

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado de Pós-graduação

**AVALIAÇÃO ECODOPPLERCARDIOGRÁFICA DA FUNÇÃO
DIASTÓLICA EM CÃES DA RAÇA BOXER**

GUILHERME ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA CAVALCANTI

Belo Horizonte
UFMG - ESCOLA DE VETERINÁRIA
2006

Guilherme Albuquerque de Oliveira Cavalcanti

AVALIAÇÃO ECODOPPLERCARDIOGRÁFICA DA FUNÇÃO DIASTÓLICA EM CÃES DA RAÇA BOXER

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Veterinária.

Área: Clínica e Cirurgia Veterinárias.

Orientador: Prof. Roberto Baracat de Araújo

Belo Horizonte
UFMG - ESCOLA DE VETERINÁRIA
2006

C376a Cavalcanti, Guilherme Albuquerque de Oliveira-
Avaliação ecodopplercardiográfica da função diastólica em cães da raça Boxer /

Guilherme Albuquerque de Oliveira Cavalcanti. - 2006.

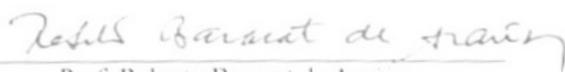
40 p. : il.

Orientador: Roberto Barcat de Araújo
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

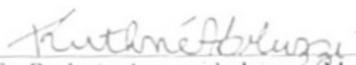
1. Boxer (Cão) – Teses. 2. Cardiologia veterinária – Teses. I. Araújo, Roberto Barcat de.
II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.708 961 2

Dissertação defendida e aprovada em 3 de fevereiro de 2006, pela comissão examinadora constituída por:



Prof. Roberto Baracat de Araujo
(Orientador)



Profa. Ruthneia Aparecida Lazaro Muzzi



Prof. Renato Cesar Sacchetto Torres

Dedico esse trabalho aos meus pais que sempre foram essenciais na minha vida.

À minha esposa Gláucia pelo companheirismo e à nossa filha Bianca pela alegria que nos transmite e a mudança que a sua chegada causou.

AGRADECIMENTOS

A Deus, principalmente por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho e me iluminar nos momentos difíceis.

Ao Professor Roberto Baracat de Araújo, pela confiança, pelos ensinamentos, orientações, correções, conselhos, paciência, amizade, agradável convivência e pela maneira dinâmica de trabalhar.

À Professora Ruthnéa Aparecida Lázaro Muzzi, por despertar, em mim, amor à ecoDopplercardiografia, pelos ensinamentos, compreensão, orientações, correções, amizade, por participar da parte prática, e, ceder laboratórios e equipamentos para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao Professor Renato Cesar Sachetto Tôres pelas sugestões e correções.

Ao Professor de estatística da Universidade Federal de Lavras (UFLA), Júlio Sílvio de Sousa Bueno pela grande ajuda na análise estatística desse experimento.

Ao Programa de Pós-graduação da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais pela oportunidade.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pela concessão da bolsa.

Aos Professores da UFLA, Gabriela Rodrigues Sampaio e Henrique César Pereira Figueiredo pelos conselhos, ensinamentos, amizade, e eterna admiração.

Ao Professor da UFLA, Leonardo Augusto Lopes Muzzi pela amizade e ensinamentos.

À Professora da UFLA, Adriana Mello Garcia Rabelo pelo empréstimo da caixa de transporte de cães, bom humor e amizade.

Aos Médicos Veterinários Euler Fraga Silva, Roberta Oliveira e Marcos Barrouin pelos ensinamentos em ecoDopplercardiografia e amizade.

À Médica Veterinária do Instituto Veterinário de Imagem (IVI), Maria Cristina Donadio Abduch e ao médico ecocardiografista do Serviço de Imagem da Santa Casa de Misericórdia de Lavras, Aloísio de Brito Barbosa pelos estágios concedidos, amizade e ensinamentos em cardiologia.

Aos estagiários Rosane Marques e Leandro Lima pela agradável convivência, grande ajuda na execução da parte prática dessa dissertação e pela amizade.

Aos proprietários que cederam seus animais para o experimento.

Aos cães que participaram do experimento.

SUMÁRIO

	LISTA DE TABELAS	6
	LISTA DE FIGURAS	7
	LISTA DE ABREVIATURAS	8
	RESUMO	9
1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1	EcoDopplercardiografia	11
2.2	EcoDopplercardiografia e a Diástole	11
2.2.1	Diástole atrial.....	12
2.2.2	Diástole ventricular.....	12
2.4	Alterações diastólicas	17
2.5	Sedação	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1	Animais	18
3.2	Identificação dos animais	19
3.3	Exploração clínica e metodologia de exames	19
3.4	Análise dos resultados e metodologia estatística	20
4	RESULTADOS	23
5	DISCUSSÃO	27
6	CONCLUSÕES	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32
8	APÊNDICE – FÓRMULAS UTILIZADAS	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Freqüência respiratória média e desvios padrões antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	23
Tabela 2 -	Freqüência cardíaca média e desvios padrões medidas antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	23
Tabela 3 -	Médias e desvios padrões das pressões arteriais sistólica, média e diastólica antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	23
Tabela 4 -	Médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos índices ecoDopplercardiográficos avaliados em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	24
Tabela 5 -	Comparação de índices ecoDopplercardiográficos entre dois examinadores em 11 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	24
Tabela 6 -	Correlações da Vp com índices ecoDopplercardiográficos em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Princípio da formação do vórtice no enchimento ventricular. O vórtice é semelhante ao anel de fumaça (lado esquerdo): - (a) diâmetro do núcleo do anel; - (b) largura do vórtice; - (D) anel valvar atrioventricular. O vórtice propaga na direção do ápice cardíaco na velocidade V_p , as partículas dentro do vórtice exibem velocidade V	14
Figura 2 -	Interpretação física da velocidade de propagação do fluxo atrioventricular observado ao MC. Em t_1 o vórtice está em região de valva mitral (S1) e em t_2 está em região apical ventricular esquerda (S2). S = distância e t = tempo.....	14
Figura 3 -	Desenhos ilustrativos dos principais métodos de medida da velocidade do vórtice ventricular mitral a partir da rampa formada ao modo M em cores (MC). Estão ilustrados os métodos propostos por Brun et al. (1992); Duval-Moulin et al. (1997) e de Garcia et al. (2000); e o proposto por Takatsuji et al. (1996).....	16
Figura 4 -	Cadela da raça Boxer com 4 anos de idade, pesando 27 kg, utilizada no experimento.....	21
Figura 5 -	Realização de medida de pressão arterial em um cão da raça Boxer A: aparelho de medida de pressão arterial: pressão sistólica (seta branca), pressão diastólica (seta amarela) e pressão média (seta verde). B: manguito colocado em região tibial distal esquerda para a realização das medidas das pressões.....	21
Figura 6 -	Sala de realização dos exames ecoDopplercardiográficos. Vê-se aparelho ecoDopplercardiográfico, videocassete (seta azul) e mesa com aberturas (setas vermelhas) para o posicionamento do transdutor. Notar os adesivos utilizados para a realização do ECG concomitante ao exame ecoDopplercardiográfico (setas verdes).....	22
Figura 7 -	Medida da V_p em um cão da raça Boxer. A: posicionamento em valva mitral no corte apical esquerdo 4 câmaras do modo M. B: resultado da adição do Doppler em cores ao modo M. Notar que na abertura da valva mitral ocorre o fluxo mitral, simbolizado pelas cores azul e vermelha. A medida da rampa que identifica a velocidade de propagação mitral (V_p) foi feita na primeira mudança de cores. AE – átrio esquerdo, AD – átrio direito, VE – ventrículo esquerdo e VD – ventrículo direito.....	22
Figura 8 -	Realização da medida da velocidade de propagação mitral (V_p) em um cão da raça Boxer. Notar as rampas medidas (ilustradas em verde) com as respectivas velocidades de 99,4 cm/s e de 106 cm/s (centro das elipses amarelas). AE – átrio esquerdo e VE – ventrículo esquerdo.....	25
Figura 9 -	Gráfico das médias da velocidade de propagação mitral (V_p) em cm/s nas diferentes idades em cães da raça Boxer avaliadas por 2 examinadores. O examinador 1 (linha tracejada) avaliou 36 cães e o examinador 2 (linha contínua) avaliou 11 cães.....	26

LISTA DE ABREVIATURAS

Ae/Ao(b)= relação das dimensões atrial e da raiz aórtica ao modo B
Ae/Ao(m)= relação das dimensões atrial e da raiz aórtica ao modo M
Ae(b)= dimensão atrial esquerda ao modo B
Ae(m)= dimensão atrial esquerda ao modo M
Am= pico da velocidade da onda A mitral
Ao(b)= dimensão da raiz aórtica ao modo B
Ao(m)= dimensão da raiz aórtica ao modo M
At= pico da velocidade da onda A tricúspide
CMD= cardiomiopatia dilatada
CMH= cardiomiopatia hipertrófica
CMR= cardiomiopatia restritiva
D= onda diastólica de enchimento atrial esquerdo
DT= Doppler tecidual
E/Am= relação das ondas E e A mitrais
E/At= relação das ondas E e A tricúspide
ECG= eletrocardiograma
ECO= ecoDopplercardiografia
Em= pico da velocidade da onda E mitral
Et= pico da velocidade da onda E tricúspide
FE= fração de ejeção
MC= modo M em cores
PC= pericardiopatia constrictiva
PPd= espessura da parede posterior do VE na diástole
PPs= espessura da parede posterior do VE na sístole
RA= onda de reversão atrial
S= onda sistólica de enchimento do átrio esquerdo
SIVd= espessura do septo interventricular na diástole
SIVs= espessura do septo interventricular na sístole
tau= constante de decaimento da pressão ventricular isovolumétrica
TDE= tempo de desaceleração da onda E mitral
TE= tempo de ejeção
TRIV= tempo de relaxamento isovolumétrico
VE= ventrículo esquerdo
VED= dimensão interna do VE na diástole
VES= dimensão interna do VE na sístole
Vp= velocidade de propagação do influxo mitral
Vvsvd= pico da velocidade do fluxo na via de saída do ventrículo direito (VSVD)
Vvsve= pico da velocidade do fluxo na via de saída do ventrículo esquerdo (VSVE)
%ΔD= percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo

RESUMO

Foram avaliados os principais índices diastólicos, inclusive a velocidade de propagação mitral (Vp) que é independente da pré-carga e da frequência cardíaca em 36 cães saudáveis da raça Boxer, 18 machos e 18 fêmeas, com idade entre 1,5 e 6 anos e peso médio de $27,18 \pm 4,28$ kg. A relação raiz aórtica e átrio esquerdo medida no modo B foi de $1,17 \pm 0,11$. Os picos de velocidades das ondas de enchimento atrial esquerdo foram: sistólica $31,41 \pm 6,87$ cm/s, diastólica (D) $73,85 \pm 17,04$ cm/s e de reversão atrial de $28,90 \pm 8,33$ cm/s. A relação das ondas de enchimento ventricular inicial (E) e atrial (A) foram $1,58 \pm 0,19$ na valva mitral e de $1,62 \pm 0,29$ na valva tricúspide. Entre os índices avaliados, a Vp só se correlacionou fracamente ($r = 0,39$) com as ondas E e A mitrais e com a onda D, mostrando-se um índice, relativamente, independente. A Vp não apresentou diferença significativa entre os sexos nem entre examinadores. A Vp diminuiu com o aumento da idade e exibiu valor médio, nesse estudo, de $99,73 \pm 16,06$ cm/s.

Palavras-chaves: Boxer, função diastólica, modo M em cores, fluxo das veias pulmonares, Vp.

ABSTRACT

Evaluated the major diastolic indexes, including the mitral propagation velocity (Vp) which is independent of preload and heart rate in 36 healthy Boxer dogs, 18 males and 18 females, age between 1,5 to 6 years and mean weight of $27,18 \pm 4,28$ kg. The root aortic and left atrium relation, measured in B mode, was $1,17 \pm 0,11$. The peak of filling wave atrium velocity was: systolic $31,41 \pm 6,87$ cm/s, diastolic (D) $73,85 \pm 17,04$ cm/s and atrial reversal $28,90 \pm 8,33$ cm/s. The relation waves velocity of ventricular filling initial (E) and atrial (A) was to $1,58 \pm 0,19$ to mitral valve and $1,62 \pm 0,29$ to tricuspid valve. Among evaluated index, the Vp was only correlated weakness ($r = 0,39$) with E and A waves of mitral valve and with D, demonstration, relativity, independence index. The Vp was not significantly difference between sexes neither between observers. The Vp decreased when the age increased and exhibit mean values, in this study, of $99,73 \pm 16,06$ cm/s.

Key-words: Boxer, diastolic function, color M mode, pulmonary veins flow, Vp.

1. INTRODUÇÃO

A ecocardiografia é o exame complementar de maior capacidade informativa na avaliação cardíaca e de grandes vasos, representando um dos maiores avanços tecnológicos na medicina veterinária e humana (Nyland et al., 1995; Ohara e Aguilar, 2003). A avaliação cardiológica completa é composta, ainda, pelo histórico do animal, exame clínico, eletrocardiográfico e radiográfico (Kienle e Thomas, 1995).

Até a década de 90 o principal enfoque do exame ecocardiográfico era a função sistólica. Devido à necessidade de avaliação mais profunda, tem-se percebido que a disfunção diastólica geralmente precede a sistólica, influenciando significativamente na sintomatologia clínica e prognóstico das cardiopatias.

