



**ADRIANA CRISTINA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA  
POR MEIO DA ECOCARDIOGRAFIA *SPECKLE*  
*TRACKING* BIDIMENSIONAL EM CÃES COM  
DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA DA VALVA  
MITRAL**

**LAVRAS - MG**

**2013**

**ADRIANA CRISTINA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA POR MEIO DA  
ECOCARDIOGRAFIA *SPECKLE TRACKING* BIDIMENSIONAL EM  
CÃES COM DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA DA VALVA MITRAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Doutor.

Orientadora

Dr.<sup>a</sup> Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi

Coorientador

Dr. Leonardo Augusto Lopes Muzzi

**LAVRAS – MG**

**2013**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Silva, Adriana Cristina da.

Avaliação da função atrial esquerda por meio da ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional em cães com degeneração mixomatosa da valva mitral / Adriana Cristina da Silva. – Lavras : UFLA, 2013.

72 p. : il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi.

Bibliografia.

1. Cães - Função atrial esquerda. 2. Cães - Valvulopatia. 3. 2D-STE. 4. Cães - Ecocardiografia. I. Universidade Federal de Lavras.  
II. Título.

CDD – 636.089612507543

**ADRIANA CRISTINA DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA POR MEIO DA  
ECOCARDIOGRAFIA *SPECKLE TRACKING* BIDIMENSIONAL EM  
CÃES COM DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA DA VALVA MITRAL**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Doutor.

APROVADA em 16 de dezembro de 2013.

Dr <sup>a</sup> . Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi	UFLA
Dr. Juliano Vogas Peixoto	UFLA
Dr. Leonardo Augusto Lopes Muzzi	UFLA
Dr. Moacir Leomil Neto	PUC/Poços de Caldas
Dr. Rodrigo Bernardes Nogueira	UFLA

Dr<sup>a</sup>. Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi  
Orientadora

**LAVRAS – MG**

**2013**

*Aos meus pais Rosa e José e ao meu  
noivo Guilherme, pelo incentivo, apoio  
e amor incondicional,*

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me permitir vencer mais esta etapa e conquistar, durante o caminho, amigos de quem jamais me esquecerei.

À minha família que sempre foi minha base e suporte em todos os momentos de minha vida e em especial meus pais por me ensinarem o valor das pequenas coisas e da simplicidade.

Ao meu noivo Guilherme, por ser meu amor, meu companheiro e amigo, me confortando e incentivando em todos esses anos juntos, sem você nada seria possível e nem teria o mesmo valor.

À professora Ruthnéa, pela orientação, amizade, compreensão, paciência e confiança que depositou em mim nesses quatro anos de pós-graduação e a quem considero uma amiga para a vida toda.

Aos membros titulares e suplentes da banca examinadora, professores Juliano, Gabriela, Moacir, Baracat, Rodrigo e Leonardo pela disposição em compartilhar seu conhecimento.

Aos amigos que sempre estiveram presentes em algum momento e que torceram para que tudo fosse perfeito, em especial, Vânia, Tiago Teófilo e Letícia.

Agradeço também as alunas de iniciação científica Bruna, Mariana, Jéssica e Stênia, por toda ajuda e disposição.

Aos colegas residentes e ex-residentes do HV UFLA e alunos, que se mostraram sempre prontos a nos ajudar.

Ao Departamento de Medicina Veterinária e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, por propiciarem o desenvolvimento do projeto e pela oportunidade de aprendizado.

À Universidade Federal de Lavras, pela estrutura e conhecimento de excelência.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro durante a realização do projeto e pela concessão da bolsa de estudos.

*"Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que a fez tão importante".*

Antoine de Saint Exupéry (1943)

## RESUMO

A ecocardiografia é considerada um dos métodos diagnósticos mais importantes na cardiologia veterinária. Dessa forma, novas ferramentas como o *speckle tracking bidimensional* (2D-STE) vem sendo utilizados para quantificação da função miocárdica ventricular. No entanto, há pouca informação sobre o uso dessa ferramenta para avaliação da função atrial esquerda em cães. Nesse contexto, sendo a doença mixomatosa da valva mitral (DMVM) uma das cardiopatias mais frequentes em cães, objetivou-se avaliar a função atrial esquerda em diversas classes da DMVM quanto às variáveis de deformação miocárdica atrial – *strain* (St) e *strain rate* (StR), além dos índices de volume sistólico e diastólico (iVsA e iVdA, respectivamente), índice cardíaco (iCA) e fração de ejeção (FEA) atriais obtidas por meio do 2D-STE. No estudo foram avaliados 33 cães divididos em quatro grupos de acordo com a classificação da DMVM, sendo grupo controle (n = 8), grupo B1 (n = 10), grupo B2 (n = 8) e grupo C/D (n = 7), respectivamente. Para a variável St foram observados os seguintes valores médios globais, grupo Controle:  $26,05 \pm 8,88$ ; B1:  $20,22 \pm 9,93$ ; B2:  $18,93 \pm 7,58$  e grupo C/D:  $16,14 \pm 7,39$ . Além disso, foi observada uma correlação negativa entre a relação do diâmetro do átrio esquerdo com a aorta (Ae/Ao) e a variável St global ( $r = -0,287$ ;  $P = 0,018$ ). As variáveis iVdA, iVsA, iCA apresentaram correlação positiva ( $r = 0,331$ ,  $P = 0,020$ ;  $r = 0,335$ ,  $P = 0,020$ ;  $r = 0,374$ ,  $P = 0,011$ , respectivamente) com a relação Ae/Ao e por sua vez, a FEA apresentou correlação negativa ( $r = -0,392$ ;  $P = 0,008$ ). Além disso, essas variáveis foram obtidas também pelo método de Simpson e ambos os métodos foram comparados, sendo que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre eles. Este estudo permite concluir que o 2D-STE apresenta grande potencial para a utilização na avaliação de cães com DMVM, além disso, o estudo fornece novas perspectivas quanto à avaliação da função atrial esquerda em cães com DMVM.

Palavras-chave: Cães. Função Atrial Esquerda. Valvulopatia. 2D-STE.

## ABSTRACT

Echocardiography is considered one of the most important diagnostic methods in veterinary cardiology. Thus, new tools such as two-dimensional speckle tracking (2D-STE) have been used in veterinary medicine for quantification of ventricular myocardial function. However, there is little information about the use of this tool for assessment of left atrial function in dogs. Given that, as myxomatous mitral valve disease (MMVD) is one of the most common heart disease in dogs, the aim of this study was to evaluate the left atrial function in dogs of various classifications of MMVD by means the achievement of the variables of atrial myocardial deformation strain (St) and strain rate (StR), atrial systolic and diastolic volume indices (iVsA and iVdA, respectively), cardiac index (iCA) and ejection fraction (FEA) obtained by 2D-STE. For this purpose, were evaluated 33 dogs divided into 4 groups according to the classification of MMVD as follows, control (n = 8), B1 (n = 10), B2 (n = 8), C/D (n = 7), respectively. For the variable St were observed the following values, Control:  $26.05 \pm 8.88$ ; B1:  $20.22 \pm 9.93$ ; B2:  $18.93 \pm 7.58$  and C/D:  $16.14 \pm 7.39$ . Also, a negative correlation ( $r = -0.287$ ;  $P = 0.018$ ) between the ratio of the diameter of the left atrium to the aorta (Ae/Ao) and the global St was observed. Regarding the variables iVdA, IVsA, iCA, they were positively correlated ( $r = 0.331$ ,  $P = 0.020$ ;  $r = 0.335$ ,  $P = 0.020$ ;  $r = 0.374$ ,  $P = 0.011$ , respectively) with the Ae/Ao ratio and the FEA showed a negative correlation ( $r = -0.392$ ;  $P = 0.008$ ). In addition, these variables were also obtained by Simpson's method, being both methods were compared, and there was no difference between them. This study shows that the 2D-STE has great potential for use in the evaluation of dogs with MMVD. Furthermore, the study provides new insights into the assessment of left atrial function in dogs with MMVD.

Keywords: Atrial Function. Dogs. Valvulopathy. 2D-STE.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

---

### PRIMEIRA PARTE

---

Figura 1	Padrão de <i>speckles</i> em escala de cinza em imagem bidimensional. Pontos acústicos ( <i>speckles</i> ) são identificados pelo <i>software</i> . A posição relativa dos pontos é, então, rastreada quadro a quadro (taxa de <i>frames/s</i> ), de acordo com a movimentação do miocárdio durante o ciclo cardíaco (seta vermelha).....	22
----------	---	----

---

### SEGUNDA PARTE – ARTIGO

---

Figura 1	A) Imagem ecocardiográfica de um cão sadio, demonstrando a marcação realizada pelo <i>software</i> nas bordas endocárdica e epicárdica do átrio esquerdo. B) Demonstração dos vetores de velocidade (B) pela ferramenta 2D-STE.....	42
Figura 2	Demonstração dos gráficos obtidos para as variáveis <i>strain</i> e <i>strain rate</i> longitudinal fornecidos pelo 2D-STE em cão sadio.....	54
Gráfico 1	Coefficiente de correlação de <i>Pearson</i> negativa entre a relação Ae/Ao e a variável <i>strain</i> endocárdico em relação às classificações da DMVM nos grupos de cães estudados (n = 33).....	56
Gráfico 2	Coefficiente de correlação de <i>Pearson</i> negativa entre a relação Ae/Ao e a variável <i>strain</i> epicárdico em relação às classificações da DMVM nos grupos de cães estudados (n = 33).....	56

---

## LISTA DE TABELAS

---

### SEGUNDA PARTE – ARTIGO

---

Tabela 1	Dados demográficos dos cães utilizados no estudo de acordo com a classificação da DMVM (n = 33).....	45
Tabela 2	Análise de frequência dos cães de acordo com o sexo e classificação da DMVM (n = 33).....	46
Tabela 3	Variáveis obtidas por meio da ecocardiografia convencional nos cães classificados nos quatro grupos de acordo com a DMVM (n = 33) (valores apresentados como média ± DP).....	47
Tabela 4	Valores (média ± DP) de variáveis de função atrial esquerda obtidos por dois métodos ecocardiográficos distintos (2D-STE × Simpson) em relação à classificação da DMVM em cães (n = 33).....	50
Tabela 5	Comparação de métodos ecocardiográficos e classificação da DMVM sobre os índices de função atrial esquerda (média ± DP) em cães (n = 33).....	51
Tabela 6	Coefficiente de correlação de <i>Spearman</i> entre a relação Ae/Ao e as variáveis de função atrial (média geral entre grupos) obtidas por meio do 2D-STE nos cães avaliados (n = 33).....	52
Tabela 7	Valores (média ± DP) das variáveis <i>strain</i> nas regiões endocárdica e epicárdica, seguidos da média geral em cães de diferentes classificações quanto à DMVM (n = 33).....	53

Tabela 8	Coefficiente de correlação de <i>Pearson</i> entre a relação Ae/Ao e a variável St nas regiões atriais do endocárdio e epicárdio, além do St global entre as regiões nos cães avaliados (n = 33).....	55
Tabela 9	Valores globais (média ± DP) das variáveis <i>strain rate</i> S, E e A em cães de diferentes classificações quanto à DMVM (n = 33).....	58
Tabela 10	Coefficiente de variação (%) intraobservador entre dias para a variável <i>strain</i> nas regiões endocárdica e epicárdica do miocárdio atrial e global de acordo com a classificação da DMVM nos cães avaliados (n = 33).....	59

---

### LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACVIM	Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária
Ae	Átrio esquerdo
Ao	Aorta
BNP	Peptídeo natriurético cerebral
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
CV	Coefficiente de variação
CFM	Fluxo de mapeamento em cores
CW	Doppler contínuo
DC	Débito cardíaco
DMVM	Degeneração Mixomatosa da Valva Mítral
DT	Doppler tecidual
cTnI	Troponina cardíaca I
DVDd	Diâmetro do ventrículo direito em diástole
DVEd	Diâmetro do ventrículo esquerdo em diástole
DVEs	Diâmetro do ventrículo esquerdo em sístole
E/A	Relação entre onda E e onda A mitral
FC	Frequência cardíaca
FE	Fração de ejeção
FEA	Fração de ejeção atrial
FS	Fração de encurtamento
ICC	Insuficiência cardíaca congestiva
IECA	Inibidores de enzima conversora de angiotensina
iCA	Índice cardíaco atrial
iVdA	Índice de volume diastólico atrial
iVsA	Índice de volume sistólico atrial
PPVEd	Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole
PPVEs	Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole

PW	Doppler pulsado
RM	Regurgitação mitral
SAC	Superfície de área corporal
SIMP	Método de Simpson
St	<i>Strain</i>
StR	<i>Strain rate</i>
StR S	Pico sistólico de <i>strain rate</i>
StR E	<i>Strain rate</i> na fase inicial da diástole
StR A	<i>Strain rate</i> na fase final da diástole
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico
UFLA	Universidade Federal de Lavras
Vd	Volume diastólico
VE	Ventrículo esquerdo
Vs	Volume sistólico
2D-STE	<i>Speckle tracking</i> bidimensional

## SUMÁRIO

	<b>PRIMEIRA PARTE</b> .....	16
1	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
2	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
2.1	Caracterização da doença .....	17
2.2	A função atrial esquerda na DMVM .....	20
2.3	Ecocardiografia <i>speckle tracking</i> bidimensional (2D-STE) .....	21
2.4	<i>Strain</i> (St) e <i>strain rate</i> (StR) .....	24
3	<b>CONSIDERAÇÕES GERAIS</b> .....	26
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27
	<b>SEGUNDA PARTE – ARTIGO</b> .....	35
	<b>ARTIGO: Avaliação da função atrial esquerda por meio da ecocardiografia <i>speckle tracking</i> bidimensional em cães com degeneração mixomatosa da valva mitral</b> .....	36
1	<b>RESUMO</b> .....	36
2	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	37
3	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	38
4	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	39
4.1	Animais .....	39
4.2	Exame ecocardiográfico convencional .....	40
4.3	Ecocardiografia bidimensional <i>speckle tracking</i> (2D-STE) .....	41
4.4	Delineamento experimental e análise estatística.....	43
5	<b>RESULTADOS</b> .....	44
6	<b>DISCUSSÃO</b> .....	59
7	<b>CONCLUSÕES</b> .....	66
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	67
	<b>ANEXO</b> .....	72

## PRIMEIRA PARTE

### 1 INTRODUÇÃO

A degeneração mixomatosa da valva mitral (DMVM) é uma das alterações cardíacas adquiridas mais frequentes em cães. No entanto, mesmo em face do advento de novas ferramentas e métodos diagnósticos, a doença ainda continua a ser um desafio na clínica médica de pequenos animais.

