



**TATIANA SCHULIEN**

**VOLUME ATRIAL ESQUERDO DE FELINOS  
DOMÉSTICOS APARENTEMENTE  
SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DOIS  
MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS**

**LAVRAS-MG**

**2017**

**TATIANA SCHULIEN**

**VOLUME ATRIAL ESQUERDO DE FELINOS DOMÉSTICOS  
APARENTEMENTE SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DOIS  
MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Clínica, Cirurgia e Patologia Veterinária, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi

Orientadora

Prof. Dr. Leonardo Augusto Lopes Muzzi

Prof. Dr. Guilherme Gonçalves Pereira

Coorientadores

**LAVRAS-MG**

**2017**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Schulien, Tatiana.

Volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis : comparação entre dois métodos ecocardiográficos / Tatiana Schulien. - 2017.

54 p. : il.

Orientador(a): Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi.

Coorientador(a): Leonardo Augusto Lopes Muzzi, Guilherme Gonçalves Pereira.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2017.

Bibliografia.

1. Átrio. 2. Simpson. 3. Área-Comprimento. I. Muzzi, Ruthnéa Aparecida Lázaro. II. Muzzi, Leonardo Augusto Lopes. III. Pereira, Guilherme Gonçalves. IV. Título.

**TATIANA SCHULIEN**

**VOLUME ATRIAL ESQUERDO DE FELINOS DOMÉSTICOS  
APARENTEMENTE SAUDÁVEIS: COMPARAÇÃO ENTRE DOIS  
MÉTODOS ECOCARDIOGRÁFICOS  
LEFT ATRIAL VOLUME OF APPARENTLY HEALTHY DOMESTIC  
CATS: COMPARISON BETWEEN TWO ECOCARDIOGRAPHIC  
METHODS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Clínica, Cirurgia e Patologia Veterinária, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 10 de fevereiro de 2017.

Dr. Rodrigo Bernardes Nogueira UFLA

Dr. Matheus Matioli Mantovani UNIPAM

Profa. Dra. Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi

Orientadora

Prof. Dr. Leonardo Augusto Lopes Muzzi

Prof. Dr. Guilherme Gonçalves Pereira

Coorientadores

**LAVRAS-MG**

**2017**

**AGRADECIMENTO**

A Deus, por me guiar e auxiliar nesta trajetória.

À minha orientadora, profa. Dra. Ruthnéa A. L. Muzzi, por seus ensinamentos, orientações, paciência e carinho.

Aos meus pais, por todo amor e carinho e por toda a ajuda que me proporcionam para que minha jornada sempre fosse mais fácil; pela compreensão de minha ausência para que este trabalho fosse realizado.

Aos meus colegas de mestrado, Claudine, Luiz e Lorena, pela amizade, ajuda e companheirismo, tornando os momentos difíceis mais divertidos e prazerosos de serem percorridos.

Ao meu namorado, Christian, pelo apoio, amor, companheirismo e ajuda técnica. Pelas palavras de acalento, nos momentos difíceis e pela torcida genuína pelo meu sucesso.

À Paula, estudante de iniciação científica, pela disponibilidade, comprometimento e ajuda para a realização deste trabalho.

Aos membros da banca, por terem aceitado o convite.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Medicina Veterinária, pela oportunidade concedida para a realização do mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

## RESUMO

As cardiomiopatias representam elevada morbidade e mortalidade entre os gatos. A ecocardiografia é o exame mais indicado para avaliação dessas afecções na rotina clínica. No exame ecocardiográfico, o tamanho do átrio esquerdo (AE) é muito utilizado como representante da gravidade das doenças cardíacas e preditor de eventos cardiovasculares, além de ser útil, no monitoramento hemodinâmico, em longo prazo. Atualmente, a forma mais indicada para avaliar o tamanho atrial é por meio de seu volume. O presente trabalho tem por objetivo definir valores fisiológicos do volume atrial esquerdo (VAE) de felinos domésticos saudáveis (n=32), por meio da ecocardiografia bidimensional, utilizando os métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento e compará-los entre si; avaliar os efeitos do peso, frequência cardíaca, idade, sexo e raça sobre o VAE; avaliar a repetibilidade e reprodutibilidade dos métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento, bem como da relação átrio esquerdo/aorta. O intervalo de referência encontrado, para o VAE pelo método de Simpson foi de 0,09-0,33ml/kg e, para o método Área-Comprimento, foi de 0,08-0,40ml/kg. Ambos os métodos apresentaram elevada correlação, porém volumes discordantes. A única variável que mostrou ter influência sobre o volume atrial foi o peso. A avaliação do tamanho atrial pelos métodos volumétricos apresentou melhor repetibilidade e reprodutibilidade do que a tradicional relação átrio esquerdo/aorta. Os resultados desta pesquisa trouxeram perspectivas positivas, para um melhor acompanhamento e manejo terapêutico das cardiopatias felinas, por meio da investigação mais precisa do tamanho do AE.

**Palavras-chave:** Gato. Átrio. Ecocardiografia. Simpson. Área-Comprimento.

## ABSTRACT

Cardiomyopathies represent elevated morbidity and mortality among cats. Echocardiography is the most indicated exam for evaluating these conditions during clinical routine. In the echocardiographic exam, the size of the left atrium (LA) is widely used as representative of the severity of cardiac diseases and as predictor of cardiovascular events, in addition to its use in long term hemodynamic monitoring. Currently, the most indicated form for evaluating atrial size is by means of its volume. The present work had the objective of defining physiological values of the left atrial volume (LAV) of healthy domestic felines (n=32) by means of bidimensional echocardiography, using the monoplane Simpson and Area-Length methods and compare each of them; evaluate the effects of weight, cardiac frequency, age, gender and race over the LAV; evaluate the repeatability reproducibility of the monoplane Simpson and Area-Length methods, as well as the left atrium/aorta relation. The reference interval found for the LAV by the Simpson method was of 0.09-0.33 mL/kg, and for the Area-Length method was of 0.08-0.40 mL/kg. Both methods presented elevated correlation, however with discordant volumes. The only variable to influence the atrial volume was weight. The evaluation of atrial size by volumetric methods presented better repeatability and reproducibility than the traditional left atrium/aorta relation. The results of this research rendered positive perspectives for a better follow-up and therapeutic management of feline cardiopathies by means of a more precise investigation of the LA.

**Keywords:** Cat. Atrium. Echocardiography. Simpson. Area-length.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 –	Avaliação do volume atrial esquerdo de um felino doméstico, realizado pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson (A) e Área-Comprimento (B). Imagem paraesternal esquerda, apical quatro câmaras.....	34
Gráfico 1 –	Concordância entre os métodos ecocardiográficos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) para mensuração do volume atrial esquerdo de felinos domésticos do sexo fêmea (n=14).....	38
Gráfico 2 –	Concordância entre os métodos ecocardiográficos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) para mensuração do volume atrial esquerdo de felinos domésticos do sexo macho (n=18).....	39
Gráfico 3 –	Gráfico de regressão linear simples do volume atrial esquerdo, obtido pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson, <i>versus</i> peso, de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=32).....	41
Gráfico 4 –	Gráfico de regressão linear simples do volume atrial esquerdo, obtido pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar Área-Comprimento, <i>versus</i> peso, de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=32).....	41
Gráfico 5 –	Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada por meio do método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson.....	43
Gráfico 6 –	Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada por meio do método ecocardiográfico bidimensional monoplanar Área-Comprimento.....	43
Gráfico 7 –	Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos	43

domésticos aparentemente saudáveis (n=19),  
realizada pela relação Átrio  
esquerdo/Aorta..... 44

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Dados das principais variáveis ecocardiográficas convencionais em gatos sadios não sedados (n= 32)...	36
Tabela 2 –	Avaliação da repetibilidade (intraobservador) e reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis, realizada por meio dos métodos ecocardiográficos bidimensionais monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) e pela relação Átrio esquerdo/Aorta (AE/Ao).....	42
Tabela 3 –	Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis, realizada por meio dos métodos ecocardiográficos bidimensionais monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) quando retirados valores discrepantes observados entre os avaliadores.....	45

## LISTA DE ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
A-C	Área-Comprimento
AE	Átrio esquerdo
Ao	Aorta
ASC	Área de superfície corpórea
CCI	Coefficiente de correlação intraclasse
CMH	Cardiomiopatia hipertrófica
DMVM	Degeneração mixomatosa da valva mitral
FEc	Fração de encurtamento
Hz	Hertz
IC	Intervalo de Confiança
Kg	Quilo
M	Metro
ml	Mililitro
mm	Milímetro
p	Valor p
PLVEd	Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole
PLVEs	Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole
r	Coefficiente de correlação
RM	Ressonância magnética
s	Segundo
SIVd	Septo interventricular em diástole
SIVs	Septo interventricular em sístole
t	Estatística do teste t de <i>Student</i>
TC	Tomografia computadorizada
VAE	Volume atrial esquerdo

VDd	Ventrículo direito em diástole
VE	Ventrículo esquerdo
VEd	Ventrículo esquerdo em diástole
VEs	Ventrículo esquerdo em sístole
w	Estatística do teste de normalidade de Shapiro-Wilk

## **LISTA DE SIGLAS**

ASE Sociedade Americana de Ecocardiografia

EACVI Associação Europeia de Imagem Cardiovascular

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRA PARTE</b>	
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 13</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO..... 15</b>
<b>3</b>	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS..... 22</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 23</b>
<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO</b>	
	<b>ARTIGO 1 Volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis: comparação entre dois métodos ecocardiográficos..... 27</b>
	<b>RESUMO..... 28</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO..... 29</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS..... 31</b>
<b>2.1</b>	<b>População estudada..... 31</b>
<b>2.2</b>	<b>Ecocardiografia convencional..... 31</b>
<b>2.3</b>	<b>Mensuração do volume atrial..... 32</b>
<b>2.4</b>	<b>Análise estatística..... 34</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS..... 35</b>
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO..... 45</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO..... 49</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 50</b>

## **PRIMEIRA PARTE**

### **1 INTRODUÇÃO**

O aumento do número de gatos como animais de companhia é um fenômeno mundial. No Brasil, acredita-se que este crescimento esteja relacionado a mudanças socioeconômicas da população e há perspectivas de que, em alguns anos, o número de gatos se iguale ao número de cães.