A avaliação da função diastólica pode ser feita por métodos invasivos ou pela ecoDopplercardiografia (ECO). A utilização de métodos invasivos para quantificar a alteração diastólica, através das relações de pressões e volume durante a diástole, inclui a constante de decaimento da pressão ventricular isovolumétrica (τ), pico da primeira derivada negativa da pressão ventricular, complacência ventricular e rigidez. Os métodos invasivos são realizados em indivíduos anestesiados e com equipamentos sofisticados, razões as quais inviabilizam o uso rotineiro. O procedimento anestésico pode alterar os parâmetros cardíacos (Bonagura et al., 1998; Muzzi et al., 1998).

Na doença cardíaca há aumento da pré-carga e da frequência cardíaca, levando a pseudonormalização dos índices diastólicos. Os recentes estudos ecoDopplercardiográficos se concentram em desmascarar a pseudonormalização e correlacionar as doenças cardíacas com padrões diastólicos ao ECO. A avaliação

diastólica do fluxo mitral, das veias pulmonares e o tempo de relaxamento isovolumétrico diferencia quatro classes de pacientes com cardiomiopatia dilatada chagásica: normais, relaxamento diastólico anormal, pseudonormalização e padrão restritivo. Os pacientes mais graves apresentam padrão restritivo, sendo que esse padrão foi o mais significativo preditor de morte, com 40% de probabilidade de sobrevivência em um ano (Nunes et al., 2004).

Estudo epidemiológico, eletrocardiográfico e da função sistólica ao ECO realizado com 189 cães, com cardiomiopatia dilatada, não encontrou correlação entre raça, sexo, presença de arritmias, fração de ejeção (FE), espessura do septo interventricular, tamanho atrial e espessuras da parede livre e da parede septal do ventrículo esquerdo com a sobrevida. Os principais fatores influenciadores no prognóstico foram o início dos sinais clínicos e idade de início da doença (Tidholm et al., 1997). Provavelmente, teriam encontrado relação da sobrevida com a função diastólica, caso a tivessem estudado.

Metade dos pacientes humanos com insuficiência cardíaca congestiva apresenta função sistólica preservada. O Doppler tecidual e a medida da velocidade de propagação mitral ao modo M em cores (Vp) não sofrem alterações significativas com mudanças da pré-carga, sendo os métodos ecocardiográficos de escolha para a avaliação diastólica (Schober et al., 2003; Pedone et al., 2004). Não foi encontrado estudo de avaliação da Vp em cães.

Os cães da raça Boxer são muito acometidos por doenças cardíacas. As doenças mais observadas na raça são: cardiomiopatia dilatada, estenose aórtica e estenose pulmonar (Tidholm et al., 1997; Belerenian et al., 2003).

Desta forma, objetivou-se nessa pesquisa, avaliar os padrões ecoDopplercardiográficos da função diastólica em cães clinicamente sadios da raça Boxer, com ênfase na padronização da velocidade de propagação mitral (Vp), parâmetro pouco investigado na medicina veterinária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EcoDopplercardiografia

Existem várias modalidades do exame ecocardiográfico: para avaliação anatômica dinâmica do coração há o modo M e o bidimensional, e para avaliação do fluxo sanguíneo o Doppler pulsado, Doppler contínuo e o Doppler em cores (Brown et al., 1991; Ohara e Aguilar, 2003; Silva et al., 2003).

O modo M mostra a profundidade da estrutura focada no eixo vertical e o tempo transcorrido no eixo horizontal. As variações de forma, tamanho e a movimentação das estruturas são mostradas, no monitor, em determinado intervalo de tempo. A imagem é formada em tempo real e utilizada na avaliação das dimensões de câmaras, paredes e valvas (Boon et al., 1983; Martin, 1995; Kock et al., 1996; Muzzi et al., 2000).

No modo bidimensional, avalia-se o coração em dois planos, o que representou um avanço em relação às técnicas lineares e restritas (Jaudon et al., 1991; Kienle e Thomas, 1995; Silva et al., 2003).

A ecocardiografia Doppler é a análise da alteração da frequência dos ecos refletidos pelas hemácias. Esses ecos contêm importantes informações de velocidade, direção sanguíneas, e se o fluxo é laminar ou turbulento (Lombard, 1984; Kirberger, 1991). O Doppler contínuo é usado no

estudo de fluxo de velocidade alta e o Doppler pulsado é utilizado na avaliação de fluxo em local específico (Kirberger et al., 1992; Morcerf, 1996; Nagueh et al., 1999).

O Doppler em cores, por meio de codificação eletrônica, atribui a cor vermelha ao fluxo sanguíneo que se aproxima do transdutor e azul ao que se afasta. Quanto maior a velocidade do sangue, mais claro será o tom de vermelho ou azul (O'Leary et al., 2003; Abduch, 2004; Silva, 2005).

Em seres humanos, usa-se o Doppler tecidual e o modo-M em cores na avaliação da função cardíaca. O Doppler tecidual analisa a velocidade de movimentação miocárdica e o modo-M em cores estuda a velocidade de propagação do fluxo de enchimento ventricular esquerdo (Shimizu et al., 1998; Palmieri et al., 2003; Arques et al., 2004).

2.2 EcoDopplercardiografia e Diástole

A diástole é composta de duas fases: de relaxamento e de complacência. O relaxamento miocárdico é um processo dependente de energia, que começa na metade da sístole e termina no primeiro terço da diástole. A constante de decaimento da pressão ventricular isovolumétrica (τ) e o tempo da mudança do pico negativo de pressão do ventrículo esquerdo são aceitos como parâmetros de avaliação do relaxamento em estudos invasivos. Na disfunção diastólica, há deficiência do enchimento ventricular esquerdo no início da diástole, causando aumento da contribuição da fase de contração atrial (Knight, 1997; Nishimura e Tajik, 1997).

A complacência é um processo passivo e definido como a mudança de volume secundária à mudança de pressão. Constrição pericárdica, interação com o

ventrículo direito e forças viscoelásticas do miocárdio interferem na fase de complacência diastólica. Na disfunção diastólica avançada, a diminuição da complacência causa aumento da pressão de enchimento ventricular esquerdo e aumento da pressão atrial esquerda (Nishimura e Tajik, 1997).

O estiramento dos sarcômeros das fibras musculares na diástole estimula a contração do miocárdio. Quando a diástole é insuficiente ou excessiva a sístole fica prejudicada (Sisson et al., 1989; Knight, 1997). O deslizamento do sarcômero de 2 a 2,2 μm causa ótima contração miocárdica. O funcionamento cardíaco depende de fatores como o acoplamento do cálcio e atividade de proteínas como a actina, miosina, troponina e tropomiosina que transformam energia química em mecânica (Crippa et al., 1992; Knight, 1997). As avaliações sistólicas e diastólicas devem ser feitas em todos os exames ecocardiográficos (Lamont et al., 2002; Aurigemma et al., 2004).

A função sistólica é avaliada no modo M ou bidimensional pela porcentagem de encurtamento sistólico do diâmetro ventricular esquerdo (% ΔD) e fração de ejeção (FE) que apresentam boa reprodutibilidade, sendo úteis em pacientes com contratilidade homogênea (Gonçalves et al., 2002; Chetboul et al., 2003; Silva et al., 2003).

Os fluxos das valvas atrioventriculares, das veias pulmonares, das veias cavas, o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), e o Doppler tecidual são usados na avaliação da função diastólica (Briguori et al., 1998; Santilli e Bussadori, 1998; Schober et al., 2003).

2.2.1 Diástole atrial

Os fluxos das veias pulmonares e os fluxos das veias cavas são usados na avaliação da

função diastólica atrial, porém, de obtenção difícil e maior variabilidade que das valvas atrioventriculares. O estudo dos fluxos diastólicos atriais com Doppler pulsado mostra três ondas: uma sistólica, uma diastólica e uma de reversão atrial (Cohen et al., 1996; Wilkenshoff et al., 2001; Barbier et al., 2002).

No momento da sístole ventricular há formação da onda sistólica (S), a diastólica (D) ocorre concomitante á diástole ventricular, e a de reversão atrial (RA) é formada pelo fluxo que volta às veias pulmonares devido à contração atrial. A onda S é positiva e menor que a D em pacientes normais. Disfunções diastólicas e refluxos das valvas atrioventriculares alteram essas ondas (Nagueh et al., 1996; Santilli e Bussadori, 1998; Silva et al., 2003). A regurgitação mitral causa diminuição no pico de velocidade da onda S (Santilli e Bussadori, 1998; Rishniw e Erb, 2000).

O fluxo das veias pulmonares pode ser obtido na região dorsal esquerda do átrio esquerdo no corte apical quatro câmaras (Silva et al., 2003). Santilli e Bussadori (1998) encontraram boa reprodutibilidade e baixa variabilidade entre observadores no estudo do fluxo das veias pulmonares em felinos não anestesiados.

2.2.2 Diástole ventricular

A diástole é compreendida entre o fechamento das valvas aórtica e da mitral. Ao Doppler pulsado divide-se em dois momentos: 1- tempo entre o fechamento da valva aórtica e abertura da valva atrioventricular, chamado de tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV) e 2 – tempo entre a abertura e fechamento da valva atrioventricular, com duas ondas de enchimento diastólico: a onda E (enchimento inicial) e a A (enchimento tardio devido à contração atrial) (Appleton

et al., 1988; Cohen et al., 1996; Lee et al., 2002).

O TRIV, os picos de velocidade das ondas E e A, o tempo de desaceleração da onda E (TDE) e a relação E/A são usados na avaliação transmitral ao Doppler pulsado (Cohen et al., 1996; Chamoun et al., 2002).

O miocárdio ventricular ao relaxar causa abertura das valvas atrioventriculares e suga o sangue que está no átrio. A onda E é formada pela pressão de relaxamento do miocárdio ventricular adicionada à pressão exercida pelo sangue que está no átrio. A onda A é a representação da velocidade e direção das hemácias que são impulsionadas ao ventrículo pela contração atrial. Essas ondas apresentam momento inicial de aumento de velocidade até atingirem pico máximo e posterior diminuição da velocidade até a linha de base (Snyder et al., 1995; Cohen et al., 1996).

A valva mitral, de cães normais, possui pico médio de velocidade de onda E de 91 cm/s e onda A de 63 cm/s. A onda E mitral é maior que a onda A mitral cerca de 1,5 vezes. A valva tricúspide possui pico médio de velocidade de onda E de 86 cm/s e A de 58 cm/s. A onda E tricúspide é maior que a onda A tricúspide 1,6 vezes (Abduch, 2004).

O estudo dos fluxos nas valvas atrioventriculares deve ser efetuado na região das extremidades valvares. A movimentação da amostra de fluxo em direção ao anel mitral produz diminuição dos picos de velocidade dos fluxos,

diminuição do tempo de desaceleração da onda E e aumento da relação E/A (Santilli e Bussadori, 1998).

Na inspiração os picos das ondas da mitral diminuem e os da tricúspide aumentam, na expiração ocorre o inverso. Em humanos, essas variações são menores que 10% para a valva mitral e 30% para a tricúspide (Cohen et al., 1996).

O Modo M em cores (MC) associa o modo M com o Doppler em cores, avaliando todas as velocidades que passam na linha do modo M, produzindo um mapa com resolução temporal de 5 ms, e espacial de, aproximadamente, 0,3 mm. O MC dá a informação de três dimensões em duas, através da codificação de cores diferentes para velocidades diferentes, a passagem do sangue pela valva mitral é uma passagem de fluido por orifício (Mey et al., 2001; Parthenakis et al., 2004).

Um fluido ao atravessar região de menor diâmetro forma vórtices como o do anel de fumaça. Os vórtices apresentam um núcleo, um anulo, e velocidade angular (V_p). Os fluidos presos dentro do vórtice apresentam velocidade de rotação V (Fig. 1) (Mey et al., 2001).

Usando-se modelo hidráulico, demonstrou-se que a velocidade de deslocamento do vórtice é muito semelhante à V_p de enchimento ventricular e diminui no deslocamento ao ápice cardíaco. A V_p é medida a partir da rampa visibilizada na tela do ecocardiograma ao MC (Fig. 2) (Mey et al., 2001).

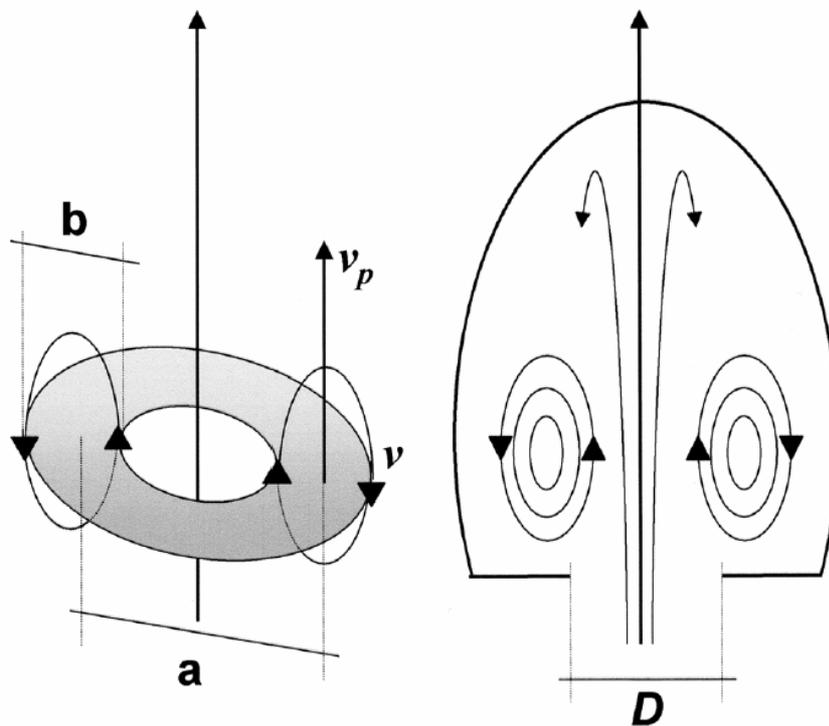


Figura 1 - Princípio da formação do vórtice no enchimento ventricular. O vórtice é semelhante ao anel de fumaça (lado esquerdo): - (a) diâmetro do núcleo do anel; - (b) largura do vórtice; - (D) anel valvar atrioventricular. O vórtice propaga na direção do ápice cardíaco na velocidade V_p , as partículas dentro do vórtice exibem velocidade V (Adaptado de Mey et al., 2001).

