Poodle clinicamente normais. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.41, p.261-267, 2004.
- RISHNIW, M.; ERB, H. N. Evaluation of four 2-dimensional echocardiographic methods of assessing left atrial size in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 14, n. 4, p. 429-435, 2000.
- RUEHL, W. W.; THRALL, D. E. The effect of dorsal versus ventral recumbency on the radiographic appearance of the canine thorax. *Veterinary Radiology*, v. 22, p. 10-16, 1981.
- SAMPAIO, I. B. M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2. ed. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2002. 265p.
- SCHELLING, C. G. Exame radiográfico do coração. In: TILLEY, L.P.; GOODWIN, J.K. *Manual de Cardiologia para Cães e Gatos*. 3.ed. São Paulo: Roca, 2002. p. 15-38.
- SILVERMAN, S.; SUTER, P. F. Influence of inspiration and expiration on canine thoracic radiographs. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 166, p. 502-510, 1975.

- SILVA, E. F.; MELO, M. B.; MUZZI, R. A. L.; ARAÚJO, R. B. et al. Índices ecoDopplercardiográficos de função ventricular esquerda em cães das raças Boxer e Schnauzer miniatura. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 60, p. 71-75, 2008.
- SNYDER, P. S.; SATO, T.; ATKINS, C. E. A comparison of echocardiographic indices of the nonracing, healthy Greyhound to reference values from other breeds. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 36, p. 387-392, 1995.
- SOARES, E. C.; LARSSON, M. H. M. A.; PINTO, A. C. B. C. F. Aspectos radiográficos da doença valvar crônica. *Ciência Rural*, v. 34, p. 119-124, 2004.
- STEPIEN, R. L.; BONAGURA, J. D.; BEDNARSKI, R. M. et al. Cardiorespiratory effects of acepromazina maleate and buprenorphine hydrochloride in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 56, n. 1, p. 78-84, 1995.
- SUTER, P. F.; LORD, P. F. A critical evaluation of radiographic findings in canine cardiovascular diseases. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 158, p. 358-371, 1971.
- THOMAS, W. P. Two-dimensional, real-time echocardiography in the dog – technique and anatomic validation. *Veterinary Radiology*, v. 25, n. 2, p. 50-64, 1984.
- THOMAS W. P.; GABER, C. E.; JACOBS, G. J. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. The Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 7, n. 4, p. 247-252, 1993.
- THOMAS W. P.; GABER, C. E.; JACOBS, G. J. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 35, p. 173-178, 1994.
- TILLEY, L. P. *Essentials of Canine and Feline Eletrocardiography: Interpretation and Treatment*. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. 470 p.
- TOAL, R.L.; LOSONSKY, J. M.; COULTER, D. B. et al. Influence of cardiac cycle on the radiographic appearance of the feline heart. *Veterinary Radiology*, v. 26, p. 63-69, 1985.
- TOOMBS, J. P.; OGBURN, P. N. Evaluating canine cardiovascular silhouettes: radiographic methods and normal radiographic anatomy. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v. 7, p. 579-587, 1985.
- WHITE, R. A. S.; WILLIAMS, J. M. Tracheal collapse in the dog – is there a role for surgery? A survey of 100 cases. *Journal of Small Animal Practice*, v. 35, p. 191-196, 1994.
- YAMATO, R. J.; LARSSON, M. H. M. A.; MIRANDOLA, R. M. S. et al. Parâmetros ecocardiográficos em modo unidimensional de cães da raça Poodle miniatura, clinicamente sadios. *Ciência Rural*, v. 36, p. 142-148, 2006.

## 7- APÊNDICE

### 7.1- Fórmulas

a) Índice traqueotorácico (DT/DE):

Onde: DT = diâmetro da traquéia na entrada do tórax; DE = distância entre a borda ventral da primeira vértebra torácica e a borda dorsal do manúbrio.

b) Relação profundidade e largura torácicas (Pt/Lt):

$$\text{Pt/Lt} = \frac{\text{Pt}}{\text{Lt}}$$

Onde: Pt = profundidade do tórax; Lt = largura do tórax.

c) Relação diâmetro átrio esquerdo e aorta (AE/AO):

$$\text{AE/AO} = \frac{\text{AE}}{\text{AO}}$$

Onde: AE = diâmetro do átrio esquerdo; AO = diâmetro da aorta.

d) Relação da espessura do septo interventricular e parede posterior no final da diástole (SIVd/PVEd):

$$\text{SIVd/PVEd} = \frac{\text{SIVd}}{\text{PVEd}}$$

Onde: SIVd = espessura do septo interventricular na diástole, PVEd = parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole.

e) Relação da espessura do septo interventricular e parede posterior no final da sístole (SIVs/PVEs):

$$\text{SIVs/PVEs} = \frac{\text{SIVs}}{\text{PVEs}}$$

Onde: SIVs = espessura do septo interventricular na sístole, PVEs = parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole.

f) Percentual de espessamento sistólico do septo interventricular (%ESS):

$$\%ESS = \frac{\text{SIVd} - \text{SIVs}}{\text{SIVd}} \cdot 100 [\%]$$

Onde: SIVs = espessura do septo interventricular na sístole, SIVd = espessura do septo interventricular na diástole.

g) Percentual de espessamento sistólico da parede posterior do ventrículo esquerdo (%ESP)

$$\%ESP = \frac{\text{PVEd} - \text{PVEs}}{\text{PVEd}} \cdot 100 [\%]$$

Onde: PVEs = parede posterior do ventrículo esquerdo na sístole, PVEd = parede posterior do ventrículo esquerdo na diástole.

h) Volume sistólico final (VSF), pelo método de Teichholz:

$$\text{VSF} = [7 / (2,4 + \text{VEs})] (\text{VEs}^3) [\text{mL}]$$

Onde: VEs = dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole.

i) Percentual de encurtamento sistólico do diâmetro do ventrículo esquerdo (%ΔD):

$$(\%ΔD) = \frac{\text{VEd} - \text{VEs}}{\text{VEd}} \cdot 100 [\%]$$

Onde: VEd = dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole, VEs =

dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole.

j) Fração de ejeção (FEj):

$$FEj = \frac{VDF - VSF}{VDF} \cdot 100 [\%]$$

Onde: VDF = volume diastólico final do ventrículo esquerdo, VDS = volume sistólico final do ventrículo esquerdo.

k) Velocidade de encurtamento circunferencial da fibra cardíaca (Vcf):

$$Vcf = \frac{VEd - VE_s}{VEd \cdot TE} \text{ [cm/s]}$$

Onde: VEd = dimensão interna do ventrículo esquerdo na diástole, VE<sub>s</sub> = dimensão interna do ventrículo esquerdo na sístole, TE = tempo de ejeção.

l) Relação entre E/A (E/A):

$$E/A = \frac{\text{Pico de velocidade da onda E}}{\text{Pico de velocidade da onda A}}$$