Espera-se que paralelo a este crescimento, os cuidados para com estes animais aumentem, oferecendo-lhes uma maior expectativa e qualidade de vida.

Com o avanço da idade, doenças de caráter crônico são diagnosticadas com maior frequência, como é o caso das cardiomiopatias, importantes causas de morbidade e mortalidade entre os gatos.

Para este grupo de doenças cardíacas, o ecocardiograma é, atualmente, o exame de imagem mais indicado, oferecendo diversos valores e índices que indicam prognóstico e auxiliam no tratamento das cardiopatias. Dentre eles, destaca-se o tamanho atrial esquerdo. Na medicina humana, há diversos estudos que defendem a obtenção dessa medida, por meio do volume atrial, no entanto, na veterinária, são poucos os relatos.

Neste contexto, o presente estudo tem por objetivo estabelecer o tamanho do átrio esquerdo (AE) de felinos domésticos aparentemente saudáveis, por meio da avaliação de seu volume, obtido pelos métodos ecocardiográficos bidimensionais monoplanares de Simpson e Área-Comprimento, comparando-os. Além disso, avaliar os efeitos do peso,

frequência cardíaca, idade, sexo e raça sobre o volume atrial esquerdo (VAE) e avaliar e comparar a repetibilidade e reprodutibilidade dos referidos métodos volumétricos, bem como da relação átrio esquerdo/aorta.

Este trabalho está dividido em duas partes. Na primeira, será abordada uma revisão de literatura, para melhor compreensão do tema e, na segunda parte, o trabalho de pesquisa realizado será exposto sob a forma de um artigo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O aumento do número de felinos domésticos como animais de companhia é um fenômeno mundial. Em alguns países, como Estados Unidos, França e Alemanha, a população de gatos já é maior que a de cães (DANTAS, 2010; JUSTEN, 2014). Apesar de serem minoria, nos lares brasileiros, quando comparados ao número de cães, apresentam uma perspectiva positiva, em relação ao seu crescimento, com uma estimativa de um gato para cada cão em 2022 (COMISSÃO DE ANIMAIS DE COMPANHIA, 2014).

As explicações, para este aumento, podem estar relacionadas a mudanças socioeconômicas da população, como o aumento da renda da classe C (setor no qual se concentra metade da população felina no Brasil) e estilo de vida mais urbano, com as pessoas vivendo mais em apartamentos e passando menos tempo em casa. Associada a essas mudanças, muitos preferem o tipo de manejo que esses animais exigem, por considerarem de caráter mais prático (JUSTEN, 2014). Espera-se que paralelo a este crescimento, os cuidados para com esses animais aumentem, oferecendo-lhes uma maior expectativa e qualidade de vida.

Com o avançar da idade, doenças de caráter crônico tornam-se mais frequentes de serem diagnosticadas, como é o caso das cardiomiopatias, sendo importantes causas de morbidade e mortalidade entre os gatos (ABBOTT, 2010). A ecocardiografia, ainda é o exame de eleição para o diagnóstico desse grupo de doenças, quando comparada à tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM), por sua portabilidade, custo e segurança (ABHAYARATNA et al., 2006; PATEL et al., 2009; WESSELOWSKI et al., 2014).

Diversos índices e valores ecocardiográficos são utilizados na tentativa de se obter uma classificação prognóstica com o intuito de melhorar a intervenção terapêutica e oferecer uma melhor qualidade de vida aos pacientes cardiopatas. Nesse sentido, o tamanho do átrio esquerdo é considerado um valioso marcador da gravidade da doença cardíaca e um potente preditor de eventos adversos cardiovasculares. Seu aumento está relacionado a um maior tempo de hospitalização e morte em pacientes com cardiomiopatias e doenças valvares, à piora da disfunção diastólica e ao aumento da incidência de fibrilação atrial e acidente vascular cerebral (ABHAYARATNA et al., 2006; PATEL et al., 2009; SOUSA, 2006).

O aumento do AE reflete um remodelamento associado a processos patofisiológicos crônicos que culminam em uma sobrecarga de pressão, volume ou ambos. No que tange às doenças cardíacas, essas sobrecargas estão relacionadas a um aumento da pré e pós-carga em um contexto de doenças valvares, miocárdicas e congênitas (ABHAYARATNA et al., 2006; KHOO et al., 2011; PATEL et al., 2009). Na ausência dessas doenças e afecções atriais, o aumento do átrio esquerdo, usualmente, reflete pressões de enchimento ventriculares elevadas (ABHAYARATNA et al., 2006).

Com a diminuição da função diastólica do ventrículo esquerdo (VE), a pressão atrial se eleva, para manter o adequado enchimento ventricular, aumentando a tensão na parede atrial com consequente dilatação. Dessa forma, as mudanças estruturais podem expressar a cronicidade da exposição a pressões de enchimento anormais, tornando-o um índice mais confiável da função ventricular (ABHAYARATNA et al., 2006; PATEL et al., 2009; SOUSA, 2006).

Há diversos métodos para se mensurar o tamanho atrial esquerdo, como as mensurações lineares, por área e volume (LANG et al., 2015). Atualmente, na medicina veterinária, a relação da mensuração linear do diâmetro do AE pelo diâmetro da raiz da aorta, ainda, é o método mais utilizado (HANSSON et al., 2002; RISHNIW; ERB, 2000; WESSELOWSKI et al., 2014). No entanto diversos trabalhos já demonstram que as mensurações lineares não teriam uma boa sensibilidade e acurácia, já que são métodos que trabalham com um único plano e consideram que o aumento atrial ocorre de forma proporcional. Contrapondo-se a esta ideia de proporcionalidade, verifica-se que o AE possui uma geometria irregular e apresenta limitações físicas, impostas por estruturas anatômicas ao seu redor, tornando seu remodelamento desigual (ABHAYARATNA et al., 2006; LANG et al., 2015; LEMIRE; TAJIK; HAGLER, 1976; SOUSA, 2006; WESSELOWSKI et al., 2014). Losi et al. (2009) destacam, ainda, que pequenas mudanças obtidas pelas mensurações lineares podem implicar grandes variações de volume, o que poderia causar um impacto no prognóstico e terapia do paciente cardiopata.

De acordo com as diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) e da Associação Europeia de Imagem Cardiovascular (EACVI), a avaliação do tamanho atrial mais recomendada seria por meio de seu volume (LANG et al., 2015).

Os métodos baseados no volume, realizados pela ecocardiografia bidimensional (2D), apresentam uma boa correlação com os métodos diagnósticos mais precisos como a ressonância magnética e a tomografia computadorizada, no entanto as mensurações ecocardiográficas tendem a subestimar os valores do volume atrial esquerdo (AL-MOHAISSEN et al., 2013; KIRCHER et al., 1991;

RODEVAN et al., 1999). Por outro lado, a ecocardiografia 2D apresenta diversas vantagens sobre a RM e a TC como custo acessível, maior disponibilidade, menor tempo para realização do exame, poder ser realizada em situações emergenciais e não exigir que o animal seja anestesiado.

Na medicina humana, já é possível encontrar um grande número de publicações demonstrando a aplicabilidade clínica da mensuração do volume atrial esquerdo pelos métodos ecocardiográficos de Simpson e Área-Comprimento. Nesses estudos, o aumento do VAE sempre está associado a um pior prognóstico e desfecho cardiovascular (ABHAYARATNA et al., 2006; KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015; PATEL et al., 2009; SOUSA, 2006). Na medicina veterinária, essa literatura, ainda, é escassa, concentrando-se mais na espécie canina, existindo apenas um relato na espécie felina (HÖLLMER et al., 2013, 2016; LINNEY et al., 2014; MANTOVANI, 2016; TIDHOLM et al., 2011; WESSELOWSKI et al., 2014).

Alguns desses trabalhos chamam a atenção não só pela aplicabilidade clínica da utilização do volume atrial, mas também por demonstrar suas vantagens sobre o tradicional índice átrio esquerdo/aorta (AE:Ao). Wesselowski et al. (2014), ao mensurarem o tamanho do AE, em 60 cães com degeneração mixomatosa da valva mitral (DMVM), pelo método volumétrico Área-Comprimento e pela relação AE:Ao, encontraram discrepâncias entre as avaliações. Neste trabalho, 12 cães classificados, de acordo com a diretriz do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária, nos estágios B1 e B2 apresentaram volumes atriais aumentados, porém as medidas de AE:Ao, dentro da normalidade, demonstrando, assim, a possível superioridade dos métodos volumétricos em diagnosticar aumentos atriais precoces.

Höllmer et al. (2016), avaliaram o tamanho atrial esquerdo em cães com DMVM e encontraram uma pobre correlação das medidas de AE/Ao com o método volumétrico Área-Comprimento, sendo essa uma relação curvilínea na qual a dispersão da diferença crescia, conforme o tamanho dos átrios aumentava. De forma semelhante, Tidholm et al. (2011) encontraram pobre correlação dos valores de AE/Ao com volumes obtidos pela ecocardiografia tridimensional, demonstrando que a referida relação subestima os valores, conforme maior o tamanho do átrio. Por fim, Mantovani (2016), ao estudar cães com DMVM, concluiu que não foi possível distinguir pacientes classificados como B2 daqueles classificados como C e D, utilizando a relação AE/Ao, ao passo que pela avaliação volumétrica e da área do AE essa distinção foi factível.