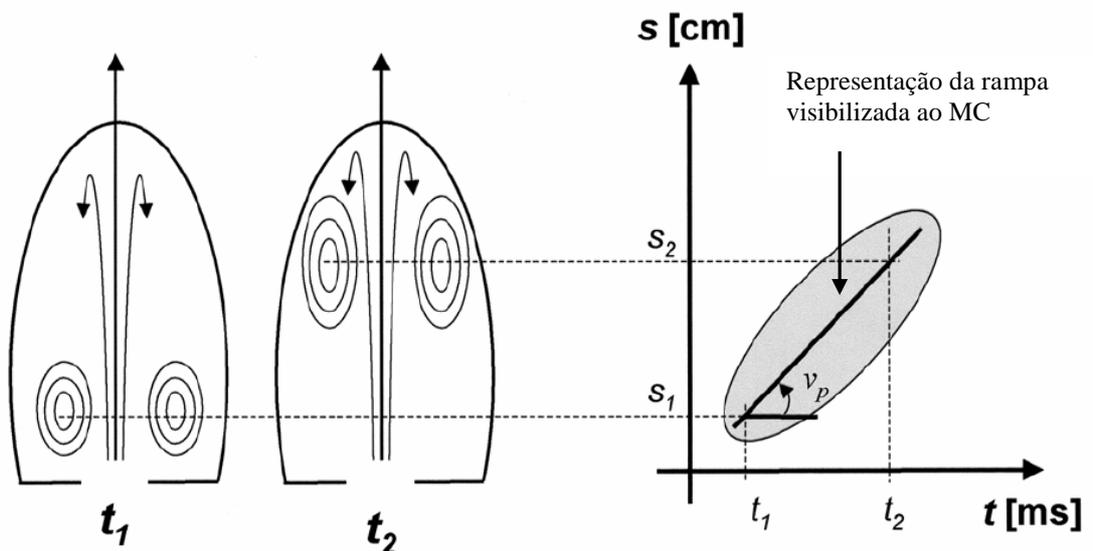


Figura 2 – Interpretação física da velocidade de propagação do fluxo atrioventricular observado ao MC. Em t_1 o vórtice está em região de valva mitral (S_1) e em t_2 está em região apical ventricular esquerda (S_2). S = distância e t = tempo (Adaptado de Mey et al., 2001).

Bellhouse et al. (1972), citados por Mey et al. (2001), atribuíram a formação de vórtices intraventriculares à passagem sanguínea pelo anel atrioventricular e ao movimento de fechamento valvar.

A V_p é representada matematicamente como:

$$V_p = (S1 - S2) / (t1 - t2) \text{ (Equação 1)}$$

A velocidade V é a representação da velocidade das partículas presas dentro do vórtice. A velocidade da onda E excede a velocidade V_p por princípios hidrodinâmicos comprovados in vitro, in número e in vivo (Mey et al., 2001).

O MC permite a avaliação espacial e temporal de todo o fluxo que entra na cavidade ventricular (Brun et al., 1992). A velocidade máxima da onda E é muito correlacionada ($r=93$ à 98) com o pico de enchimento ao MC (Takatsuji et al., 1996; Garcia et al., 2000).

Jacobs e colaboradores (1990) foram os primeiros a descrever o prejuízo de propagação no fluxo diastólico ao MC em pacientes humanos com cardiomiopatia dilatada (CMD), eles atribuíram a diminuição da V_p ao aumento ventricular esquerdo e a dilatação do anel mitral.

Brun et al. (1992) encontraram diminuição da V_p em cardiopatas humanos sem dilatação de câmara. Eles estudaram o MC em diversos grupos: CMD, cardiomiopatia isquêmica, cardiomiopatia hipertrófica, hipertensão sistêmica e em alterações na válvula aórtica, observaram diferença significativa da V_p entre as pessoas normais e cardiopatas. Esses pesquisadores mediram a rampa V_p no limite entre o preto e cor da onda de enchimento inicial, como ilustra a Fig. 3.

Takatsuji et al. (1996) avaliaram três grupos, um normal, um com

pseudonormalização e o terceiro com função diastólica prejudicada e mostraram que a V_p identifica os pacientes pseudonormalizados e possui correlação alta ($r=0,82$) com a medida invasiva tau. Eles analisaram fluxo mitral quando era 70% do máximo, avaliando a V_p na maior distância da cor azul dentro da vermelha (Fig. 3).

Duval-Moulin e colaboradores (1997), observando seres humanos com isquemia induzida do miocárdio, mostraram que as primeiras isovelocidades da rampa são menos relacionadas com o tau, talvez, por serem mais alteradas pela viscosidade e recirculação sanguínea. Concluíram que, deve-se analisar a V_p nas quarta, quinta e sexta isovelocidades conforme indicado por programa computacional.

A avaliação das ondas diastólicas de enchimento ventricular, V_p e medidas invasivas em 4 cães recebendo medicamentos estimuladores de β_1 , inibitórios de β_1 e em variação experimental da pré-carga mostrou que a V_p é relacionada com a tau e com a pressão diastólica final. A administração de inotrópicos positivos aumenta o gradiente de pressão intraventricular, e vice-versa. As ondas E e A não se alteraram significativamente com a administração dos inotrópicos. A V_p pode ser medida na primeira mudança de cor do fluxo mitral ao MC, mostrada na Fig. 3 (Garcia et al., 2000; Mey et al., 2001).

Mey et al. (2001) consideram os métodos de Duval-Moulin et al. (1997) e de Garcia et al. (2000) os melhores para a avaliação da V_p .

Alteração na pré-carga não muda a V_p . Das medidas diastólicas ao ECO e medidas invasivas, a tau é a que mais se relaciona com V_p ($r= 0,75$ à $0,86$) (Garcia et al., 2000; Mey et al., 2001). A tau é a “medida

de ouro” para avaliação diastólica (Schober et al., 2003).

O método mais relacionado com o vórtice ventricular é o de Takatsuji e colaboradores (1996), porém é influenciado pelos batimentos cardíacos. O método utilizado por Brun et al. (1992) apresenta grande

variação intra e inter-observador, sendo a maneira proposta por Garcia et al. (2000) a mais utilizada nos recentes estudos da medicina humana e mensurada em local semelhante ao proposto por Duval-Moulin et al. (1997) (Mey et al., 2001; Palecek et al., 2004). A Figura 3 mostra as principais maneiras de avaliação da V_p .

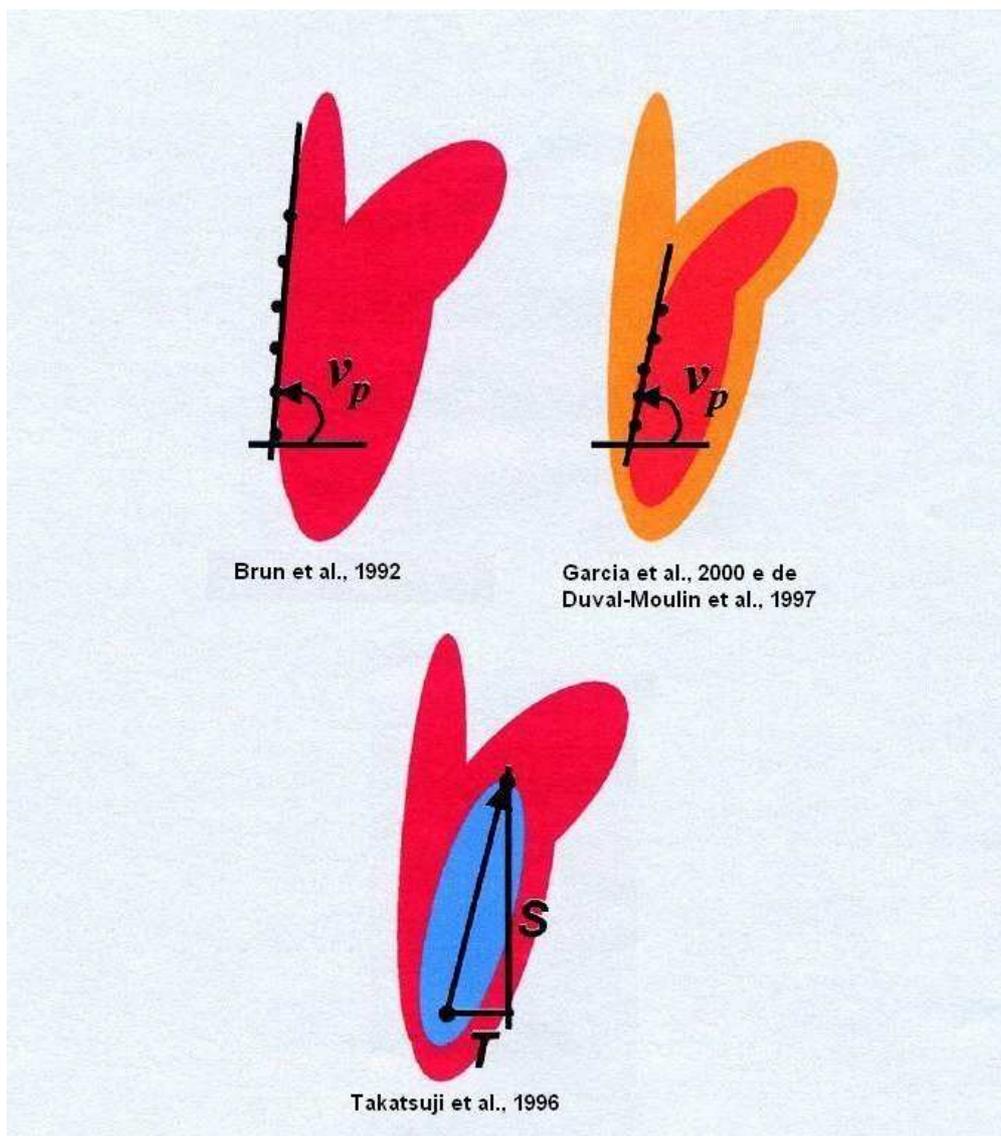


Figura 3 – Desenhos ilustrativos dos principais métodos de medida da velocidade do vórtice ventricular mitral a partir da rampa formada ao modo M em cores (MC). Estão ilustrados os métodos propostos por Brun et al. (1992); Garcia et al. (2000) e de Duval-Moulin et al. (1997); e o proposto por Takatsuji et al. (1996) (Adaptado de Mey et al., 2001).

2.4 Alterações diastólicas

O relaxamento miocárdico deficiente causa diminuição da pressão diastólica ventricular. A onda E fica com amplitude diminuída, e o TDE e TRIV aumentam. O pico de velocidade da onda A aumenta, pois a contração atrial, passa a contribuir mais com a diástole (Cohen et al., 1996; Stepien et al., 2003).

O enchimento restritivo é resultado do aumento da rigidez miocárdica. Ao estudo do fluxo transmitral há aumento da onda E e diminuição da onda A. Observa-se onda E com, no mínimo, o dobro da velocidade da A (Cohen et al., 1996).

A pressão do sangue que chega ao miocárdio rígido e volta em direção às valvas atrioventriculares é grande, podendo causar refluxo tricúspide e mitral (Appleton e Hatle, 1992).

O fluxo das veias pulmonares exhibe aumento de onda RA. O sangue impulsionado pela contração atrial causa, principalmente, onda de RA (Cohen et al., 1996).

Na evolução normal da doença cardíaca há aumento da pré-carga e da frequência cardíaca por mecanismos compensatórios. Esses aumentos causam pseudonormalização das ondas E, A, S, D, RA e dos tempos TDE e TRIV dificultando a identificação do problema (Cohen et al., 1996; Nunes et al., 2004).

Manobras de compressão no bulbo ocular e seios carotídeos estimulam o nervo vago e podem desmascarar o padrão pseudonormal, em pacientes humanos com obstrução coronária e hipertensão sistêmica (Dumesnil et al., 1991). A fusão das ondas Em e Am, devido à taquicardia, ou visualização de padrão mitral de relaxamento prejudicado, após realização da manobra de valsalva, podem identificar a

pseudonormalização em seres humanos (Maniu et al., 2004; Nishimura e Tajik, 2004).

A pseudonormalização também pode ser desmascarada por alteração sistólica em padrão normal trans-mitral (Appleton et al., 1993). A pseudonormalização precede o padrão restritivo (Chamoun et al., 2002).

A disfunção diastólica, em pacientes humanos, foi observada na cardiomiopatia dilatada (CMD), cardiomiopatia hipertrófica (CMH), isquemia miocárdica, pericardiopatia constrictiva (PC) e cardiomiopatia restritiva (CMR) (Nagueh et al., 1999; Pedone et al., 2004). Na veterinária, a CMH e a CMR acometem principalmente os gatos. Cães são afetados pelas CMD, CMH e PC (Knight, 1997). As doenças valvares podem causar disfunção diastólica por alteração hemodinâmica (Pedersen et al., 1996; Hansson et al., 2002; Lamont et al., 2002).