Neste contexto, a ecocardiografia é considerada o método de escolha para se realizar o diagnóstico de forma não invasiva da DMVM em cães. Sendo assim, o desenvolvimento e aplicação de novas ferramentas ecocardiográficas são de grande importância, uma vez que podem fornecer novas informações sobre a fisiopatogenia da doença, além de auxiliar muitas vezes no diagnóstico precoce das doenças cardíacas e conseqüentemente no manejo terapêutico adequado dos pacientes.

A DMVM pode provocar diversas alterações morfológicas e hemodinâmicas e, entre elas, a mais frequente é o aumento do átrio esquerdo (Ae). Assim, muitos estudos em humanos têm sido desenvolvidos com o objetivo de aplicar novas ferramentas ecocardiográficas, como a ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional (2D-STE), na avaliação da deformação miocárdica atrial em indivíduos com DMVM. No entanto, na medicina veterinária, não há estudos semelhantes e ainda é recente a aplicação dessa ferramenta na avaliação cardíaca de animais.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar por meio da ecocardiografia 2D-STE a função atrial esquerda em cães com DMVM, uma vez que não há, até o momento, estudos semelhantes. Além disso, avaliar se esta ferramenta é capaz de diagnosticar alterações precoces na função atrial quando comparada entre os grupos estudados.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização da doença

A Degeneração Mixomatosa da Valva Mitral (DMVM) é considerada a doença cardiovascular mais frequente em cães (BORGARELLI et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012). A etiologia da doença não é bem esclarecida, no entanto, se reconhece a presença de herança genética em algumas raças (ATKINS et al., 2009).

A incidência e progressão da DMVM estão fortemente correlacionadas com a idade, raça e o sexo dos animais. Dessa forma, apesar de ocorrer em animais jovens de algumas raças, como Cavalier King Charles Spaniel e Dachshunds, e algumas vezes em animais de raças maiores, a DMVM é uma alteração comumente diagnosticada em cães de raças pequenas (< 20 kg) com idade acima de oito anos. Além disso, a doença apresenta maior prevalência em machos, sendo aproximadamente 1,5 vezes mais frequente que em fêmeas (ATKINS et al., 2009; FOX, 2012).

As alterações patológicas associadas com a DMVM incluem deposição exuberante de proteoglicanos e glicosaminoglicanos, fragmentação de elastina e desorganização de colágeno. Essas alterações causam o espessamento dos folhetos valvares e enfraquecimento de seu aparato, o que permite o prolapso dos folhetos, ruptura de cordoalha tendínea e também regurgitação (BORGARELLI; BUCHANAN, 2012; FOX, 2012; ORTON; LACERDA; MACLEA, 2012).

Em cães de raças pequenas a DMVM se desenvolve de forma lenta e sua progressão pode ocorrer de forma imprevisível, sendo que alguns animais podem apresentar sopro reconhecível no foco da valva mitral anos antes do

início da insuficiência cardíaca. Por sua vez, cães de raças grandes e gigantes geralmente apresentam progressão mais rápida (ATKINS et al., 2009).

A progressão da DMVM ocorre ao longo de vários anos e sua morbidade está diretamente relacionada à magnitude da insuficiência valvular e da sobrecarga de volume. Nesse contexto, animais gravemente acometidos podem desenvolver insuficiência cardíaca congestiva (ICC), síncope, caquexia de origem cardíaca e tosse (BORGARELLI, BUCHANAN, 2012; FOX, 2012).

O diagnóstico da DMVM se baseia nos dados obtidos durante o histórico, exame físico e exames cardiológicos, como eletrocardiografia e ecocardiografia. No entanto, exames que dosam a concentração de biomarcadores cardíacos como a troponina cardíaca I (cTnI) e o peptídeo natriurético cerebral (BNP) têm sido estudados e demonstrada sua aplicabilidade como auxiliares no diagnóstico de ICC e estabelecimento do prognóstico de cães com DMVM (EBISAWA et al., 2012; 2013; HEZZELL et al., 2012b; LJUNGVALL et al., 2010).

A ecocardiografia é considerada o método não invasivo de escolha para o diagnóstico precoce da DMVM, assim como para avaliação da gravidade da regurgitação mitral e seu impacto no remodelamento cardíaco, além da avaliação da função miocárdica e pressão de enchimento no ventrículo esquerdo (VE). Em adição, novas ferramentas como o Doppler tecidual (DT) e o 2D-STE e suas variáveis têm possibilitado a avaliação e o monitoramento global e regional da função miocárdica ventricular ao longo do tempo (CHETBOUL; TISSIER, 2012).

Segundo Hezzell e colaboradores (2012a) foram demonstradas que algumas variáveis ecocardiográficas alteram-se com a progressão da doença e podem ser utilizadas como marcadores prognósticos. Neste estudo variáveis como a relação entre o diâmetro do átrio esquerdo e o diâmetro da aorta (Ae/Ao) e a relação da onda E e onda A do fluxo mitral (E/A), se alteraram ao longo do

tempo nos cães que vieram a óbito devido a causas cardíacas e não se alteraram no grupo que os animais morreram por causas não cardíacas.

Em 2009, Atkins e colaboradores (Colégio Americano de Medicina Veterinária Interna – ACVIM) publicaram um consenso no qual os animais com DMVM foram classificados em cinco diferentes classes, sendo A; B1; B2; C e D, de acordo com o grau de acometimento:

Classe A: são aqueles animais que possuem alto risco de desenvolver a doença, no entanto, ainda não apresentam sinais de alteração estrutural no coração;

Classe B1: animais com DMVM, porém sem sinais de remodelamento cardíaco;

Classe B2: aqueles animais que apresentam a DMVM com regurgitação e sinais de aumento das câmaras cardíacas esquerdas, principalmente aumento do Ae;

Classe C: animais com DMVM e sinais clínicos de ICC;

Classe D: Cães em estágio final da DMVM e sinais de ICC graves refratários à terapia convencional.

Essa classificação teve o objetivo de auxiliar no estadiamento da doença, no manejo terapêutico dos animais e estabelecer um consenso a ser seguido pelos médicos veterinários, uma vez que o manejo terapêutico da DMVM se altera de acordo com o estágio de desenvolvimento da doença (ATKINS et al., 2009; ATKINS; HÄGGSTRÖM, 2012).

O consenso demonstrado acima preconiza que os cães da classe A sejam monitorados com exame ecocardiográfico anualmente. Por sua vez, aqueles da classe B1, não devem ser submetidos a tratamento medicamentoso, mas monitorados com exame ecocardiográficos anuais. No caso dos cães da classe B2, preconiza-se o tratamento com inibidores de enzima conversora de angiotensina (IECA), diuréticos (quando necessário) e antiarrítmicos (se

necessário). Por sua vez as classes C e D, são divididas em sintomatologia aguda e crônica, sendo que nos casos agudos é instituída terapia emergencial, de acordo com os sinais clínicos apresentados, na tentativa de estabilizar o quadro clínico do animal. Já nos quadros crônicos, o animal deve ser tratado com IECA, diuréticos, antiarrítmicos, pimobendan (de acordo com a necessidade), sildenafil (em alguns casos de hipertensão pulmonar associada), restrição de sódio na dieta e avaliação bioquímica e clínica constante do animal.

## **2.2 A função atrial esquerda na DMVM**

O átrio esquerdo (Ae) desempenha a função de uma bomba impulsionadora durante a segunda fase da diástole, reservatório para o volume sanguíneo recebido das veias pulmonares, além de um condutor passivo do fluxo durante a fase inicial da diástole (CAMELI et al., 2009). Além disso, atua como um barômetro, com secreção de peptídeos natriuréticos e interagindo com o sistema nervoso simpático e sistema renina-angiotensina-aldosterona (TO; KLEIN, 2010).

A DMVM geralmente progride de forma insidiosa, sendo os sintomas muitas vezes mascarados por longos períodos e a presença de regurgitação da valva mitral (RM) pode dificultar a interpretação da fração de ejeção do VE, uma vez que o coração desenvolve mecanismos compensatórios, como o aumento do Ae (CAMELI et al., 2011). Assim, o conhecimento dos fatores determinantes do aumento da câmara atrial esquerda pode permitir a estratificação de uma população de animais quanto ao risco e diferenciar condições patológicas de não patológicas (TSANG; BARNES; TSANG, 2012).

A fibrilação atrial pode ocorrer em pacientes com RM e é dependente do grau de remodelamento e fibrose da câmara cardíaca, levando à condução inadequada do impulso elétrico. Além disso, em pacientes com RM crônica o

VE e o Ae estão sujeitos ao aumento da pré-carga, dessa forma, o aumento da exigência mecânica atrial pode contribuir para a insuficiência do Ae e fibrilação (CAMELI et al., 2012).

A avaliação da função atrial esquerda é um componente muito importante na DMVM, uma vez que isto possibilita ao examinador estimar o risco de desenvolvimento de ICC esquerda. Além disso, o tamanho do Ae tem demonstrado ser um dos mais importantes preditores de agravamento em cães com DMVM (TIDHOLM et al., 2011).

Nesse contexto, novos índices de função atrial têm sido intensamente estudados diante de várias condições cardíacas e utilizando diversas ferramentas ecocardiográficas, sendo algumas delas apenas estudadas em medicina, como a 2D-STE (PELUSO et al., 2013; TOPS et al., 2011; TSAI et al., 2009; VIANNA-PINTON et al., 2009).

### **2.3 Ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional (2D-STE)**

A 2D-STE é uma das mais recentes ferramentas de ultrassonografia utilizadas em medicina veterinária que permite o acesso à função miocárdica (CHETBOUL, 2010). Esta técnica de imagem é baseada no rastreamento de pontos criados pela interferência entre o feixe ultrassonográfico e o miocárdio em imagens ecocardiográficas bidimensionais em escala de cinza. Esses *speckles* aparecem como elementos (pontos) pequenos e brilhantes dentro do miocárdio e representam marcadores acústicos teciduais naturais que podem ser monitorados (“*tracking*”), momento a momento, durante todo o ciclo cardíaco (Figura 1) (CHETBOUL, 2010; GORCSAN; TANAKA, 2011; HOOGE, 2007).

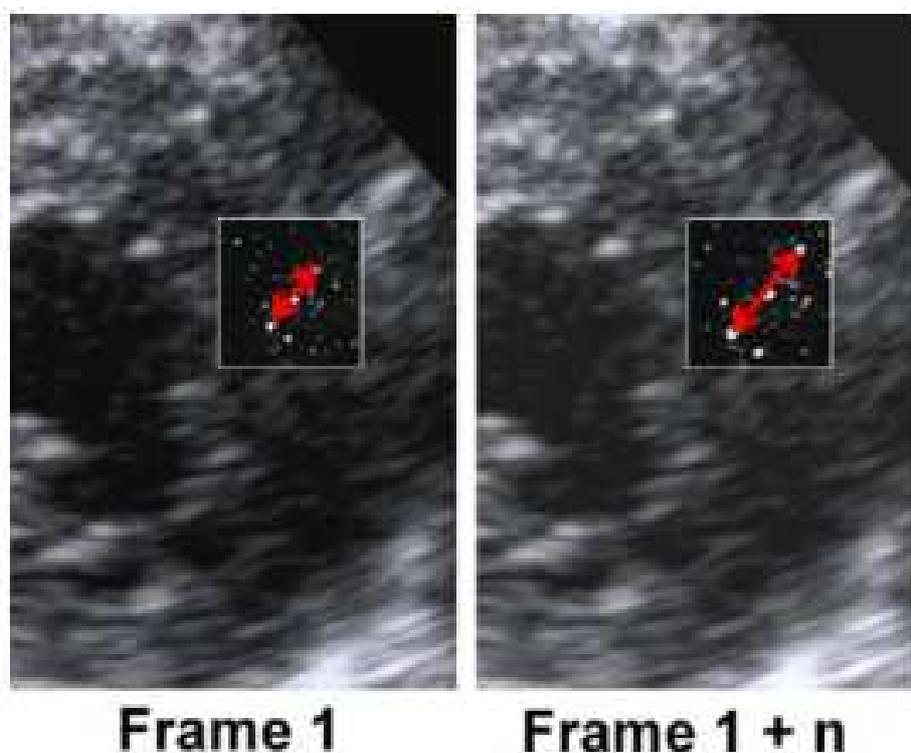


Figura 1 Padrão de *speckles* em escala de cinza em imagem bidimensional. Pontos acústicos (*speckles*) são identificados pelo *software*. A posição relativa dos pontos é, então, rastreada quadro a quadro (taxa de *frames/s*), de acordo com a movimentação do miocárdio durante o ciclo cardíaco (seta vermelha)  
Fonte: Gorcsan e Tanaka (2011)

Em comparação ao Doppler Tecidual (DT), a ecocardiografia 2D-STE permite a mensuração das deformações miocárdicas sem restrições quanto ao ângulo de insonação. Além disso, os pontos acústicos rastreados são representados por vetores de velocidade, que permitem observar a direção e a intensidade do movimento (DEL CASTILLO; HERSZKOWICZ, 2008). No entanto, este método ecocardiográfico também possui limitações, como resolução lateral em regiões miocárdicas distantes, pontos fora do plano miocárdico, reverberações e, sobretudo, a qualidade da imagem bidimensional,

que deve ser acima da média (PAVLOPOULOS; NIHOYANNOPOULOS, 2008).

Nos últimos anos, a técnica 2D-STE tem sido aplicada intensamente em medicina e seus resultados validados com a ressonância magnética marcada e sonomicrometria, técnicas consideradas padrão para a obtenção da deformação miocárdica. Em alguns estudos foi demonstrado que os valores encontrados eram semelhantes entre as duas técnicas (AMUNDSEN et al., 2006; GOFFINET et al., 2009). Assim, o 2D-STE tem sido empregado na obtenção de valores de referência em humanos saudáveis para avaliação da deformação miocárdica do VE (HURLBURT et al., 2007), e em indivíduos com diversas alterações cardíacas (DELGADO et al., 2008; MELUZIN et al., 2011). Além disso, recentemente a função atrial também tem sido avaliada, em pacientes humanos, por meio do 2D-STE, sendo os estudos realizados em indivíduos saudáveis ou portadores de alterações cardíacas (PARASKEVAIDIS et al., 2009; PELUSO et al., 2013; SAHA et al., 2011; SARAIVA et al., 2010; SHIH et al., 2011).

