

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA

IVY CURY ANDRADE

ANÁLISE DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA EM GATOS APARENTEMENTE  
SAUDÁVEIS

Uberlândia – MG

2023

IVY CURY ANDRADE

ANÁLISE DA FUNÇÃO ATRIAL ESQUERDA EM GATOS APARENTEMENTE  
SAUDÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Faculdade de medicina veterinária da  
Universidade Federal de Uberlândia como  
requisito para aprovação na disciplina Trabalho  
de Conclusão de Curso II

Área de concentração: Cardiologia e Clínica  
Veterinária

Uberlândia, 27 de junho de 2023

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Matheus Matioli Mantovani  
Orientador FAMEV - UFU

---

Prof. Dra. Mônica Horr  
Professora FAMEV - UFU/MG

---

M.V. Maressa Braga Silva  
Médica Veterinária HV-UFU/MG

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente aos meus pais, pelo incentivo, motivação e orientação durante toda a minha graduação, o apoio deles perante as minhas decisões e planos durante esses cinco anos foi essencial para minha evolução e para construir a pessoa que sou hoje.

Aos meus amigos de curso e colegas de sala Amanda, Any, Bruna, Rodrigo, João Vitor, Thais e Lucas que foram muito importantes para mim em diversos momentos da graduação.

À minha amiga Julia, que considero como irmã, por estar presente há muito tempo na minha vida e sempre me apoiar durante a minha formação mesmo estando bastante longe de mim.

À minha amiga Litssa que morou comigo durante esse final de graduação e foi muito importante para mim, fornecendo apoio às minhas decisões e companheirismo.

Ao meu professor orientador Matheus e à médica veterinária Jaqueline por terem feito eu me apaixonar pela cardiologia veterinária e auxiliado na transformação dessa pesquisa em realidade, sendo bastante gratificante concluí-la.

À professora Mônica Horr, que é uma das pessoas mais admiradas por mim dentro da área de anestesiologia e me encantou desde o primeiro dia de aula.

## RESUMO

As cardiomiopatias são afecções do sistema cardiovascular bastante comuns na clínica médica de felinos, sendo a cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico a doença mais ocorrente que abrange a maioria da população dos gatos. O exame ecodopplercardiográfico é bastante utilizado para o diagnóstico dessas enfermidades, sendo aplicado rotineiramente na clínica de pequenos animais. É importante ressaltar que o aumento da dimensão atrial esquerda e o decréscimo de sua função podem ser importantes marcadores para avaliação da evolução e cronicidade da cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico em felinos, contribuindo para realizar o estadiamento da doença, assim como, predispor a possibilidade de ocorrência de evento congestivo ou quadro de tromboembolismo arterial felino. Objetivou-se avaliar e padronizar os índices de função e volume atrial esquerdo em gatos saudáveis, estabelecendo intervalos de referência, que poderão ser aplicados no diagnóstico de animais cardiopatas. Portanto, na metodologia, foram mensurados os volumes atriais de dez animais pelos métodos de Simpson e Área-Comprimento em três fases (reservatório, bomba e condução) e realizada a comparação para padronização. Foi obtido boa reprodutibilidade e pouca variabilidade das medidas de volume entre os gatos estudados, sendo uma pesquisa pioneira, pois ainda não existem referências relatadas formalmente comparando os métodos utilizados em gatos sedados apenas com butorfanol.

**Palavras-chave:** cardiomiopatias; gatos ; cardiomiopatia hipertrófica; função atrial esquerda; insuficiência cardíaca congestiva; tromboembolismo arterial; volume atrial.

## ABSTRACT

Cardiomyopathies are disorders of the cardiovascular system that are quite common in feline medicine, with hypertrophic phenotype cardiomyopathy being the most common disease that covers the majority of the cat population. Doppler echocardiography is widely used for diagnosing these diseases and is routinely applied in small animal clinics. It is important to emphasize that the increase in the left atrial dimension and the decrease in its function can be important markers for evaluating the evolution and chronicity of the hypertrophic phenotype cardiomyopathy in cats, contributing to staging the disease, as well as predisposing the possibility of occurrence congestive event or feline arterial thromboembolism. The objective was to evaluate and standardize the indices of left atrial function and volume in healthy cats, establishing reference intervals that could be applied in the diagnosis of animals with heart disease. Therefore, in the methodology, the atrial volumes of ten animals were measured using the Simpson and Area-Length methods in three phases (reservoir, pump, and conduction) and a comparison was made for standardization. Good reproducibility and little variability of volume measurements were obtained among the cats studied, being pioneering research, as there are still no formally reported references comparing the methods used in cats sedated with only butorphanol.

**Keywords:** cardiomyopathies; cats; hypertrophic cardiomyopathy; left atrial function; congestive heart failure; arterial thromboembolism; atrial volume.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Fluxograma da fisiopatologia da cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico.....	16
Figura 2 – Estadiamento das cardiomiopatias.....	18
Figura 3 – Métodos de mensuração do volume atrial esquerdo.....	22
Figuras 4 e 5 – Aparelho de ecocardiografia e transdutor utilizados.....	27
Figuras 6 ,7 e 8 – Representação de volumes atriais obtidos durante as três fases do ciclo atrial.....	31
Quadro 1 – Características ecocardiográficas associadas ao risco de ICC ou TEA.....	24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados referentes à anamnese dos felinos avaliados no HV-UFU no ano de 2023.....	29
Tabela 2 – Variáveis ecodopplercardiográficas de 10 gatos aparentemente saudáveis obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.....	32
Tabela 3 – Variáveis ecodopplercardiográficas que representam a função atrial esquerda global, calculadas com base nas mudanças dos volumes (VAE) pelo método de Simpson de gatos hípidos (A) obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.....	32
Tabela 4 – Variáveis ecocardiográficas que representam a função atrial esquerda global, calculadas com base nas mudanças dos volumes (VAE) pelo método de Área-Comprimento de gatos hípidos (A) obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.....	33
Tabela 5 – Intervalos de referência do volume atrial em três fases pelos métodos de Simpson e Área-Comprimento obtidos pelos dados coletados no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D bidimensional  
AAE área atrial esquerda  
ACVIM American College of Veterinary Internal Medicine  
AE átrio esquerdo  
AE/Ao diâmetro do átrio esquerdo em relação ao diâmetro da raiz da aorta  
AHA American Heart Association  
Ao aorta  
ATP trifosfato de adenosina  
CMD cardiomiopatia dilatada  
CMH cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico  
CMH cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico obstrutiva  
CMR cardiomiopatia restritiva  
DIVE<sub>d</sub> diâmetro interno do ventrículo esquerdo na diástole  
DIVE<sub>s</sub> diâmetro interno do ventrículo esquerdo na sístole  
ECG eletrocardiograma ou eletrocardiografia  
EP edema pulmonar  
FC frequência cardíaca  
FE<sub>a</sub> fração de ejeção ativa  
FEAE fração de ejeção atrial esquerda  
FE<sub>p</sub> fração de ejeção passiva  
FE<sub>t</sub> fração de ejeção total  
FR frequência respiratória  
FS% fração de encurtamento  
HVE hipertrofia do ventrículo esquerdo  
ICC insuficiência cardíaca congestiva  
iECA inibidor da enzima conversora de angiotensina  
OVSVE obstrução da via de saída ventricular esquerda  
Onda A pico de velocidade de enchimento ventricular tardio  
Onda Am enchimento ventricular tardio  
Onda E pico de velocidade de enchimento ventricular precoce

Onda Em enchimento ventricular precoce

TEA tromboembolismo arterial

TRIV tempo de relaxamento isovolumétrico

UFU Universidade Federal de Uberlândia

VAEmax volume atrial esquerdo máximo

VAEmed volume atrial esquerdo médio

VAEmin volume atrial esquerdo mínimo

VE ventrículo esquerdo

VSVE via de saída do ventrículo esquerdo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>13</b>
2.1. Objetivos específicos.....	13
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
<b>3.1. Cardiomiopatia hipertrófica em felinos.....</b>	<b>14</b>
3.1.1 Fisiopatologia da doença.....	15
3.1.2 Achados clínicos.....	16
3.1.3 Diagnóstico.....	17
<b>3.2. Estadiamento das cardiomiopatias e risco de ICC e TEA.....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Tratamento recomendado.....	19
<b>3.3. Exame ecocardiográfico e avaliação da função atrial esquerda.....</b>	<b>21</b>
3.3.1 Método de Simpson.....	23
3.3.2 Ciclo atrial.....	24
<b>4 METODOLOGIA.....</b>	<b>25</b>
<b>4.1. Seleção e estadiamento dos pacientes.....</b>	<b>26</b>
<b>4.2. Exame ecocardiográfico convencional e tecidual.....</b>	<b>26</b>
<b>4.3. Análise da função atrial esquerda.....</b>	<b>28</b>
<b>4.4. Análise estatística.....</b>	<b>28</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>6 DISCUSSÃO.....</b>	<b>34</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

As cardiomiopatias são a causa mais comum de acometimento cardiovascular tanto em morbidade quanto em mortalidade na população felina atualmente. Elas constituem um grupo heterogêneo de doenças que afetam o miocárdio e possuem vários fenótipos. De acordo com a American College of Veterinary Internal Medicine (Associação Americana de Medicina Veterinária Interna), os fenótipos mais comuns em felinos são o hipertrófico (CMH), restritivo (CMR), dilatado (porém não tão comum quanto em cães de grande porte, CMD), arritmogênica do ventrículo direito e não específico (LUIS FUENTES et al, 2020).