Nagueh et al. (1999) relacionaram os índices diastólicos com a pressão intraventricular esquerda em pacientes humanos com CMH. O TDE, o tempo de desaceleração da onda A e o TRIV não tiveram correlação com a medida invasiva, pressão de enchimento A, já a velocidade das ondas E, S, D, RA e a taxa E/A mitral exibiram fraca correlação.

A CMR pode ser diferenciada da PC pela avaliação do fluxo mitral, das veias pulmonares e ao Doppler tecidual (DT). Na PC a respiração altera o fluxo mitral e pulmonar o que não ocorre na CMR. Os pacientes com PC apresentaram, significativamente, maiores picos de S e de D na expiração quando comparados com os pacientes com CMR. A relação E/A foi maior na CMR do que na PC, na expiração e na inspiração. A avaliação da Vp, pelo método de Brun et al. (1992), não foi capaz de diferenciar essas doenças, já o método padronizado por Garcia et al. (2000)

geralmente exibe Vp maior que 100 cm/s na PC (Rajagopalan et al., 2001).

Dos métodos de diferenciação da CMR e PC a onda E ao DT foi o que apresentou maior sensibilidade (89%) e especificidade (100%), seguido da variação de 10% na respiração da onda E mitral (84% e 91%, respectivamente), da Vp (74% e 91%) e da variação respiratória da onda D (79% e 91%). A pericardite constritiva é relacionada com função diastólica mais integra. Na PC, durante a expiração, o pico da onda D e o pico da onda E mitral aumentam, a Vp e a onda E ao DT apresentam maiores velocidades do que na CMR (Rajagopalan et al., 2001).

2.5 Sedação

A sedação de cães agitados é necessária para realização de exame ecocardiográfico de qualidade. Os medicamentos mais utilizados são a acepromazina, como monoterapia, ou em associação com buprenorfina. Esses fármacos causam excelente sedação para a realização do ECO (Stepien et al., 1995; Bonagura et al., 1998).

A buprenorfina é um opióide com efeito analgésico mais duradouro e 30 vezes mais potente que o da morfina. Associações de buprenorfina e tranquilizantes maiores, como a acepromazina, causam sedação profunda, analgesia, sem perda da consciência (Górniak, 1996). A acepromazina apresenta duas ações principais: depressão do sistema nervoso central e antagonismo dos receptores α -adrenérgicos no sistema nervoso periférico, podendo acarretar hipotensão, hipotermia, bradicardia, diminuição do limiar convulsivo e aumento do limiar emético (Spinosa e Górniak, 1996; Stepien et al., 2003).

Bonagura e colaboradores (1998) citam que a acepromazina na dose de 3 mg/m², via subcutânea, ocasiona diminuição das ondas

diastólicas A das valvas atrioventriculares, diminuição da frequência cardíaca e da velocidade da artéria pulmonar no corte paraesternal esquerdo. Cavalcanti et al. (2005), avaliaram os principais parâmetros ECO e as pressões arterial periférica e venosa central em cães que receberam acepromazina, 0,03 mg/Kg, via intravenosa. As pressões, temperatura retal e a frequência cardíaca diminuíram significativamente. As medidas ecocardiográficas não se alteraram (E mitral, E tricúspide, A mitral, A tricúspide, diâmetro aórtico, diâmetro do átrio esquerdo, % Δ D, FE, pico de velocidade da via de saída do ventrículo esquerdo e pico de velocidade da artéria pulmonar ao corte paraesternal direito).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Animais

Foram utilizados 36 cães (18 machos e 18 fêmeas), clinicamente normais, da raça Boxer, com idade compreendida entre um ano e meio e seis anos (Fig. 4), peso médio \pm desvio padrão (DPA) de 27,18 \pm 4,28 kg, tendo os machos peso médio e DPA de 29,97 \pm 3,45 kg e as fêmeas 24,40 \pm 3,06 kg. Todos os cães foram provenientes de proprietários do município de Lavras, MG. O experimento foi realizado no Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

A avaliação da variação inter-examinadores foi composta por 11 cães, sendo 3 machos e 8 fêmeas, com peso 25,12 \pm 4,66 kg. Os machos apresentaram peso médio e DPA de 32 \pm 3,04 kg e as fêmeas de 22,54 \pm 0,71 kg.

Todos os animais foram submetidos a exame físico, exame eletrocardiográfico, exame pressórico, exame ecocardiográfico rotineiro, e, após avaliou-se a velocidade de

propagação do fluxo mitral pelo modo M em cores (Vp). Os cães foram tricotomizados do terceiro ao quinto espaços intercostais direitos e esquerdos, na região entre as cartilagens costocodrais e o osso esterno para a realização do ECO.

3.2 Identificação dos animais

Os cães foram identificados em fichas próprias, que continham o nome do animal, sexo, idade, peso corporal, número de ordem e procedência.

3.3. Exploração clínica e metodologia de exames

Após exame clínico geral e específico, foram mensuradas as pressões sistólicas, diastólicas e médias em região tibial distal esquerda, por método oscilométrico com aparelho Dixtal DX 2010, como ilustrado na Fig. 5. Foi realizado o exame eletrocardiográfico, nas derivações I, II, III, aVR, aVL, aVF (velocidade de 50 mm/s, 1cm=1mv), como descrito por Tilley (1992) e Kittleson (1998). Após estes procedimentos, cada animal recebeu acepromazina¹, 0,03 mg/kg, via intravenosa. Dez minutos após, foram realizadas novas medidas de pressão arterial da mesma maneira descrita acima e mensurada a frequência respiratória.

Os cães foram posicionados em decúbito lateral, por contenção manual, para a realização do exame ecoDopplercardiográfico com aparelho Toshiba SSH-140 (Fig. 6), sendo obtida a frequência cardíaca, após a aplicação da acepromazina, a partir do valor observado na tela do aparelho ecoDopplercardiográfico. Os animais que apresentaram alterações aos exames foram excluídos do experimento.

¹ Acepran 0,2% - Univet SA

Para a realização do modo bidimensional seguiram-se as recomendações do Colégio Americano de Medicina Interna Veterinária e do Colégio de Cardiologia Veterinária (Thomas et al., 1993). As imagens foram obtidas com os animais em decúbito lateral, utilizando-se as regiões paraesternais direita e esquerda, do terceiro ao quinto espaços intercostais (janelas acústicas). Foram avaliadas as câmaras cardíacas e a contratilidade miocárdica.

No modo M realizaram-se as medidas de acordo com as recomendações de Lombard (1984). Ao final da diástole foram obtidas as medidas de diâmetro da raiz aórtica (Ao); dimensão interna do ventrículo esquerdo (VEd); espessuras do septo interventricular (SIVd) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (PPd). Foram medidas no final da sístole: diâmetro interno do átrio esquerdo (Ae); dimensão interna do ventrículo esquerdo (VEs); espessuras do septo interventricular (SIVs) e da parede posterior do ventrículo esquerdo (PPs).

Após a obtenção das medidas citadas acima, foram calculadas, segundo Boon et al., (1983): relação diâmetro do átrio esquerdo e aorta (Ae/Ao(m)), porcentagem de encurtamento sistólico do diâmetro ventricular esquerdo (% Δ d) e fração de ejeção (FE).

As medidas de Ao e Ae no modo B foram feitas de acordo com Rishniw e Erb (2000) tendo o eletrocardiograma (ECG) como parâmetro (Lombard, 1984). A aorta foi medida em ponto de junção da parede interna da raiz aórtica com as cúspides não-coronária e coronariana direita, até a borda oposta interna da aorta. A medida Ao, foi feita seguindo-se a imagem formada pela comissura das cúspides citadas acima. A luz atrial esquerda foi medida a partir da região da comissura formada pelas cúspides não-coronária e coronária esquerda até a borda

interna atrial oposta em ângulo reto com a medida da raiz aórtica.

As velocidades da via de saída do ventrículo direito (Vs_{vd}) foram efetuadas posicionando-se o volume da amostra do Doppler pulsado em região da valva pulmonar, para a identificação do local apropriado foi utilizado o Doppler em cores. Essas velocidades foram mensuradas em corte paraesternal direito na região de base cardíaca, como preconizado por Bonagura et al. (1998).

As velocidades da via de saída do ventrículo esquerdo (Vs_{ve}) e o tempo de ejeção (TE) foram obtidos posicionando-se o volume da amostra do Doppler pulsado na região de valva aórtica identificada pelo Doppler em cores, em corte apical cinco câmaras. O TE foi medido do início ao final do fluxo da Vs_{ve} (Bonagura et al., 1998).

Conforme descrito por Bonagura et al. (1998), em corte apical esquerdo quatro câmaras foram estudados os fluxos das valvas mitral e tricúspide, direcionando-se o volume da amostra de fluxo do Doppler pulsado no plano dos folhetos valvares fechados. Analisou-se o tempo de desaceleração da onda E da valva mitral (TDE), os picos de velocidade das ondas de enchimento inicial das valvas mitral e da tricúspide (Em e Et, respectivamente), e os picos de velocidade de enchimento tardio da valva mitral (Am) e da tricúspide (At).

Ainda, nesse corte, foi analisado o fluxo das veias pulmonares com o volume da amostra do Doppler pulsado na região superior do átrio esquerdo, próximo à entrada das veias esquerda e direita do lobo caudal pulmonar. Após a obtenção desse fluxo avaliaram-se os picos de velocidade das ondas sistólica (S), diastólica (D) e de reversão atrial (RA) (Bonagura et al., 1998).

A análise do tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV) foi realizada no

corte apical cinco câmaras com o volume de amostra do fluxo do Doppler pulsado posicionado entre a valva mitral e a aórtica, como proposto por Bonagura e colaboradores (1998).

Com o auxílio do Doppler em cores associado ao modo M, mediu-se a velocidade de propagação de fluxo mitral (V_p), no corte paraesternal esquerdo apical quatro câmaras, semelhante ao realizado por Garcia e colaboradores (2000), com transdutor de varredura setorial eletrônica de 5,0 Mhz (Fig. 7).

Durante o exame ECO realizava-se acompanhamento eletrocardiográfico no monitor, os eletrodos foram colocados em membro anterior esquerdo e nos membros posteriores, como citado por Henik (1995). Gravaram-se todos os exames em fitas de vídeo cassete para posteriores avaliações (Fig. 6).

3.4 Análise dos resultados e metodologia estatística

Foram descritas as médias, desvio padrão e coeficiente de variação dos índices ecoDopplercardiográficos dos animais estudados.

Os dados quantitativos de pressão arterial, frequência respiratória, frequência cardíaca, antes e após a aplicação do tranqüilizante, e análise entre examinadores dos índices V_p, TDE, TRIV, % Δ D e FE foram comparados por método de comparação de pares a 5%.

No modo M em cores, a V_p foi analisada por Análise de Covariância a 5% quanto ao sexo e idade.

Foi efetuada a correlação da V_p com os índices FE, % Δ D, TRIV, Em, Am, E/Am, TDE, S, D, RA. As correlações foram avaliadas a 5%.



Figura 4 – Cadela da raça Boxer com 4 anos de idade, pesando 27 kg, utilizada no experimento.

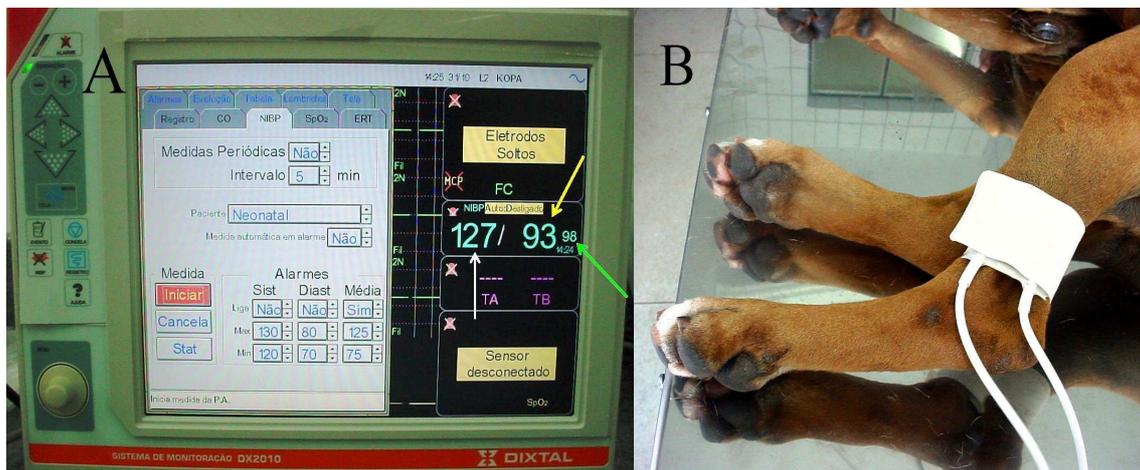


Figura 5 – Realização de medida de pressão arterial em um cão da raça Boxer. A: aparelho de medida de pressão arterial: pressão sistólica (seta branca), pressão diastólica (seta amarela) e pressão média (seta verde). B: manguito colocado em região tibial distal esquerda para a realização das medidas das pressões.



Figura 6 – Sala de realização dos exames ecoDopplercardiográficos. Vê-se aparelho ecoDopplercardiográfico, videocassete (seta azul) e mesa com aberturas (setas vermelhas) para o posicionamento do transdutor. Notar os adesivos utilizados para a realização do ECG concomitante ao exame ecoDopplercardiográfico (setas verdes).