Em medicina veterinária, a ecocardiografia 2D-STE tem sido utilizada em diversas espécies, para se obter as variáveis de deformação miocárdica do VE, *strain* (St) e *strain rate* (StR), assim como a torção e a sincronia miocárdicas, tanto em animais saudáveis para se estabelecer valores de referência e padronizar a técnica (CHETBOUL et al., 2007; DECLOEDT et al., 2011; GRIFFITHS; FRANSIOLI; CHIGERWE, 2011; MANTOVANI et al., 2012; SCHEFER et al., 2010; SILVA et al., 2013; WESS et al., 2011), como em animais portadores de cardiopatias (SMITH et al., 2012; SUZUKI et al., 2013; TAKANO et al., 2011; ZOIS et al., 2012; 2013). No entanto, em relação à função atrial avaliada por meio do 2D-STE, as informações disponíveis são limitadas.

## 2.4 *Strain* (St) e *strain rate* (StR)

O *strain* (St) é definido como a deformação que ocorre no miocárdio durante a sístole e é expressa em porcentagem (%). Por sua vez, o *strain rate* (StR) é a magnitude com que a deformação ocorre, ou seja, a taxa com que esta ocorre, e é expressa em função do tempo pela unidade  $s^{-1}$  (HEIMDAL, 2007). Essas variáveis podem ser obtidas por meio do DT e também pelo 2D-STE, sendo que esta última ferramenta apresenta vantagens como a independência do ângulo de insonação e maior facilidade de realização (CHETBOUL, 2010).

Vários estudos têm sido desenvolvidos utilizando-se as variáveis St e StR obtidas pela ecocardiografia 2D-STE para avaliação do VE em humanos (DELGADO et al., 2008; OPDAHL et al., 2008; SERRI et al., 2006; SUFFOLETTO et al., 2006; TAKAMURA et al., 2011) e também na área da cardiologia veterinária (CHETBOUL et al., 2007; SMITH et al., 2012; SUZUKI et al., 2013; TAKANO et al., 2011; WESS et al., 2011; ZOIS et al., 2012). No entanto, em se tratando da deformação miocárdica atrial esquerda, apenas há informações relacionadas a pacientes humanos.

Em medicina, alguns estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de se obter valores de referência para o St e StR atriais em humanos saudáveis e portadores de cardiopatias, de forma a estabelecer o valor destas variáveis frente à diversas alterações cardíacas (CAMELI et al., 2011; 2012; GULER et al., 2013; KOJIMA et al., 2012; PELUSO et al., 2013; SIRBU et al., 2006; TSAI et al., 2009).

Segundo Cameli e colaboradores (2009), em seu estudo com pacientes humanos saudáveis, foi demonstrado que o 2D-STE é uma ferramenta que pode ser utilizada com facilidade para se obter informações sobre a função do Ae. Nesse contexto, outro estudo em humanos, demonstrou que em indivíduos com DMVM o 2D-STE possibilitou a quantificação de disfunção do Ae devido à RM

e fibrilação atrial (CAMELI et al., 2012). Além disso, Cameli e colaboradores (2011) avaliaram o St atrial longitudinal obtido pelo 2D-STE em pacientes em vários estágios da DMVM e foi demonstrado que esta ferramenta ecocardiográfica pode ser considerada um método com grande potencial para o diagnóstico precoce e não invasivo de alterações na complacência atrial em pacientes assintomáticos com RM crônica.

No estudo de Guler e colaboradores (2013) avaliou-se a função atrial por meio do 2D-STE em pacientes humanos com cardiomiopatia dilatada não isquêmica e observou-se que essa ferramenta foi útil para se avaliar a presença de alteração na função atrial esquerda nesses pacientes. Em outro estudo, foram realizadas análises histopatológicas e também por meio do 2D-STE no Ae de pacientes com DMVM e foi observada correlação positiva significativa entre o St longitudinal e o grau de fibrose atrial (HER et al., 2012).

Segundo Saraiva e colaboradores (2010), uma das limitações do uso do 2D-STE para se avaliar a função do Ae é o fato de que, ao contrário da função ventricular, há poucos estudos comparando os dados obtidos pelo 2D-STE com a sonomicrometria ou ressonância magnética (padrão ouro), de modo a validar a similaridade entre os métodos.

### **3 CONSIDERAÇÕES GERAIS**

A ecocardiografia é considerada a ferramenta de escolha para se avaliar animais portadores de cardiopatias. Dessa forma, suas novas modalidades como 2D-STE têm demonstrado em várias espécies serem adequadas e com grande potencial para a obtenção do diagnóstico cada vez mais precoce das alterações cardíacas. Nesse contexto, sendo a DMVM uma das alterações cardíacas mais comuns em cães, vários estudos tem utilizado o 2D-STE na avaliação desses animais, no entanto, até o momento as pesquisas se restringem à avaliação da função ventricular. Assim, estudos que demonstrem a utilização dessa ferramenta na avaliação atrial esquerda são extremamente relevantes, uma vez que o Ae possui um papel fundamental na fisiopatologia da DMVM.

## REFERÊNCIAS

AMUNDSEN, H. et al. Noninvasive myocardial strain measurement by speckle tracking echocardiography: validation against sonomicrometry and tagged magnetic resonance imaging. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 47, n. 4, p. 789-793, Feb. 2006.

ATKINS, C. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of canine chronic valvular heart disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 23, n. 6, p. 1142-1150, Nov./Dec. 2009.

ATKINS, C. E.; HÄGGSTRÖM, J. Pharmacologic management of myxomatous mitral valve disease in dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 165-184, Mar. 2012.

BORGARELLI, M. et al. Survival characteristics and prognostic variables of dogs with preclinical chronic degenerative mitral valve disease attributable to myxomatous degeneration. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 26, n. 1, p. 69-75, Jan./Feb. 2012.

BORGARELLI, M.; BUCHANAN, J. W. Historical review, epidemiology and natural history of degenerative mitral valve disease. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 93-101, Mar. 2012.

CAMELI, M. et al. Feasibility and reference values of left atrial longitudinal strain imaging by two-dimensional speckle tracking. **Cardiovascular Ultrasound**, London, v. 7, p. 1-6, Feb. 2009.

\_\_\_\_\_. Chronic mitral regurgitation: left atrial deformation analysis by two-dimensional speckle tracking echocardiography. **Echocardiography**, Mount Kisco, v. 28, n. 3, p. 327-334, Mar. 2011.

CAMELI, M. et al. Left atrial speckle tracking analysis in patients with mitral insufficiency and history of paroxysmal atrial fibrillation. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, Boston, v. 28, n. 7, p. 1663-1670, Oct. 2012.

CHEBBOUL, V. Advanced techniques in echocardiography in small animals. **Veterinary Clinics Small Animal**, Philadelphia, v. 40, n. 4, p. 529-543, July 2010.

CHEBBOUL, V. et al. Radial strain and strain rate by two-dimensional speckle tracking echocardiography and the tissue velocity based technique in the dog. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 9, n. 2, p. 69-81, Nov. 2007.

CHEBBOUL, V.; TISSIER, R. Echocardiographic assessment of canine degenerative mitral valve disease. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 127-148, Mar. 2012.

DECLOEDT, A. et al. Quantification of left ventricular longitudinal strain, strain rate, velocity, and displacement in healthy horses by 2-dimensional speckle tracking. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 25, n. 2, p. 330-338, Mar./Apr. 2011.

DEL CASTILLO, J. M.; HERSZKOWICZ, N. Strain bidimensional (X-Strain): utilização do método para avaliação de cardiopatias. **Revista Brasileira de Ecocardiografia**, São Paulo, v. 21, n. 3, p. 29-35, jul./set. 2008.

DELGADO, V. et al. Assessment of left ventricular dyssynchrony by speckle tracking strain imaging comparison between longitudinal, circumferential, and radial strain in cardiac resynchronization therapy. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 51, n. 20, p. 1944-1952, May 2008.

EBISAWA, T. et al. Clinical use of N-terminal pro-brain natriuretic peptide concentrations for assessing the severity and prognosis of myxomatous mitral valve disease in dogs. **The International Journal of Applied Research in Veterinary Medicine**, Apopka, v. 10, n. 3, p. 234-242, July/Sep. 2012.

EBISAWA, T. et al. Plasma atrial natriuretic peptide is an early diagnosis and disease severity marker of myxomatous mitral valve disease in dogs. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 94, n. 3, p. 717-721, June 2013.

FOX, P. R. Pathology of myxomatous mitral valve disease in the dog. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 103-126, Mar. 2012.

GOFFINET, C. et al. Assessment of subendocardial vs. subepicardial left ventricular rotation and twist using two-dimensional speckle tracking echocardiography: comparison with tagged cardiac magnetic resonance. **European Heart Journal**, Oxford, v. 30, n. 5, p. 608-617, Mar. 2009.

GORCSAN, J.; TANAKA, H. Echocardiographic assessment of myocardial strain. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 58, n. 14, p. 1401-1413, Sep. 2011.

GRIFFITHS, L. J.; FRANSIOLI, J. R.; CHIGERWE, M. Echocardiographic assessment of interventricular and intraventricular mechanical synchrony in normal dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 13, n. 2, p. 115-126, June 2011.

GULER, A. et al. Left atrial deformation and nonischemic dilated cardiomyopathy: A 2D speckle-tracking imaging study. **Herz**, München, 2013. DOI: 10.1007/s00059-013-3817-z.

HEIMDAL, A. Technical principles of tissue velocity and strain imaging methods. In: MARWICK, T. H.; YU, C. M.; SUN, J. P. (Eds.). **Myocardial imaging: tissue Doppler and speckle tracking**. Massachusetts: Blackwell, 2007. p. 3-16.

HER, A. Y. et al. Prediction of left atrial fibrosis with speckle tracking echocardiography in mitral valve disease: a comparative study with histopathology. **Korean Circulation Journal**, South Korea, v. 42, n. 5, p. 311-318, May 2012.

HEZZELL, M. J. et al. Selected echocardiographic variables change more rapidly in dogs that die from myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 269-279, Mar. 2012a.

\_\_\_\_\_. The combined prognostic potential of serum high-sensitivity cardiac troponin I and N-terminal pro-B-type natriuretic peptide concentrations in dogs with degenerative mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 26, n. 2, p. 302-311, Mar./Apr. 2012b.

HOOGE, J. d'. Principles and different techniques for speckle tracking. In: MARWICK, T. H.; YU, C. M.; SUN, J. P. (Eds.). **Myocardial imaging: tissue Doppler and speckle tracking**. Massachusetts: Blackwell, 2007. p. 17-25.

HURLBURT, H. M. et al. Direct ultrasound measurement of longitudinal, circumferential, and radial strain using 2-dimensional strain imaging in normal adults. **Echocardiography**, Gardendale, v. 24, n. 7, p. 723-731, Aug. 2007.

KOJIMA, T. et al. Left atrial global and regional function in patients with paroxysmal atrial fibrillation has already been impaired before enlargement of left atrium: velocity vector imaging echocardiography study. **European Heart Journal Cardiovascular Imaging**, Oxford, v. 13, n. 3, p. 227-234, Mar. 2012.

LJUNGVALL, I. et al. Cardiac troponin I is associated with severity of myxomatous mitral valve disease, age, and C-reactive protein in dogs. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 24, n. 1, p. 153-159, Jan./Feb. 2010.

MANTOVANI, M. M. et al. Strain and strain rate by two-dimensional speckle tracking echocardiography in a maned wolf. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 12, p. 1336-1340, dez. 2012.

MELUZIN, J. et al. Estimation of left ventricular filling pressures by speckle tracking echocardiography in patients with idiopathic dilated cardiomyopathy. **European Journal of Echocardiography**, London, v. 12, n. 1, p. 11-18, Jan. 2011.

OLIVEIRA, M. S. et al. Heart rate variability parameters of myxomatous mitral valve disease in dogs with and without heart failure obtained using 24-hour Holter electrocardiography. **The Veterinary Record**, London, v. 170, n. 24, p. 622, June 2012.

OPDAHL, A. et al. Apical rotation by speckle tracking echocardiography: a simplified bedside index of left ventricular twist. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 21, n. 10, p. 1121-1128, Oct. 2008.

ORTON, E. C.; LACERDA, C. M.; MACLEA, H. B. Signaling pathways in mitral valve degeneration. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 7-17, Mar. 2012.

PARASKEVAIDIS, I. A. et al. Evaluation of left atrial longitudinal function in patients with hypertrophic cardiomyopathy: a tissue Doppler imaging and two-dimensional strain study. **Heart**, London, v. 95, n. 6, p. 483-489, Mar. 2009.

PAVLOPOULOS, H.; NIHOYANNOPOULOS, P. Strain and strain rate deformation parameters: from tissue Doppler to 2D speckle tracking. **International Journal of Cardiovascular Imaging**, Boston, v. 24, n. 5, p. 479-491, June 2008.

PELUSO, D. et al. Right atrial size and function assessed with three-dimensional and speckle-tracking echocardiography in 200 healthy volunteers. **European Heart Journal Cardiovascular Imaging**, Oxford, v. 14, n. 11, p. 1106-1114, Nov. 2013.

SAHA, S. K. et al. Global left atrial strain correlates with CHADS2 risk score in patients with atrial fibrillation. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 24, n. 5, p. 506-512, May 2011.

SARAIVA, R. M. et al. Left atrial strain measured by two-dimensional speckle tracking represents a new tool to evaluate left atrial function. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 23, n. 2, p. 172-180, Feb. 2010.

SCHEFER, K. D. et al. Quantitative analysis of stress echocardiograms in healthy horses with 2-dimensional (2D) echocardiography, anatomical M -mode, tissue Doppler imaging, and 2D speckle tracking. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 24, n. 4, p. 918-931, July/Aug. 2010.

SERRI, K. et al. Global and regional myocardial function quantification by two-dimensional strain application in hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of the American College of Cardiology**, San Diego, v. 47, n. 6, p. 1175-1181, Mar. 2006.

SHIH, J. Y. Association of decreased left atrial strain and strain rate with stroke in chronic atrial fibrillation. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 24, n. 5, p. 513-519, May 2011.

SILVA, A. C. et al. Longitudinal strain and strain rate by two-dimensional speckle tracking in non-sedated healthy cats. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 95, n. 3, p. 1175-1180, Dec. 2013.

SIRBU, C. et al. Feasibility of strain and strain rate imaging for the assessment of regional left atrial deformation: a study in normal subjects. **European Journal of Echocardiography**, London, v. 7, n. 3, p. 199-208, June 2006.

SMITH, D. N. et al. Left ventricular function quantified by myocardial strain imaging in small-breed dogs with chronic mitral regurgitation. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 231-242, Mar. 2012.