O fenótipo hipertrófico é o mais comum na rotina da medicina felina, neste ocorre uma hipertrofia da musculatura cardíaca, sendo que os miofibrócitos do VE sofrem um processo hiperplásico, reduzindo o lúmen da cavidade ventricular. Em relação ao fenótipo restritivo, há uma deposição de tecido fibroso que pode ser destinada ao endocárdio ou miocárdio, o que vai restringir o relaxamento ventricular, afetando o enchimento ventricular diastólico, o que pode levar à hipoperfusão sistêmica. A cardiomiopatia dilatada já é mais rara de ocorrer no felino de forma primária, geralmente ela é associada a uma doença secundária como miocardite por PIF (peritonite infecciosa felina) ou disfunção sistólica com redução da contratilidade ventricular. O fenótipo que leva à cardiomiopatia arritmogênica do ventrículo direito não é tão comum em felinos. Já no fenótipo não específico, o ventrículo vai apresentar alterações variadas não podendo ser correlacionadas a um fenótipo específico (LUIS FUENTES et al, 2020, FOX, et al, 2018).

O espessamento do VE originado na CMH, pode possuir também causas secundárias que devem ser diagnósticos diferenciais como a estenose aórtica, desidratação, hipertensão arterial sistêmica e doenças endócrinas como o hipertireoidismo e acromegalia que são bastante comuns nos felinos. Entretanto, se um gato apresenta um espessamento grave de VE na diástole por exemplo >sete milímetros concomitantemente com hipertensão arterial ou hipertireoidismo, provavelmente esses fatores não são os únicos responsáveis por essa hipertrofia ventricular, devendo haver uma investigação mais aprofundada (LUIS FUENTES, et al, 2020, FRIES RC, KADOTANI S, KEATING SCJ, 2021).

É relatado em estudos que se o gato apresenta algum desses tipos de doença sistêmica e for submetido ao tratamento respectivo, a hipertrofia ventricular esquerda com certeza se reduzirá e demonstra que, essas doenças sistêmicas, tanto hipertireoidismo quanto hipertensão podem estar agravando o espessamento ventricular de um animal que já apresenta a CMH, não sendo objetivo da causa primária. Por fim, hipertireoidismo, acromegalia e hipertensão

sistêmica são raras em gatos jovens e a estenose aórtica é rara em qualquer gato (MARK D KITTLESON DVM, PhD, DACVIM CARDIOLOGY, 2021, LUIS FUENTES et al, 2020).

Para diagnóstico das cardiomiopatias e cardiopatias em geral, a ecocardiografia é uma ferramenta não invasiva frequentemente usada para obter imagens cardíacas e de estruturas circundantes, sendo denominada como o ultrassom do coração por justamente utilizar do mesmo mecanismo presente na ultrassonografia. Utiliza-se cinco planos de eixo curto ao longo do coração . Pode ser empregada para avaliação da função cardíaca sistólica , das dimensões das câmaras, espessura da parede e morfologia das válvulas. As informações hemodinâmicas e a função cardíaca diastólica podem ser avaliadas pela ecocardiografia no modo doppler. Esse exame também é importante na detecção de acúmulo de líquido no espaço pericárdico ou pleural e na visualização de massas tumorais na estrutura cardíaca ou próximas (MICHELLE ST JOHN e H. EDWARD DUNHAM , 2017).

Existem três modalidades de ecocardiografia que são frequentemente utilizadas: modo bidimensional ou B, modo de movimento ou M e avaliação Doppler. Falando especificamente sobre elas, a ecocardiografia bidimensional (2-D) exibe imagens do coração que permitem avaliá-lo qualitativamente assim como o pericárdio; essas imagens em tempo real permitem uma melhor definição da anatomia cardíaca, fisiologia e patologia. O modo de movimento (M), usa um único feixe para cruzar um ponto específico, fazendo a secção do tecido cardíaco e permite o cálculo de índices de função miocárdica e a obtenção de informações quantitativas durante a sístole e diástole (MICHELLE ST JOHN e H. EDWARD DUNHAM, JR , MARK D KITTLESON DVM, PhD, DACVIM ,2017).

O estudo Doppler compreende um exame complementar ao ecocardiograma e analisa a direção, velocidade e turbulência do fluxo sanguíneo através das valvas e vasos. O mapeamento de fluxo a cores facilita a detecção de regurgitações e estenoses valvares, sendo essencial para o diagnóstico de cardiopatias congênitas.

Como exposto na introdução deste trabalho, as cardiomiopatias se mostram presentes na rotina clínica da medicina felina, destacando-se principalmente a cardiomiopatia hipertrófica, visto que a sua prevalência aumenta de forma constante com a idade, chegando a quase 30% em gatos assintomáticos com nove anos ou mais. Devido à dificuldade muitas vezes envolvida para realizar o estadiamento e detectar um possível quadro de progressão da doença, muitos gatos passam de assintomáticos para o desenvolvimento de quadros de insuficiência cardíaca congestiva ou tromboembolismo arterial, já com a descoberta tardia da doença. Dessa maneira, o estudo da função atrial esquerda pelo exame de ecodopplercardiograma é necessário para estabelecer padrões de mensuração considerados normais para um gato assintomático e

dessa forma realizar sua aplicabilidade para detectar alterações em animais cardiopatas; sendo assim, felinos cardiopatas podem ser estadiados com uma maior acurácia, assim como, obter um prognóstico mais preciso.

A hipótese desse estudo é que o decréscimo da função atrial esquerda e o aumento do volume atrial podem estar correlacionados com a progressão da cardiomiopatia hipertrófica em felinos (CMH) e piora do prognóstico. O tamanho atrial é um importante marcador prognóstico, usado como meio de subdividir gatos com cardiomiopatia subclínica em baixo risco (B1) e alto risco (B2) ; portanto, os índices de função atrial esquerda dentro da normalidade foram mensurados para serem padronizados posteriormente.

## **2 OBJETIVOS**

Os objetivos principais dessa pesquisa foram avaliar a viabilidade e reprodutibilidade de índices do volume atrial esquerdo pela ecocardiografia usando os métodos monoplanares de cálculo de Simpson e Área-Comprimento; estabelecer intervalos de referência para volume do átrio esquerdo e função fásica em gatos sem doença cardiovascular e avaliar os efeitos da raça, sexo, idade, peso corporal e frequência cardíaca nessas medidas.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Mensuração do volume atrial esquerdo por meio do método de Simpson e pelo método Área- Comprimento em três fases do ciclo atrial, no corte apical quatro câmaras
- Mensuração do diâmetro do AE por meio de um eixo curto paraesternal direito que vai incluir a visualização das cúspides da valva aórtica e a mensuração do diâmetro AE/Ao
- Avaliação do fluxo transmitral atrial (E/A)
- Mensuração da fração de encurtamento do AE
- Mensuração da espessura da parede do VE ao final da diástole e do septo interventricular

### 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Cardiomiopatia hipertrófica em felinos

A cardiomiopatia hipertrófica (CMH) é a doença do miocárdio mais comum que acomete os felinos e se caracteriza por hipertrofia concêntrica do ventrículo esquerdo com espessamento da parede ventricular, podendo ser primária (idiopática) na ausência de outra doença cardíaca ou sistêmica. É importante ressaltar que a câmara do ventrículo esquerdo (VE) na diástole permanece de tamanho normal em alguns gatos e é reduzida em alguns outros (LO et al., 2021). Esta doença também pode ser secundária, sendo resultado de doenças primárias sistêmicas, como o hipertireoidismo (principalmente em animais idosos) a hipertensão arterial e a estenose subaórtica (VARNAVA et al., 2000; NELSON & COUTO, 2009; NORSWORTHY et al., 2009).

Sobre a sua prevalência, na maioria dos humanos e nas raças felinas, a cardiomiopatia hipertrófica (CMH) é causada por uma mutação genética, mais especificamente em um gene que codifica uma proteína (gene da proteína C de ligação à miosina) que contribui para a formação do sarcômero cardíaco (elemento contrátil que inclui miosina e actina) (LO et al., 2021). A incidência da doença é maior em animais de raça pura, dentre elas, Maine Coon, Persa, Ragdoll, Siamês, Sagrado da Birmânia, Pelo longo americano, Pelo curto britânico e Pelo curto americano, sendo essa última a raça mais acometida; os mestiços dessas raças também podem ser afetados (FOX et al., 1995; OWENS & BIERY, 1999; MEURS, 2005; NELSON & COUTO, 2009; NORSWORTHY et al., 2009). Sobre a genética em si desses felinos, animais Maine Coon heterozigotos para a mutação desenvolvem sutis alterações sistólicas e disfunção diastólica, mas geralmente não desenvolvem espessamento da parede e assim são subclínicos. Aqueles que são homozigotos para a mutação comumente desenvolvem vários graus de espessamento de parede ventricular, que são suficientes para resultar em aumento grave do AE e, portanto, insuficiência cardíaca esquerda ou TEA (LO et al., 2021, FRIES RC, KADOTANI S, KEATING SCJ, 2021).

A cardiomiopatia hipertrófica tem uma prevalência estimada de aproximadamente 16% na população geral de gatos (ADRIAN BOSWOOD MA, 2021). Em animais mais velhos, esse índice é muito maior. O sexo também se demonstra importante nos estudos visto que mais machos desenvolvem a doença, mas estes parecem não apresentar um maior risco de insuficiência cardíaca congestiva ou tromboembolismo do que as gatas com CMH.

Recentemente, em estudos realizados, a obesidade foi sugerida como outro fator de risco para hipertrofia do ventrículo esquerdo (LUIS FUENTES & WILKIE, 2017).