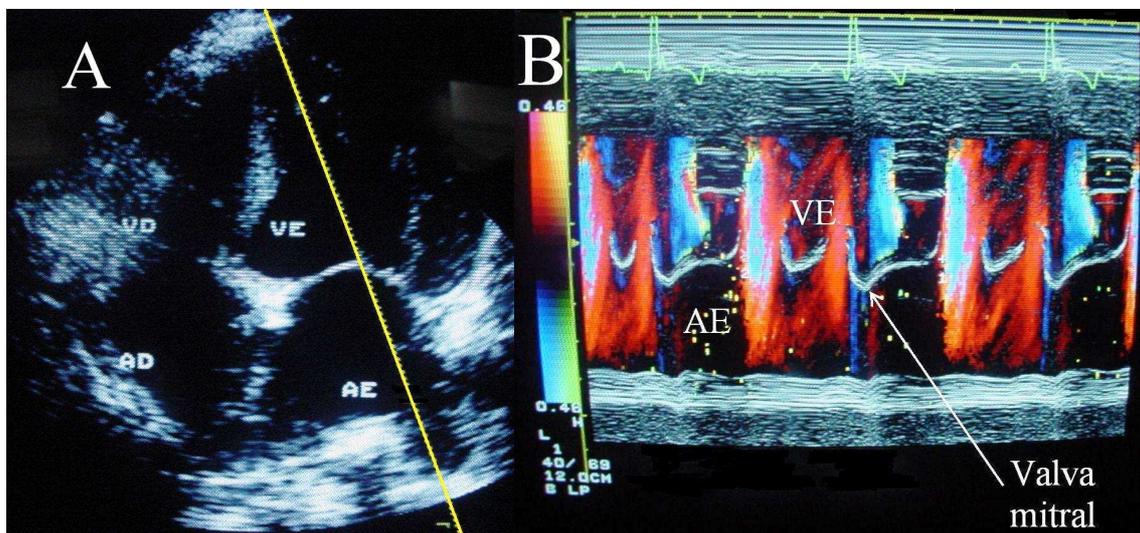


Figura 7 – Medida da Vp em um cão da raça Boxer. A: posicionamento em valva mitral no corte apical esquerdo 4 câmaras do modo M. B: resultado da adição do Doppler em cores ao modo M. Notar que na abertura da valva mitral ocorre o fluxo mitral, simbolizado pelas cores azul e vermelha. A medida da rampa que identifica a velocidade de propagação mitral (Vp) foi feita na primeira mudança de cores. AE – átrio esquerdo, AD – átrio direito, VE – ventrículo esquerdo e VD – ventrículo direito.

4. RESULTADOS

Os cães se apresentaram, na maioria, taquipnéicos ao exame físico, sendo que, 10 minutos após a aplicação da acepromazina a frequência respiratória e a cardíaca diminuíram significativamente, como mostra as Tab. 1 e Tab. 2. O tranqüilizante permitiu contenção manual leve dos animais e diminuição de artefatos na realização do exame ecoDopplercardiográfico.

As pressões arteriais sistólica, diastólica e médias captadas nos membros posteriores,

por método oscilométrico, diminuíram após a aplicação da acepromazina, Tab 3.

Foram analisadas as médias, os desvios padrões e o coeficiente de variação de todas as medidas ecoDopplercardiográficas (Tab. 4).

Os índices ecoDopplercardiográficos comparados entre examinadores em 11 cães da raça Boxer não apresentaram diferença significativa a 5% (Tab. 5).

Tabela 1. Frequência respiratória média e desvios padrões medidos antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

Frequência respiratória média (mpm) ± desvio padrão	
Antes	217,37 ± 69,85 ^a
Após 10 minutos da aplicação do acepran	92,14 ± 76,94 ^b

Letras diferentes na mesma coluna representam diferença a 5 %. A frequência respiratória foi medida em movimentos por minuto (mpm).

Tabela 2. Frequência cardíaca média e desvios padrões medidos antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

Frequência cardíaca média (bpm) ± desvio padrão	
Antes	143,81 ± 23,56 ^a
Após 10 minutos da aplicação do acepran	98,75 ± 21,39 ^b

Letras diferentes na mesma coluna representam diferença a 5 %. A frequência cardíaca foi medida em batimentos por minuto (bpm).

Tabela 3. Médias e desvios padrões das pressões arteriais sistólica, média e diastólica antes e após a aplicação da acepromazina em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

	Pressão arterial sistólica (média ± desvio padrão)	Pressão arterial diastólica (média ± desvio padrão)	Pressão arterial média (média ± desvio padrão)
Antes	130,26 ± 8,46 ^a	88,89 ± 9,24 ^a	105,71 ± 9,08 ^a
Após 10 minutos da aplicação do acepran	120,43 ± 11,61 ^b	70,65 ± 12,96 ^b	89,87 ± 12,40 ^b

Letras diferentes na mesma coluna representam diferença a 5 %. As pressões foram medidas em mmHg.

Tabela 4. Médias, desvios padrões e coeficientes de variação dos índices ecoDopplercardiográficos avaliados em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

Índice	Média ± Desvio padrão	Coeficiente de variação (CV)
FE	65,51 ± 3,9	5,95 %
%ΔD	35,81 ± 3,09	8,63 %
Ao(b)	18,73 ± 1,85	9,88 %
Ae(b)	21,97 ± 2,71	12,33 %
Ae/Ao (b)	1,17 ± 0,11	9,40 %
Ao(m)	22,87 ± 2,33	10,28 %
Ae(m)	24,89 ± 2,31	9,28 %
Ae/Ao(m)	1,10 ± 0,11	10 %
Vvsvd	113,76 ± 17,98	15,80 %
Vvsve	122,41 ± 20,66	18,88 %
TE	174,92 ± 19,82	11,33 %
TRIV	93,46 ± 19,98	21,38 %
Em	81,47 ± 18,64	22,88 %
Am	51,71 ± 11,13	21,52 %
E/Am	1,58 ± 0,19	12,02 %
TDE	83,04 ± 13,07	15,74 %
Et	71,76 ± 13,38	18,64 %
At	45,87 ± 12,35	26,92 %
E/At	1,62 ± 0,29	17,90 %
S	31,41 ± 6,87	21,87 %
D	73,85 ± 17,04	23,07 %
RA	28,90 ± 8,33	28,82 %
Vp	99,73 ± 16,06	16,10 %

Índices: FE: fração de ejeção; %ΔD: percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; Ao(b): dimensão da raiz aórtica ao modo B (mm); Ae(b): dimensão atrial esquerda ao modo B (mm); Ae/Ao(b): relação das dimensões atrial e da raiz aórtica ao modo B; Ao(m): dimensão da raiz aórtica ao modo M (mm); Ae(m): dimensão atrial esquerda ao modo M (mm); Ae/Ao(m): relação das dimensões atrial e da raiz aórtica ao modo M; Vvsvd: pico da velocidade do fluxo na via de saída do ventrículo direito (cm/s); Vvsve: pico da velocidade do fluxo na via de saída do ventrículo esquerdo (cm/s); TE: tempo de ejeção (ms); TRIV: tempo de relaxamento isovolumétrico (ms); Em: pico da velocidade da onda E mitral (cm/s); Am: pico da velocidade da onda A mitral (cm/s); E/Am: relação das ondas E e A mitrais; TDE: tempo de desaceleração da onda E mitral (ms); Vp: velocidade de propagação do influxo mitral (cm/s); Et: pico da velocidade da onda E tricúspide (cm/s); At: pico da velocidade da onda A tricúspide (cm/s); E/At: relação das ondas E e A tricúspide; S: onda sistólica de enchimento do átrio esquerdo (cm/s); D: onda diastólica de enchimento atrial esquerdo (cm/s); RA: onda de reversão atrial (cm/s).

Tabela 5. Comparação de índices ecoDopplercardiográficos entre dois examinadores em 11 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

Índices	Examinador 1		Examinador 2	
	Média ± Desvio padrão	CV	Média ± Desvio padrão	CV
FE	64,83 ± 3,58 ^a	5,52 %	64,94 ± 4,17 ^a	6,42 %
%ΔD	35,27 ± 2,65 ^a	7,51 %	35,30 ± 3,13 ^a	8,87 %
TRIV	89,03 ± 18,06 ^a	20,28 %	79,48 ± 16,61 ^a	20,90 %
TDE	85,94 ± 10,31 ^a	15,74 %	87,45 ± 14,85 ^a	16,98 %
Vp	106,45 ± 12,08 ^a	11,35 %	110,01 ± 7,55 ^a	6,86 %

Índices: FE: fração de ejeção; %ΔD: percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; TRIV: tempo de relaxamento isovolumétrico (ms); TDE: tempo de desaceleração da onda E mitral (ms); Vp: velocidade de propagação do influxo mitral (ms).

Letras iguais na mesma linha representam igualdade a 5 %.

A Fig. 8 ilustra rampa da Vp obtida em um cão da raça Boxer.

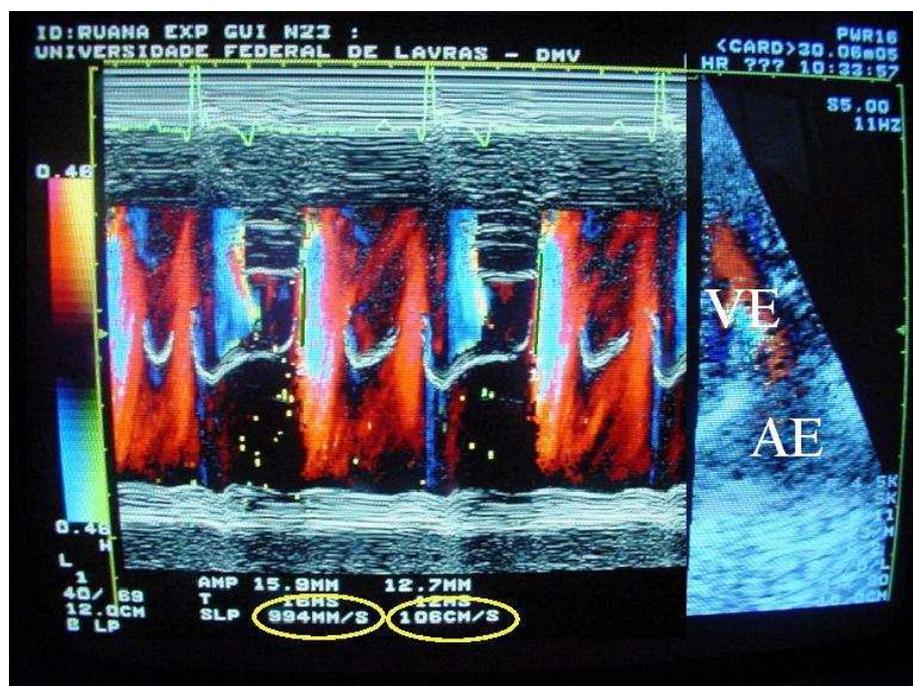


Figura 8 – Realização da medida da velocidade de propagação mitral (Vp) em um cão da raça Boxer. Notar as rampas medidas (ilustradas em verde) com as respectivas velocidades de 99,4 cm/s e de 106 cm/s (centro das elipses amarelas). AE – átrio esquerdo e VE – ventrículo esquerdo.

A Vp não diferiu estatisticamente na comparação dos sexos, porém diminuiu com o aumento da idade ($p < 0,01$). Os dois examinadores desse estudo detectaram diminuição da Vp com o aumento da idade. As expressões que representam a diminuição da Vp foram as retas: $Vp = 110,70 - 3,47 \times \text{Idade}$ (em anos), para o examinador 1, e $Vp = 110 - 0,20 \times \text{Idade}$

(em anos), para o examinador 2. Para a confecção da reta do examinador 1 utilizaram-se 36 cães e a reta do examinador 2 foi feita a partir de 11 exames.

Os dois examinadores apresentaram mesma tendência de aumento e diminuição, da Vp, na avaliação da idade dos animais (Fig. 9).

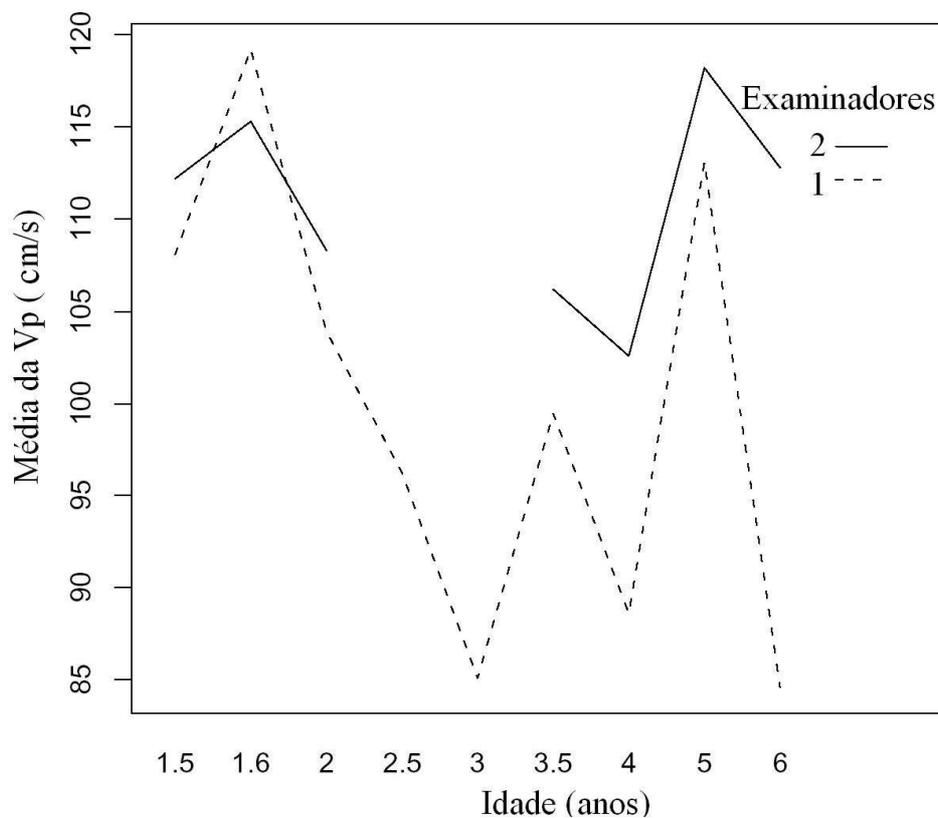


Figura 9- Gráfico das médias da velocidade de propagação mitral (Vp) em cm/s nas diferentes idades em cães da raça Boxer avaliadas por 2 examinadores. O examinador 1 (linha tracejada) avaliou 36 cães e o examinador 2 (linha contínua) avaliou 11 cães.