O consenso realizado pela ASE e pela EACVI preconiza a realização dos métodos volumétricos biplanares, para avaliação do volume atrial e aponta o método de Simpson como o mais indicado para essa função, pela sua acurácia e por realizar menores pressuposições geométricas para a referida câmara (LANG et al., 2015). Apesar dessa recomendação, há quem defenda a utilização dos métodos monoplanares na rotina clínica por serem simples, práticos e confiáveis (HÖLLMER et al., 2016; LESTER et al., 1999; LINNEY et al., 2014; RUSSO et al., 2010; VIEIRA-FILHO et al., 2014).

O método biplanar Área-Comprimento é baseado na equação  $8/3\pi[(A1.A2)/L]$ , em que A1 e A2 são as áreas máximas do átrio esquerdo, mensuradas no corte apical quatro e duas câmaras, respectivamente, e L refere-se ao comprimento do eixo longo perpendicular da câmara, obtido nos mesmos cortes apicais e escolhendo-se o menor valor ou realizando a média dos comprimentos mensurados. Alternativamente pode-se utilizar um único plano,

considerando  $A1=A2$  (UJINO et al., 2006; KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015).

Já o método de Simpson considera que o volume de uma figura geométrica pode ser calculado a partir da soma dos volumes de figuras menores e de formato semelhante àquela que se quer mensurar. Sendo assim, por esse método considera-se o AE uma figura oval e seu volume total corresponderia à soma do volume de uma série de discos ovais empilhados, calculados pela seguinte fórmula:  $\pi/4(h)\sum(D1)(D2)$ , em que  $h$  corresponde à altura dos discos e  $D1$  e  $D2$  correspondem aos eixos ortogonais maior e menor, avaliados no corte apical quatro e duas câmaras, respectivamente. Esse método, também, pode ser realizado, utilizando somente um único plano. Desta forma,  $D1$  e  $D2$  assumem valores iguais (KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015).

A literatura traz resultados mistos com relação à concordância entre os volumes encontrados por esses métodos, no entanto muitos trabalhos citam a existência de elevada correlação entre eles (LESTER et al. (1999); RUSSO et al. (2010); UJINO et al. (2006); HÖLLMER et al., 2016).

Lester et al. (1999), ao compararem diferentes métodos de mensuração do tamanho atrial, encontraram forte correlação entre os métodos biplanar de Simpson e o monoplanar Área-Comprimento. O contrário também é válido segundo Russo et al. (2010). Ujino et al. (2006) encontraram excelente correlação entre ambos os métodos biplanares em humanos, da mesma forma que Höllmer et al. (2016) trabalhando com cães com DMVM. Estes autores também citaram boa correlação do método biplanar Área-Comprimento com seu respectivo monoplanar.

Diferente da correlação existente, não há um consenso científico sobre a similaridade dos volumes entre os métodos avaliados. Muitos trabalhos relatam discrepâncias entre os valores encontrados e recomendam a padronização de volume para cada método (HÖLLMER et al., 2016; RUSSO et al., 2010; UJINO et al., 2006; WESSELOWSKI et al., 2014). Por outro lado, há autores que encontraram boa concordância entre os volumes, sugerindo que alguns métodos possam ser realizados alternadamente (LESTER et al., 1999; MANTOVANI et al., 2016; RUSSO et al., 2010; VIEIRA-FILHO et al., 2014).

Independente do método utilizado, para a avaliação volumétrica do átrio esquerdo, a indexação do volume pelo peso do paciente é sempre indicada para descartar as variações oriundas do tamanho do animal (CORNELL et al., 2004; HÖLLMER et al., 2013).

O tamanho do átrio varia ao longo do ciclo cardíaco e, geralmente, apenas o seu tamanho máximo é mensurado na prática clínica (ABHAYARATNA et al., 2006). Para obter uma mensuração volumétrica adequada, é necessário que a imagem esteja no plano correto e a borda atrial esteja bem visível. O apêndice auricular e as veias pulmonares deverão ser excluídos das mensurações e o volume máximo deverá ser obtido, ao final da sístole ventricular, no quadro imediatamente anterior à abertura da valva mitral (KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015; SOUSA, 2006;).

Tanto os métodos lineares quanto os volumétricos, para mensuração do tamanho atrial, apresentam elevada reprodutibilidade (HÖLLMER et al., 2013, 2016; JIAMSRIPOONG et al., 2008; MANTOVANI, 2016; RUSSO et al., 2010; UJINO et al. 2006; WESSELOWSKI et al., 2014). No entanto Höllmer et al. (2016) relatam que os métodos volumétricos apresentaram uma variabilidade intra e

interobservador mais favoráveis do que o método linear, em seu estudo, contrariando o encontrado por Linney et al. (2014), para os quais o coeficiente de variabilidade foi maior para as mensurações volumétricas, quando comparado com os métodos lineares avaliados.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

Levando em consideração as informações aqui apresentadas, o estudo do tamanho atrial em felinos domésticos aparentemente saudáveis por meio de seu volume torna-se muito relevante.

As cardiomiopatias são as afecções cardíacas mais comuns em gatos, com destaque para a cardiomiopatia hipertrófica (CMH), sendo uma das principais causas de morbidade e mortalidade associada com risco de morte súbita, insuficiência cardíaca, tromboembolismo aórtico e arritmias. O tratamento da CMH permanece confuso e muitos questionamentos ainda não foram resolvidos, necessitando de mais pesquisas nessa área (ABBOTT, 2010; BONAGURA, 2010).

Quando o tamanho do átrio esquerdo é uma variável em um estudo, um método insensível para esta mensuração coloca em risco as conclusões científicas, portanto trabalhos que busquem por maior acurácia dessa medida são sempre desejáveis. Neste sentido, esta pesquisa traz perspectivas positivas para um melhor acompanhamento e manejo terapêutico das cardiopatias felinas por meio da investigação mais precisa do tamanho do AE. Além disso, este estudo poderá auxiliar em pesquisas futuras que investiguem qual o método volumétrico é o mais adequado para ser utilizado na rotina clínica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A. Feline hypertrophic cardiomyopathy: an update. **Veterinary Clinics of North America: small animal practice**, Philadelphia, v. 40, n. 4, p. 685-700, July 2010.

ABHAYARATNA, W. P. et al. Left atrial size. Physiologic determinants and clinical application. **Journal of the American College of Cardiology**, Washington, v. 47, n. 12, p. 2357-2361, June 2006.

AL-MOHAISSEN, M. A. et al. Validation of two-dimensional methods for left atrial volume measurement: a comparison of echocardiography with cardiac computed tomography. **Echocardiography**, Gardendale, v. 30, n. 10, p. 1135-1142, Nov. 2013.

BONAGURA, J. D. Update on feline cardiomyopathy. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE ITALIAN ASSOCIATION OF COMPANION ANIMAL VETERINARIANS, 2010, Italy. **Proceedings...** Italy: Italian Association Of Companion Animal Veterinarians, 2010. p. 47-48.

BOON, J. A. Evaluation of size, function and hemodynamics. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary ecocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011a. p. 401-637.

\_\_\_\_\_. The M-mode and Doppler examination. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary ecocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011b. p. 274-389.

COMISSÃO DE ANIMAIS DE COMPANHIA - COMAC. Disponível em: <[www.comacvet.org.br](http://www.comacvet.org.br)>. Acesso em: 10 nov. 2014.

CORNELL, C. C. et al. Allometric scaling of m-mode cardiac measurements in normal adult dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Denver, v. 18, n. 3, p. 311-321, May/June 2004.

DANTAS, L. M. de. S. **Comportamento social de gatos domésticos e sua relação com a clínica médica veterinária e o bem-estar animal**. 2010. 139 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 2010.

HANSSON, K. et al. Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and m-mode echocardiography in Cavalier King Charles

Spaniels with and without left atrial enlargement. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v. 43, n. 6, p. 568-574, Feb. 2002.

HÖLLMER, M. et al. Comparison of four echocardiographic methods to determine left atrial size in dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 18, n. 2, p. 137-145, June 2016.

HÖLLMER, M. et al. Left atrial volume and phasic function in clinically healthy dogs of 12 different breeds. **The Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 3, p. 639-645, Sept. 2013.

JIAMSRIPONG, P. et al. Three methods for evaluation of left atrial volume. **European Journal of Echocardiography**, Oxford, v. 9, n. 3, p. 351-355, May 2008.

JUSTEN, H. Clínica Veterinária Amiga do Gato. **Revista CFMV**, Brasília, v. 20, n. 62, p. 27-35, maio/ago. 2014.

KHOO, C. H. et al. Assessment of left atrial volume: a focus on echocardiographic methods and clinical implications. **Clinical Research in Cardiology**, Oxford, v. 100, n. 2, p. 97-105, Sept. 2011.

KIRCHER, B. et al. Left atrial volume determination by two dimensional echocardiography: validation by cine computed tomography. **American Heart Journal**, Saint Louis, v. 121, n. 3, p. 864-871, Mar. 1991.

LANG, R. M. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. **Journal of the American Society of Echocardiography**, Morrisville, v. 28, n. 1, p. 1-39, Jan. 2015.

LEMIRE, F.; TAJIK, A. J.; HAGLER D. J. Asymmetric left atrial enlargement; an echocardiographic observation. **Chest Journal**, Glenview, v. 69, n. 6, p. 779-781, June 1976.

LESTER, S. J. et al. Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 84, n. 7, p. 829-832, Oct. 1999.

LINNEY, C. J. et al. Left atrial size, atrial function and left ventricular diastolic function in cats with hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 55, n. 4, p. 198-206, Apr. 2014.

LOSI, M. A. et al. Prognostic significance of left atrial volume dilatation in patients with hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of the American Society of Echocardiography**, Morrisville, v. 22, n. 1, p. 76-81, Jan. 2009.

MANTOVANI, M. M. **Função mecânica do átrio esquerdo em cães com degeneração valvar crônica de mitral**. 2016. 81 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

PATEL, D. A. et al. Clinical implications of left atrial enlargement: a review. **The Ochsner Journal**, New Orleans, v. 9, n. 4, p. 191-196, 2009.