### 3.1.1 Fisiopatologia da doença:

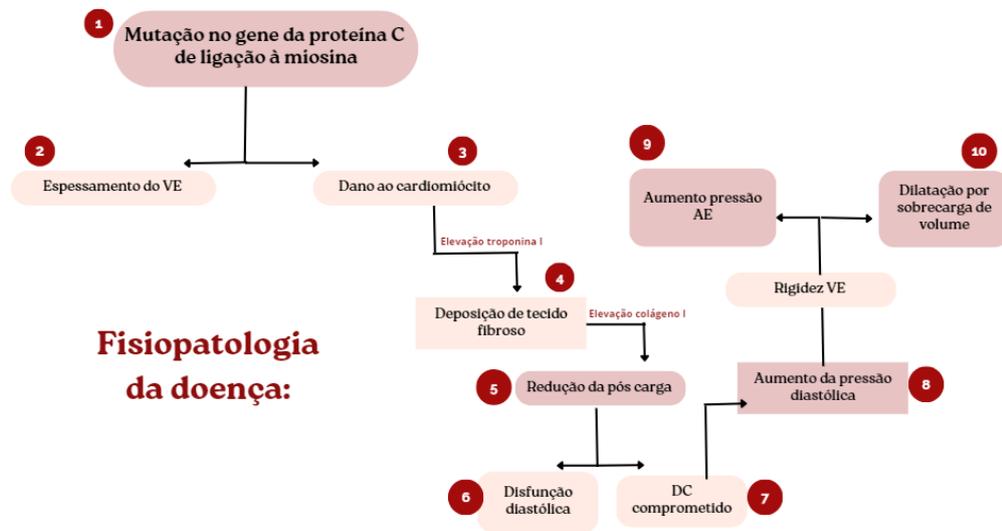
Com o desenvolvimento da doença, a parede do ventrículo esquerdo (VE) se encontra severamente espessada e o suprimento de sangue miocárdico fica comprometido. Isso resulta em dano contínuo ao cardiomiócito, sendo evidenciado por uma elevação na troponina I (biomarcador cardíaco) em gatos com CMH (HAGGSTROM J, LUIS FUENTES V, WESS G, 2015).

Os cardiomiócitos que morrem são substituídos por tecido fibroso, fato que é demonstrado por concentrações aumentadas de biomarcadores circulantes de colágeno tipo I. Devido à diminuição da pós-carga (estresse sistólico para ejeção sanguínea do VE), provocada pelo espessamento da parede do ventrículo, este não vai relaxar normalmente na diástole. Assim, uma anormalidade funcional comum observada na cardiomiopatia hipertrófica é a disfunção diastólica. O VE se apresentará muito rígido e assim, para qualquer volume de sangue que flui para a sua câmara na diástole, a pressão diastólica será aumentada. Como a válvula mitral está aberta na diástole, qualquer que seja a pressão presente no ventrículo esquerdo nesse momento também será a mesma do átrio esquerdo (LO et al, 2020).

Desse modo, o aumento da pressão diastólica no ventrículo esquerdo causa aumento da pressão no átrio esquerdo e isso resultará no aumento atrial por uma sobrecarga de volume causando uma dilatação de suas paredes. Portanto, é conclusivo que os gatos com cardiomiopatia hipertrófica com quadro clínico significativo de disfunção diastólica, vão apresentar aumento atrial esquerdo (PAYNE JR, BRODBELT DC, 2015).

É importante ressaltar que o aumento de pressão no AE resulta em aumento da pressão venosa nas veias pulmonares e da pressão capilar pulmonar, que pode levar ao quadro de edema pulmonar. As veias pleurais viscerais drenam para as veias pulmonares, de modo que um aumento no AE e na pressão venosa pulmonar também são considerados como causadores de derrame pleural em gatos. Desse modo, esses acontecimentos englobam a insuficiência cardíaca esquerda representado pelo fluxograma abaixo na figura 1 (LUIS FUENTES et al, 2020, LUIS FUENTES & WILKIE, 2017):

**Figura 1-** Fluxograma da fisiopatologia da cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico:



Fonte: A autora adaptado de LUIS FUENTES et al, 2020

### 3.1.2 Achados clínicos:

A maioria dos gatos permanece assintomática, embora os sinais clínicos possam ocorrer em qualquer idade, o grupo predominante de animais em risco está entre os mais velhos. Alguns felinos com CMH, no entanto, podem ter um quadro rápido de progressão da doença e desenvolver insuficiência cardíaca congestiva (ICC), tromboembolismo arterial (TEA) ou morte súbita cardíaca (MSC). É fundamental realizar a identificação desses animais de alto risco em procedimentos de intervenções, como anestesia geral ou fluidoterapia intravenosa (LUIS FUENTES & WILKIE, 2017).

Em relação à sintomatologia clínica de sopro, estes ocorrem em 20% a 60% dos gatos, com a proporção de gatos com sopro sendo aumentada com a idade. As causas de um sopro cardíaco em gatos incluem doença do miocárdio, cardiopatia congênita, débito cardíaco elevado como resultado de doenças sistêmicas, dentre elas a anemia e o hipertireoidismo e sopros não patológicos ( KITTLESON MD, 2021).

Em gatos com CMH, estão frequentemente associados à obstrução dinâmica da via de saída do VE. Embora sopros altos sejam mais propensos a indicar doença cardíaca estrutural e estes (grau V/VI ou maior) geralmente indicam defeitos congênitos, muitas vezes não é possível diferenciar gatos normais com sopros inocentes de gatos com cardiomiopatia hipertrófica. Por isso é importante afirmar que uma mudança na intensidade do sopro não indica necessariamente uma mudança no estágio da doença. Além disso, o sopro pode estar ausente em alguns gatos

com a cardiomiopatia e a proporção de gatos afetados sem sopro aumenta em populações mais velhas. É, portanto, importante perceber que a intensidade dele não se relaciona com a gravidade da cardiomiopatia hipertrófica e os gatos com a doença sem sopro têm um aumento no risco de mortalidade cardíaca de acordo com estudos realizados (IRONSIDE VA, TRICKLEBANK PR, 2021).

Dessa forma, um achado mais fidedigno seria a presença de sons de galope, sendo bem mais específico para CMH do que sopros cardíacos. Um som de galope está presente quando os sons de enchimento diastólico das bulhas S3 ou S4 são audíveis e isso geralmente reflete uma disfunção diastólica. Estes sons são ouvidos na maioria das vezes com altas pressões do átrio esquerdo (AE) e um ventrículo esquerdo (VE) rígido, como encontrado em pacientes com alto risco de progressão da cardiomiopatia, mas também com hipertireoidismo ou anemia. (LUIS FUENTES & WILKIE, 2017).

### 3.1.3 Diagnóstico:

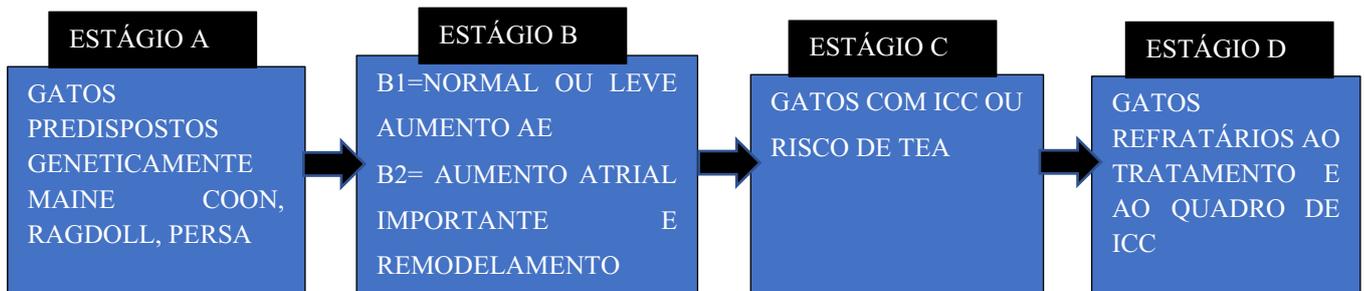
O diagnóstico definitivo da CMH é quase sempre feito com ecocardiografia, embora existam outras doenças que causam espessamento da parede do VE, muitas vezes ainda é um diagnóstico de exclusão (LUIS FUENTES & WILKIE, 2017). A radiografia não pode ser usada para distinguir CMH das outras cardiomiopatias, mas é importante para identificar o aumento grave do AE, principalmente nas projeções ventrodorsal ou dorsoventral. O diagnóstico ecodopplercardiográfico da cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico é simples quando a doença começa a apresentar um quadro de progressão, sendo representado por um espessamento marcado regional ou global da parede do ventrículo esquerdo (VE), os músculos papilares ficam severamente aumentados, há obliteração cavitária sistólica final e aumento severo do átrio esquerdo (AE) (LO et al, 2021).

## 3.2 Estadiamento das cardiomiopatias e risco de ICC ou TEA

De acordo com o Guideline Consensual da ACVIM (Associação Americana de Medicina Veterinária Interna) para classificar, diagnosticar e discutir o manejo da cardiomiopatia em pacientes felinos, o estadiamento para as cardiomiopatias foi adaptado da American Heart Association (AHA) e American College of Veterinary, com o objetivo de fornecer orientações aos médicos veterinários para prognóstico e tomada de decisão terapêutica. Os gatos são divididos em quatro estágios: A, B (B1 e B2), C e D (Figura 2). O estágio A inclui

gatos que são predispostos à cardiomiopatia, mas não possuem evidência de doença miocárdica. O estágio B descreve gatos com cardiomiopatia, mas sem sintomatologia clínica, podendo ser dividido em estágio B1: gatos com baixo risco de insuficiência cardíaca congestiva (ICC) iminente ou tromboembolismo arterial (TEA), sem remodelamento cardíaco importante (normal ou leve aumento atrial) e estágio B2: gatos com maior risco de ICC ou TEA iminente, com remodelamento cardíaco importante (aumento atrial moderado a grave). Felinos que possuem sinais clínicos desenvolvidos de ICC (edema pulmonar/efusão pleural) ou TEA são classificados como estágio C, mesmo se os sinais clínicos desaparecem com o tratamento. Já aqueles com sinais de insuficiência cardíaca congestiva refratários ao tratamento são classificados como estágio D (LUIS FUENTES et al, 2020).