SUFFOLETTO, M. S. et al. Novel speckle-tracking radial strain from routine black-and-white echocardiographic images to quantify dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. **Circulation**, Dallas, v. 113, n. 7, p. 960-968, Feb. 2006.

SUZUKI, R. et al. Clinical assessment of systolic myocardial deformations in dogs with chronic mitral valve insufficiency using two-dimensional speckle-tracking echocardiography. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 15, n. 1, p. 41-49, Mar. 2013.

TAKAMURA, T. et al. Reversible left ventricular regional non-uniformity quantified by speckle-tracking displacement and strain imaging in patients with acute pulmonary embolism. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 24, n. 7, p. 792-802, July 2011.

TAKANO, H. et al. Assessment of left ventricular regional function in affected and carrier dogs with duchenne muscular dystrophy using speckle tracking echocardiography. **BMC Cardiovascular Disorders**, London, v. 11, n. 23, p. 1-8, May 2011.

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.

TO, A. C. Y.; KLEIN, A. L. Left atrial function: Doppler and strain. **Current Cardiovascular Imaging Reports**, Philadelphia, v. 3, n. 5, p. 276-285, Oct. 2010.

TOPS, L. F. et al. Left atrial strain predicts reverse remodeling after catheter ablation for atrial fibrillation. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 57, n. 3, p. 324-331, Jan. 2011.

TSAI, W. C. et al. Association of left atrial strain and strain rate assessed by speckle tracking echocardiography with paroxysmal atrial fibrillation. **Echocardiography**, Mount Kisco, v. 26, n. 10, p. 1188-1194, Nov. 2009.

TSANG, M. Y.; BARNES, M. E.; TSANG, T. S. Left atrial volume: clinical value revisited. **Current Cardiology Reports**, Philadelphia, v. 14, n. 3, p. 374-380, June 2012.

VIANNA-PINTON, R. et al. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium: feasibility and regional contraction and relaxation differences in normal subjects. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 22, n. 3, p. 299-305, Mar. 2009.

WESS, G. et al. Comparison of longitudinal myocardial tissue velocity, strain, and strain rate measured by two-dimensional speckle tracking and by color tissue Doppler imaging in healthy dogs. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 13, n. 1, p. 31-43, Mar. 2011.

ZOIS, N. E. et al. Left ventricular twist and circumferential strain in dogs with myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 4, p. 875-883, July 2013.

\_\_\_\_\_. Radial and longitudinal strain and strain rate assessed by speckle-tracking echocardiography in dogs with myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 26, n. 6, p. 1309-1319, Nov./Dec. 2012.

## SEGUNDA PARTE

### ARTIGO

**Título:** Avaliação da função atrial esquerda por meio da ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional em cães com degeneração mixomatosa da valva mitral\*

\*Este artigo é uma versão preliminar, considerando que o conselho editorial do periódico, ao qual será posteriormente submetido, poderá sugerir alterações para adequá-lo ao seu próprio estilo.

## AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA POR MEIO DA ECOCARDIOGRAFIA *SPECKLE TRACKING* BIDIMENSIONAL EM CÃES COM DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA DA VALVA MITRAL

### 1 RESUMO

*Speckle tracking* bidimensional (2D-STE) é uma ferramenta ecocardiográfica relativamente nova que vem sendo utilizada em medicina veterinária para quantificação da função miocárdica ventricular. No entanto, há pouca informação sobre o uso dessa ferramenta para avaliação da função atrial em cães. Nesse contexto, sendo a doença mixomatosa da valva mitral (DMVM) uma das cardiopatias mais frequentes em cães, o objetivo desse estudo foi avaliar a função atrial esquerda em cães de diversas classes da DMVM quanto às variáveis de deformação miocárdica atrial *strain* (St) e *strain rate* (StR), além dos índices de volume (iVdA e iVsA), índice cardíaco (iCA) e fração de ejeção (FEA) atriais obtidas por meio do 2D-STE. No estudo foram englobados 33 cães divididos em quatro grupos de acordo com a classificação da DMVM, sendo controle, B1, B2 e C/D, respectivamente. Com relação aos resultados, para a variável St foram observados os seguintes valores globais: Controle:  $26,05 \pm 8,88$ ; B1:  $20,22 \pm 9,93$ ; B2:  $18,93 \pm 7,58$ ; C/D:  $16,14 \pm 7,39$ . Além disso, foi observada uma correlação negativa entre a relação do diâmetro do átrio esquerdo com a aorta (Ae/Ao) e a variável St global ( $r = -0,287$ ;  $P = 0,018$ ). As variáveis iVdA, iVsA, iCA apresentaram correlação positiva ( $r = 0,331$ ,  $P = 0,020$ ;  $r = 0,335$ ,  $P = 0,020$ ;  $r = 0,374$ ,  $P = 0,011$ , respectivamente) com a relação Ae/Ao e por sua vez, a FEA apresentou correlação negativa ( $r = -0,392$ ;  $P = 0,008$ ). Além disso, essas variáveis foram obtidas também pelo método de Simpson e ambos os métodos foram comparados, sendo que não houve diferença ( $P < 0,05$ ) entre eles. Este estudo permite concluir que o 2D-STE apresenta grande potencial para

a utilização na avaliação de cães com DMVM, uma vez que possui fácil aplicabilidade. Assim o presente estudo fornece novas perspectivas quanto à avaliação da função atrial esquerda em cães com DMVM.

## **2 INTRODUÇÃO**

A degeneração mixomatosa da valva mitral (DMVM) é uma das alterações cardíacas adquiridas mais frequentes em cães. No entanto, mesmo em face do advento de novas ferramentas e métodos diagnósticos, a doença ainda continua a ser um desafio na clínica médica de pequenos animais, uma vez que pode provocar inúmeras alterações morfológicas e principalmente hemodinâmicas, como o aumento da pré-carga e pressão no átrio esquerdo (Ae), e conseqüentemente o aumento do tamanho da câmara atrial.

Muitos estudos têm sido realizados em pacientes humanos de forma a avaliar a função atrial esquerda em diversas doenças cardíacas. Com este objetivo, novas ferramentas ecocardiográficas como a ecocardiografia speckle tracking bidimensional (2D-STE) tem sido utilizadas na tentativa de se obter formas mais confiáveis e rápidas para avaliar a função atrial esquerda. No entanto, em medicina veterinária há pouca informação quanto ao uso dessa ferramenta para a avaliação do Ae, pois os estudos têm sido direcionados para a avaliação da função ventricular.

Diante do exposto, o presente estudo objetivou avaliar por meio da ecocardiografia 2D-STE a função atrial esquerda em cães com DMVM, uma vez que não há, até o momento, estudos semelhantes. Além disso, avaliar se esta ferramenta é capaz de diagnosticar alterações precoces na função atrial quando comparada entre os grupos estudados.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

A degeneração mixomatosa da valva mitral (DMVM) é a doença cardíaca mais frequente em cães, sendo que algumas raças como Cavalier King Charles Spaniel e Daschund apresentam predisposição genética para o desenvolvimento da doença (LEWIS et al., 2011; OLSEN; FREDHOLM; PEDERSEN, 1999; OLSEN; MARTINUSSEN; PEDERSEN, 2003).

A ecocardiografia transtorácica é considerada a ferramenta de escolha para se obter o diagnóstico da DMVM, uma vez que a utilização do Doppler permite a obtenção dos fluxos sanguíneos e a quantificação da regurgitação mitral (RM). Além disso, permite a observação das câmaras e identificação de remodelamento cardíaco (CHETBOUL; TISSIER, 2012).

Algumas variáveis ecocardiográficas como a relação entre o diâmetro do átrio esquerdo (Ae) e da aorta (Ao) podem ser consideradas como fatores prognósticos na DMVM (HEZZELL et al., 2012). Segundo Borgarelli e colaboradores (2012), uma relação Ae/Ao maior que 1.4 representa um prognóstico reservado a desfavorável para cães com DMVM.

A avaliação da função atrial esquerda é um componente muito importante na DMVM, uma vez que isto possibilita ao examinador estimar o risco de desenvolvimento de ICC esquerda. Além disso, o tamanho do Ae tem demonstrado ser um dos mais importantes preditores de agravamento em cães com DMVM (TIDHOLM et al., 2011). Desta forma, diversos estudos têm sido conduzidos em humanos para se avaliar a função atrial esquerda por meio de novas ferramentas ecocardiográficas como o *speckle tracking* bidimensional (2D-STE) (CAMELI et al., 2009; 2012; SARAIVA et al., 2010; SHIH et al., 2011). Esta técnica é baseada no rastreamento quadro a quadro (*frames/s*) de pontos (*speckles*) no miocárdio e dispostos como pequenos vetores de

velocidade e direção, que resultam nas curvas de deformação (*strain* e *strain rate*) miocárdicas (SUFFOLETTO et al., 2006).

Neste contexto, a avaliação atrial por meio do 2D-STE em cães com DMVM pode trazer novas perspectivas quanto ao diagnóstico, uma vez que pode auxiliar na diferenciação precoce entre as classes da doença e assim auxiliar no seu manejo terapêutico, como demonstrado em humanos por Cameli e colaboradores (2011). No entanto, não há estudos até o momento avaliando a função atrial esquerda por meio das variáveis obtidas com o uso do 2D-STE em cães com DMVM.

## **4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1 Animais**

O estudo foi conduzido no Setor de Clínica Médica de Pequenos Animais da instituição. Foram selecionados 33 cães, provenientes de atendimentos de rotina do Serviço de Cardiologia do setor. Os animais foram divididos em quatro grupos, sendo o grupo controle composto por oito animais saudáveis, grupo B1 com dez animais portadores de DMVM classe B1, grupo B2 com oito animais portadores de DMVM classe B2 e grupo C/D composto por sete animais portadores de DMVM classe C/D. O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da instituição sob o protocolo no 029/2010.

Para a definição da homeostase corporal, todos os animais foram avaliados por meio de exame clínico geral e específico, eletrocardiografia digital e ecocardiografia convencional e obtidas imagens em modo bidimensional para posterior avaliação *off-line* pelo 2D-STE quanto às variáveis de deformação miocárdica  $St$  e  $StR$  atriais, fração de ejeção (FE) e índices volumétricos atriais.

Os animais nos quais foram constatadas outras alterações cardíacas não provenientes da DMVM, incluindo hipertensão pulmonar secundária à degeneração mitral e tricúspide foram excluídos do projeto. Além disso, os animais que estavam sendo tratados com pimobendan foram também excluídos do estudo. No entanto, os animais do grupo B2 e C/D estavam sendo tratados com Benazepril (15), furosemida (11), espironolactona (8) e ômega-3 (12).

#### **4.2 Exame ecocardiográfico convencional**

O exame ecocardiográfico foi realizado em todos os animais, utilizando-se um aparelho de ecocardiografia (MyLab 40, Esaote<sup>®</sup>), com transdutores de varredura setorial eletrônica multifrequencial de 4–10 Hz e com acompanhamento eletrocardiográfico no monitor, cujos eletrodos foram colocados na parte distal dos membros torácicos e pélvicos. Além disso, todos os exames foram gravados e avaliados posteriormente.

Para obtenção das imagens ecocardiográficas os animais foram gentilmente contidos em decúbito lateral direito e esquerdo, sem auxílio de sedação. As medidas foram realizadas nos modos bidimensional, M, Doppler pulsado (PW) e contínuo (CW) e por mapeamento de fluxo em cores (CFM).

No modo bidimensional foram avaliadas a morfologia das câmaras cardíacas e valvas, os diâmetros do átrio esquerdo (Ae) e da aorta (Ao) e a relação Ae/Ao. As imagens foram obtidas nos cortes paraesternal transversal e longitudinal direitos, paraesternal esquerdo apical quatro câmaras, sendo destinada atenção especial a este último, de forma a se obter imagens atriais esquerdas adequadas para a análise com o 2D-STE.

No modo M foram obtidas medidas em sístole e diástole das seguintes variáveis: dimensão interna dos ventrículos direito e esquerdo, espessuras do septo interventricular e da parede livre do ventrículo esquerdo. Com o auxílio

das ferramentas PW e CFM foram quantificados os fluxos sanguíneos nas valvas atrioventriculares mitral e tricúspide, além dos fluxos aórtico e pulmonar. A FE do VE foi calculada pelo método de Simpson (SIMP). A fração de encurtamento (FS) foi obtida pelo modo-M. A obtenção das imagens e avaliações da ecocardiografia convencional foram realizadas como recomendado por Boon (2011a; 2011b) e Thomas e colaboradores (1993).

Quanto à avaliação atrial esquerda foram realizadas medidas utilizando o método de SIMP no corte paraesternal esquerdo apical quatro câmaras para obtenção dos valores sistólicos e diastólicos de volume, FE e débito cardíaco atriais, como preconizado por pela Sociedade Americana de Ecocardiografia (LANG et al., 2005).

#### **4.3 Ecocardiografia bidimensional *speckle tracking* (2D-STE)**

Para obtenção das variáveis St e StR longitudinais do Ae foi utilizado software comercial *Xstrain version 10.1*, algoritmo *optical flow* (Esaote®). A margem endocárdica do Ae foi manualmente marcada a partir do anel mitral no final da sístole atrial (Figura 1) e automaticamente uma linha na região epicárdica foi marcada pelo software e os vetores de velocidade obtidos foram avaliados quanto à qualidade das marcações como descrito na literatura consultada (CAMELI et al., 2012; 2013; SARAIVA et al., 2010; TODARO et al., 2012; VIANA-PINTON et al., 2009). Além disso, para a variável StR, o software permite mensurar as ondas referentes às três fases realizadas pelo Ae como o pico sistólico (S) (enchimento) (StR S), a fase inicial da diástole (E) (condução) (StR E) e a fase final da diástole ou sístole atrial (A) (bomba) (StR A).

Ajustes manuais foram realizados, quando necessários, nos pontos marcados para melhorar a qualidade dos vetores de velocidade e obter valores de rastreamento adequados. Foram realizadas três medidas por *cineloop* para cada variável por animal e a média foi posteriormente calculada. Nos animais nos quais o rastreamento pelo 2D-STE não foi adequado em determinadas regiões miocárdicas, as medidas foram excluídas e a análise foi realizada com os valores das regiões remanescentes, como descrito por Cameli e colaboradores (2009).

As variáveis de função atrial volume diastólico e sistólico, FE e débito cardíaco (DC), também fornecidas automaticamente pelo 2D-STE, foram registradas para posterior comparação com o método de Simpson. Assim, os valores de volume atrial diastólico e sistólico e o DC foram previamente multiplicados pela superfície de área corporal (SAC) dos animais para reduzir a interferência do peso nos valores obtidos como descrito por Boon (2011a) e passaram a ser chamados de índice de volume diastólico (iVdA) e sistólico (iVsA) atriais e índice cardíaco atrial (iCA), respectivamente.