RISHNIW, M.; ERB, H. N. Evaluation of four 2-dimensional echocardiographic methods of assessing left atrial size in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 429-435, July/Aug. 2000.

RODEVAND, O. et al. Left atrial volumes assessed by three-and-two dimensional echocardiography compared to MRI estimates. **International Journal of Cardiovascular Imaging**, Boston, v. 15, n. 5, p. 397-410, Oct. 1999.

RUSSO, C. et al. Comparison of echocardiographic single- vs. biplane method in the assessment of left atrial volume and validation by real time three-dimensional echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, Morrisville, v. 23, n. 9, p. 954-960, Sept. 2010.

SOUSA, A. C. S. Volume atrial esquerdo como índice de função diastólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 86, n. 3, p. 27-31, set. 2006.

THOMAS, W. P.; GABER, C. E.; JACOBS, G. J. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. **Journal of**

**Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 7, n. 4, p. 247-252, July/Aug. 1993.

TIDHOLM, A. et al. Comparisons of 2- and 3-dimensional echocardiographic methods for estimation of left atrial size in dogs with and without myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 25, n. 6, p. 1320-1327, Nov./Dec. 2011.

UJINO, K. et al. Two-dimensional echocardiographic methods for assessment of left atrial volume. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 98, n. 9, p. 1185-1188, Nov. 2006.

VIEIRA-FILHO, N. G. et al. Simplified single plane echocardiography is comparable to conventional biplane two-dimensional echocardiography in the evaluation of left atrial volume: a study validated by three-dimensional echocardiography in 143 individuals. **Echocardiography**, Gardendale, v. 31, n. 3, p. 265-272, Mar. 2014.

WESSELOWSKI, S. et al. Discrepancies in identification of left atrial enlargement using left atrial volume versus left atrial-to-aortic root ratio in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 28, n. 5, p. 1527–1533, Sept./Oct. 2014.

**SEGUNDA PARTE – ARTIGO**

**ARTIGO 1**            **Volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis: comparação entre dois métodos ecocardiográficos.**

Artigo redigido conforme as normas do manual de dissertações e teses da Universidade Federal de Lavras e será, posteriormente, submetido à revista *Research in Veterinary Science*

**Volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis: Comparação entre dois métodos ecocardiográficos**

T. Schulien<sup>a</sup>, R.A.L. Muzzi<sup>a</sup>, M.S. Oliveira<sup>b</sup>, E. M. S. Dornelles<sup>a</sup>, C.B.

Abreu<sup>a</sup>, L.E.D. Oliveira<sup>a</sup>, L.A.L Muzzi<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

<sup>b</sup> Departamento de Estatística, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

\*Autor correspondente. Endereço de e-mail: tatiana.schulien@gmail.com.br

## RESUMO

As cardiomiopatias representam elevada morbidade e mortalidade entre os gatos. A ecocardiografia é o exame mais indicado para avaliação dessas afecções na rotina clínica. No exame ecocardiográfico, o tamanho do átrio esquerdo (AE) é muito utilizado como representante da gravidade das doenças cardíacas e preditor de eventos cardiovasculares, além de ser útil no monitoramento hemodinâmico em longo prazo. Atualmente a forma mais indicada para avaliar o tamanho atrial é por meio de seu volume. O presente trabalho tem por objetivo definir valores fisiológicos do volume atrial esquerdo (VAE) de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=32), por meio da ecocardiografia bidimensional, utilizando os métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) e compará-los entre si; avaliar os efeitos do peso, frequência cardíaca, idade, sexo e raça sobre o VAE; avaliar a repetibilidade e reprodutibilidade dos métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento, bem como a relação átrio esquerdo/aorta (AE/Ao). O intervalo de referência encontrado para o VAE pelo método de Simpson foi de 0,09-0,33ml/kg e para o método Área-Comprimento foi de 0,08-0,40ml/kg. Ambos os métodos apresentaram elevada correlação, porém volumes discordantes. A única variável que mostrou ter influência sobre o volume atrial foi o peso. A avaliação do tamanho atrial pelos métodos volumétricos apresentou

melhor repetibilidade e reprodutibilidade do que a tradicional relação átrio esquerdo/aorta. Os resultados desta pesquisa trouxeram perspectivas positivas para um melhor acompanhamento e manejo terapêutico das cardiopatias felinas por meio da investigação mais precisa do tamanho do AE.

**Palavras-chave: Gato. Átrio. Ecocardiografia. Simpson. Área-Comprimento.**

## 1 INTRODUÇÃO

As cardiomiopatias representam elevada morbidade e mortalidade entre os gatos (ABBOT, 2010). Na medicina veterinária, a ecocardiografia é o exame de eleição para o diagnóstico destas afecções (ABHAYARATNA et al., 2006; PATEL et al., 2009; WESSELOWSKI et al., 2014). Diversos índices e valores ecocardiográficos são utilizados na tentativa de se obter uma classificação prognóstica com o intuito de melhorar a intervenção terapêutica e oferecer uma melhor qualidade de vida aos pacientes cardiopatas. Nesse sentido, o tamanho do átrio esquerdo (AE) é considerado um valioso marcador da gravidade da doença cardíaca e um potente preditor de eventos cardiovasculares adversos (ABHAYARATNA et al., 2006; KHOO et al., 2011; PATEL et al., 2009; SOUSA, 2006).

Atualmente, na medicina veterinária, a relação da mensuração linear do diâmetro do átrio esquerdo pelo diâmetro da raiz da aorta ainda é o método mais utilizado para mensuração do tamanho atrial (HANSSON et al., 2002; RISHNIW; ERB, 2000; WESSELOWSKI et al., 2014). No entanto, diversos trabalhos têm demonstrado que as mensurações lineares teriam uma menor sensibilidade e acurácia para este propósito (ABHAYARATNA et al., 2006; HÖLLMER et al., 2016;

LEMIRE; TAJIK; HAGLER, 1976; TIDHOLM et al., 2011 WESSELOWSKI et al., 2014).

De acordo com as diretrizes da Sociedade Americana de Ecocardiografia (ASE) e da Associação Europeia de Imagem Cardiovascular (EACVI), a avaliação do tamanho atrial mais recomendada seria por meio de seu volume (LANG et al., 2015).

Na medicina humana, já é possível encontrar um grande número de publicações, demonstrando a aplicabilidade clínica da mensuração do volume atrial esquerdo (VAE) pelos métodos ecocardiográficos de Simpson e Área-Comprimento (A-C) (ABHAYARATNA et al., 2006; KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015; PATEL et al., 2009; SOUSA, 2006). Na medicina veterinária, esta literatura ainda é discreta, concentrando-se mais na espécie canina com apenas um relato na espécie felina (HÖLLMER et al., 2013, 2016; LINNEY et al., 2014; MANTOVANI, 2016; TIDHOLM et al., 2011; WESSELOWSKI et al., 2014;).

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo (1) definir um intervalo de referência fisiológico do volume atrial esquerdo máximo pelos métodos ecocardiográficos bidimensionais (2D) monoplanares de Simpson e Área-Comprimento; (2) determinar as potenciais diferenças sistemáticas na determinação do volume do átrio esquerdo pelos métodos monoplanares supracitados; (3) avaliar os efeitos do peso, frequência cardíaca, idade, sexo e raça sobre o volume atrial esquerdo máximo; (4) avaliar e comparar a repetibilidade e reprodutibilidade dos métodos de Simpson e Área-Comprimento, bem como da relação átrio esquerdo/aorta.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 População estudada**

Este estudo incluiu uma população de 43 gatos aparentemente saudáveis, de diversas raças, idades e origem (animais oriundos de atendimentos do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras, para exames de rotina ou cedidos por estudantes e docentes do curso). O tamanho da amostra foi escolhido baseado no número mínimo necessário de animais, para prover análises estatísticas confiáveis (MOURÃO JÚNIOR, 2008).

Nenhum animal utilizava medicamentos ou foi submetido a qualquer tratamento para a aquisição das imagens. Todos os gatos foram avaliados por exame clínico, hematológico, ecocardiográfico convencional, eletrocardiograma e pressão arterial sistólica pelo método *Doppler* para excluir doenças cardiovasculares ou em outros sistemas.

Foram excluídos todos os animais que apresentaram, em seus exames, resultados divergentes dos valores de referência fisiológicos.

O projeto do qual os animais fizeram parte teve aprovação de seus responsáveis e do Comitê de Ética da Instituição, sob o protocolo 052/11.

### **2.2 Ecocardiografia convencional**

Todas as imagens foram obtidas por um único avaliador especializado em cardiologia, utilizando-se um aparelho de ecocardiografia ( *Esaote<sup>®</sup> MyLab 40*) com transdutores de varredura setorial eletrônica multifrequencial de 4-10Hz e com acompanhamento

eletrocardiográfico no monitor, cujos eletrodos foram colocados nos membros torácicos e pélvicos.

As variáveis ecocardiográficas convencionais foram obtidas em decúbito lateral esquerdo e direito, sem auxílio de sedação e mensuradas pelos modos bidimensional, M, *Doppler* pulsado e *Doppler* em cores. A obtenção das imagens e avaliações da ecocardiografia convencional foram realizadas conforme Boon (2011a; 2011b), Hansson et al. (2002) e Thomas, Gaber e Jacobs (1993).

No modo bidimensional, foi avaliada a morfologia das câmaras cardíacas e valvas, além de mensurados os diâmetros do átrio esquerdo, aorta (Ao) e calculada a relação AE/Ao. Com o auxílio do *Doppler* em cores e do *Doppler* pulsado, foram avaliados e quantificados os fluxos sanguíneos nas valvas mitral, tricúspide, aórtica e pulmonar.

No modo M, foram obtidas mensurações em sístole e diástole das seguintes variáveis: diâmetro diastólico e sistólico do ventrículo esquerdo, diâmetro diastólico do ventrículo direito, parede livre do ventrículo esquerdo em diástole e sístole, espessura do septo interventricular em diástole e em sístole e fração de encurtamento do ventrículo esquerdo.