**Figura 2-** Estadiamento das cardiomiopatias felinas



Fonte: LUIS FUENTES et al (2020) adaptado pela autora

É importante ressaltar que o tamanho atrial é um marcador prognóstico importante e pode ser usado como meio de subdividir gatos com cardiomiopatia subclínica em baixo risco (B1) e alto risco (B2). Quanto mais grave o aumento do átrio esquerdo (AE), maior o risco de ICC e TEA, enquadrando este paciente no estágio B2. Outros fatores também devem ser levados em consideração no estadiamento de gatos com cardiomiopatia subclínica, como função sistólica de AE e VE e a hipertrofia do VE, entre outros (IRONSIDE VA, TRICKLEBANK PR, 2021).

Alguns gatos com fenótipo hipertrófico permanecem sem manifestação clínica enquanto outros podem desenvolver quadro congestivo ou tromboembolismo arterial. Felinos mais jovens com ausência de sintomatologia clínica têm sido associados a maior sobrevida. Índices marcadores que nos indicam um risco aumentado de ICC ou TEA incluem a presença de um som de galope ou arritmia ao exame físico do paciente, aumento moderado a grave do AE,

diminuição da fração de encurtamento do AE ( FS%), hipertrofia extrema do VE, diminuição da função sistólica do VE , presença de eco contraste espontâneo na aurícula atrial esquerda, sendo sugestivo de formação de trombo nos vasos ou trombo intracardíaco, afinamento regional da parede com hipocinesia e um padrão restritivo de enchimento diastólico (LUIS FUENTES et al, 2020).

### 3.2.1 Tratamento recomendado:

Não há razão documentada nos estudos para tratar gatos com cardiomiopatia subclínica que possuem um espessamento leve da parede e aumento atrial esquerdo leve (estágio B1) se o objetivo é atrasar o início da insuficiência cardíaca. Isto porque não há comprovação que medicações como inibidores da ECA, betabloqueadores e a espirolactona por exemplo, demonstrem reduzir a hipertrofia ou progressão da doença (LUIS FUENTES & WILKIE, 2017). O que pode ser realizado é a monitoração do gato para evitar desenvolvimento de aumento grave do AE e progressão para o estágio B2, (de modo que os antiplaquetários/terapia anticoagulante pode ser iniciada) principalmente se houver presença de contraste espontâneo na aurícula atrial). Não é recomendado colocar o animal em cruzamentos se estiver sexualmente intacto pelo envolvimento genético e deve-se monitorar para evitar o início da insuficiência cardíaca esquerda. Felinos com cardiomiopatia estágio B1 são considerados de baixo risco de ICC ou TEA (LO et al , 2021).

Felinos no estágio B2 apresentam alto risco de desenvolverem insuficiência cardíaca congestiva ou tromboembolismo arterial pelo remodelamento cardíaco. A prevenção primária de tromboembolismo em gatos com cardiomiopatia subclínica ainda não foi relatada nos estudos, mas a trombopfilaxia é recomendada quando fatores de risco conhecidos para TEA estão presentes como a presença do “contraste espontâneo” no exame de ecocardiografia ou extremidades/coxins arroxeados.

O fármaco clopidogrel, portanto, é recomendado em gatos considerados em risco de TEA ( com aumento moderado a grave do AE, baixa FS% do AE). É importante lembrar que este medicamento não elimina o risco de tromboembolismo e, portanto, outras drogas antitrombóticas podem ser consideradas além do clopidogrel em gatos de alto risco para desenvolvimento de trombos como por exemplo a associação com a rivaroxabana (ASHLEY L WALKER, CATHERINE J , RONALD HL , JOSHUA A, 2021).

Felinos com cardiomiopatia de estágio B2 devem ser monitorados quanto à progressão da doença e desenvolvimento de sinais clínicos, mas os efeitos de estresse causado pela

reexaminação também devem ser levados em consideração; a frequência respiratória deve ser mantida menor que 30 rpm (respirações por minuto). Em 2 estudos randomizados, controlados por placebo, nem um inibidor da enzima conversora de angiotensina (ECA), nem a espironolactona tiveram qualquer efeito sobre a massa do VE ou função diastólica em gatos com cardiomiopatia hipertrófica. O medicamento pimobendan também não foi relatado para uso em gatos com cardiomiopatia subclínica. As ectopias ventriculares, principalmente gerando arritmias ventriculares foram relatadas como comuns na presença de CMH, portanto o fármaco atenolol pode ser usado como terapia antiarrítmica e para fibrilação atrial ou em casos de obstrução da via de saída do VE ( WILKIE, 2017).

Felinos que se encontram no estágio C1 precisam de manejo hospitalar agudo; o paciente geralmente apresenta um quadro de insuficiência cardíaca congestiva ou tromboembolismo arterial definido. O tratamento deve se iniciar com um diurético, furosemida por exemplo, imediatamente quando a suspeita para ICC é alta, por exemplo, se houver hipotermia e um som de galope, especialmente quando a ecocardiografia ou a radiografia torácica estão indisponíveis ou o risco de contenção para avaliação diagnóstica parece exceder os benefícios.

A administração de oxigênio é recomendada para qualquer gato com dificuldade respiratória e a sedação com ansiolíticos (por exemplo, butorfanol 0,2 a 0,3mg/kg IM), que é o mais indicado, também deve ser considerada. O estresse deve ser ainda mais minimizado pelo manuseio cuidadoso e adequação de um ambiente silencioso para realizar o manejo (LUIS FUENTES et al, 2020). A administração intravenosa de furosemida, em bolus múltiplos de 1 a 2 mg/kg ou uma infusão de taxa constante, é recomendado para ICC e edema pulmonar em particular. A toracocentese deve ser realizada quando o desconforto respiratório resulta de uma efusão pleural diagnosticada. O tratamento com fluidos intravenosos é contraindicado em gatos com congestão evidente, edema ou derrame e pode exacerbar os sinais de ICC mesmo que os diuréticos sejam administrados ao mesmo tempo. Em felinos com sinais de baixo débito cardíaco (por exemplo, hipotensão, hipotermia, bradicardia), o tratamento via oral com pimobendan pode ser considerado, desde que tenha disfunção sistólica (SCHOBER, KE, RUSH, JE, LUIS FUENTES, et al, 2020). O uso do fármaco Dobutamina também pode ser considerado nesse caso.

Para o quadro tromboembólico também é recomendada a terapia com anticoagulantes como a enoxiheparina para redução da formação de novos trombos e como antiplaquetário o clopidogrel mencionado anteriormente. Sendo necessário colocar o animal sobre infusão contínua do fármaco opioide fentanil (como sugestão) para analgesia. O atenolol é

recomendado para taquiarritmias ventriculares e se houver OVSVE (COLEMAN AE, 2020). A reavaliação é recomendada três a sete dias após a alta para avaliar a resolução da ICC e monitorar a função renal e as concentrações séricas de eletrólitos. Recomenda-se que os tutores monitorem a frequência respiratória de repouso ou sono do paciente com o objetivo de manter a frequência respiratória menor que 30 respirações/min como mencionado anteriormente.

Já os gatos que estão estágio C2, o manejo do paciente é feito em casa, sendo um quadro de insuficiência cardíaca crônica, devendo priorizar a inibição de evento tromboembólico.

Por fim, no estágio D, como o animal é refratário ao tratamento, o fármaco torsemida pode ser considerado no lugar da furosemida em gatos com ICC persistente sendo mais potente, em uma dose inicial de 0,1 a 0,2 mg/kg via oral a cada 24h e titulação ascendente até o efeito. (LUIS FUENTES et al, 2020). O fármaco espironolactona 1 a 2 mg/kg VO 12h a 24h também pode ser considerado para o tratamento da ICC crônica. A suplementação do aminoácido taurina a 250 mg via oral a cada 12h também é recomendada para gatos com disfunção sistólica global do VE, a menos que as concentrações plasmáticas de taurina estiverem na faixa normal. Ademais, alimentos com alto teor de sal deve ser evitados (MICHALEK, M., TABÍS, A., PASLASWKA, et al, 2020).

É importante ressaltar que existe o quadro de caquexia cardíaca, definido para a perda de massa muscular ou magra associada à insuficiência cardíaca e ele pode estar presente em gatos com cardiomiopatia no estágio D. A ingestão de calorias deve ser priorizada sobre a restrição de ingestão de sódio e o escore de condição corporal deve ser registrado, obtendo um peso corporal preciso em cada consulta de monitoração clínica. Recomenda-se que a concentração sérica de potássio seja monitorada e se a hipocalemia (diminuição da concentração sérica de potássio) for identificada, a dieta deve ser complementada com potássio de fontes naturais ou comerciais. Essa suplementação é bastante importante pois a hipocalemia pode gerar batimentos ectópicos e predispor o felino a desenvolver arritmias, principalmente ventriculares (COLEMAN AE, MICHALEK, 2020).