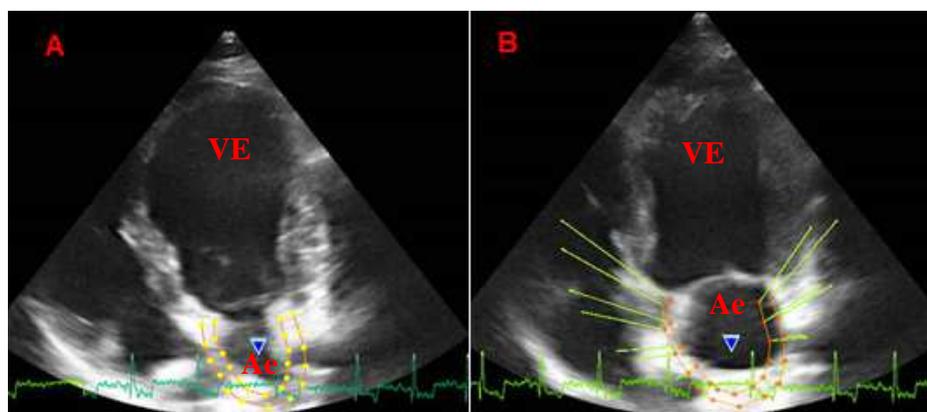


Figura 1 A) Imagem ecocardiográfica de um cão sadio, demonstrando a marcação realizada pelo *software* nas bordas endocárdica e epicárdica do átrio esquerdo. B) Demonstração dos vetores de velocidade pela ferramenta 2D-STE.  
VE: ventrículo esquerdo; Ae: Átrio Esquerdo  
Fonte: Serviço de Cardiologia Veterinária (UFLA)

#### 4.4 Delineamento experimental e análise estatística

Para a avaliação da função atrial esquerda em cães com DMVM por meio da ferramenta 2D-STE e SIMP e suas variáveis de deformação miocárdica *strain* (St) e *strain rate* (StR), índices de volume atriais diastólico (iVdA) e sistólico (iVsA), índice cardíaco (iCA) e fração de ejeção atrial (FEA), os cães (n = 33) utilizados no estudo foram distribuídos em quatro grupos (controle, B1, B2 e C/D), conforme descrito anteriormente.

Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso em vários esquemas fatoriais: esquema fatorial  $4 \times 2$  (quatro classes da DMVM – controle, B1, B2 e C/D e dois métodos ecocardiográficos – 2D-STE e SIMP) para avaliação da FEA, iVdA, iVsA e iCA; esquema fatorial  $4 \times 3$  (quatro classes da DMVM – controle, B1, B2 e C/D e três variáveis de deformação miocárdica St – St endocárdio, St epicárdio e St global) para avaliação da deformação miocárdica (St) e esquema fatorial  $4 \times 3$  (quatro classes da DMVM – controle, B1, B2 e C/D e três variáveis de deformação miocárdica StR – StR S, StR E e StR A) para avaliação da taxa de deformação miocárdica. Os blocos foram constituídos pelos animais e os tratamentos pelas classes de DMVM (controle, B1, B2 e C/D).

A descrição estatística para as diferentes medidas são apresentadas como média  $\pm$  desvio-padrão (DP) (n = 33 cães) e foram calculadas a partir da média das medidas obtidas de três ciclos cardíacos diferentes por cão, a partir de um *cine loop* (três ciclos cardíacos por *cine loop*). Todos os dados foram testados para normalidade utilizando o teste *Kolmogorov-Smirnov* ( $P > 0,05$ ) e avaliada a homocedasticidade das variâncias utilizando o teste *Levene* ( $P > 0,05$ ).

A variável sexo foi submetida à análise de frequência e as demais variáveis (idade, peso, superfície de área corporal, frequência cardíaca, variáveis da ecocardiografia convencional, FEA, iVdA, iVsA e iCA – 2D-STE e SIMP, St e StR) submetidas à análise descritiva. Para as variáveis que seguiram

distribuição normal (diâmetro interno do ventrículo direito em diástole – DVDd, relação Ae/Ao, FEA – método SIMP, St e StR miocárdico), os dados entre as diferentes classes funcionais foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e quando significativo, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey. Para as demais variáveis que não seguiram distribuição normal, os dados entre as diferentes classes funcionais foram comparados pelo teste Kruskal-Wallis e quando significativo, as médias entre os tratamentos foram comparadas pelo teste Mann-Whitney. Foi realizada análise de correlação de *Spearman* entre a variável Ae/Ao e as variáveis iVdA, iVsA, iCA e FEA; e análise de correlação de *Pearson* entre a variável Ae/Ao e as variáveis de deformação cardíaca (St endocárdio, St epicárdio e St global). Valores de  $P < 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos. Toda a análise estatística e gráfica foi realizada utilizando o pacote estatístico *IBM® SPSS for Windows* versão 20.0 (IBM®, SPSS 2011).

Foram selecionados aleatoriamente três cães de cada classe DMVM para a determinação da variabilidade intraobservador entre dias para as variáveis St endocárdio, St epicárdio e St global. Cada variável foi mensurada três vezes em três ciclos cardíacos consecutivos em um *cine loop* pelo mesmo examinador (A.C. Silva) e a variabilidade intraobservador entre dias foi determinada baseado nos resultados de análise de variância de todas as medidas repetidas. O grau de variabilidade foi definido baseado no coeficiente de variação (CV) da seguinte forma:  $CV < 15\%$ , baixa variabilidade;  $CV 15\text{--}25\%$ , moderada variabilidade e  $CV > 25\%$ , alta variabilidade (DECLOEDT et al., 2011).

## 5 RESULTADOS

Entre as raças dos cães estudados foram observados oito animais da raça Beagle (24,2%) sendo todos classificados no grupo controle. Seis (18,2%)

animais da raça Poodle (três na classe B1, dois na classe B2 e um na classe C/D) e seis animais (18,2%) da raça Daschund (dois na classe B2 e quatro na classe C/D). Dois animais (6,1%) da raça Yorkshire Terrier (um animal na classe B1 e outro na classe B2) e dois (6,1%) sem padrão racial definido (um animal na classe B1 e outro na classe B2). As demais raças (Basset Hound, Blue Heeler, Cocker Spaniel, Terrier Brasileiro, Pequinês, Pinscher, Schnauzer Miniatura, ShiTzu e West White Highland Terrier) foram representadas por apenas um animal cada.

Nas Tabelas 1 e 2 estão representados os dados demográficos dos cães utilizados no estudo. Os resultados demonstram que os animais mais jovens se encontravam inseridos no grupo controle, sendo a média de 81 meses de idade, por outro lado, os animais com maior faixa etária foram referentes ao grupo C/D com média de 133,71 meses. Além disso, pode-se observar na tabela 2 um maior número de fêmeas em relação aos machos em todos os grupos avaliados.

Tabela 1. Dados demográficos dos cães utilizados no estudo de acordo com a classificação da DMVM (n = 33)

Classe DMVM	Variáveis			
	Idade (meses)	Peso (kg)	SAC (m <sup>2</sup> )	FC (bpm)
Controle	81,00 (12,42)	12,50 (2,07)	0,54 (0,06)	128,43 (13,68)
B1	104,40 (60,41)	10,44 (6,61)	0,46 (0,19)	134,10 (22,98)
B2	132,00 (24,00)	6,26 (1,98)	0,34 (0,08)	129,63 (25,26)
C/D	133,71 (28,92)	9,75 (7,29)	0,44 (0,20)	176,29 (35,92)
Média geral	111,64 (42,48)	9,78 (5,40)	0,44 (0,16)	140,97 (31,38)

Dados apresentados como média (DP)

DMVM: Degeneração mixomatosa da valva mitral; SAC: Superfície de área corporal (m<sup>2</sup>: metros quadrados); FC: Frequência cardíaca (bpm: batimentos por minuto)

Tabela 2. Análise de frequência dos cães de acordo com o sexo e classificação da DMVM (n = 33)

Sexo	Classe DMVM				Total
	Controle	B1	B2	C/D	
Fêmea	8 (100,0)	7 (70,0)	5 (62,5)	4 (57,1)	24 (72,7)
Macho	0 (0,0)	3 (30,0)	3 (37,5)	3 (42,9)	9 (27,3)
Total	8	10	8	7	33

Dados apresentados como valor absoluto e (%)  
DMVM: Degeneração mixomatosa da valva mitral

Na Tabela 3 estão dispostos os dados obtidos por meio da ecocardiografia convencional e sua comparação entre os grupos estudados. Foi observado um aumento ( $P < 0,05$ ) nos valores da FE e da FS com a progressão da doença, uma vez que os grupos B2 e C/D foram os que apresentaram maiores valores. Além disso, a relação Ae/Ao também apresentou valores maiores nos mesmos grupos ( $P < 0,01$ ), sendo que os grupos Controle e B1 não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si e os grupos B2 e C/D também não apresentaram diferença ao teste estatístico ( $P > 0,05$ ). Ainda na Tabela 3, a variável tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV) apresentou um valor médio reduzido ( $26,56 \pm 12,56$ ) ( $P < 0,05$ ) para o grupo C/D quando comparada aos demais grupos estudados.

Tabela 3. Variáveis obtidas por meio da ecocardiografia convencional nos cães classificados nos quatro grupos de acordo com a DMVM (n = 33) (valores apresentados como média ± DP)

Variáveis	Classe DMVM				Média geral	Valor de P
	Controle	B1	B2	C/D		
DVDd (mm)	8,45 ± 1,18 a	7,46 ± 1,87 a	4,00 ± 1,28 b	4,68 ± 1,88 b	5,59 ± 2,34	< 0,001*
SIVd (mm)	9,37 ± 0,23 a	6,84 ± 1,27 b	5,80 ± 2,11 bc	5,30 ± 1,53 c	6,33 ± 2,00	< 0,001 <sup>#</sup>
DVEd (mm)	25,80 ± 0,93 b	24,22 ± 9,02 b	27,23 ± 5,51 b	39,51 ± 7,99 a	29,43 ± 9,24	< 0,001 <sup>#</sup>
PPVEd (mm)	8,43 ± 0,36 ab	9,29 ± 2,53 a	7,10 ± 1,48 c	7,29 ± 1,88 bc	7,89 ± 2,06	0,016 <sup>#</sup>
SIVs (mm)	10,57 ± 0,63	8,95 ± 1,67	9,24 ± 2,08	9,88 ± 2,62	9,46 ± 2,06	0,314
DVEs(mm)	16,37 ± 1,24 b	17,36 ± 8,38 ab	15,45 ± 3,50 b	23,86 ± 7,18 a	18,27 ± 6,88	0,020 <sup>#</sup>
PPVEs (mm)	12,00 ± 0,73	10,88 ± 2,50	10,17 ± 1,99	10,79 ± 1,26	10,71 ± 1,94	0,273
FE VE (%)	62,33 ± 7,61 bc	56,00 ± 15,77 c	75,71 ± 6,96 a	70,33 ± 14,62 ab	67,50 ± 14,38	< 0,001 <sup>#</sup>
FS (%)	37,00 ± 2,68 bc	30,75 ± 13,32 c	42,29 ± 8,26 a	40,67 ± 12,76 ab	38,14 ± 11,61	0,013 <sup>#</sup>
Relação Ae/Ao	1,18 ± 0,08 b	1,04 ± 0,06 b	1,60 ± 0,13 a	1,60 ± 0,16 a	1,32 ± 0,27	< 0,001*
E mitral (m/s)	1,03 ± 0,18 a	0,76 ± 0,14 b	1,11 ± 0,42 a	1,38 ± 0,60 a	1,03 ± 0,42	0,002 <sup>#</sup>
A mitral (m/s)	0,66 ± 0,15	0,68 ± 0,18	0,80 ± 0,19	0,77 ± 0,28	0,74 ± 0,21	0,197
Relação E/A mitral	1,58 ± 0,10 ab	1,12 ± 0,31 c	1,40 ± 0,45 b	1,74 ± 0,36 a	1,42 ± 0,42	< 0,001 <sup>#</sup>
F. pulmonar (m/s)	0,89 ± 0,01 a	0,81 ± 0,09 b	0,72 ± 0,17 c	0,60 ± 0,19 c	0,74 ± 0,17	0,001 <sup>#</sup>
F. Aórtico (m/s)	1,26 ± 0,08 a	0,94 ± 0,21 b	1,04 ± 0,21 b	0,77 ± 0,44 c	0,98 ± 0,22	< 0,001 <sup>#</sup>
E tricúspide	0,75 ± 0,02	0,70 ± 0,11	0,65 ± 0,09	0,76 ± 0,47	0,70 ± 0,21	0,119

“Tabela 2, conclusão”

Variáveis	Classe DMVM				Média geral	Valor de P
	Controle	B1	B2	C/D		
A tricúspide	0,43 ± 0,01	0,49 ± 0,11	0,43 ± 0,06	0,43 ± 0,19	1,29 ± 5,40	0,624
TRIV (m/s)	39,67 ± 2,58 b	51,05 ± 10,07 a	42,70 ± 13,04 b	26,56 ± 12,56 c	42,90 ± 13,73	< 0,001 <sup>#</sup>

\*Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,01)

<sup>#</sup>Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Mann-Whitney (P < 0,05)

DMVM: Degeneração mixomatosa da valva mitral; DVDd: Diâmetro interno do ventrículo direito em diástole; SIVd: Diâmetro do septo interventricular em diástole; DVED: Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em diástole; PPVED: Parede livre do ventrículo esquerdo em diástole; SIVs: Diâmetro do septo interventricular em sístole; DVEs: Diâmetro interno do ventrículo esquerdo em sístole; PPVEs: Parede livre do ventrículo esquerdo em sístole; FE: Fração de ejeção; VE: Ventrículo esquerdo; FS: Fração de encurtamento; Ae/Ao: Relação do diâmetro do átrio esquerdo com o da aorta; TRIV: Tempo de relaxamento isovolumétrico

Os dados das variáveis de função atrial obtidos por meio do 2D-STE e pelo método de Simpson estão demonstrados na Tabela 4. Pode-se observar que a FEA pelos dois métodos obteve os menores valores nos grupos B2 e C/D, respectivamente, havendo diferença ( $P < 0,05$ ) entre os grupos citados e os grupos controle e B1. Além disso, para as demais variáveis o grupo C/D diferiu dos demais ( $P < 0,05$ ), tendo apresentado os maiores valores médios.