Pelo menos três medidas foram realizadas, para todas as variáveis ecocardiográficas, com posterior cálculo do valor médio.

### **2.3 Mensuração do volume atrial**

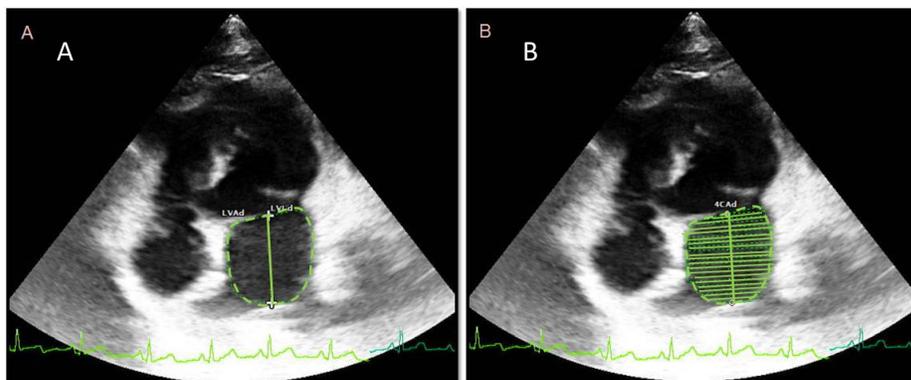
O volume atrial esquerdo foi realizado pelos métodos monoplares de Simpson e Área-Comprimento, no corte apical quatro câmaras, obtido pela janela paraesternal caudal esquerda, conforme recomendações descritas na medicina humana e veterinária

(ABHAYARATNA et al., 2006; HÖLLMER et al., 2016; KHOO et al., 2011; LANG et al., 2015).

O volume atrial máximo, para ambos os métodos, foi mensurado ao final da sístole ventricular, no quadro imediatamente anterior à abertura da valva mitral. Realizou-se a marcação da borda endocárdica atrial, iniciando-se o traçado no folheto septal e terminando no folheto parietal da valva mitral, com exclusão das confluências das veias pulmonares. Uma linha reta foi traçada entre os dois pontos de articulação das válvulas mitrales, definindo a interface atrioventricular. O eixo longo foi calculado mensurando a distância perpendicular do meio da interface atrioventricular até o meio da parede posterior do átrio esquerdo (FIGURA 1). O cálculo dos volumes foi realizado, automaticamente, pelo *software* do aparelho e, posteriormente, os valores foram indexados ao peso corporal do animal para definição do intervalo de referência volumétrica para cada método.

Todas as análises foram feitas em modo *off-line* e as mensurações realizadas em três ciclos cardíacos diferentes. A média dos valores foi utilizada para a análise estatística.

Figura 1 – Avaliação do volume atrial esquerdo de um felino doméstico, realizado pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson (A) e Área-Comprimento (B). Imagem paraesternal esquerda, apical quatro câmaras.



Fonte: Do autor (2017).

## 2.4 Análise estatística

Os valores fisiológicos do volume atrial esquerdo foram obtidos por meio de um intervalo de tolerância para ambos os métodos (HAHN; MEEKER, 1991). A concordância volumétrica entre os métodos de Simpson e Área-Comprimento foi realizada pelo método de *Bland-Altman* (BLAND; ALTMAN, 1999; HIRAKATA; CAMEY, 2009). Para avaliar a influência das variáveis frequência cardíaca, sexo, raça, idade e peso sobre o VAE foi utilizada uma regressão linear múltipla e simples (SNEDECOR; COCHRAN, 1980). A normalidade exigida nas análises foi testada pelo teste de *Shapiro-Wilk*. Significância estatística foi considerada para  $p < 0,05$  para todas as análises.

Para avaliar a reprodutibilidade e repetibilidade dos métodos de mensuração do volume atrial e da relação AE/Ao, foi selecionado,

aleatoriamente, um número correspondente a 60% e 40% das imagens para avaliação inter e intraobservador, respectivamente. A avaliação interobservador foi realizada por dois ecocardiografistas diferentes (L.E.D.O e T.S) e, para a avaliação intraobservador, as medidas foram realizadas pelo mesmo avaliador (T.S) duas semanas após terem sido concluídas todas as mensurações. As análises foram realizadas pelo coeficiente de correlação intraclassa e seu intervalo de confiança.

Para a realização dos cálculos estatísticos, foram utilizados os *softwares* R<sup>®</sup> - versão 3.2.3, MedCalc<sup>®</sup> - versão 16.8 e *Microsoft Excel*<sup>®</sup> – versão 2010.

### **3 RESULTADOS**

#### **Característica clínicas da amostra estudada**

Inicialmente foram avaliados 43 gatos. Dez foram excluídos em virtude da qualidade insuficiente de suas imagens para a realização do traçado endocárdico e um pelas alterações em seu exame clínico, restando 32 animais para a realização do estudo.

A amostra foi composta por 14 fêmeas e 18 machos. Entre eles, cinco eram persas e 28 sem raça definida. A média do peso foi de 3,4kg (2,35-6,8), a pressão apresentou média de  $129,5 \pm 15,03$ mmHg e a média da idade foi estimada em 2,4 anos (6 meses - 6 anos), já que os responsáveis pelos animais não souberam informar com precisão essa variável. As médias dos valores das variáveis ecocardiográficas convencionais podem ser visualizadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Dados das variáveis ecocardiográficas convencionais em gatos saudáveis não sedados (n= 32).

<b>Variáveis</b>	<b>Média ± Desvio Padrão</b>
Átrio esquerdo (mm)	7.25 ± 0.96
Aorta (mm)	7.04 ± 0.85
Relação AE/Ao	1.03 ± 0.11
Fluxo da artéria pulmonar (m/s)	0.88 ± 0.16
VDd (mm)	2.75 ± 0.98
SIVd (mm)	4.10 ± 1.08
VEd (mm)	11.07 ± 2.06
PLVEd (mm)	4.39 ± 0.97
SIVs (mm)	5.77 ± 0.94
VEs (mm)	6.07 ± 1.26
PLVEs (mm)	6.45 ± 1.07
FEC (%)	44.86 ± 7.82
E mitral (m/s)	0.90 ± 0.14
A mitral (m/s)	0.65 ± 0.15
Fluxo de tricúspide (m/s)	0.76 ± 0.11
Fluxo aórtico (m/s)	0.92 ± 0.16

AE/Ao: átrio esquerdo/aorta; VDd: diâmetro diastólico do ventrículo direito; SIVd: septo interventricular em diástole; VEd: diâmetro diastólico do ventrículo esquerdo; PLVEd: parede livre do ventrículo esquerdo em diástole; SIVs: septo interventricular em sístole; VEs: diâmetro sistólico do ventrículo esquerdo; PLVEs: parede livre do ventrículo esquerdo em sístole; FEC: Fração de encurtamento; E mitral: pico precoce da velocidade diastólica transmitral; A mitral: pico tardio da velocidade diastólica transmitral; Fluxo de tricúspide: pico da velocidade de fluxo da tricúspide. Fonte: Do autor (2017).

### **Volume atrial esquerdo**

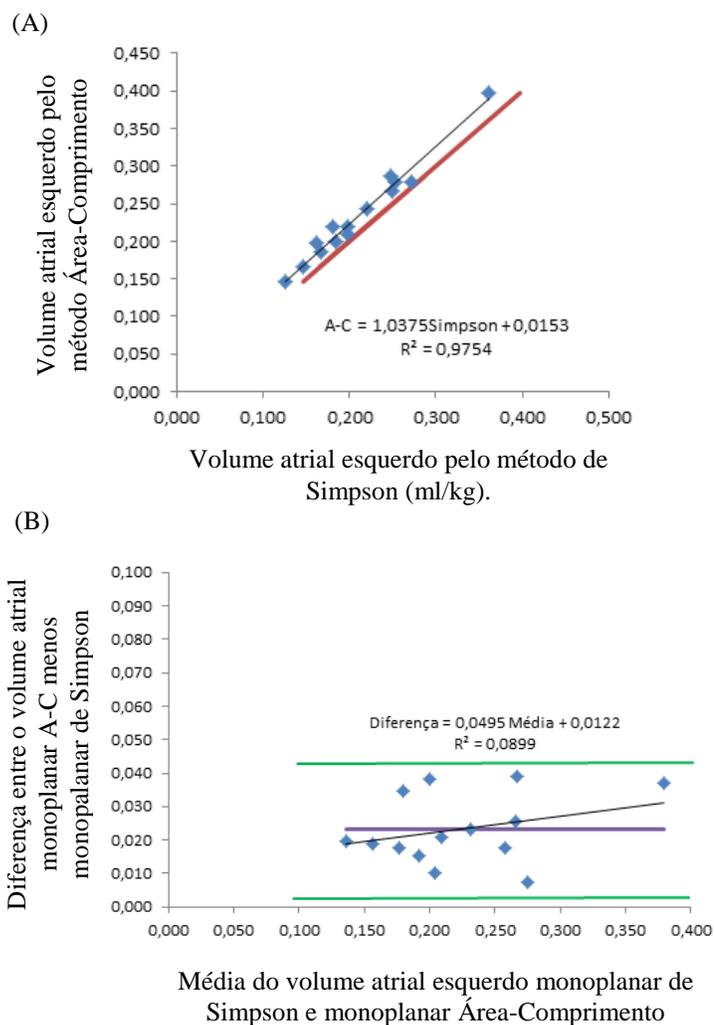
Os intervalos de volume encontrados, para os métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento, foram de 0,09-0,33ml/kg e 0,08-0,40ml/kg, respectivamente (intervalo de tolerância com 95% de confiança e 95% de cobertura para ambos os métodos).