### **3.3 Exame ecocardiográfico e avaliação da função atrial esquerda**

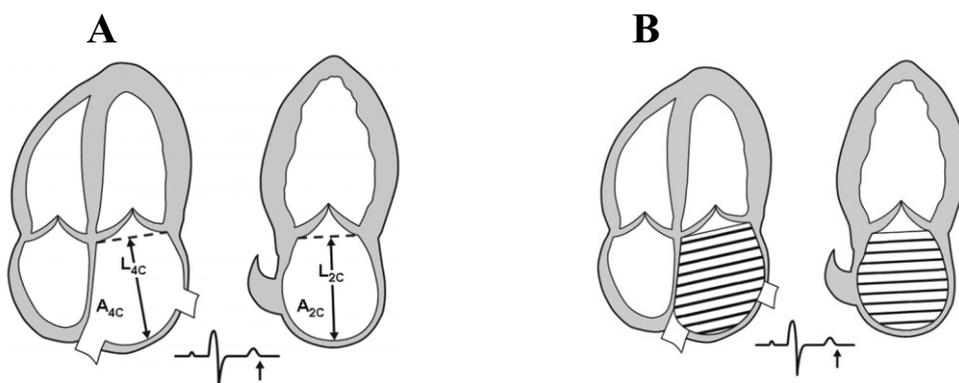
O exame ecocardiográfico é mais fidedigno para realizar o diagnóstico da cardiomiopatia de fenótipo hipertrófico em felinos em lugares onde não há o teste genético. A mensuração do espessamento da parede do ventrículo esquerdo ao final da diástole é essencial para iniciarmos o diagnóstico da doença; o limite superior do que é considerado normal para a espessura/ diâmetro diastólico final do VE tem sido tradicionalmente fixado em um máximo de

5,5 mm e qualquer valor maior que 6 mm é amplamente considerado evidência de hipertrofia do VE na ausência de depleção de pré-carga (J. HAGGSTROM et al, 2015).

Em gatos, o tamanho do AE também é importante para o prognóstico da doença e é normalmente mensurado utilizando dimensões lineares, como a relação entre o AE e aorta (AE/Ao) e o normal deve ser menor que 1,6 cm; as mensurações tanto da aorta como do átrio esquerdo devem ser realizadas no momento diástole, no ciclo cardíaco. O átrio esquerdo pode apresentar uma variação de tamanho durante a diástole, por isso é necessário atenção ao exame no momento da mensuração do seu diâmetro máximo (ABDUCH MCD, DULER; SCOLLAN; LEBLANC, 2019). A função atrial esquerda nos felinos pode ser avaliada por medidas lineares e volumétricas; exemplos dessas medidas são o doppler espectral do fluxo transmitral, venoso pulmonar e apêndice do AE, além disso, temos o doppler tecidual e a análise de deformação (speckle tracking) (HOIT, 2014; JOHNS; NELSON; GAY, 2012; LINNEY et al., 2014; SCHOBBER). Estes métodos citados anteriormente, possuem ação mediadora tanto do estado hemodinâmico quanto de função atrial, fornecendo informações como as frações de ejeção e encurtamento. Desse modo, em uma definição detalhada, a fração de ejeção é a quantidade em porcentagem de volume sanguíneo que é ejetado pelo AE durante um batimento cardíaco (RAUCH et al., 2020), enquanto a fração de encurtamento é a mudança percentual no diâmetro interno da câmara durante a sístole (KIENLE; THOMAS, 2004).

O volume atrial esquerdo, pode ser quantificado por meio da ecocardiografia bidimensional, de acordo com a Sociedade Americana de Ecocardiografia, podendo ser realizada pelo método biplanar área-comprimento (Figura 3A) ou por meio do método biplanar de Simpson (Figura 3B) a partir dos cortes apicais das quatro câmaras e duas câmaras (LANG et al., 2005).

**Figura 3** -Métodos de mensuração do volume atrial esquerdo por meio da ecocardiografia bidimensional, biplanares ( 4C e 2C) área-comprimento (A) e Simpson (B):



Fonte: (UJINO et al., 2006) adaptado

Legenda: Em (A), o volume é estimado pelo método biplanar área comprimento pela aplicação da fórmula  $V = (0,85 \times A_{4C} \times A_{2C}) / C$ . Enquanto (B) representa a mensuração do volume pelo método biplanar de Simpson.  $A_{4C}$ , área do átrio esquerdo (AE) no corte apical quatro câmaras;  $A_{2C}$ , área do AE no corte apical duas câmaras; C, média dos comprimentos do AE no corte apical quatro câmaras ( $L_{4C}$ ) e duas câmaras ( $L_{2C}$ ).

Para realizar a avaliação das funções do átrio esquerdo, seja qual for o método, a mensuração do volume deve ser realizada ao longo do ciclo cardíaco durante três momentos : antes da abertura da valva mitral (volume máximo), antes da onda P do eletrocardiograma (volume pré-contração atrial) e após a contração atrial, imediatamente após o fechamento da valva mitral (volume mínimo), sendo representados pelas siglas VAEmax, VAEmed e VAEmin (MATSUMOTO et al, 2014). As funções são representadas pelas siglas FEa, FEp e FEt (fração de ejeção ativa do átrio esquerdo, fração de ejeção passiva do átrio esquerdo, fração de ejeção total do átrio esquerdo) (CHAN et al., 2019; LINNEY et al., 2014).

### 3.3.1 Método de somatório de discos (Simpson):

O método de somatório de discos de Simpson permite a mensuração do volume atrial esquerdo e aborda que o volume total é calculado com base no somatório do volume de pequenos discos cilíndricos, o que minimiza eventuais efeitos de modificação da geometria ventricular . Este método, assume que o AE tem uma forma oval e o volume total é mensurado como a soma de uma série de discos ovais empilhados, por meio da seguinte equação:  $\pi/4(h)\Sigma(D1) (D2)$  ( LANG et al, 2015). A altura dos discos corresponde ao h; D1 e D2 são os eixos ortogonais maior e menor avaliados nos cortes apicais quatro e duas câmaras, respectivamente (KHOO et al., 2011). Para realizar a mensuração, a borda endocárdica do átrio esquerdo é traçada, excluindo aurícula e confluência das veias pulmonares, sendo a interface atrioventricular representada por um plano do anel mitral ( LANG et al., 2015). Dessa forma, os volumes serão automaticamente calculados pelo software do equipamento (RUSSO et al., 2010).

Felinos com alto risco de ICC ou TEA podem ser identificados pela presença das características ecocardiográficas listadas nesse quadro a seguir:

**Quadro 1:** Características ecocardiográficas associadas ao aumento do risco de ICC e/ou

TEA:

<b>Dilatação do AE</b>	Diâmetro do AE em um eixo longo paraesternal direito de 4 câmaras >16 mm no final da sístole ventricular e/ou AE/Ao >1,8
<b>Redução da fração de encurtamento do AE</b>	Modo M do AE em uma visão de eixo curto: porcentagem sistólica alteração no diâmetro do AE <12%
<b>Disfunção sistólica do VE</b>	Fração de encurtamento do VE < ou = a 30%
<b>Importante hipertrofia do VE</b>	Espessura máxima da parede diastólica final ou parede livre do VE > ou = a 9 mm
<b>Eco contraste espontâneo</b>	Mais facilmente visível na aurícula do AE em uma visão paraesternal
<b>Anormalidades na motilidade da parede regional</b>	A hipocinesia da parede livre do VE geralmente é um indicador de diminuição da função miocárdica prévia
<b>Padrão restritivo diastólico de enchimento</b>	Velocidades de fluxo sanguíneo transmitral: E/A > 2,0
<b>Velocidade reduzida no fluxo auricular do AE</b>	Velocidades reduzidas de AE e fluxo de apêndice

Fonte: LUIS FUENTES & WILKIE (2017) adaptado pela autora

## 3.3.2 Ciclo atrial:

O ciclo atrial é de extrema importância para entendermos o papel do AE no desempenho cardíaco, visto que apresenta funções bastante importantes, que vão auxiliar no enchimento da cavidade ventricular esquerda. O átrio esquerdo apresenta uma função bastante importante que é providenciar aporte sanguíneo para o ventrículo durante a diástole.

As características funcionais envolvidas na nutrição sanguínea do VE são o relaxamento e complacência atrial e as funções sistólica e diastólica do VE. Falando mais especificamente sobre as fases do ciclo atrial, a fase de reservatório, ocorre durante a diástole atrial e consiste na expansão do AE para armazenar o retorno venoso pulmonar durante a sístole ventricular e tempo de relaxamento isovolumétrico, auxiliando em 40% do enchimento do VE (MATSUMOTO et al, 2014). Já a fase de condução é o esvaziamento passivo, por diferença de pressão, do sangue armazenado no AE durante a fase de reservatório, no período inicial de diástole ventricular e diástase para o VE, colaborando em 35% do enchimento da câmara. Por

fim, na fase de contração ou esvaziamento ativo, o AE funciona como uma bomba propulsora contrátil no final da diástole ventricular, contribuindo com o restante do enchimento ventricular e débito cardíaco (MEHRZAD; RAJAB; SPODICK, 2014; MATSUMOTO et al, 2014). Cada uma dessas fases é afetada por fatores inerentes tanto do AE quanto do VE, demonstrando que há uma interação significativa entre as funções de ambas as câmaras durante o ciclo cardíaco (TO et al., 2011).

As pressões atriais esquerdas elevadas tendem a aumentar o enchimento diastólico inicial e há uma dificuldade em se estabelecer um relaxamento adequado pela cavidade ventricular (FUENTES, 2003). Nota-se que a disfunção diastólica do VE é uma anormalidade funcional comum nas cardiomiopatias.

A ecocardiografia, portanto, permite estimar a pressão do AE, utilizando os fluxos transmitral, venoso pulmonar e Doppler tecidual (FUENTES, 2003). As ondas de enchimento (fluxo venoso pulmonar) e esvaziamento do AE (fluxo transmitral) podem ser usadas para avaliar as funções atriais de reservatório, condução e contração (HOIT, 2014).