Foi estudada a correlação da Vp com os índices cardíacos relevantes. A Vp apresentou correlações baixas ($r = 0,39$, $p <$

$0,05$) com as ondas Em, Am e D, não apresentando correlações significativas com os demais índices (Tab. 6).

Tabela 6. Correlações da Vp com índices ecoDopplercardiográficos em 36 cães da raça Boxer (Lavras, MG, setembro/novembro de 2005).

Índices	Correlação (r*)
FE	ns
% Δ D	ns
TRIV	ns
Em	0,39
Am	0,39
E/Am	ns
TDE	ns
S	ns
D	0,39
RA	ns

Índices: FE: fração de ejeção; % Δ D: percentual de encurtamento sistólico do ventrículo esquerdo; TRIV: tempo de relaxamento isovolumétrico (ms); Em: pico da velocidade da onda E mitral (cm/s); Am: pico da velocidade da onda A mitral (cm/s); E/Am: relação das ondas E e A mitrais; TDE: tempo de desaceleração da onda E mitral (ms); Vp: velocidade de propagação do influxo mitral (cm/s); S: onda sistólica de enchimento do átrio esquerdo (cm/s); D: onda diastólica de enchimento atrial esquerdo (cm/s); RA: onda de reversão atrial (cm/s).

* Coeficiente de correlação, $P < 0,05$. ns: não significativo.

5. DISCUSSÃO

A metodologia de tranquilização dos animais, nesse trabalho, foi semelhante à utilizada por Cavalcanti et al. (2005), que não verificaram alteração na frequência respiratória, mas observaram diminuição das pressões arteriais sistólicas, diastólicas e médias. No presente experimento, houve diminuição das pressões e da frequência respiratória (Tab. 1 e Tab. 3). A diminuição significativa da frequência respiratória deveu-se ao fato de que os cães da raça Boxer, geralmente, apresentam-se taquipnéicos e agitados ao exame físico.

A utilização da acepromazina pode causar bradicardia (Stepien et al., 1995; Górnaiak, 1996; Spinosa e Górnaiak, 1996). Houve diminuição significativa da frequência cardíaca (FC) nesse experimento (Tab. 2). A variação da FC em cães submetidos à administração de acepromazina 0,03 mg/kg foi realizada, em pelo menos, duas ocasiões. Cavalcanti e colaboradores (2005) e Silva (2005), também observaram diminuição significativa da FC, 10 minutos após a aplicação do fármaco.

Os cães desse experimento apresentaram valores pressóricos normais antes da aplicação da acepromazina, como observado na Tab. 3. A medida de pressão arterial sistólica realizada por método oscilométrico, em membro posterior, detecta de forma eficaz a hipertensão em cães (Stepien et al., 2003).

A pressão sistólica pode ser maior que 180 mmHg em cães sadios e variar nas diferentes raças. Em 14 cães Bull Terrier sadios, a média e desvio padrão (DPA) da pressão arterial sistólica medida por método Doppler, em membro anterior direito, foi de 105 ± 14 mmHg (O'Leary et al., 2003). A diferença com esse estudo é devido às diferenças raciais, nos métodos utilizados e local de mensuração.

O estudo ecocardiográfico pode variar entre examinadores, interferindo no diagnóstico (Pedersen et al., 1996; Chetboul et al., 2003). Palmieri e colaboradores (2003), em estudo de parâmetros diastólicos, realizado com dois ecocardiografistas recém treinados por ecografistas experientes mostrou que os índices E/Am e Vp apresentaram reprodutibilidade alta e os índices TRIV e TDE moderada. Considera-se a avaliação diastólica dos parâmetros ecoDopplercardiográficos reproduzível.

Analisando-se a Tab. 5, pode-se constatar que os índices FE, $\% \Delta D$, TRIV, TDE e Vp não apresentaram diferença significativa entre os dois examinadores do presente trabalho. Possivelmente, devido ao treinamento do ecocardiografista de 6 meses de experiência ter sido com experiente ecocardiografista, que participou do estudo como examinador 2. Os índices que geralmente exibem diferença significativa, segundo Palmieri et al. (2003), são os medidos em tempo.

Existem estudos que correlacionam as medidas ecocardiográficas à superfície corporal (Boon et al., 1983), ou correlacionam os índices ecocardiográficos com o peso corporal (Lombard, 1984; Gonçalves et al., 2002). Porém, a padronização dos índices deve ser feita para cada raça, devido às diferenças corporais da espécie canina, conforme descrito por Crippa et al. (1992) e Snyder et al. (1995). Devido à predisposição dos cães da raça Boxer a apresentar cardiopatias, escolheu-se, neste experimento, trabalhar com cães dessa raça (Fig. 4).

A FE calculada pelo método de Teichholz é bem correlacionada (r de 0,79 à 0,88) com medida de ventriculografia por porta de equilíbrio de radionucleotídeos e indicada por Sisson et al. (1989) e Abduch (2004), para a avaliação de corações com aumento ventricular esquerdo.

A FE, desse estudo, foi calculada pelo método de Teichholz e apresentou valor de $65,51 \pm 3,9$ %, muito semelhante ao encontrado por Silva (2005), em estudo com cães da raça Boxer ($65,28 \pm 3,2$ %). A FE apresenta maiores valores nas raças pequenas e menores nas raças gigantes. Koch et al. (1996) encontraram valores de 57 % na raça Terra Nova e 48 % na raça Dogue Alemão. As raças Schnauzer miniatura e Beagle apresentam valores médios de 75 e 77 %, respectivamente, segundo relatado por Crippa et al. (1992) e Silva (2005). A FE é um índice de função sistólica muito utilizado na rotina ecocardiográfica (Kirberger, 1991; Knight, 1997; Ohara e Aguilar, 2003).

A $\% \Delta D$ é um índice sistólico de contratilidade miocárdica do ventrículo esquerdo que se correlaciona bem com medidas invasivas e depende da pré e pós-carga. A maioria dos trabalhos obtém índices médios de 30 a 40 % (Boon et al., 1983; Lombard, 1984). Há tendência de cães de raças pequenas apresentarem valores mais altos (40 e 42 % nas raças Beagle e Schnauzer miniatura, respectivamente) (Crippa et al., 1992; Silva, 2005), do que as raças gigantes (25 e 28 % para as raças Dogue Alemão e Greyhound, respectivamente) (Snyder et al., 1995; Kock et al., 1996). No presente estudo, obteve-se valores (Tab. 4) muito semelhantes aos observados em outro trabalho realizado na raça Boxer (Silva, 2005).

A relação raiz da aorta (Ao) e do átrio esquerdo (Ae) é um dos índices mais utilizados na avaliação do tamanho atrial esquerdo (Jaudon et al., 1991; Martin, 1995; Muzzi et al., 2000). A medida da aorta não varia na grande maioria das doenças cardíacas e é muito correlacionada com o peso corporal dos cães ($r = 0,748$), já o átrio esquerdo pode aumentar na dilatação cardíaca e possui, de acordo com Lombard (1984), menor correlação com o peso corporal ($r = 0,622$). Em medicina humana

são realizadas mensurações de Ao/Ae em modo M no corte paraesternal transversal direito em região da base cardíaca. Na veterinária, há tendência, de se fazer essa medida no mesmo corte, porém em modo B (Rishnsw e Erb, 2000). O local de medida realizada no modo M em seres humanos avalia o apêndice auricular do Ae nos cães, subestimando o tamanho atrial real.

A maioria dos autores (Rishnsw e Erb, 2000 e Hansson et al., 2002) realizam a medida Ao/Ae(b) após o fechamento da valva aórtica. No presente trabalho, efetuou-se a medida com base no ECG, obtendo-se valor médio da relação Ao/Ae(b) de $1,17 \pm 0,11$ (Tab. 4). As mensurações foram efetuadas de modo igual ao de Rishnsw e Erb (2000), que avaliando cães de variadas raças e com pesos entre 4 e 56 kg obtiveram valor médio de Ao/Ae(b) de 1,31.

Hansson et al. (2002) compararam a medida do modo B com a medida do modo M na avaliação da relação Ao/Ae em cães da raça Cavalier King Charles Spaniel normais (56 animais) e com regurgitação mitral (110 animais). Eles obtiveram valores diferentes ao modo B na comparação dos grupos: $1,03 \pm 0,09$ nos cães normais e $1,61 \pm 0,57$ nos animais com regurgitação mitral. A mesma relação medida ao modo M não foi diferente no grupo dos animais normais ($1,01 \pm 0,13$) quando comparado com o grupo com regurgitação mitral ($1,41 \pm 0,51$). Hansson e colaboradores (2002) mediram a aorta do ponto médio do seio aórtico direito até a parede aórtica, entre as cúspides não-coronária e coronária esquerda, diferentemente desse estudo e do trabalho de Rishnsw e Erb (2000). Acredita-se, que o método adotado nesse experimento apresenta medidas mais criteriosas, portanto mais confiável.

O valor da Ae/Ao(b), desse experimento foi intermediário dos estudos anteriores, devido às diferenças raciais e diferenças nas

realizações das medidas. A medida de átrio esquerdo deve ser feita em momento de maior diástole atrial, porém não há parâmetros eletrocardiográficos para essa aferição. Trabalhos de comparação da medida do átrio esquerdo medido na onda Q do ECG e logo após o fechamento aórtico devem ser efetuados.

As médias e os DPAs das V_{svd} e V_{sve} , observadas nesse estudo, foram de $113,76 \pm 17,98$ cm/s e de $122,41 \pm 20,66$ cm/s, respectivamente (Tab. 4). Grandes aumentos nesses valores indicam obstrução na passagem do fluxo (Lamont et al., 2002; Abduch, 2004). Brown et al., (1991), avaliando 20 cães com peso variando de 5 a 48 kg, obtiveram valores de 84 ± 17 cm/s, para V_{svd} , e de 106 ± 21 cm/s, para V_{sve} . Provavelmente, a grande variação corporal dos animais, no estudo de Brown e colaboradores (1991), causou a diferença das velocidades com o presente experimento.

Observando-se, ainda, a Tab. 4, nota-se que o TE observado neste experimento, foi muito semelhante ao encontrado por Silva (2005), em cães da raça Boxer. Boon e colaboradores (1983) e Brown et al. (1991) obtiveram valores maiores em grupos heterogêneos de cães. As raças Dogue Alemão, Terra Nova, Irish Wolfhound e Greyhound exibem TEs médios de 150, 178, 160 e 182,9 ms, respectivamente (Snyder et al., 1995; Kock et al., 1996; Lee et al., 2002). O TE tem a tendência de diminuir sob estímulo adrenérgico e de aumentar com a diminuição da pós-carga. O TE é, de acordo com Silva (2005), medianamente correlacionado com a frequência cardíaca (FC) ($r = -0,51$).

Segundo Silva (2005), o TRIV é fracamente correlacionado com a FC ($r = -0,35$). Em trabalho realizado por Schober et al., (2003) com gatos anestesiados o TRIV foi o índice que mais se correlacionou com a medida invasiva tau ($r = 0,78$), porém pode variar

com regurgitações das valvas mitral e aórtica. Há poucas padronizações do TRIV nas diferentes raças. Algumas estudadas são a Schnauzer miniatura (67 ± 7 ms) e a Boxer (73 ± 10 ms) (Silva, 2005). No atual experimento, obteve-se valor maior que o encontrado por Silva (2005), mas não diferiu entre os examinadores do presente trabalho (Tab. 4 e Tab. 5).

O TRIV aumenta na doença cardíaca e pode sofrer pseudonormalização (Appleton et al., 1993; Takatsuji et al., 1996; Bonagura et al., 1998; Nishimura e Tajik, 2004). A isquemia por obstrução coronária altera a dinâmica de enchimento ventricular por assincronia no local isquêmico. Duval-Moulin e colaboradores (1997) verificaram aumento significativo do TRIV em seres humanos após indução de obstrução coronária esquerda descendente, que aumentou de 87 ± 22 ms para 101 ± 25 ms após um minuto de obstrução. Em estudo, realizado por Nunes et al. (2004), o grupo de pacientes humanos com CMD chagásica que morreu em dois anos apresentou TRIV de $86,1 \pm 16,9$ ms que foi diferente do TRIV das pessoas sobreviventes ($106,5 \pm 25,1$ ms). O grupo com menor sobrevida apresentou relação E/Am de $2,7 \pm 0,8$, demonstrando padrão restritivo mitral com TRIV pseudonormalizado.

Na avaliação do influxo ventricular esquerdo, do atual experimento, observou-se que as ondas Em, Am e a relação E/Am (Tab.4) estão dentro dos valores normais citados na literatura (Kienle e Thomas, 1995; Abduch, 2004). Kirberger et al. (1992) obtiveram valores de 91 ± 15 cm/s para a medida Em, 63 ± 13 cm/s para a Am e $1,48 \pm 0,31$ para a E/Am. Em estudo com 24 cães da raça Boxer, verificou-se relação E/Am de $1,6 \pm 0,3$, com apenas pequena diferença no desvio padrão do índice do presente trabalho (Silva, 2005).