A Tabela 5 demonstra as variáveis de função atrial esquerda obtidas pelo método de Simpson em comparação com as obtidas pelo 2D-STE de acordo com a classificação da DMVM nos cães estudados. Os dois métodos foram comparados por análise de variância e foi observado que não houve diferença ( $P > 0,05$ ) quanto aos mesmos para as variáveis em relação aos grupos estudados, sendo que para todos os grupos ambos os métodos apresentaram valores semelhantes para as variáveis de função atrial.

Tabela 4. Valores (média  $\pm$  DP) de variáveis de função atrial esquerda obtidos por dois métodos ecocardiográficos distintos (2D-STE  $\times$  Simpson) em relação à classificação da DMVM em cães (n = 33)

Método	Variáveis	Classe DMVM				Média geral	Valor de P
		Controle	B1	B2	C/D		
2D-STE	FEA (%)	62,90 $\pm$ 5,16 ab	63,59 $\pm$ 5,22 a	58,92 $\pm$ 7,66 bc	54,55 $\pm$ 11,14 c	60,37 $\pm$ 8,07	0,038 <sup>#</sup>
	iVdA (mL/m <sup>2</sup> )	20,19 $\pm$ 3,15 c	28,91 $\pm$ 3,32 b	34,67 $\pm$ 16,34 b	121,21 $\pm$ 49,02 a	47,77 $\pm$ 45,26	< 0,001 <sup>#</sup>
	iVsA (mL/m <sup>2</sup> )	8,41 $\pm$ 1,46 c	11,60 $\pm$ 2,36 b	18,97 $\pm$ 10,98 b	73,74 $\pm$ 34,67 a	25,80 $\pm$ 30,22	< 0,001 <sup>#</sup>
	iCA (L/min/m <sup>2</sup> )	0,27 $\pm$ 0,05 b	0,39 $\pm$ 0,17 b	0,39 $\pm$ 0,20 b	1,03 $\pm$ 0,29 a	0,50 $\pm$ 0,34	< 0,001 <sup>#</sup>
Simpson	FEA (%)	63,33 $\pm$ 5,58 a	63,75 $\pm$ 4,29 a	62,81 $\pm$ 4,04 a	37,21 $\pm$ 4,64 b	58,19 $\pm$ 11,70	< 0,001 <sup>*</sup>
	iVdA (mL/m <sup>2</sup> )	21,12 $\pm$ 2,69 b	22,24 $\pm$ 5,33 b	18,64 $\pm$ 4,12 c	84,13 $\pm$ 18,56 a	34,23 $\pm$ 27,67	< 0,001 <sup>#</sup>
	iVsA (mL/m <sup>2</sup> )	7,20 $\pm$ 1,33 d	8,67 $\pm$ 2,26 c	13,81 $\pm$ 5,20 b	54,23 $\pm$ 17,36 a	19,22 $\pm$ 20,24	< 0,001 <sup>#</sup>
	iCA (L/min/m <sup>2</sup> )	0,54 $\pm$ 0,19 b	0,35 $\pm$ 0,21 c	0,24 $\pm$ 0,04 c	0,76 $\pm$ 0,24 a	0,46 $\pm$ 0,26	< 0,001 <sup>#</sup>

\*Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,01)

<sup>#</sup>Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Mann-Whitney (P < 0,05)

2D-STE: Ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional; DMVM: Degeneração mixomatosa de valva mitral; FEA: Fração de ejeção atrial; iVdA: Índice de volume diastólico atrial; iVsA: Índice de volume sistólico atrial; iCA: Índice de cardíaco atrial

Tabela 5. Comparação de métodos ecocardiográficos e classificação da DMVM sobre os índices de função atrial esquerda (média  $\pm$  DP) em cães (n = 33)

Variável avaliada	Método (M)	Classe DMVM (C)				Média geral	Valor de P		
		Controle	B1	B2	C/D		M	C	M $\times$ C
FEA	2D-STE	62,90 $\pm$ 5,16	63,59 $\pm$ 5,22	58,92 $\pm$ 7,66	54,55 $\pm$ 11,14	60,37 $\pm$ 8,07	0,078	0,862	0,616
	SIMP	63,33 $\pm$ 5,58	63,75 $\pm$ 4,29	62,81 $\pm$ 4,04	37,21 $\pm$ 4,64	58,19 $\pm$ 11,70			
	Média	63,13 $\pm$ 5,31	63,67 $\pm$ 4,72	61,37 $\pm$ 6,52	45,88 $\pm$ 12,17				
iVdA	2D-STE	20,19 $\pm$ 3,15	28,91 $\pm$ 3,32	34,67 $\pm$ 16,34	121,21 $\pm$ 49,02	47,77 $\pm$ 45,26	0,132	0,002	0,098
	SIMP	21,12 $\pm$ 2,69	22,24 $\pm$ 5,33	18,64 $\pm$ 4,12	84,13 $\pm$ 18,56	34,23 $\pm$ 27,67			
	Média	20,65 $\pm$ 2,92 b	25,58 $\pm$ 5,53 b	26,66 $\pm$ 14,27 b	102,67 $\pm$ 40,98 a				
iVsA	2D-STE	8,41 $\pm$ 1,46	11,60 $\pm$ 2,36	18,97 $\pm$ 10,98	73,74 $\pm$ 34,67	25,80 $\pm$ 30,22	0,073	0,018	0,067
	SIMP	7,20 $\pm$ 1,33	8,67 $\pm$ 2,26	13,81 $\pm$ 5,20	54,23 $\pm$ 17,36	19,22 $\pm$ 20,24			
	Média	7,80 $\pm$ 1,50 b	10,14 $\pm$ 2,72 b	16,39 $\pm$ 8,85 b	63,99 $\pm$ 28,68 a				
iCA	2D-STE	0,27 $\pm$ 0,05	0,39 $\pm$ 0,17	0,39 $\pm$ 0,20	1,03 $\pm$ 0,29	0,50 $\pm$ 0,34	0,156	0,040	0,104
	SIMP	0,54 $\pm$ 0,19	0,35 $\pm$ 0,21	0,24 $\pm$ 0,04	0,76 $\pm$ 0,24	0,46 $\pm$ 0,26			
	Média	0,41 $\pm$ 0,19 b	0,37 $\pm$ 0,19 b	0,32 $\pm$ 0,16 b	0,89 $\pm$ 0,30 a				

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste Mann-Whitney ( $P < 0,05$ )

2D-STE: Ecocardiografia *speckle tracking* bidimensional; SIMP: Simpson; M: Método; C: Classe DMVM; Degeneração mixomatosa de valva mitral; FEA (%): Fração de ejeção atrial; iVdA (mL/m<sup>2</sup>): Índice de volume diastólico atrial; iVsA (mL/m<sup>2</sup>): Índice de volume sistólico atrial; iCA (L/min/m<sup>2</sup>): Índice cardíaco atrial

A Tabela 6 demonstra os dados de correlação entre a relação Ae/Ao e as variáveis de função atrial pelo 2D-STE: índice de volume diastólico e sistólico, índice cardíaco e fração de ejeção dos cães avaliados no estudo. A Tabela permite inferir que houve uma correlação positiva entre a média geral das variáveis avaliadas com a relação Ae/Ao, com exceção da FEA que apresentou uma correlação negativa.

Tabela 6. Coeficiente de correlação de *Spearman* entre a relação Ae/Ao e as variáveis de função atrial (média geral entre grupos) obtidas por meio do 2D-STE nos cães avaliados (n = 33)

	Índice Vd (mL/m <sup>2</sup> )	Índice Vs (mL/m <sup>2</sup> )	Índice cardíaco (L/min/m <sup>2</sup> )	FEA (%)
Relação	r = 0,331*	r = 0,335*	r = 0,374*	r = - 0,392**
Ae/Ao	P = 0,020	P = 0,020	P = 0,011	P = 0,008

\*Correlação de *Spearman* significativa ao nível de  $P < 0,05$

\*\*Correlação de *Spearman* significativa ao nível de  $P < 0,01$

Vd: Volume diastólico atrial; Vs: Volume sistólico atrial; FEA: Fração de ejeção atrial; Ae/Ao: Relação entre o diâmetro do átrio esquerdo e o diâmetro da aorta

Os dados da Tabela 7 são referentes aos valores de St nas regiões endocárdica e epicárdica, além da média global para os grupos estudados. Além disso, a Figura 2 demonstra que foi possível a obtenção de imagens qualitativamente satisfatórias. Foi demonstrado que para a região endocárdica o grupo controle apresentou valores de St semelhantes ( $P > 0,05$ ) aos grupos B1 e B2, sendo diferente do grupo C/D. Por sua vez, na região epicárdica o grupo controle apresentou valores semelhantes ( $P > 0,05$ ) ao grupo B1 e diferiu ( $P < 0,01$ ) dos grupos B2 e C/D. Em se tratando das médias globais para o St dos grupos estudados, pode-se observar que o grupo controle diferiu ( $P < 0,01$ ) dos demais grupos, sendo que os grupos B1, B2 e C/D não apresentaram diferença entre si. Além disso, pode-se observar que o grupo controle obteve os maiores

valores numéricos para a variável St e que o grupo C/D apresentou os menores valores.

Tabela 7. Valores (média  $\pm$  DP) das variáveis *strain* nas regiões endocárdica e epicárdica, seguidos da média geral em cães de diferentes classificações quanto à DMVM (n = 33)

Classe DMVM (C)	Região miocárdica (RM)		
	St Endocárdio (%)	St Epicárdio (%)	St Global (%)
Controle	29,09 $\pm$ 8,57 aA	21,49 $\pm$ 7,44 bA	26,05 $\pm$ 8,88 A
B1	25,47 $\pm$ 9,12 aAB	16,19 $\pm$ 8,66 bAB	20,22 $\pm$ 9,93 B
B2	22,98 $\pm$ 6,98 aAB	14,43 $\pm$ 5,46 bB	18,93 $\pm$ 7,58 B
C/D	18,50 $\pm$ 8,47 B	13,78 $\pm$ 5,45 B	16,14 $\pm$ 7,39 B
Média geral	24,72 $\pm$ 8,98 a	16,44 $\pm$ 7,63 b	
	RM	< 0,001	
Valor de P	C	< 0,001	
	RM $\times$ C	< 0,001	

<sup>a,b</sup>Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste F ( $P < 0,01$ )

<sup>A,B</sup>Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,01$ )

St: *Strain*; RM: Região miocárdica atrial; C: Classe da degeneração mixomatosa da valva mitral

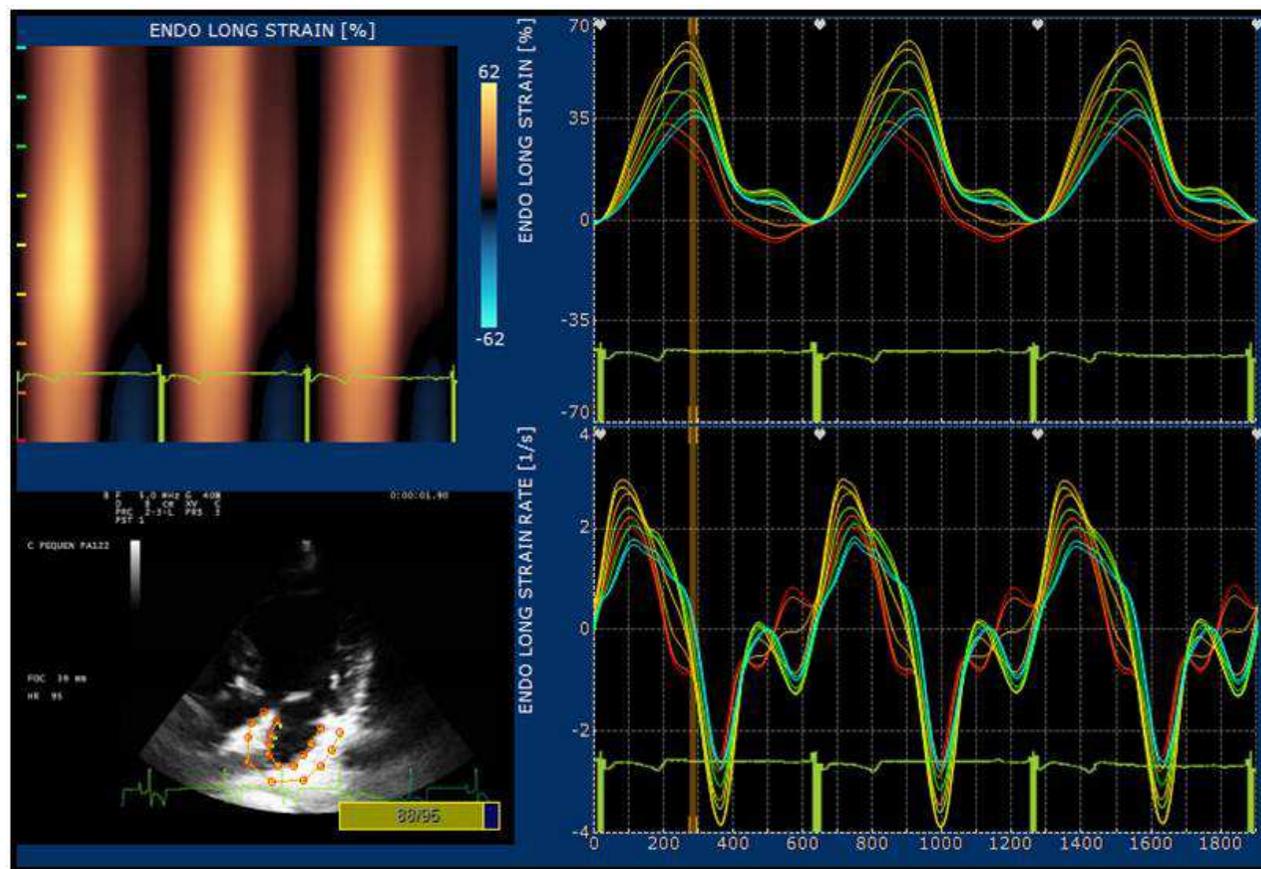


Figura 2. Demonstração dos gráficos obtidos para as variáveis *strain* e *strain rate* longitudinal fornecidos pelo 2D-STE em cão sadio

A Tabela 8 permite inferir que houve uma correlação negativa entre a relação Ae/Ao e a variável St endocárdica e epicárdica e também com o St global do miocárdio atrial.