Entretanto, os parâmetros Doppler de fluxo transmitral, fluxo venoso pulmonar e velocidade do tecido anular mitral (Doppler tecidual) não são específicos da função do AE, mas fornecem informações indiretas, já que são afetados pelo desempenho diastólico e sistólico do VE, podendo então auxiliar no fornecimento de informações sobre o desempenho funcional do AE (TO et al., 2011).

A velocidade de fluxo sanguíneo da aurícula do AE consiste em um índice hemodinâmico bastante importante para os gatos, podendo indicar uma disfunção na sua contratilidade e prever o risco de tromboembolismo arterial, pois, provavelmente se essa velocidade está reduzida há um quadro de estase sanguínea atrial esquerda, o que favorece a formação de trombos na cavidade (LO et al, 2022).

#### **4 METODOLOGIA**

A realização desse estudo clínico foi feita por meio de um delineamento observacional e transversal que foi conduzido de acordo com os princípios éticos de experimentação animal, com aprovação na Comissão de Ética no uso de animais (CEUA) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). O estudo foi iniciado após a aprovação pelo referido comitê e prévia autorização dos responsáveis dos gatos incluídos na pesquisa.

#### 4.1 Seleção e estadiamento dos pacientes

Os animais foram obtidos voluntariamente pelos responsáveis para o exame e análise de dados e foram incluídos na rotina do serviço de Cardiologia do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da UFU (Minas Gerais, Brasil).

Os gatos avaliados para o estudo apresentaram estado de saúde saudável e foram submetidos a exame físico básico e exame ecodopplercardiográfico acoplado ao exame eletrocardiográfico.

Foi utilizado um (n = 10) segundo a classificação em: animais estadiados como A, ou seja, gatos saudáveis que tem disposição para desenvolverem CMH.

Para classificação de animais como cardiopatas foram utilizados os seguintes critérios para diagnóstico da CMH propostos por LUIS FUENTES (2020): presença de aumento atrial esquerdo significativo (maior que 16mm ao final da sístole) com remodelamento de câmaras, relação AE/Ao maior que 1,6mm, aumento do diâmetro em espessura do VE maior que 6mm e redução da fração de encurtamento do AE em 12%, sendo evidências ecocardiográficas da CMH.

#### 4.2 Exame ecocardiográfico convencional e tecidual

Os gatos utilizados no estudo foram sedados previamente com butorfanol (0,4 mg/kg) e posicionados em decúbito lateral esquerdo/direito por meio de contenção manual. Os exames ecodopplercardiográficos foram realizados após 15 minutos da sedação no modo bidimensional, modo M, Doppler pulsado (PW), contínuo (CW), por mapeamento de fluxo em cores (CFM) e Doppler tecidual em conjunto ao exame eletrocardiográfico, por meio de eletrodos acoplados ao aparelho. Além disso, foram realizados pelos profissionais do setor de cardiologia veterinária da UFU, utilizando-se o equipamento Logic F6 2017/2018 (GE Healthcare®) com transdutor de varredura setorial eletrônica (6 MHz) e transdutor 6S (Figuras 4 e 5), com acompanhamento eletrocardiográfico no monitor.

**Figuras 4 e 5- Aparelho de ecocardiografia e transdutor utilizados:**

Figura 4



Figura 5



Fonte: Setor de Cardiologia HV-UFU, 2023

No modo bidimensional foi realizada a mensuração do diâmetro da aorta (Ao) e do átrio esquerdo (AE) no corte transversal paraesternal direito ao nível da base cardíaca, sendo obtida a relação AE/Ao (HANSSON et al., 2002). No mesmo corte (modo M), ao nível das cordoalhas tendíneas, foram mensurados os diâmetros internos do ventrículo esquerdo (VE), diastólico final (DIVEd) e sistólico final (DIVEs), além do diâmetro atrial na sístole e na diástole para cálculo da fração de encurtamento (FS%), pela fórmula  $FS\% = [(DIAEd - DIAEs) / DIAEd] \times 100$ , para avaliação da função atrial (LOMBARD, 1984).

O Doppler tecidual pulsado foi utilizado também, para adquirir as ondas de velocidades derivadas da movimentação miocárdica. Foram utilizados os índices Em (enchimento ventricular precoce) e Am (enchimento ventricular tardio) obtidos pelo corte apical quatro câmaras, com o volume de amostra posicionado na parede livre do ventrículo esquerdo próximo ao anel mitral (parietal). As relações entre a onda E do fluxo transmitral e o pico de velocidade tecidual em parietal (E/Em) e Em/Am parietal foram calculadas (SCHOBER et al., 2010).

Por meio desses exames também foram avaliados a espessura da parede livre do ventrículo esquerdo (VE) e septo interventricular na diástole.

### 4.3 Análise da função atrial esquerda

Para a análise da função atrial esquerda foi mensurado o volume atrial esquerdo (VAE) dos gatos acometidos pela cardiomiopatia, no corte apical quatro câmaras pelos métodos monoplanares de Simpson e Área- Comprimento . Uma linha reta traçada entre os dois pontos de inserção das cúspides mitral foi utilizada como referência para determinar o limite entre o AE e VE. Como o método de Simpson pressupõe que o AE tem uma forma oval, o volume total foi mensurado por meio da seguinte equação:  $\pi/4(h)\Sigma(D1) (D2)$  pelo software do equipamento (KHOO et al., 2011). O tamanho/diâmetro atrial esquerdo pode ser medido nos eixos curto ou longo (nos cortes apicais quatro e duas câmaras). Preferencialmente foi mensurado em um eixo curto na vista paraesternal direita que inclui as cúspides da valva aórtica, podendo ser indexado à diâmetro (AE/Ao) no mesmo quadro. A fração de encurtamento do átrio esquerdo é um índice de função atrial e foi medida usando o modo M guiado em 2D a partir de a mesma visão do eixo curto paraesternal direito usada para medição do AE/Ao (LUIS FUENTES et al, 2020).

A presença de eco-contraste espontâneo na aurícula do átrio esquerdo também foi avaliada no momento do exame para predispor possíveis quadros de estase sanguínea e formação de trombos.

O volume atrial esquerdo obtido foi calculado pelo método de Simpson e Área-Comprimento monoplanares em acompanhamento com o traçado eletrocardiográfico em três momentos, antes da abertura da valva mitral no final da sístole ventricular (VAE<sub>máximo</sub>), após a contração atrial, no fechamento da valva mitral no final da diástole ventricular (VAE<sub>mínimo</sub>) e antes da onda P do eletrocardiograma (volume pré-contração atrial).

Todas as mensurações foram feitas pelo pesquisador responsável do setor de cardiologia, treinado e especializado com acesso às informações sobre a identificação dos gatos, manifestações clínicas e classificação do paciente avaliado. As imagens foram armazenadas em formato digital para análise de forma *off-line*, sendo realizadas três medidas consecutivas de cada variável e utilizado o valor médio resultante para o estudo estatístico.

### 4.4 Análise estatística

Para o trabalho foi estimado um tamanho amostral com base em estudo realizado em pacientes humanos (MOUSTAFA et al., 2011), considerando a fração de ejeção atrial total (FEAE total). Admitiu-se um desvio padrão (DP) de 13 e a diferença esperada entre as médias

igual, maior (15) e menor (10) que o DP, para alfa = 0,05 e poder de 0,80, para o grupo . Optou-se por incluir dez gatos no total , da pesquisa, na esperança de detectar pelo menos a diferença igual ao DP estimado.

Os dados foram apresentados sob a forma de estatística descritiva, utilizando-se média e desvio padrão para as variáveis paramétricas e IC de 95%. Para verificar a normalidade de distribuição foi realizada a análise dos histogramas e o teste de Shapiro-Wilk ( $p \geq 0,05$ ). A avaliação das médias finais foi feita pós teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) . Os dados sem distribuição normal foram submetidos a transformação logarítmica. Um valor de  $p < 0,05$  foi utilizado para definir a significância estatística.

Todas as análises foram realizadas utilizando o software estatístico SPSS (SPSS 20.0 para Microsoft Windows, SPSS Inc, Chicago, IL).

## 5 RESULTADOS

Para a pesquisa obteve-se um n amostral de dez animais hípidos. Todavia, foi recrutado um total de dezesseis animais para os exames, incluindo-se três animais da raça persa e um da raça Maine Coon. Os animais foram submetidos a exame físico e sedação com o fármaco butorfanol (0,4mg/kg), quinze minutos previamente ao exame ecocardiográfico. O n amostral compreende gatos de ambos os sexos, idade entre um e onze anos, hípidos, com peso entre três e seis quilos, conforme tabela abaixo:

**Tabela 1:** Dados referentes à anamnese dos felinos avaliados no HV-UFU no ano de 2023:

<b>Gato</b>	<b>Raça</b>	<b>Idade(Anos)</b>	<b>Estágio</b>	<b>Sexo</b>	<b>Peso (Kg)</b>
1	Persa	6	A	F	3,55
2	Persa	7	B1*	F	3,85
3	SRD	1.3	A	F	3,75
4	SRD	6	A	M	4,15
5	SRD	1.2	A	M	3,95
6	Persa	11	A	M	3,90

7	Maine Coon	6.4	A	M	6,10
8	SRD	3.6	A	F	3,65
9	Siamês	7	A	F	4,70
10	SRD	3.7	A	F	3,95
11	SRD	7.9	A	M	5,50
12	Siamês	7.6	A	F	5,10
13	Angorá	3	B2*	F	3,70
14*	SRD	3	A	F	3,30
15*	SRD	3	A	F	3,85
16*	SRD	4	A	F	3,35

---

**Total: 16**

---

Legenda: \* Não foi possível realizar o exame devido ao temperamento e movimentação contínua

\* Animal diagnosticado com cardiomiopatia hipertrófica

Os exames foram realizados no hospital veterinário da Universidade Federal de Uberlândia, na sala de ultrassom, no horário entre 12:00 e 13:50, respeitando o tempo entre sedação e início do exame (15 minutos). O exame ecocardiográfico teve duração média de 30 minutos. De acordo com as variáveis mensuradas FC, SIVd, PPVEd, Onda E, Onda A, E/A, AE/Ao, AE longitudinal, AE na diástole e na sístole, foram obtidas as frações de ejeção total, passiva, ativa e de encurtamento atrial. Os volumes atriais foram obtidos pelos métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento durante três fases do ciclo atrial (pré-contração atrial, antes da abertura da valva mitral (VAEmáx) e após a contração atrial e fechamento da valva mitral (VAEmín) (Figuras 6, 7 e 8). Todas as medidas e índices avaliados estiveram dentro da normalidade esperada e o butorfanol não causou interferência em nenhum parâmetro.