O TDE, do presente estudo, foi um pouco menor (Tab. 4), mas dentro do desvio

padrão do encontrado por Silva (2005), nessa mesma raça. O TDE não diferiu entre examinadores na raça Schnauzer miniatura (Silva, 2005). Schober et al. (2003), em estudo de índices diastólicos invasivos e diastólicos a ecocardiografia em gatos sob efeito de drogas β -bloqueadora (esmolol), estimuladora β (dobutamina) e medicamento inibidor da frequência cardíaca (cilobradine), observaram que o TDE se correlacionou com a FC ($r = -0,54$).

Existem poucos estudos das ondas de enchimento ventricular direito em animais. Nesse experimento, observou-se que as ondas Et, At e a relação E/At (Tab. 4) são semelhantes ao da literatura especializada (Kienle e Thomas, 1995; Morcerf, 1996; Abduch, 2004). Em estudo de Kirberger et al. (1992) com cães de variadas raças, observaram-se valores de Et de 86 ± 20 cm/s, At de 58 ± 16 cm/s e E/At de $1,60 \pm 0,56$.

As ondas de enchimento ventricular direito variam 30 % com a respiração e as ondas Em e Am variam 10 %, em seres humanos. Os índices Em, Am, Et e At não variam com a FC (Appleton et al., 1988; Nagueh et al., 1996; Shimizu et al., 1998). As ondas Et e At variam mais e são menos importantes, na maioria das doenças cardíacas, do que as ondas Em e Am.

As medidas das ondas S, D e de RA, desse trabalho, foram de $31,41 \pm 6,87$ cm/s, $73,85 \pm 17,04$ cm/s e de $28,90 \pm 8,33$ cm/s, respectivamente (Tab. 4). Santilli e Bussadori (1998), em estudo de felinos com idade média de $7,75 \pm 4,51$ anos, obtiveram valores de 39 ± 12 cm/s para a onda S, 44 ± 9 cm/s para a D e 22 ± 7 cm/s para a RA. Esse estudo foi feito em gatos com ampla faixa etária (1 a 18 anos) e alta média de idade, o que pode ter levado a diminuição da velocidade da onda D e aumento da onda S.

Em seres humanos há diferença nos picos das ondas de enchimento atrial esquerdo em diferentes grupos etários (Jacobs et al., 1990; Nishimura e Tajik, 1997; Silva et al., 2003). Pessoas com idade de 21 a 49 anos apresentam ondas médias de S de 48 cm/s, D de 50 cm/s e RA de 19 cm/s. Já indivíduos com mais de 50 anos exibem ondas de enchimento atrial esquerdo médias de 71 cm/s, 38 cm/s e 23 cm/s, respectivamente. O fluxo das veias pulmonares identifica prejuízo de relaxamento dos seres humanos idosos, por mostrar onda S maior que a D (Dumesnil et al., 1991; Appleton e Hatle, 1992; Cohen et al., 1996). Há probabilidade, de cães sadios exibirem relação S/D menor do que os seres humanos, porém, devido à carência de informações na literatura consultada, mais estudos são necessários.

Mediu-se a Vp de acordo com Garcia et al. (2000), que é o modo utilizado nos recentes estudos de Rajagopalan et al. (2001), Nishimura e Tajik, (2004) e no de Palecek et al. (2004) (Fig. 3, Fig. 7 e Fig. 8). A Vp média observada nesse experimento foi de $99,73 \pm 16,06$ cm/s e diminuiu com o aumento da idade (Tab.4 e Fig. 9). O examinador 1 é mais sensível à diminuição da Vp com a idade. A Vp é um dos parâmetros mais importantes desse trabalho, não havendo trabalho de padronização da Vp em cães, na literatura pesquisada.

Schober e colaboradores (2003), estudaram os índices cardíacos invasivos e por ECO em sete gatos anestesiados, submetidos a alterações hemodinâmicas pelos fármacos esmolol, dobutamina e cilobradina e por infusão de solução de ringer lactato, até aumento da pressão diastólica final de 5 a 10 mmHg. A medida que mais se correlacionou com a tau foi o TRIV ($r = 0,78$), seguida da Vp ($r = -0,68$). A Vp não varia com mudanças na FC nem da pré-carga (Brun et al., 1992).

Arques et al. (2004) compararam por ecoDopplercardiografia um grupo de pessoas com sintomas de insuficiência cardíaca aguda e função sistólica normal com um grupo controle. A Vp do grupo de pessoas normais foi de 75 ± 17 cm/s, diferente do grupo com insuficiência (47 ± 11 cm/s), porém, 40 % dos pacientes doentes apresentavam Vp maior que 45 cm/s (normal). As relações Em/Vp e Em/E ao DT mostraram-se ferramentas adicionais na identificação da pseudonormalização. O valor de Vp normal, utilizado no trabalho acima, é muito menor que o valor de Vp das pessoas normais, causando a baixa eficiência da Vp no trabalho de Arques et al., (2004). A Vp em seres humanos saudáveis varia de 55 a 100 cm/s (Nagueh et al., 1999; Chamoun et al., 2002; Garcia et al., 2000).

Barbier e colaboradores (2002) e Parthenakis et al. (2004) relataram que as diferenças na geometria ventricular, nas dimensões do orifício mitral, da cavidade atrial, da cavidade ventricular esquerda e diferenças na função sistólica parecem influenciar a Vp. O atual estudo mostrou independência da Vp com os principais índices sistólicos ao ECO (Tab. 6), devendo-se avaliar rotineiramente a função sistólica e a diastólica. A avaliação da função diastólica, descrita por Aurigemma et al. (2004) e por Maniu et al. (2004), deve ser feita com base nos exames disponíveis associados a avaliações clínicas. A velocidade de propagação mitral é importante na avaliação diastólica em seres humanos, devendo ser utilizada na medicina veterinária.

Briguori et al. (1998) e Pedone e colaboradores (2004) mostram que o aumento da idade em seres humanos prejudica a função diastólica. Eles demonstraram que o aumento da idade causa diminuição dos índices Em, E/Am, E

ao DT e de D, e, aumento de Am, da onda A ao DT, de RA, e de S. Estudos realizados com vários grupos etários, em indivíduos humanos saudáveis, confirmam esses achados e mostram que o prejuízo não é uniforme com o passar do tempo (Wilkenhoff et al., 2001).

A Vp diminui com o aumento da idade em seres humanos (Mey et al., 2001). No presente estudo, a Vp diminuiu com aumento da idade dos cães, como ilustra a Fig. 9. Correlacionou-se fracamente com Em, Am e com D ($r = 0,39$), e não se correlacionou com FE, $\% \Delta D$, TRIV, E/Am, TDE, S e RA, mostrando-se um parâmetro, relativamente, independente (Tab. 6). Os valores de referência de Vp devem ser efetuados para as diferentes faixas etárias.

A Vp apresentou correlação fraca com poucos índices. Provavelmente, devido a Vp representar a velocidade que o vórtice se desloca ao ápice cardíaco, não avaliada por nenhum outro método (Fig. 1 e Fig. 2). A Vp, só apresentou correlação com as ondas de enchimento ventricular esquerdo e a principal onda de enchimento atrial esquerdo.

6. CONCLUSÕES

Diante das condições em que foi realizada essa pesquisa e de acordo com os resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A Vp em cães sadios da raça Boxer diminui com o aumento da idade e não difere entre os sexos.
2. A Vp é um índice relativamente independente, que se correlaciona fracamente com Em, Am e D, exequível, e de fundamental importância na avaliação da função diastólica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABDUCH, M. C. D. Ecocardiografia. In: CARVALHO, C. F. Ultra-sonografia em Pequenos Animais. São Paulo: Roca, 2004. Cap. 22, p. 287-345.
2. APPLETON, C. P.; GALLOWAY, J. M.; GONZALEZ, M. S. et al. Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. *Journal American College of Cardiology*, v. 22, n. 7, p. 1972-1982, 1993.
3. APPLETON, C. P.; HATLE, L. K. The natural history of left ventricular filling abnormalities: assessment by two-dimensional and Doppler echocardiography. *Echocardiography*, n. 9, p. 438-457, 1992.
4. APPLETON, C. P.; HATLE, L. K.; POPP, R. L. Cardiac tamponade and pericardial effusion: respiratory variation in transvalvular flow velocities studied by Doppler echocardiography. *Journal American College of Cardiology*, v. 11, n. 5, p. 1020-1030, 1988.
5. ARQUES, S.; AMBROSI, P.; ROUX, E. et al. Potentials and limitations of color M-mode and tissue Doppler indexes in identifying pseudonormal mitral filling pattern in patients with acute symptoms of heart failure and preserved left ventricular systolic function. *American Journal of Cardiology*, v. 93, n. 8, p. 1057-1060, 2004.
6. AURIGEMMA, G.; ZILE, M. R.; GAASCH, W. H. et al. Lack of relationship between Doppler indices of diastolic function and left ventricular pressure transients in patients with definite diastolic heart failure. *American Heart Journal*, v. 148, n. 3, p. 1-6, 2004.
7. BARBIER, P.; GRIMALDI, A.; ALIMENTO, M. et al. Echocardiographic determinants of mitral early flow propagation velocity. *American Journal of Cardiology*, v. 90, n. 6, p. 613-619, 2002.
8. BELERENIAN, G. C.; MUCHA, C. J.; CAMACHO, A. A. Afecções cardiovasculares em Pequenos animais. São Paulo: Interbook, 2003, 328p.
9. BONAGURA, J. D.; MILLER, M. W.; DARKE, P. G. G. Doppler echocardiography I: pulsed-wave and continuous-wave examinations. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, v. 28, n. 6, p. 1325-1359, 1998.
10. BOON, J., WINGFIELD, W.E., MILLER, C.W. Echocardiographic indices in the normal dog. *Veterinary Radiology*, v. 24, n. 5, p.214-221, 1983.
11. BRIGUORI, C.; BETOCCHI, S.; LOSI, M. A. et al. Noninvasive evaluation of left ventricular diastolic function in hypertrophic cardiomyopathy. *American Journal of Cardiology*, v. 81, n. 2, p. 180-186, 1998.

12. BROWN, D. J.; KNIGHT, D. H.; KING, R. R. Use of pulsed-wave Doppler echocardiography to determine aortic and pulmonary velocity and flow variables in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 52, n. 4, p. 543-550, 1991.
13. BRUN, P.; TRIBOUILLOY, C.; DUVAL, A. M. et al. Left ventricular flow propagation during early filling is related to wall relaxation: a color M-mode Doppler analysis. *Journal American College of Cardiology*, v. 20, n. 2, p.420-432, 1992.
14. CAVALCANTI; G. A. O.; MUZZI, R. A. L.; MUZZI, L. A. L. et al. Efeito da acepromazina nos parâmetros ecoDopplercardiográficos de cães saudáveis. In: XXXII Congresso Brasileiro de Veterinária, 2005, Uberlândia. *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Veterinária: CONBRAVET*, 2005.
15. CHAMOUN, A. J.; XIE, T. ; TROUGH, M. et al. Color M-mode flow propagation velocity versus conventional doppler indices in the assessment of diastolic left ventricular function in patients on chronic hemodialysis. *Echocardiography*, v. 19, n. 6, p. 467-474, 2002.
16. CHETBOUL, V.; CONCORDET, D.; POUCHELON, J. L. et al. Effects of Inter- and intra-observer variability on echocardiographic measurements in awake cats. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, v. 50, n. 6, p. 326-331, 2003.
17. COHEN, G. I.; PIETROLUNGO, J. F.; THOMAS, J. D. et al. A practical guide to assessment of ventricular diastolic function using Doppler echocardiography. *Journal American College of Cardiology*, v. 27, n.7, p.1753-1760, 1996.
18. CRIPPA, L.; FERRO, E.; MELLONI, E. et al. Echocardiographic parameters and indices in the normal Beagle dog. *Laboratory Animals*, v. 26, n. 3, p. 190-195, 1992.
19. DUMESNIL, J. G.; GAUDREAU, G. HONOS, G. N. et al. Use the Valsalva maneuver to unmask left ventricular diastolic function abnormalities by echocardiography in patients with coronary artery disease or systemic hypertension. *American Journal of Cardiology*, v. 5, n. 68, p. 515-519, 1991.
20. DUVAL-MOULIN, A. M.; DUPOUY, P.; BRUN, P. et al. Alteration of left ventricular diastolic function during coronary angioplasty-induced ischemia: a color M-mode Doppler study. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 29, n. 6, p. 1246-1255, 1997.
21. GARCIA, M. J.; SMEDIRA, N. G.; GREENBERG, N. L. et al. Color M-mode flow propagation velocity is a preload insensitive index of left ventricular relaxation: animal and human validation. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 35, n. 1, p. 201-208, 2000.