### **Concordância entre os métodos volumétricos**

As diferenças dos volumes (A-C menos Simpson) não apresentaram normalidade quando colocados juntos machos e fêmeas ( $w=0,8852$ ; valor  $p=0,0027^{**}$ ), levando, então, à análise separada para o sexo, por exigência dos pressupostos do método de *Bland-Altman*, que requer normalidade para sua aplicação. Nessas análises separadas, foram observadas normalidades para ambos os sexos: fêmeas ( $w=0,9118$ ; valor  $p=0,1671$ ) e machos ( $w=0,9053$ ; valor  $p=0,0711$ ).

Para fêmeas, *Bland-Altman* trouxe excelente correlação ( $r=0,9876$ ) entre os métodos, porém, sem concordância entre os volumes (teste t pareado  $\bar{d}=0,0232$ , valor  $p=0,000000618^{**}$ ) e com viés constante (coeficiente angular de 0,0495, valor  $p=0,298$ ). O viés do volume atrial máximo foi de  $0,0232 \pm 0,0103$ ml/kg, com limite de concordância entre 0,003 a 0,043ml/kg (GRÁFICO1).

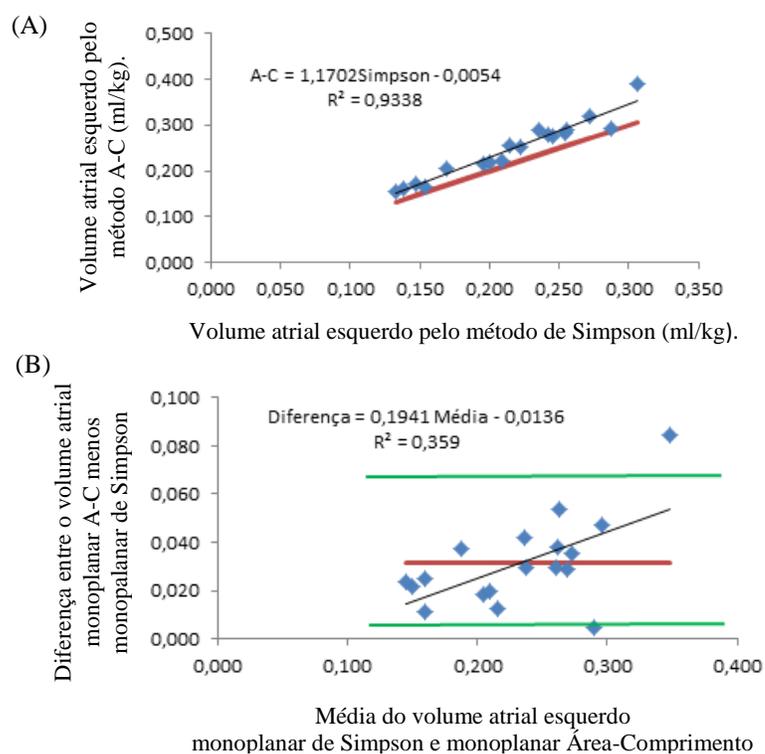
Gráfico 1 – Concordância entre os métodos ecocardiográficos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) para mensuração do volume atrial esquerdo de felinos domésticos do sexo fêmea (n=14).



(A) Gráfico de regressão linear entre o volume indexado ao peso (ml/kg) calculado pelos métodos de Simpson e A-C. A linha vermelha representa a correlação ideal entre os métodos e a linha preta representa a correlação encontrada. (B) Gráfico de *Bland-Altman* ilustrando a diferença entre o volume atrial esquerdo obtido pelos métodos monoplanares A-C e de Simpson. A linha roxa representa a reta de viés constante, a preta, a reta de viés encontrada e as linhas verdes as retas dos limites de concordância. Fonte: Do autor (2017).

Para machos, o teste também demonstrou uma elevada correlação ( $r=0,9663$ ) e volumes não concordantes (teste t pareado  $\bar{d}=0,0313$ , valor  $p=0,00000074^{**}$ ), porém com o viés correlacionado com a média das medidas (coeficiente angular de  $0,1941$ , valor  $p=0,0086^{**}$ ). O viés do volume atrial máximo foi de  $0,0313 \pm 0,0184\text{ml/kg}$ , com limite de concordância entre  $0,005$  a  $0,067\text{ml/kg}$  (GRÁFICO 2).

Gráfico 2 - Concordância entre os métodos ecocardiográficos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) para mensuração do volume atrial esquerdo de felinos domésticos do sexo macho ( $n=18$ ).



(A) Gráfico de regressão linear entre o volume indexado (ml/kg) calculado pelos métodos de Simpson e A-C. A linha vermelha representa a correlação

ideal entre os métodos e a linha preta representa a correlação encontrada. (B) Gráfico de Bland-Altman ilustrando a diferença entre o volume atrial esquerdo obtido pelos métodos monoplanares A-C e de Simpson. A linha vermelha representa a reta de viés constante, a preta, a reta de viés encontrada e as linhas verdes as retas dos limites de concordância. Fonte: Do autor (2017).

Ao realizar a análise de *Bland-Altman*, as diferenças entre os índices volumétricos (ml/kg) foram encontradas pela subtração dos valores obtidos pelo método Área-Comprimento daqueles obtidos pelo método de Simpson, gerando resultados positivos. Portanto o A-C superestima o volume atrial ao ser comparado ao método de Simpson.

Como o viés foi constante para as fêmeas, para transformar os valores obtidos em Simpson para A-C, basta somar ao volume o valor de 0,0232. Já, para machos, em que o viés foi correlacionado com as médias das medidas, para transformar os valores de Simpson em A-C deve-se utilizar a seguinte equação de regressão linear:

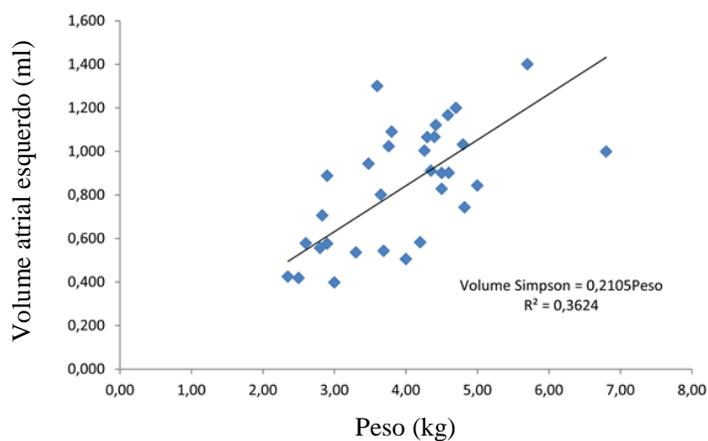
$$A-C = 1,1702 \times \text{volume de Simpson} - 0,0054$$

#### **Efeito do peso, frequência cardíaca, idade, sexo e raça sobre o volume atrial.**

Por causa da imprecisão da idade dos animais, optou-se por não avaliar os efeitos desta variável.

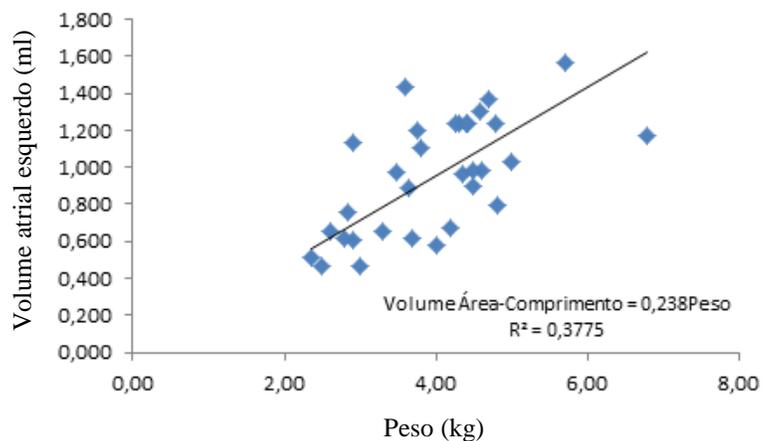
Para ambos os métodos, a regressão linear múltipla de volume *versus* raça, sexo, frequência cardíaca e peso mostrou significância apenas para o peso. Em função disso, foi realizada uma nova regressão na qual apenas a variável peso foi considerada (valor  $p=0,000161^{**}$  para o método de Simpson e valor  $p=0,000107^{**}$  para o método Área-Comprimento) (GRÁFICOS 3 e 4). Para ambas as regressões, a exigência de normalidade foi atendida.

Gráfico 3 – Gráfico de regressão linear simples do volume atrial esquerdo, obtido pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson, *versus* peso, de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=32).



Fonte: Do autor (2017).

Gráfico 4 – Gráfico de regressão linear simples do volume atrial esquerdo, obtido pelo método ecocardiográfico bidimensional monoplanar Área-Comprimento, *versus* peso, de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=32).



Fonte: Do autor (2017).

### Repetibilidade e reprodutibilidade

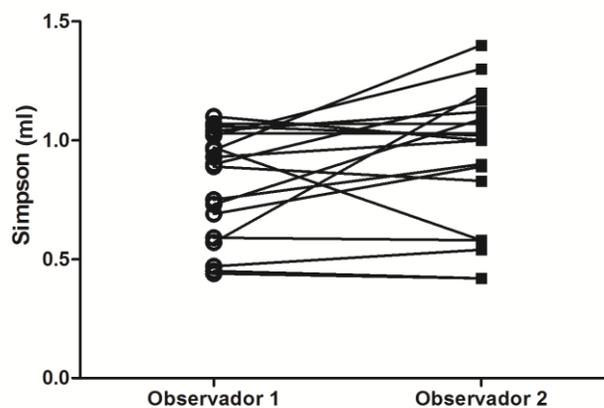
A avaliação de repetibilidade (intraobservador) mostrou correlação excelente e um estreito intervalo de confiança (IC) para as mensurações volumétricas. Para a relação átrio esquerdo/aorta, a correlação foi classificada também como excelente, porém apresentou um IC amplo (TABELA 2). Já a avaliação de reprodutibilidade (interobservador) mostrou correlação excelente, para o método Área-Comprimento e “satisfatória a boa” para o método de Simpson e para a relação AE/Ao, com um intervalo de confiança amplo para todos os métodos (TABELA 2 e GRÁFICOS 5, 6 e 7).