**Figuras 6, 7 e 8** : Representação de volumes atriais obtidos durante as três fases do ciclo atrial:

Figura 6

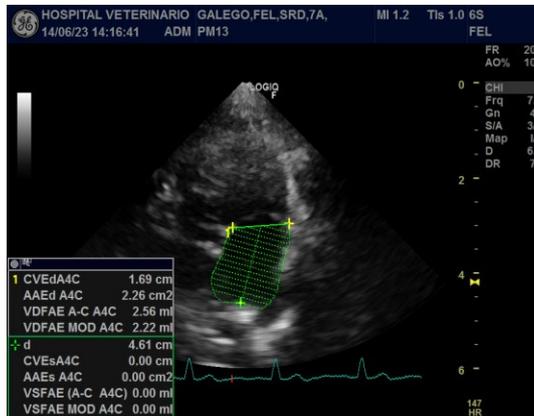
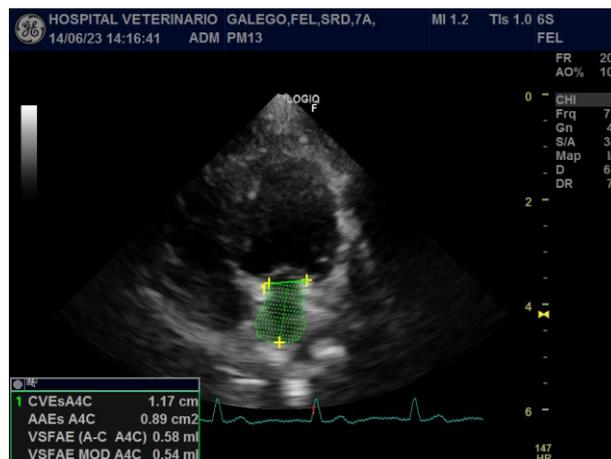


Figura 7



Figura 8



Legenda: 6-VAEmáx, 7-Volume pré-contracção atrial, 8-VAEmín

Fonte: Setor de Cardiologia HV-UFU

As médias, desvio padrão e intervalo de confiança 95% com limite inferior foram calculados para as variáveis citadas anteriormente de acordo com as tabelas abaixo (Tabela 2, 3 e 4) :

**Tabela 2** -Variáveis ecodopplercardiográficas de 10 gatos aparentemente saudáveis obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.

Variável	Média ± DP	IC 95% (Lower)
FC (bpm)	176.6 ± 38,85	148.8
SIVd (cm)	0.38 ± 0.06	0.34
PPVEd (cm)	0.44 ± 0.08	0.38
Onda E (m/s)	0.65 ± 0.16	0.54
Onda A (m/s)	0.69 ± 0.12	0.60
E/A	0.96 ± 0.22	0.80
AE/Ao	1.16 ± 0.16	1.04
AE Long	1.29 ± 0.21	1.14

Legenda: FC, frequência cardíaca, SIVd, septo interventricular na diástole; PPVEd, parede livre do ventrículo esquerdo na diástole; AE, átrio esquerdo; AE Long, átrio esquerdo no longitudinal; AE/Ao, relação átrio esquerdo e aorta; Onda E, pico de enchimento ventricular precoce; Onda A, pico de enchimento ventricular tardio.

**Tabela 3** -Variáveis ecocardiográficas que representam a função atrial esquerda global, calculadas com base nas mudanças dos volumes (VAE) pelo método de Simpson e área (AAE) atrial esquerda, de gatos hípidos (A) obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.

Variável	Média ± DP	IC 95%(Lower)
VAE <sub>máximo</sub> /kg (mL/kg)*	0.28 ± 0.13	0.18
VAE <sub>pa</sub> /kg (mL/kg)*	0.18 ± 0.09	0.11
VAE <sub>mínimo</sub> /kg (mL/kg)	0.07 ± 0.03	0.05
FEAE total (%)	72.51 ± 5.98	68.23
FEAE passiva (%)	32.7 ± 13.05	23.36
FEAE ativa (%)	57.26 ± 14.18	47.12
FSAE (%)	42.19 ± 5.99	37.90

Nota: Grupo A, gatos com predisposição a desenvolver cardiomiopatia hipertrófica e não apresentam alterações cardíacas estruturais;

Legenda: FEAE, fração de ejeção atrial esquerda; FSAE, fração de encurtamento atrial esquerda; VAE, volume atrial esquerdo. \* variável submetida a transformação logarítmica. Média ± desvio padrão; médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo pós-teste de Tukey (P<0,05).

**Tabela 4** -Variáveis ecocardiográficas que representam a função atrial esquerda global, calculadas com base nas mudanças dos volumes (VAE) pelo método Área-Comprimento e área (AAE) atrial esquerda, de gatos hípidos (A) obtidas no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.

Variável	Média ± DP	IC 95%(Lower)
VAE <sub>máximo</sub> /kg (mL/kg)*	0.30 ± 0.14	0.20
VAE <sub>pa</sub> /kg (mL/kg)*	0.20 ± 0.10	0.12
VAE <sub>mínimo</sub> /kg (mL/kg)	0.08 ± 0.03	0.05
FEAE total (%)	72.51 ± 5.98	68.23
FEAE passiva (%)	32.7 ± 13.05	23.36
FEAE ativa (%)	57.26 ± 14.18	47.12
FSAE (%)	42.19 ± 5.99	37.90

Nota: Grupo A, gatos com predisposição a desenvolver cardiomiopatia hipertrófica e não apresentam alterações cardíacas estruturais;

Legenda: FEAE, fração de ejeção atrial esquerda; FSAE, fração de encurtamento atrial esquerda; VAE, volume atrial esquerdo. \* variável submetida a transformação logarítmica. Média ± desvio padrão; médias seguidas por letras distintas, na mesma linha, diferem pelo pós-teste de Tukey (P<0,05).

Os intervalos de referência para os volumes atriais nas três fases do ciclo atrial (reservatório, bomba e condução) foram calculados pelos dois métodos de mensuração ecocardiográfica Simpson e Área-Comprimento, assim como, foram obtidas também as frações de ejeção passiva, ativa, total e a fração de encurtamento atrial, representados na Tabela 5 abaixo:

**Tabela 5** - Intervalos de referência do volume atrial em três fases pelos métodos de Simpson e Área-Comprimento obtidos pelos dados coletados no setor de cardiologia do HV-UFU no ano de 2023.

Variável	Média ± DP	IC 95%(Lower-Upper)
VAEMOD <sub>máximo</sub> /kg (mL/kg)*	0.28 ± 0.13	0.18 - 0.37
VAEMOD <sub>pa</sub> /kg (mL/kg)*	0.18 ± 0.09	0.11 - 0.25
VAEMOD <sub>mínimo</sub> /kg (mL/kg)	0.07 ± 0.03	0.05- 0.10
VAEAC <sub>máximo</sub> /kg (mL/kg)*	0.30 ± 0.14	0.20- 0.40
VAEAC <sub>pa</sub> /kg (mL/kg)*	0.20 ± 0.10	0.12- 0.27
VAEAC <sub>mínimo</sub> /kg (mL/kg)	0.08 ± 0.03	0.05- 0.10
FEAE total (%)	72.51 ± 5.98	68.23- 76.80
FEAE passiva (%)	32.7 ± 13.05	23.36- 42.03
FEAE ativa (%)	57.26 ± 14.18	47.12- 67.41
FSAE (%)	42.19 ± 5.99	37.90- 46.48

Legenda: FEAE, fração de ejeção atrial esquerda; FSAE, fração de encurtamento atrial esquerda; VAE, volume atrial esquerdo; VAEMOD, volume obtido pelo método de Simpson; VAEAC, volume obtido pelo método de Área-Comprimento.

## 6 DISCUSSÃO

De acordo com o objetivo da pesquisa, foi realizada a padronização dos índices de função atrial esquerda em dez felinos saudáveis e a mensuração do volume atrial esquerdo nas três fases do ciclo atrial, antes da onda P do eletrocardiograma (volume pré contração atrial), após a contração atrial e fechamento da valva mitral, ao final da diástole ventricular (volume atrial mínimo) e antes da abertura da valva mitral ao final da sístole ventricular, (volume atrial máximo) (MATSUMOTO et al, 2014); sendo obtido parâmetros dentro da normalidade e sem interferência significativa do butorfanol.

Em relação ao título do trabalho, foi utilizado gatos “aparentemente” saudáveis, visto que, como discutido anteriormente esses animais podem ter a cardiomiopatia e permanecerem assintomáticos por bastante tempo sendo bastante incomum um gato ser diagnosticado rapidamente por sintomatologia clínica, portanto, todos animais avaliados eram saudáveis e predispostos a desenvolverem cardiomiopatias, fato que seria elucidado no momento do exame, sendo confirmatório para diagnosticar se este animal realmente tinha um coração sem evidências de doença cardiovascular.