22. GONÇALVES, A. C.; ORTON, C.; BOON, J. A. et al. Linear, logarithmic, and polynomial models of M-mode echocardiographic measurements in dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 63, n. 7, p. 994-999, 2002.
23. GÓRNIK, S. L. Hipnoanalésicos e neuroleptoanalésia. In: SPINOSA, H. S., GÓRNIK, S. L., BERNARDI, M. M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. Cap. 15, p. 140-146.
24. HANSSON, K.; HÄGGSTRÖM, J.; KVART, C. et al. Left atrial to aortic root indices using two-dimensional and M-mode echocardiography in Cavalier King Charles Spaniel with and without left atrial enlargement. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 43, n. 6, p. 568-575, 2002.
25. HENIK, R.A. Echocardiography and Doppler ultrasound. In: MILLER, M.S., TILLEY, L.P. *Manual of canine and feline cardiology*. 2.ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, 1995, p.75-107.
26. JACOBS, J. E.; KOTLER, M. N; PARRY, W. R. Flow patterns in dilated cardiomyopathy: a pulsed wave and color flow Doppler study. *Journal American Society of Echocardiography*, v. 3, n. 4, p. 294-302, 1990.
27. JAUDON, J.P., PERROT, C., VIAUD, F. et al. Bases físicas, tecnológicas e semiológicas da ultra-sonografia clínica. *A Hora Veterinária*, v. 11, n. 64, p.10-16, 1991.
28. KIENLE, R. K.; THOMAS, W. P. Echocardiography. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1995. p. 198-256.
29. KIRBERGER, R.M. Doppler echocardiography: facts and physics for practitioners. *Compendium on Continuing Education for the Practicing Veterinarian*, v.13, n.11, p.1679-1686, 1991.
30. KIRBERGER, R. M.; VAN-DEN BERG, P. B.; DARAZS, B. Doppler echocardiography in the normal dog: part II – factors influencing flow velocities and a comparison between left and right heart blood flow. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 33, n. 6, p. 380-386, 1992.
31. KITTLESON, M. D. Eletrocardiography: basic concepts, diagnosis of chamber enlargement, and intraventricular conduction disturbances. In: KITTLESON, M. D.; KIENLE, R. D. *Small animal cardiovascular medicine*. St. Louis: Mosby, 1998. Cap. 5, p. 72-94.
32. KNIGHT, D. H. Fisiopatologia da insuficiência cardíaca e avaliação clínica da função cardíaca. In: ETTINGER, S. J., FELDMAN, E. D. *Tratado de Medicina Interna Veterinária*. São Paulo: Manole, 1997. Cap. 91, v. 2, p. 1185-1217.
33. KOCK, J.; PEDERSEN, A. L.; JENSEN, A. L. et al. M-mode echocardiographic diagnosis of dilated cardiomyopathy in giant breed dogs. *Journal of Veterinary Medicine Series A*, v. 43, n. 5, p. 297-304, 1996.

34. LAMONT, L. A.; BULMER, B. J.; SISSON, D. D. et al. Doppler echocardiographic effects of medetomidine on dynamic left ventricular outflow tract obstruction in cats. *Journal of American Veterinary Medical Association*, v. 221, n. 9, p. 1276-1281, 2002.
35. LEE, B. H.; DUKES-McEWAN, J.; FRENCH, A. T. et al. Evaluation of a novel Doppler index of combined systolic and diastolic myocardial performance in Newfoundland dogs with familial prevalence of dilated cardiomyopathy. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, v. 43, n. 2, p. 154-165, 2002.
36. LOMBARD, C.W. Normal values of the canine M-mode echocardiogram. *American Journal of Veterinary Research*, v. 45, n. 10, p. 2015-2018, 1984.
37. MANIU, C. V.; NISHIMURA, R. A.; TAJIK, J. Tachycardia during the valsalva maneuver: a sign of normal diastolic filling pressures. *Journal American Society of Echocardiography*, v. 17, n. 6, p. 634-637, 2004.
38. MARTIN, M.W.S. Small animal echocardiography. In: GODDARD, P.J. *Veterinary Ultrasonography*. UK: Cab International, 1995, p.131-165.
39. MEY, S. D.; SUTTER, J. D.; VIERENDEELS, J. et al. Diastolic filling and pressure imaging: taking advantage of the information in a colour M-mode Doppler image. *European Journal Echocardiography*, v. 2, n. 4, p. 219-233, 2001.
40. MORCERF, F.A.P. *Ecocardiografia uni-bidimensional e Doppler*. 2 ed. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter, 1996, 671p.
41. MUZZI, R. A. L.; ARAÚJO, R. B.; MUZZI, L. A. L. et al. Ecocardiografia modo M em cães normais da raça pastor alemão (origem americana) do canil da polícia militar do estado de Minas Gerais, Brasil. *Ciência Rural*, v. 30, n. 5, p. 819-824, 2000.
42. MUZZI, R. A. L.; MUZZI, L. A. L.; ARAÚJO, R. B. et al. EcoDopplercardiografia em cães – breve descrição do método. *Clínica Veterinária*, ano 3, n. 14, p. 18-22, 1998.
43. NAGUEH, S. F.; KOPELEN, H. A.; ZOGHBI, W. A. et al. Relation of mean right atrial pressure to echocardiographic and Doppler parameters of right atrial and right ventricular function. *Circulation*, v. 93, n. 6, p. 1160-1169, 1996.
44. NAGUEH, S. F.; LAKKIS, N. M.; MIDDLETON, K. J. et al. Doppler estimation of left ventricular pressures in patients with hypertrophic cardiomyopathy. *Circulation*, v. 99, n. 2, p. 254-261, 1999.
45. NISHIMURA, R. A.; TAJIK, A. J. Evaluation of diastolic filling of left ventricle in health and disease: Doppler echocardiography is the clinician's rosetta stone. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 30, n. 1, p. 8-18, 1997.

46. NISHIMURA, R. A.; TAJIK, A. J. The valsalva maneuver – 3 centuries later. *Mayo Clinic Proceedings*, v. 79, n. 4, p. 577-578, 2004.
47. NUNES, M. C. P.; BARBOSA, M. M.; ROCHA, M. O. C. Valor prognóstico da disfunção diastólica em pacientes com miocardiopatia dilatada chagásica. *Revista Brasileira de Ecocardiografia*, v. 17, n. 4, p. 15-22, 2004.
48. NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S., WISNER, E. R. Physical principles, instrumentation, and safety of diagnosis ultrasound. In: NYLAND, T. G.; MATTOON, J. S. *Veterinary Diagnostic Ultrasound*. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 1995. p. 3-19.
49. OHARA, V. Y. T.; AGUILAR, R. E. M. Ecocardiografia. In: BELERENIAN, G. C.; MUCHA, C. J.; CAMACHO, A. A. *Afeções Cardiovasculares em Pequenos Animais*. São Paulo: Interbook, 2003. p. 58-67.
50. O'LEARY, C. A.; MACKAY, B. M.; TAPLIN, R. H. et al. Echocardiographic parameters in 14 healthy English Bull Terriers. *Australian Veterinary Journal*, v. 81, n. 9, p. 535-542, 2003.
51. PALECEK, T.; LINHART, A.; BULTAS, J. et al. Comparison of early diastolic mitral annular velocity in detection of mild to moderate left ventricular diastolic function. *European Journal Echocardiography*, v. 5, n. 3, p. 196-204, 2004.
52. PALMIERI, V.; AREZZI, E.; SABATELLA, M. et al. Interstudy reproducibility of parameters of left ventricular diastolic function: a Doppler echocardiography study. *Journal American Society of Echocardiography*, v. 16, n. 11, p. 1128-1135, 2003.
53. PARTHENAKIS, F. I.; PATRIANAKOS, A. P.; TZERAKIS, P. G. et al. Late left ventricular diastolic flow propagation velocity determined by color M-mode Doppler in assessment of diastolic dysfunction. *Journal American Society of Echocardiography*, v. 17, n. 2, p. 139-145, 2004.
54. PEDERSEN, K. D.; LORENTZEN, K. A.; KRISTENSEN, B. O. Observer variation in the two-dimensional echocardiographic evaluation of mitral valve prolapse in dogs. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 37, n. 5, p. 367-372, 1996.
55. PEDONE, M. D.; CASTRO, I.; HATEM, D. et al. Variações de parâmetros da função diastólica do ventrículo esquerdo de acordo com a idade através da ecocardiografia com Doppler tecidual. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 83, n. 6, p. 462-465, 2004.
56. RAJAGOPALAN, N.; GARCIA, M. J.; RODRIGUEZ, L. et al. Comparation of the new Doppler echocardiographic methods to differentiate constrictive pericardial heart disease and restritive cardiomyopathy. *The American Journal of Cardiology*, v. 87, n. 1, p. 86-94, 2001.

57. RISHNIW, M.; ERB, H. N. Evaluation of four 2-dimensional echocardiographic methods of assessing left atrial size in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 14, n. 4, p. 429-435, 2000.
58. SANTILLI, R. A.; BUSSADORI, C. Doppler Echocardiographic study of left ventricular diastole in non-anesthetized healthy cats. *The Veterinary Journal*, v. 156, n. 3, p. 203-215, 1998.
59. SCHOBER, K. E.; FUENTES, V. L.; BONAGURA, J. D. Comparison between invasive hemodynamic measurements and noninvasive assessment of left ventricular diastolic function by use of Doppler echocardiography in healthy anesthetized cats. *American Journal of Veterinary Research*, v. 64, n. 1, p. 93-103, 2003.
60. SHIMIZU, Y.; UEMATSU, M.; SHIMIZU, H. et al. Peak negative myocardial velocity gradient in early diastole as a noninvasive indicator of left ventricular diastolic function – comparison with transmitral flow velocity indices. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 32, n. 5, p. 1418-1425, 1998.
61. SISSON, D. D.; DANIEL, G. B.; TWARDOCK, A. R. Comparison of left ventricular ejection fractions determined in healthy anesthetized dogs by echocardiography and gated equilibrium radionuclide ventriculography. *American Journal of Veterinary Research*, v. 50, n. 11, p. 1840-1847, 1989.
62. SILVA, C. E. S. S.; FERREIRA, L. D. C.; MONACO, C. G. et al. *O ecocardiograma no apoio à decisão clínica*. 3.ed. Rio de Janeiro: Livraria e Editora Revinter, 2003, 274p.
63. SILVA, E. F. *Índices ecoDopplercardiográficos de função ventricular esquerda em cães das raças Boxer e Schnauzer miniatura*. 2005. 33f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
64. SNYDER, P. S.; SATO, T.; ATKINS, C. E. A comparison of echocardiographic indices of the nonracing, healthy greyhound to reference values from other breeds. *Veterinary Radiology & Ultrasound*, v. 36, n. 5, p. 387-392, 1995.
65. SPINOSA, H. S.; GÓRNIAK, S. L. Tranqüilizantes e relaxantes musculares de ação central. In: SPINOSA, H. S., GÓRNIAK, S. L., BERNARDI, M. M. *Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. Cap. 14, p. 131-139.
66. STEPIEN; R. L; BONAGURA, J. D.; BEDNARSKI, R. M. et al. Cardiorespiratory effects of acepromazina maleate and buprenorphine hydrochloride in clinically normal dogs. *American Journal of Veterinary Research*, v. 56, n. 1, p. 78-84, 1995.

67. STEPIEN, R. L.; RAPOPORT, G. S.; HENIK, R. A. et al. Comparative diagnostic test characteristics of oscillometric and doppler ultrasonographic methods in the detection of systolic hypertension in dogs. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 17, n. 1, p. 65-72, 2003.
68. TAKATSUJI, H.; MIKAMI, T.; URASAWA, K. et al. A new approach for evaluation of left ventricular diastolic function: spatial and temporal analysis of left ventricular filling flow propagation by Color M-mode Doppler echocardiography. *Journal of the American College of Cardiology*, v. 27, n. 2, p. 365-371, 1996.
69. TIDHOLM, A.; SVENSSON, H.; SYLVÉN, C. Survival and prognostic factors in 189 dogs with dilated cardiomyopathy. *Journal of the American Hospital Association*, v. 33, n. 4, p. 364-368, 1997.
70. TILLEY, L. P. *Essentials of canine and feline eletrocardiography*. 3. ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1992. 470p.
71. THOMAS, W.P., GABER, C.E., JACOBS, G.J. et al. Recommendations for standards in transthoracic two-dimensional echocardiography in the dog and cat. The echocardiography Committee of the Specialty of Cardiology, American College of Veterinary Internal Medicine. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, v. 7, n. 4, p. 247-252, 1993.
72. WILKENSHOFF, U. M.; HATLE, L.; SOVANY, A. et al. Age-dependent changes in regional diastolic function evaluated by color Doppler myocardial imaging: a comparison with pulsed Doppler indexes of global function. *Journal American Society of Echocardiography*, v. 14, n. 10, p. 959-969, 2001.

8. APÊNDICE – FÓRMULAS UTILIZADAS

a) Fração de ejeção pelo método de Teichholz (FE):

$$FE = \frac{\text{Vol.d} - \text{Vol.s}}{\text{Vol. d}} \cdot 100 [\%]$$

Onde: Vol.d = volume diastólico do ventrículo esquerdo na diástole; Vol.s = volume sistólico do ventrículo esquerdo.

b) Percentual de encurtamento sistólico do diâmetro do ventrículo esquerdo (% Δ D):

$$\% \Delta D = \frac{\text{VEd} - \text{VEs}}{\text{VEd}} \cdot 100 [\%]$$

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

c) Relação diâmetro do átrio esquerdo/aorta no modo M (Ae/Ao(m)):

$$Ao/Ae(m) = \frac{Ae(m)s}{Ao(m)d}$$

Onde: Ae(m) = diâmetro interno do átrio esquerdo na sístole; Ao(m) = diâmetro da raiz aórtica na diástole.

d) Relação diâmetro do átrio esquerdo/aorta no modo B (Ae/Ao(b)):

$$Ao/Ae(b) = \frac{Ae(b)}{Ao(b)}$$

Onde: Ae(b) = diâmetro interno do átrio esquerdo na diástole; Ao(b) = diâmetro da raiz aórtica na diástole.

e) Relação entre as ondas Em/Am (E/Am):

$$Em/Am = \frac{\text{Pico de velocidade da onda Em}}{\text{Pico de velocidade da onda Am}}$$

f) Relação entre as ondas Et/At (E/At):

$$Et/At = \frac{\text{Pico de velocidade da onda Et}}{\text{Pico de velocidade da onda At}}$$