Tabela 8. Coeficiente de correlação de *Pearson* entre a relação Ae/Ao e a variável St nas regiões atriais do endocárdio e epicárdio, além do St global entre as regiões nos cães avaliados (n = 33)

	St Endocárdio	St Epicárdio	St Global
Relação Ae/Ao	r = -0,291*	r = -0,234*	r = -0,287*
	P = 0,027	P = 0,043	P = 0,018

\*Correlação de *Pearson* significativa ao nível de  $P < 0,05$

St: *Strain*; Ae/Ao: Relação entre o diâmetro do átrio esquerdo e o diâmetro da aorta

Os Gráficos 1 e 2 demonstram a correlação negativa existente entre a relação Ae/Ao para o a variável St nas regiões endocárdica e epicárdica nos diferentes grupos de cães de acordo com a classificação da DMVM. Pode-se observar então, que à medida que a relação Ae/Ao aumenta seu valor o St nas regiões estudadas reduz, sendo que os grupos B2 e C/D apresentam maiores valores para relação Ae/Ao e conseqüentemente menores valores para o St.

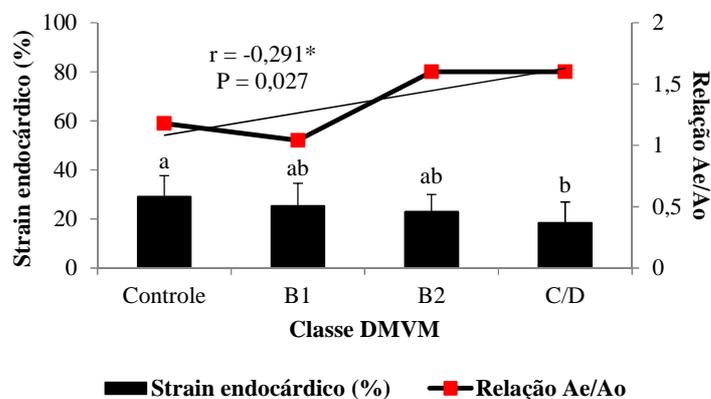


Gráfico 1 Coeficiente de correlação de *Pearson* negativa entre a relação Ae/Ao e a variável *strain* endocárdico em relação às classificações da DMVM nos grupos de cães estudados (n = 33)

\*Correlação de *Pearson* significativa ao nível de  $P < 0,05$

<sup>a,b</sup>Letras diferentes denotam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ )

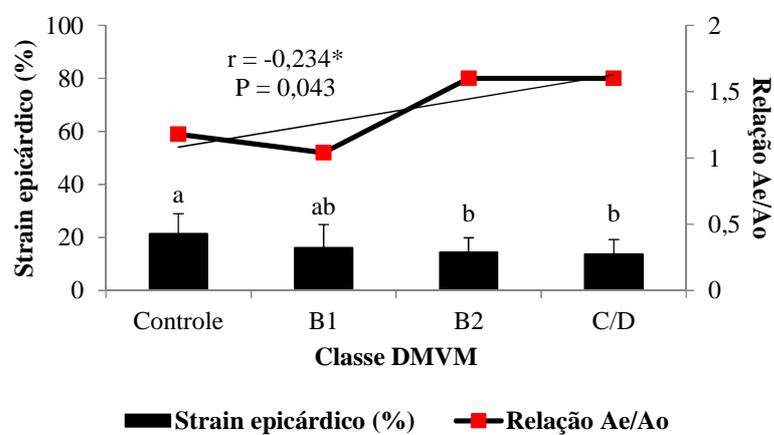


Gráfico 2 Coeficiente de correlação de *Pearson* negativa entre a relação Ae/Ao e a variável *strain* epicárdico em relação às classificações da DMVM nos grupos de cães estudados (n = 33)

\*Correlação de *Pearson* significativa ao nível de  $P < 0,05$

<sup>a,b</sup>Letras diferentes denotam diferença estatística pelo teste Tukey ( $P < 0,01$ )

Na Tabela 9 estão demonstrados a média global entre os grupos avaliados para as variáveis StR S, E e A. Para a variável StR S o grupo controle apresentou valores semelhantes ( $P > 0,05$ ) ao grupo B1 e diferiu ( $P < 0,05$ ) dos grupos B2 e C/D, que apresentaram valores menores. O mesmo pode ser observado para a variável StR E. Por sua vez, para a variável StR A os grupos controle, B1 e C/D apresentaram-se semelhantes ( $P > 0,05$ ) e o grupo B2 diferiu ( $P < 0,05$ ) dos demais. Em adição, o maior valor de StR A foi observado no grupo C/D. Ao se avaliar a média geral para o StR pode-se observar que o grupo controle se mostrou semelhante ( $P > 0,05$ ) ao B1 e diferiu ( $P < 0,05$ ) dos demais grupos. Além disso, os grupos B1, B2 e C/D não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre si.

Tabela 9. Valores globais (média  $\pm$  DP) das variáveis *strain rate* S, E e A em cães de diferentes classificações quanto à DMVM (n = 33)

Classificação DMVM (C)	Variáveis (StR)			Média geral
	StR S (s <sup>-1</sup> )	StR E (s <sup>-1</sup> )	StR A (s <sup>-1</sup> )	
Controle	2,38 $\pm$ 0,75 aA	-2,02 $\pm$ 0,68 abA	-1,51 $\pm$ 0,61 bA	2,02 $\pm$ 0,77 A
B1	1,90 $\pm$ 0,56 aAB	-1,88 $\pm$ 0,63 aA	-1,24 $\pm$ 0,46 bA	1,75 $\pm$ 0,62 AB
B2	1,57 $\pm$ 0,41 aB	-1,61 $\pm$ 0,98 aB	-0,99 $\pm$ 0,24 bB	1,49 $\pm$ 0,76 B
C/D	1,46 $\pm$ 0,36 bB	-1,59 $\pm$ 0,43 bB	-2,31 $\pm$ 0,81 aA	1,45 $\pm$ 0,41 B
Média geral	1,86 $\pm$ 0,63 a	-1,77 $\pm$ 0,75 a	-1,31 $\pm$ 0,52 b	
	StR	0,002		
Valor de P	C	< 0,001		
	StR $\times$ C	0,012		

<sup>a,b,A,B</sup>Médias seguidas por letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste Tukey (P < 0,05)

StR S: *Strain rate* atrial no pico sistólico; StR E *Strain rate* atrial na fase inicial da diástole; StR A: *Strain rate* na fase final da diástole ou contração atrial

Na Tabela 10 estão demonstrados os dados obtidos na análise de variabilidade (CV – %) intraobservador entre dias para a variável St na região endocárdica e epicárdica atriais, além do valor global para as regiões. Pode-se observar que todos os valores de CV para a referida variável se concentraram abaixo de 20%. Em adição o CV para St epicárdico apresentou valores abaixo de 15% em todos os grupos de cães avaliados. Por sua vez, os valores de CV para o St global também se apresentaram abaixo de 15%, com exceção dos grupos B1 (19,8%) e B2 (15,35), respectivamente.

Tabela 10. Coeficiente de variação (%) intraobservador entre dias para a variável *strain* nas regiões endocárdica e epicárdica do miocárdio atrial e global de acordo com a classificação da DMVM nos cães avaliados (n = 33)

Região Miocárdica	Classificação DMVM				Média geral
	Atrial	Controle	B1	B2	
CV St Endocárdio (%)	19,86	0,33	18,43	11,19	4,52
CV St Epicárdio (%)	0,17	8,89	13,43	9,14	6,69
CV St Global (%)	9,06	19,8	15,35	3,31	10,41

CV: Coeficiente de variação; St: Strain; DMVM: Degeneração Mixomatosa da Valva Mitral.

## 6 DISCUSSÃO

No presente estudo a ferramenta 2D-STE se mostrou ser adequada, rápida e facilmente aplicável para se avaliar a função atrial esquerda por meio da obtenção dos índices de volume diastólico e sistólico, índice cardíaco e fração de ejeção em cães com DMVM. Para a variável *strain* o 2D-STE foi capaz de demonstrar diferença entre os animais saudáveis e os da classe C/D da DMVM.

Desta forma, possui um grande potencial para ser inserida na rotina cardiológica veterinária.

Os animais utilizados nesse estudo foram selecionados de forma aleatória de acordo com a rotina de cardiologia da instituição, o que explica a variação entre idade, raças e sexo dos animais. Desta forma, apesar de descrito na literatura que machos são mais acometidos (ATKINS et al., 2009), em nosso estudo o número de fêmeas foi superior ao de machos em todos os grupos estudados. Além disso, os dados relacionados ao peso e idade dos animais demonstraram média inferior a 20 Kg, o que está de acordo com o que é reportado na literatura, uma vez que a DMVM é mais frequente em cães de raças pequenas e com idade acima de oito anos (ATKINS et al., 2009; BUCHANAN, 1977).

No presente estudo a relação Ae/Ao não demonstrou diferença entre os grupos controle e B1, fato esperado uma vez que não há remodelamento atrial nos cães incluídos neste último como descrito por Atkins e colaboradores (2009). E os valores da relação aumentaram de acordo com a classe e progressão da DMVM.

Chetboul e Tissier (2012) descreveram em seu estudo as limitações inerentes à FE e FS ventricular em se tratando de cães com DMVM, uma vez que estas podem sofrer a influência de vários fatores como pré e pós-carga. Assim, no estudo de Serres e colaboradores (2008), a FE e FS foram avaliadas utilizando-se três métodos em cães saudáveis e em diversos graus de acometimento da doença e foi observado que essas variáveis tendem a aumentar com a progressão da DMVM. Este fato também foi observado em nosso estudo, sendo que os animais das classes B2 e C/D foram os que apresentaram os maiores valores de FE e FS.

No presente estudo o TRIV apresentou valor reduzido para o grupo C/D em comparação aos demais grupos avaliados. A literatura relata que o TRIV pode apresentar menores valores frente a um aumento da pré-carga e da pressão atrial esquerda (BOON, 2011a). Dessa forma, isso poderia justificar o achado em nosso estudo, uma vez que o grupo C/D apresentou alta relação  $A_e/A_o$  e assim acentuado remodelamento atrial. Outro fato que pode ter influenciado o valor do TRIV, foi a FC mais elevada no referido grupo, uma vez que a literatura relata que este seja um fator que quando elevado pode reduzir os valores do TRIV (SCHOBER; FUENTES, 2001).

Os valores dos índices atriais obtidos pelos métodos de Simpson e 2D-STE em função da classificação da DMVM, foram avaliados no presente estudo. Os dados obtidos para o  $iVdA$ ,  $iVsA$ , FEA e  $iCA$  por ambos os métodos, permitem inferir que o grupo C/D diferiu dos demais para todas as variáveis, apresentando valores menores para a FEA e maiores para os demais índices. No estudo de Moustafa e colaboradores (2011), também foram observados valores para índice de volume atrial com aumento progressivo em função da gravidade da regurgitação na DMVM em pacientes humanos. Tidholm e colaboradores (2013) relataram uma relação inversamente proporcional da relação  $A_e/A_o$  e a FEA em cães com DMVM, sendo que em face de valores maiores de  $A_e/A_o$  observaram-se menores valores de FEA, semelhante ao que ocorreu em nosso estudo. Além disso, alguns estudos observaram o aumento dos valores dos índices de volume atriais em pacientes humanos, corroborando os dados apresentados em nosso estudo (DEBONNAIRE et al., 2013; LE TORNEAU et al., 2010).

A comparação entre o 2D-STE e o método de Simpson foi realizada no presente estudo quanto aos índices atriais de volume diastólico e sistólico, FEA e índice cardíaco de acordo com a classificação da DMVM nos grupos, uma vez que não há dados semelhantes na literatura. Assim, foi demonstrado valores

semelhantes entre os dois métodos, de forma, que pode-se sugerir que o 2D-STE possui potencial para ser utilizado na rotina para obtenção das referidas variáveis, uma vez que permite a mensuração de forma rápida e automática. No estudo de Osuga e colaboradores (2013), foi avaliada a função atrial em cães saudáveis utilizando o 2D-STE e foi demonstrado que a ferramenta ecocardiográfica possui reprodutibilidade e repetibilidade adequadas para se obter variáveis de função atrial. Além disso, outros estudos como o de Nishikage e colaboradores (2009), realizaram a comparação entre métodos, no entanto, para obterem o volume ventricular esquerdo e a FE do VE, e demonstraram que o 2D-STE em comparação com a ecocardiografia 3D em tempo real apresentou baixa variabilidade e a rapidez na realização das mensurações tornam essa ferramenta potencialmente útil para ser aplicada na rotina cardiológica.

No presente estudo, também foi observada uma correlação positiva entre a relação Ae/Ao e os índices de volume atriais iVdA e iVsA e índice cardíaco iCA obtidos por meio do 2D-STE. Esse fato sugere que os valores das variáveis analisadas aumentam em função do aumento do valor da relação Ae/Ao. Este fato pode ser justificado pelo agravamento da RM e conseqüentemente, pelo remodelamento atrial sofrido com a progressão da DMVM, uma vez que o aumento no tamanho do Ae gera um aumento da pré-carga e com isso, elevação dos índices de volume atriais previamente citados, corroborando os achados da literatura (LE TOURNEAU et al., 2010). Além disso, foi observada em nosso estudo correlação negativa entre a relação Ae/Ao e a FEA, assim como no estudo de Tidholm e colaboradores (2013), que utilizaram a ecocardiografia em tempo real 3D para avaliar a FEA em cães com DMVM e observaram que esta apresentou valores menores em função do aumento dos valores da relação Ae/Ao.

A variável St avalia a deformação miocárdica atrial e em nosso estudo essa variável demonstrou diferença entre o grupo controle e o C/D tanto para a região endocárdica quanto para a epicárdica e também em relação ao St global. Além disso, para as regiões endocárdica e epicárdica o grupo controle não diferiu do B1. Pode-se inferir que o St atrial regional (endocárdico e epicárdico) não foi capaz de detectar alterações precoces na deformação miocárdica, uma vez que os grupos controle e B1 não diferiram entre si. Além disso, pode-se observar que para ambas as regiões o grupo controle apresentou diferença do grupo C/D, o que torna a variável St regional mais confiável para a detecção de alterações em estágios mais avançados da DMVM. Esse fato também foi observado na avaliação da deformação ventricular no estudo de Smith e colaboradores (2012). No entanto, pode-se inferir que na região epicárdica a variável St diferenciou cães saudáveis de doentes, sendo que no grupo B1 (fase inicial da DMVM) foi observada alteração, mesmo antes de a ecocardiografia convencional detectá-la. Em adição, ao se avaliar o St atrial global foi observada diferença entre o grupo controle e os demais grupos, podendo inferir que a ferramenta possui potencial valor diagnóstico, mesmo em casos mais precoces de DMVM, semelhante ao que é apresentado em pacientes humanos (CAMELI et al., 2011; 2012).