Tabela 2 – Avaliação da repetibilidade (intraobservador) e reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada por meio dos métodos ecocardiográficos bidimensionais monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) e pela relação Átrio esquerdo/Aorta (AE/Ao).

	Intraobservador		Interobservador	
	CCI*	IC (95%)	CCI*	IC (95%)
<b>Simpson</b>	0,9911	0,9708 a 0,9973	0,7444	0,3548 a 0,9004
<b>A-C</b>	0,9766	0,9234 a 0,9929	0,7519	0,3524 a 0,9047
<b>AE/Ao</b>	0,8784	0,6016 a 0,9629	0,6775	0,1551 a 0,8765

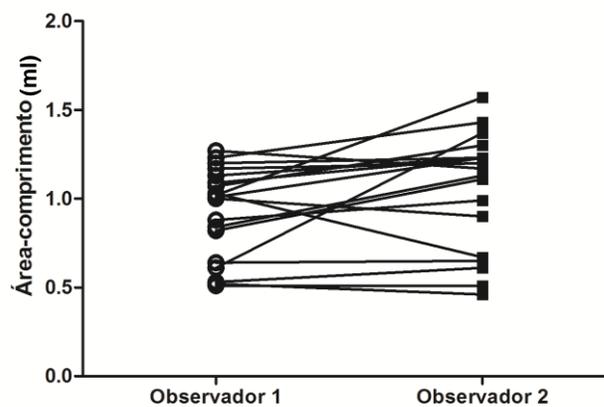
CCI: Coeficiente de correlação intraclass; IC (95%): intervalo de confiança a 95%. \*  $\geq 0,75$ , excelente;  $\geq 0,4$  e  $< 0,75$ , satisfatório a bom;  $< 0,4$ , baixo (Fleiss, 1981). Fonte: Do autor (2017).

Gráfico 5 – Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada por meio do método ecocardiográfico bidimensional monoplanar de Simpson.



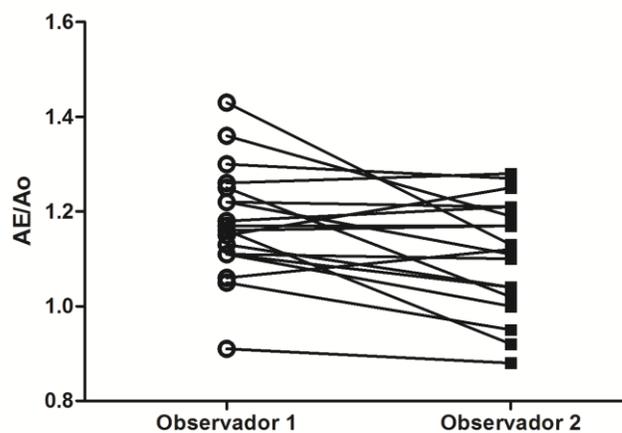
Fonte: Do autor (2017).

Gráfico 6 – Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada por meio do método ecocardiográfico bidimensional monoplanar Área-Comprimento.



Fonte: Do autor (2017).

Gráfico 7 – Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=19), realizada pela relação Átrio esquerdo/Aorta.



Fonte: Do autor (2017).

Entretanto, comparando os dados da análise interobservador referente aos métodos volumétricos, pode-se observar quatro mensurações nitidamente discrepantes. Ao retirá-las da avaliação, a correlação de ambos os métodos passou a ser excelente com um intervalo de confiança menor (TABELA 3).

Tabela 3 – Avaliação da reprodutibilidade (interobservador) da mensuração do tamanho atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis (n=15), realizada por meio dos métodos ecocardiográficos bidimensionais monoplanares de Simpson e Área-Comprimento (A-C) quando retirados valores discrepantes observados entre os avaliadores.

	Interobservador	
	CCI*	IC (95%)
<b>Simpson</b>	0,9363	0,8005 a 0,9790
<b>A-C</b>	0,9406	0,7681 a 0,9817

CCI: Coeficiente de correlação intraclassa; IC (95%): intervalo de confiança a 95%. \*  $\geq 0,75$ , excelente;  $\geq 0,4$  e  $< 0,75$ , satisfatório a bom;  $< 0,4$ , baixo (Fleiss, 1981). Fonte: Do autor (2017).

#### 4 DISCUSSÃO

Por meio deste estudo, foi possível definir valores de referência para o volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis por meio dos métodos ecocardiográficos 2D monoplanares de Simpson e Área-Comprimento. As demais variáveis da ecocardiografia convencional estavam dentro dos padrões de normalidade para a espécie em questão.

Até o presente momento, existe apenas uma única publicação relatando o VAE em gatos domésticos (LINNEY et al., 2014). No entanto os autores realizaram a mensuração, em imagens geradas, na janela paraesternal direita, pelo corte longitudinal quatro câmaras, método até então não avaliado para sua acurácia nem padronizado para sua utilização na medicina humana e veterinária. Portanto o presente trabalho é pioneiro e as informações geradas podem auxiliar em pesquisas futuras sobre cardiopatias felinas.

Apesar da recomendação da Sociedade Americana de Ecocardiografia e da Associação Europeia de Imagem Cardiovascular para a realização do volume atrial pelos métodos biplanares, há quem defenda o uso dos monoplanares por serem simples e práticos de serem incorporados na rotina cardiológica, além de confiáveis (HÖLLMER et al., 2016; LESTER et al., 1999; LINNEY et al., 2014; RUSSO et al., 2010; VIEIRA-FILHO et al., 2014).

Neste estudo, houve uma excelente correlação entre os métodos avaliados, entretanto os valores encontrados não são concordantes, corroborando com outros estudos realizados em cães e humanos (HÖLLMER et al., 2016; RUSSO et al., 2010; UJINO et al., 2006; WESSELOWSKI et al., 2014). O método A-C superestima o volume atrial, ao ser comparado com o método de Simpson, resultado semelhante ao encontrado por Höllmer et al. (2016), ao estudarem cães com degeneração mixomatosa da valva mitral, utilizando os métodos biplanares. Logo os métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento não podem ser realizados de forma alternada na espécie felina.

O peso corporal demonstrou significativa influência sobre o volume atrial esquerdo, sendo esta uma constatação já muito bem conhecida e relatada em outros trabalhos (ABHAYARATNA et al., 2006; CORNELL et al., 2004; HÖLLMER et al., 2013; PRITCHETT et al., 2003). Portanto, a indexação do volume ao peso do corpo torna-se necessária para correta interpretação do tamanho atrial esquerdo.

Na medicina humana, é comum a indexação do volume pela área de superfície corpórea (ASC), mas a utilização desse índice pode atenuar a influência da obesidade sobre o tamanho do átrio, subestimando ou superestimando a prevalência do aumento atrial

dependendo do status de obesidade do paciente (PATEL et al., 2009). Já a indexação do volume por kg parece não sofrer essa interferência e alguns autores recomendam utilizar o índice ml/kg em vez de ml/ASC (CORNELL et al., 2004; HÖLLMER et al., 2013; PATEL et al., 2009).

Curiosamente a frequência cardíaca não demonstrou interferir no volume atrial, contrariando uma homogênea literatura que relata que frequências mais elevadas estão relacionadas com volumes menores (CORNELL et al., 2004; HÖLLMER et al., 2013; JACOBS; MAHJOOB, 1988; JÄRVINEN et al., 1994). Recomenda-se realizar este estudo com um número maior de animais para confirmar esta análise.

A variável sexo também demonstrou não ter influência sobre o volume atrial. Este achado é consistente com outros estudos realizados em humanos e cães e, embora alguns relatos demonstrem diferenças entre homens e mulheres, elas foram explicadas pela variação do peso dos pacientes (HÖLLMER et al., 2013; PRICHETT et al., 2003; SPENCER et al., 2001).

Apesar do efeito da idade sobre o volume atrial não ter sido avaliado e a população amostral ser composta, predominantemente, por gatos jovens (média de 2,4 anos), em muitos trabalhos demonstra-se não existir influência desta variável sobre o VAE (HÖLLMER et al., 2013; LEUNG et al. 2008; MESSIKA-ZEITOUN et al., 2007; THOMAS et al., 2002).

Por fim, a raça não apresentou relevância para o volume atrial, no entanto a amostra estudada apresentava um grande desbalanceamento neste quesito, sendo composta por apenas quatro animais da raça persa e os demais por gatos sem raça definida. Isto pode ter interferido na veracidade desta análise e sugere-se realizar outros trabalhos com raças

específicas. Esta investigação torna-se importante, uma vez que animais de mesmo peso, mas raças diferentes, podem apresentar variações no volume atrial esquerdo (HÖLLMER et al., 2013).

A análise de repetibilidade demonstrou ser mais favorável para ambos os métodos volumétricos do que para a relação átrio esquerdo/aorta. Já as análises de reprodutibilidade referentes aos três métodos, apesar de mostrarem bons coeficientes de correlação, demonstraram falta de precisão a estes dados pelo amplo intervalo de confiança. No entanto, na avaliação interobservador, para os métodos volumétricos, as análises de quatro animais apresentaram-se com valores atípicos, de forma que, quando retirados, a reprodutibilidade passou a ser excelente com um IC menor. O intervalo de confiança amplo pode estar relacionado à escolha de um número amostral pequeno, para a avaliação da repetibilidade e reprodutibilidade, já que um número maior de observações dilui as eventuais discordâncias de interpretação existente entre os avaliadores (MATOS, 2014). Levando em consideração os coeficientes de correlação e o intervalo de confiança, gerados das análises interobservador, os métodos volumétricos de mensuração do tamanho atrial esquerdo também demonstraram serem mais favoráveis do que a realização da relação átrio esquerdo/aorta. Este achado é consistente com o encontrado por Höllmer et al. (2016) cuja variabilidade intra e interobservador dos métodos volumétricos utilizados foram menores do que para o método linear do estudo.