No presente estudo foi observada uma correlação negativa entre a relação Ae/Ao e a variável St nas regiões endocárdica e epicárdica do Ae. Assim, pode-se inferir que com a progressão da doença e aumento da relação Ae/Ao há uma redução dos valores de deformação no miocárdio atrial. Este fato corrobora os achados para o St global citados anteriormente e demonstra o potencial da ferramenta para avaliação atrial em cães com DMVM.

As variáveis StRS, E e A atriais foram avaliadas no presente estudo e foi observado que para o StRS e E o grupo controle diferiu dos grupos B2 e C/D e foi semelhante ao grupo B1, sendo que também apresentou os maiores valores para estas variáveis, indicando que a redução na taxa de deformação ocorre com a progressão da doença, como demonstrado em pacientes humanos com DMVM por Debonnaire e colaboradores (2013), sendo que o grupo com regurgitação mais grave (C/D) apresentou valores menores de StR S e StR E em relação ao controle. No entanto, em nosso estudo, foi observada uma diferença entre os valores da variável StR A em comparação com StR E e S no grupo C/D, tendo a primeira apresentado valores superiores neste grupo. Esse fato pode ser explicado pelo aumento na função contrátil atrial em resposta ao aumento da pré-carga que ocorre com a regurgitação mitral, como citado por Cameli e colaboradores (2011).

A análise intraobservador entre dias demonstrou variabilidade baixa a moderada, uma vez que os valores se concentraram abaixo de 20% para o St endocárdico, epicárdico e para o St global em todos os grupos avaliados, sendo que para a região epicárdica os valores permaneceram abaixo de 15%. Valores abaixo de 15% também foram observados nos estudos utilizando a mesma ferramenta em pacientes humanos para avaliação atrial (SIRBU et al., 2006) (2006) e em gatos domésticos para avaliação ventricular esquerda (SILVA et al., 2013).

A presente pesquisa possui algumas limitações que devem ser discutidas. Primeiramente, o estudo possui um delineamento não invasivo, realizado em animais de companhia (“*pets*”) e dessa forma, nenhum procedimento ou exame invasivo para obtenção de dados hemodinâmicos foi realizado para auxiliar na definição da homeostase corporal dos animais avaliados. Outra limitação se deve ao fato da grande dependência da qualidade da imagem necessária para a avaliação com o 2D-STE, uma vez que alguns

animais se mostraram ofegantes ou com a frequência cardíaca elevada, dificultando a obtenção das imagens bidimensionais. Além disso, por se tratar de um estudo com utilização de animais da rotina hospitalar há uma grande dificuldade de se utilizar animais sem qualquer tratamento, assim, os animais dos grupos B2 e C/D estavam recebendo medicamentos para a DMVM. Desta forma, não há como avaliar se estes interferem com as medidas obtidas pela ferramenta 2D-STE.

Além disso, os animais foram separados em grupos de acordo com a classificação da DMVM e não pela gravidade da regurgitação da valva mitral, o que pode influenciar os resultados de St e StR obtidos no estudo, uma vez que é esperado que quanto maior a gravidade da regurgitação mitral, maior será o remodelamento atrial e, assim como descrito no estudo de Cameli e colaboradores (2012), menor serão os valores globais do St atrial. Outra limitação, também reportada em outros estudos (DECLOEDT et al., 2013; SCHWARZWALD et al., 2009; SILVA et al., 2013), é o fato de que os dados obtidos em nossa pesquisa podem não ser aplicáveis a todas as situações clínicas devido às diferenças que podem existir entre os aparelhos de ecocardiografia, softwares utilizados, equipamentos, experiência do observador e qualidade da imagem obtida, sendo que estes fatores podem influenciar os valores e a variabilidade dos dados.

O presente estudo foi realizado com 33 cães de diversas raças, porém, mais pesquisas são necessárias utilizando-se uma população maior de cães para determinar se há influência quanto à raça, sexo e idade dos animais sobre as variáveis atriais obtidas pelo 2D-STE em cães com DMVM.

## **7 CONCLUSÕES**

O estudo demonstrou que a ferramenta ecocardiográfica 2D-STE foi adequada para a avaliação da função atrial esquerda em cães com DMVM. Os dados de deformação atrial obtidos nesse estudo permitem inferir que o 2D-STE é capaz de fornecer a diferenciação entre animais doentes e sadios, além de detectar alterações nas fases iniciais da doença. Assim, os dados apresentados fornecem novas perspectivas quanto à deformação atrial e outras variáveis determinantes da função atrial, permitindo uma quantificação mais completa e maior conhecimento sobre o papel do Ae na fisiopatologia da DMVM.

## REFERÊNCIAS

ATKINS, C. et al. Guidelines for the diagnosis and treatment of canine chronic valvular heart disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 23, n. 6, p. 1142-1150, Nov./Dec. 2009.

BOON, J. A. Evaluation of size, function, and hemodynamics. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary Echocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011a. p. 206-334.

\_\_\_\_\_. Acquired valvular Disease. In: \_\_\_\_\_. **Veterinary Echocardiography**. 2<sup>nd</sup> ed. Iowa: Wiley-Blackwell, 2011b. p. 351-434.

BORGARELLI, M. et al. Survival characteristics and prognostic variables of dogs with preclinical chronic degenerative mitral valve disease attributable to myxomatous degeneration. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 26, n. 1, p. 69-75, Jan./Feb. 2012.

BUCHANAN, J. W. Chronic valvular disease (endocardiosis) in dogs. **Advances in Veterinary Science and Comparative Medicine**, New York, v. 21, p. 75-106, 1977.

CAMELI, M. et al. Feasibility and reference values of left atrial longitudinal strain imaging by two-dimensional speckle tracking. **Cardiovascular Ultrasound**, London, v. 7, p. 1-6, Feb. 2009.

\_\_\_\_\_. Chronic mitral regurgitation: left atrial deformation analysis by two-dimensional speckle tracking echocardiography. **Echocardiography**, Mount Kisco, v. 28, n. 3, p. 327-334, Mar. 2011.

\_\_\_\_\_. Left atrial speckle tracking analysis in patients with mitral insufficiency and history of paroxysmal atrial fibrillation. **The International Journal of Cardiovascular Imaging**, Boston, v. 28, n. 7, p. 1663-1670, Oct. 2012.

CAMELI, M. et al. Usefulness of atrial deformation analysis to predict left atrial fibrosis and endocardial thickness in patients undergoing mitral valve operations for severe mitral regurgitation secondary to mitral valve prolapse. **The American Journal of Cardiology**, New York, v. 111, n. 4, p. 595-601, Feb. 2013.

CHETBOUL, V.; TISSIER, R. Echocardiographic assessment of canine degenerative mitral valve disease. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 127-148, Mar. 2012.

DEBONNAIRE, P. et al. Left atrial function by two-dimensional speckle-tracking echocardiography in patients with severe organic mitral regurgitation: association with guidelines-based surgical indication and postoperative (long-term) survival. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 26, n. 9, p. 1053-1062, Sep. 2013.

DECLOEDT, A. et al. Quantification of left ventricular longitudinal strain, strain rate, velocity, and displacement in healthy horses by 2-dimensional speckle tracking. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 25, n. 2, p. 330-338, Mar./Apr. 2011.

\_\_\_\_\_. Two-dimensional speckle tracking for quantification of left ventricular circumferential and radial wall motion in horses. **Equine Veterinary Journal**, Newmarket, v. 45, n. 1, p. 47-55, Jan. 2013.

HEZZELL, M. J. et al. Selected echocardiographic variables change more rapidly in dogs that die from myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 269-279, Mar. 2012.

IBM® Corp. Released. **SPSS® Statistics for Windows**. Version 20.0, Release 20.0.0. Armonk, New York: IBM Corp., 2011.

LANG, R. M. et al. Recommendations for chamber quantification: a report from the American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee and the Chamber Quantification Writing Group, developed in conjunction with the European Association of Echocardiography, a branch of the European Society of Cardiology. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 18, n. 12, p. 1440-1463, Dec. 2005.

LE TOURNEAU, T. et al. Impact of left atrial volume on clinical outcome in organic mitral regurgitation. **Journal of the American College of Cardiology**, New York, v. 56, n. 7, p. 570-578, Aug. 2010.

LEWIS, T. et al. Heritability of premature mitral valve disease in Cavalier King Charles spaniels. **The Veterinary Journal**, London, v. 188, n. 1, p. 73-76, Apr. 2011.

MOUSTAFA, S. E. et al. Global left atrial dysfunction and regional heterogeneity in primary chronic mitral insufficiency. **European Journal of Echocardiography**, London, v. 12, n. 5, p. 384-393, May 2011.

NISHIKAGE, T. et al. Quantitative assessment of left ventricular volume and ejection fraction using two-dimensional speckle tracking echocardiography. **European Journal of Echocardiography**, London, v. 10, n. 1, p. 82-88, Jan. 2009.

OLSEN, L. H.; FREDHOLM, M.; PEDERSEN, H. D. Epidemiology and inheritance of mitral valve prolapse in Dachshunds. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 13, n. 5, p. 448-456, Sep./Oct. 1999.

OLSEN, L. H.; MARTINUSSEN, T.; PEDERSEN, H. D. Early echocardiographic predictors of myxomatous mitral valve disease in dachshunds. **The Veterinary Record**, London, v. 152, n. 10, p. 293-297, Mar. 2003.

OSUGA, T. et al. Repeatability and reproducibility of measurements obtained via two-dimensional speckle tracking echocardiography of the left atrium and time-left atrial area curve analysis in healthy dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 74, n. 6, p. 864-869, June 2013.

SARAIVA, R. M. et al. Left atrial strain measured by two-dimensional speckle tracking represents a new tool to evaluate left atrial function. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 23, n. 2, p. 172-180, Feb. 2010.

SCHOBBER, K. E.; FUENTES, V. L. Effects of age, body weight, and heart rate on transmitral and pulmonary venous flow in clinically normal dogs. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 62, n. 9, p. 1447-1454, Sep. 2001.

SCHWARZWALD, C. C. et al. Left ventricular radial and circumferential wall motion analysis in horses using strain, strain rate, and displacement by 2D speckle tracking. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 23, n. 4, p. 890-900, July/Aug. 2009.

SERRES, F. et al. Comparison of 3 ultrasound methods for quantifying left ventricular systolic function: correlation with disease severity and prognostic value in dogs with mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 22, n. 3, p. 566-577, May/Jun. 2008.

SHIH, J. Y. Association of decreased left atrial strain and strain rate with stroke in chronic atrial fibrillation. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 24, n. 5, p. 513-519, May 2011.

SILVA, A. C. et al. Longitudinal strain and strain rate by two-dimensional speckle tracking in non-sedated healthy cats. **Research in Veterinary Science**, Oxford, v. 95, n. 3, p. 1175-1180, Dec. 2013.

SIRBU, C. et al. Feasibility of strain and strain rate imaging for the assessment of regional left atrial deformation: a study in normal subjects. **European Journal of Echocardiography**, London, v. 7, n. 3, p. 199-208, June 2006.

SMITH, D. N. et al. Left ventricular function quantified by myocardial strain imaging in small-breed dogs with chronic mitral regurgitation. **Journal of Veterinary Cardiology**, Bern, v. 14, n. 1, p. 231-242, Mar. 2012.

SUFFOLETTO, M. S. et al. Novel speckle-tracking radial strain from routine black-and-white echocardiographic images to quantify dyssynchrony and predict response to cardiac resynchronization therapy. **Circulation**, Dallas, v. 113, n. 7, p. 960-968, Feb. 2006.

THOMAS, W. P. et al. 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. Left atrial ejection fraction assessed by real-time 3-dimensional echocardiography in normal dogs and dogs with myxomatous mitral valve disease. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Philadelphia, v. 27, n. 4, p. 884-889, July/Aug. 2013.

\_\_\_\_\_. 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.

TODARO, M. C. et al. New echocardiographic techniques for evaluation of left atrial mechanics. **European Heart Journal Cardiovascular Imaging**, Oxford, v. 13, n. 12, p. 973-984, Dec. 2012.

VIANNA-PINTON, R. et al. Two-dimensional speckle-tracking echocardiography of the left atrium: feasibility and regional contraction and relaxation differences in normal subjects. **Journal of the American Society of Echocardiography**, St. Louis, v. 22, n. 3, p. 299-305, Mar. 2009.

## ANEXO

Certificado fornecido pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Lavras para a realização da pesquisa.

	PRÓ-REITORIA DE PESQUISA - PRP NÚCLEO DE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - Nintec COMISSÃO DE BIOÉTICA NA UTILIZAÇÃO DE ANIMAIS Cx. P. 3037 - Lavras - MG - 37200-000 - (35) 3529-1591/1127 cba@nintec.ufpa.br - nintec@nintec.ufpa.br	
<b>CERTIFICADO</b>		
<p>Certificamos que o <b>Protocolo nº 029/2010</b>, relativo ao projeto intitulado <b>"DEGENERAÇÃO MIXOMATOSA CRÔNICA DA VALVA MITRAL EM CÃES: ASPECTOS CLÍNICOS E DIAGNÓSTICOS."</b>, que tem como responsável <b>Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi</b>, está de acordo com os <b>Princípios Éticos da Experimentação Animal</b>, adotados pela <b>Comissão de Bioética na Utilização de Animais (Nintec/PRP-Ufla)</b>, tendo sido aprovado na reunião de <b>02/09/2010</b>.</p>		
<b>CERTIFICATE</b>		
<p>We hereby certify that the <b>Protocolo nº 029/2010</b>, related to the project entitled <b>"Degenerative Myxomatous Mitral Valve Disease in dogs: clinical assessment and diagnosis"</b> under the supervision of <b>Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi</b>, is in agreement with the <b>Ethics Principles in Animal Experimentation</b>, adopted by the <b>Bioethic Committee in Utilization of Animals (NINTEC/PRP-Ufla)</b>, and was approved in <b>September 2, 2010</b>.</p>		
Lavras, 02 de setembro de 2010.		
		
Prof. Luis David Solis Murgas Presidente da Comissão de Bioética na Utilização de Animais		
Universidade Federal de Lavras Pró-Reitoria de Pesquisa / NINTEC Campus Universitário - Caixa Postal 3037 / CEP 37200-000 - Lavras, MG - Brasil Tel.: +55 (35) 3529-1591 - Fax: 3529-1127 cba@nintec.ufpa.br - www.prp.ufpa.br		