A não inclusão de uma referência padrão ouro, como a ressonância magnética (RM) ou tomografia computadorizada (TC), para a avaliação do volume atrial esquerdo, é uma limitação deste trabalho. Estudos com humanos comparando o VAE obtido pela ecocardiografia 2D com a TC e RM mostram boa correlação entre estes métodos

diagnósticos, mas discordância entre os valores encontrados, com uma tendência das mensurações ecocardiográficas subestimarem os volumes (AL-MOHAISSEN et al., 2013; KIRCHER et al., 1991; RODEVAN et al., 1999).

## **5 CONCLUSÃO**

Com este estudo foi possível definir valores de referência para o volume atrial esquerdo de felinos domésticos aparentemente saudáveis por meio dos métodos ecocardiográficos 2D monoplanares de Simpson e Área-Comprimento. Estes métodos apresentam excelente correlação, porém valores discordantes, não podendo ser realizados alternadamente. A única variável que tem influência sobre o volume atrial é o peso. A avaliação do tamanho atrial pelos métodos volumétricos apresenta melhor repetibilidade e reprodutibilidade do que a tradicional relação átrio esquerdo/aorta. Portanto os resultados desta pesquisa trazem perspectivas positivas para um melhor acompanhamento e manejo terapêutico das cardiopatias felinas, por meio da investigação mais precisa do tamanho do AE.

## **CONFLITO DE INTERESSE**

Nenhum dos autores deste artigo tem relação pessoal ou financeira com outras pessoas ou organizações que poderiam influenciar de forma inadequada o conteúdo deste artigo.

## **AGRADECIMENTOS**

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento concedido.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBOTT, J. A. Feline hypertrophic cardiomyopathy: an update. **Veterinary Clinics of North America: small animal practice**, Philadelphia, v. 40, n. 4, p. 685-700, July 2010.

ABHAYARATNA, W. P. et al. Left atrial size. Physiologic determinants and clinical application. **Journal of the American College of Cardiology**, Washington, v. 47, n. 12, p. 2357-2361, June 2006.

AL-MOHAISSEN, M. A. et al. Validation of two-dimensional methods for left atrial volume measurement: A comparison of echocardiography with cardiac computed tomography. **Echocardiography**, Gardendale, v. 30, n. 10, p. 1135-1142, Nov. 2013.

BLAND, J. M.; ALTMAN, D. G. Measuring agreement in method comparison studies. **Statistical Methods in Medical Research**, London, v. 8, n. 2, p. 135-160, June 1999.

BOON, J. A. **Veterinary ecocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011a. p. 153-266.

BOON, J. A. Evaluation of size, function and hemodynamics. In: \_\_\_\_\_. The M-mode and Doppler examination. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary ecocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011b. p. 351-434.

CORNELL, C. C. Allometric scaling of m-mode cardiac measurements in normal adult dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Denver, v. 18, n. 3, p. 311-321, May/June 2004.

FLEISS, J. L. **Statistical methods for rates and proportions**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley, 1981. p. 38-46.

HAHN, G. J.; MEEKER, W. Q. **Statistical intervals: a guide for practioners**. New York: John Wiley, 1991. 392 p.

HANSSON, K. et al. Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and m-mode echocardiography in Cavalier King Charles Spaniels with and without left atrial enlargement. **Veterinary Radiology & Ultrasound**, Raleigh, v. 43, n. 6, p. 568-574, Feb. 2002.

HIRAKATA, V. N.; CAMEY, S. A. Análise de concordância entre métodos de Bland-Altman. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v. 29, n. 3, p. 261-268, nov. 2009.

HÖLLMER, M. et al. Comparison of four echocardiographic methods to determine left atrial size in dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 18, n. 2, p. 137-145, June 2016.

HÖLLMER, M. et al. Left atrial volume and phasic function in clinically healthy dogs of 12 different breeds. **The Veterinary Journal**, London, v. 197, n. 3, p. 639-645, Sept. 2013.

JACOBS, G.; MAHJOOB, K. Influence of alterations in heart-rate on echocardiographic measurements in the dog. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 49, n. 4, p. 548–552, Apr. 1988.

JÄRVINEN, V. et al. Assessment of left atrial volumes and phasic function using cine magnetic resonance imaging in normal subjects. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 73, n. 15, p. 1135–1138, June 1994.

KHOO, C. H. et al. Assessment of left atrial volume: a focus on echocardiographic methods and clinical implications. **Clinical Research in Cardiology**, Oxford, v. 100, n. 2, p. 97-105, Sept. 2011.

KIRCHER, B. et al. Left atrial volume determination by two dimensional echocardiography: validation by cine computed tomography. **American Heart Journal**, Durham, v. 121, n. 3, p. 864-871, Mar. 1991.

LANG, R. M. et al. Recommendations for cardiac chamber quantification by echocardiography in adults: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging. **Journal of the American Society of Echocardiography**, Morrisville, v. 28, n. 1, p. 1-39, Jan. 2015.

LEMIRE, F.; TAJIK, A. J.; HAGLER D. J. Asymmetric left atrial enlargement; an echocardiographic observation. **Chest Journal**, Glenview, v. 69, n. 6, p. 779-781, June 1976.

LESTER, S. J. et al. Best method in clinical practice and in research studies to determine left atrial size. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 84, n. 7, p. 829-832, Oct. 1999.

LEUNG, D. Y. et al. Echocardiographic evaluation of left atrial size and function: current understanding, pathophysiologic correlates, and prognostic implications. **American Heart Journal**, Saint Louis, v. 156, n. 6, p. 1056-1064, Dec. 2008.

LINNEY, C. J. et al. Left atrial size, atrial function and left ventricular diastolic function in cats with hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Small Animal Practice**, Oxford, v. 55, n. 4, p. 198-206, Apr. 2014.

MANTOVANI, M. M. **Função mecânica do átrio esquerdo em cães com degeneração valvar crônica de mitral**. 2016. 81 p. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária e Zootecnia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MATOS, D. A. S. Confiabilidade e concordância entre juízes: aplicações na área educacional. **Revista Estudos em Avaliação Educacional**, São Paulo, v. 25, n. 59, p. 298-324, set./dez. 2014

MESSIKA-ZEITOUN, D. et al. Left atrial remodelling in mitral regurgitation—Methodologic approach, physiological determinants, and outcome implications: a prospective quantitative Doppler-echocardiographic and electron beam-computed tomographic study. **European Heart Journal**, Oxford, v. 28, n. 14, p. 1773-1781, July 2007.

MOURÃO JÚNIOR, C. A. Questões em bioestatística: o tamanho da amostra. **Revista Interdisciplinar de Estudos Experimentais**, Juiz de Fora, v. 1, n. 1, p. 26-28, jan./mar. 2009.

PATEL, D. A. et al. Clinical implications of left atrial enlargement: a review. **The Ochsner Journal**, New Orleans, v. 9, n. 4, p. 191-196, 2009.

PRITCHETT, A. M. et al. Left atrial volume as an index of left atrial size: a population-based study. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 41, n. 6, p. 1036–1043, Mar. 2003.

RISHNIW, M.; ERB, H. N. Evaluation of four 2-dimensional echocardiographic methods of assessing left atrial size in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 14, n. 4, p. 429-435, July/Aug. 2000.

RODEVAND, O. et al. Left atrial volumes assessed by three-and-two dimensional echocardiography compared to MRI estimates. **International Journal of Cardiovascular Imaging**, Boston, v. 15, n. 5, p. 397-410, Oct. 1999.

RUSSO, C. et al. Comparison of echocardiographic single- vs. biplane method in the assessment of left atrial volume and validation by real time three-dimensional echocardiography. **Journal of the American Society of Echocardiography**, Morrisville, v. 23, n. 9, p. 954-960, Sept. 2010.

SNEDECOR, G. W.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 7<sup>nd</sup> ed. Ames: The Iowa State University Press, 1980. 570 p.

SOUSA, A. C. S. Volume atrial esquerdo como índice de função diastólica. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 86, n. 3, p. 27-31, set. 2006.

SPENCER, K. T. et al. Effects of aging on left atrial reservoir, conduit, and booster pump function: a multiinstitution acoustic quantification study. **Heart**, London, v. 85, n. 3, p. 272-277, Mar. 2001.

THOMAS, L. et al. Compensatory changes in atrial volumes with normal aging: Is atrial enlargement inevitable? **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 40, n. 9, p. 1630-1635, Nov. 2002.

THOMAS, W. P.; GABER, C. E.; JACOBS, G. J. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. Echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 7, n. 4, p. 247-252, July/Aug. 1993.

TIDHOLM, A. et al. Comparisons of 2- and 3-dimensional echocardiographic methods for estimation of left atrial size in dogs with and without myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary**

**Internal Medicine**, Philadelphia, v. 25, n. 6, p. 1320-1327, Nov./Dec. 2011.

UJINO, K. et al. Two-dimensional echocardiographic methods for assessment of left atrial volume. **American Journal of Cardiology**, New York, v. 98, n. 9, p. 1185-1188, Nov. 2006.

VIEIRA-FILHO, N. G. et al. Simplified single plane echocardiography is comparable to conventional biplane two-dimensional echocardiography in the evaluation of left atrial volume: a study validated by three-dimensional echocardiography in 143 individuals. **Echocardiography**, Gardendale, v. 31, n. 3, p. 265-272, Mar. 2014.

WESSELOWSKI, S. et al. Discrepancies in identification of left atrial enlargement using left atrial volume versus left atrial-to-aortic root ratio in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 28, n. 5, p. 1527–1533, Sept./Oct. 2014.