Não há referências anteriores relatadas para volumes atriais durante as três fases utilizadas mensuradas em felinos saudáveis sedados apenas com butorfanol pelos dois métodos monoplanares em comparação; portanto esse estudo é pioneiro.

Esta pesquisa apresentou algumas limitações, visto que três animais precisaram ser excluídos da pesquisa devido ao seu temperamento agressivo exacerbado, o que não pôde ser controlado com o uso do butorfanol isolado. Também foram retirados dois animais que apresentaram quadro de cardiomiopatia durante o exame, um era da raça persa e foi estadiado B1 com hipertrofia ventricular inicial e o outro era da raça angorá, apresentado um estágio mais avançado com obstrução dinâmica da via de saída do VE, sendo estadiado B2. Por fim, o animal de número doze não pôde ser utilizado devido a uma intercorrência final do próprio aparelho de exame que impossibilitou a mensuração. Dessa maneira, como a pesquisa era realizar a análise e padronização de medidas em animais saudáveis, houve essas questões.

Segundo (HSUE e VISSER, 2020) a reprodutibilidade é um termo amplo que representa a variação da mesma medição feita em um sujeito sob condições variáveis, como diferentes operadores, locais, instrumentação, ambientes ou prazos. No caso da pesquisa, todos

os animais foram avaliados no mesmo local, sob o mesmo aparelho, sob a mesma sedação, dependendo das variáveis de comportamento durante o exame e resposta à sedação com o butorfanol. Nesse ínterim, foi possível realizar a padronização de medidas por meio dos métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento com sucesso, visto que houve boa reprodutibilidade e baixa variabilidade, semelhante aos estudos com cães saudáveis.

Como o tamanho corporal/peso é um determinante importante do tamanho do AE, o volume atrial foi indexado a medidas dele para uma comparação eficiente (M. HOLLMER et al, 2013). Na literatura de cardiologia em humanos, indexar o volume do AE ao peso corporal é o método mais comumente usado (PRITCHET et al., 2003). BONAGURA(1983) e LOMBARD (1984), utilizando-se deste método, correlacionaram o diâmetro do átrio esquerdo ao peso corporal e à superfície de área corporal e derivaram, também, uma medida de átrio esquerdo (AE) independente do peso corporal (AE:AO). No estudo realizado, houve uma correlação alta e positiva entre o diâmetro do átrio esquerdo e o peso corporal, quanto maior o peso, maior o diâmetro atrial, assim como em estudos relatados em cães (BOON, RISHN e ERB, 2000, M. HOLLMER et al 2013).

A relação AE:AO é um índice independente de peso corporal e oferece uma forma mais acurada de medida de AE para qualquer indivíduo, pois o diâmetro da aorta no animal adulto tende a mudar menos, com o passar do tempo, do que o peso corporal (BROWN et al., 1974; BOON et al., 1983; LOMBARD, 1984; BOON, 1998). Em contrapartida, analisando os resultados obtidos, a relação AE/Ao também foi maior em animais mais pesados, demonstrando que apesar de ser um índice independente desta variável, ela influenciou bastante em sua medida nos gatos estudados.

Além dos volumes e áreas do átrio esquerdo, também foi avaliada a função do AE nas fases de reservatório (FEAE total e FAC total), condução (FEAE passiva e FAC passiva) e de bomba (FEAE ativa e FAC ativa). Os resultados indicam que o limite máximo para o volume atrial esquerdo em felinos saudáveis por meio dos dois métodos utilizados fica em torno de 0,40 ml/kg enquanto em cães é 0,92 ml/kg. Esses valores de volume podem fornecer uma base melhor para avaliar o tamanho atrial do que as dimensões lineares, para aplicar em animais com cardiomiopatia em estágio inicial, visto que pequenos aumentos na dimensão atrial podem refletir aumentos significativos no volume, assim como no estudo realizado em cães saudáveis (M. HOLLMER et al, 2013).

De acordo com as tabelas 3 e 4, foram obtidos índices de referência de acordo com as médias e desvios padrões dos volumes atriais nas três fases de bomba propulsora, condução e

reservatório com um intervalo de normalidade de 95%. Além disso também foram obtidos índices de referência de FEAE total , FEAE passiva, FEAE ativa e FSAE. Em conclusão, houve pouca variabilidade entre os índices obtidos com o método de Simpson e Área-Comprimento, demonstrando boa reprodutibilidade e viabilidade do estudo.

Por fim, em relação aos efeitos do sexo, raça, peso e idade nas medidas realizadas, o índice de peso corporal teve bastante correlação com um diâmetro atrial maior nos felinos como discutido anteriormente. Em relação à idade dos animais, o volume do AE não se correlacionou com esse índice nos gatos estudados assim como na pesquisa realizada por M. HOLLMER no ano de 2013 em cães , embora na maioria dos estudos em humanos observa-se um aumento atrial relacionado à idade (SPENCER et al., 2001; NIKITIN et al., 2003). No entanto, existe controvérsia sobre se o aumento atrial é uma parte do processo normal de envelhecimento ou parte da doença cardíaca subclínica (LEUNG et al., 2008, SPENCER et al., 2001).

Também não houve diferença significativa correlacionando o sexo e o tamanho atrial assim como estudado em cães; embora essa correlação seja observada em humanos, visto que há estudos comprovando que os homens apresentam maior tamanho atrial, o que é quase totalmente explicado pela variação de tamanho corporal (SPENCER et al., 2001; PRITCHET et al., 2003). A raça não teve grande interferência visto que a maioria dos animais eram sem raça definida e o n de animais com raça foi apenas três animais, que obtiveram medidas dentro da normalidade. A frequência cardíaca interferiu apenas nos volumes atriais que foram medidos pelo método Área-Comprimento, visto que frequências maiores resultaram em menores volumes atriais máximos, da mesma forma que aconteceu em cães no estudo de M. HOLLMER em 2013.

## **7 CONCLUSÃO**

Este estudo mostrou que o tamanho e a função do AE podem ser calculados das vistas apicais esquerdas de quatro câmaras usando os métodos monoplanares de Simpson e Área-Comprimento com resultados reprodutíveis e pouca variabilidade entre os felinos estudados. Foi estabelecido valores padronizados para os volumes do AE e função fásica em gatos com sistemas cardiovasculares saudáveis. O desenvolvimento desses padrões de referência pode facilitar estudos futuros que investiguem parâmetros para cardiopatas . A avaliação seriada do tamanho e função do AE fornece informações úteis sobre a progressão ou regressão da cardiomiopatia ou os efeitos do tratamento.

## REFERÊNCIAS

Borgeat K, Dudhia J, Luis Fuentes V, Connolly DJ. Circulating concentrations of a marker of type I collagen metabolism are associated with hypertrophic cardiomyopathy mutation status in ragdoll cats. **Journal of Small Animal Practice**, Jun; vol 56(6):p.360-5. Epub Jan 27, 2015, PMID: 25622655. DOI: 10.1111/jsap.12332.

**Cardiology for Veterinary Technicians and Nurses**, First Edition. Edited by H. Edward Durham, Jr., John Wiley & Sons, Inc, Description: Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2017. Acesso em 17 de abril de 2022.

Coleman AE, DeFrancesco TC, Griffiths EH, Lascelles BDX, Kleisch DJ, Atkins CE, Keene BW. Atenolol in cats with subclinical hypertrophic cardiomyopathy: a double-blind, placebo-controlled, randomized clinical trial of effect on quality of life, activity, and cardiac biomarkers. **Journal of Veterinary Cardiology**, Aug; vol 30: p. 77-91. Epub Jul 1, 2020, PMID: 32707333. DOI: 10.1016/j.jvc.2020.06.002.

Fries RC, Kadotani S, Keating SCJ, Stack JP. Cardiac extracellular volume fraction in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**. Mar; vol 35(2):p.812-822. Epub, Feb 26., 2021. PMID: 33634479; PMCID: PMC7995366. DOI: 10.1111/jvim.16067.

Hägström J, Luis Fuentes V, Wess G. Screening for hypertrophic cardiomyopathy in cats. **Journal of Veterinary Cardiology**, Suppl 1: S134-49, Dec;17, 2015. DOI: 10.1016/j.jvc.2015.07.003. PMID: 26776573.

Haggstrom J. Hypertrophic cardiomyopathy in cats--it used to be so simple! **Journal of Feline Medicine and Surgery**, vol(2):p.139-41 Apr;5, 2003 . DOI: 10.1016/S1098-612X(02)00128-6. PMID: 12670441.

Ironside VA, Tricklebank PR, Boswood A. Risk indicators in cats with preclinical hypertrophic cardiomyopathy: a prospective cohort study. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, 2021 Feb; vol 23(2):p.149-159 . Epub Jul 22, 2020. DOI: 10.1177/1098612X20938651. PMID: 32696726.

Kittleson MD, Côté E. The Feline Cardiomyopathies: 1. General concepts. **Journal of Feline Medicine and Surgery**, Nov; vol 23(11):p.1009-1027, 2021 . PMID: 34693806; PMCID: PMC8723176. DOI: 10.1177/1098612X211021819.

Kittleson MD, Meurs KM, Harris SP. The genetic basis of hypertrophic cardiomyopathy in cats and humans. **Journal of Veterinary Cardiology**, Dec;17 Suppl 1(Suppl 1):S53-73, 2015. DOI: 10.1016/j.jvc.2015.03.001. PMID: 26776594; PMCID: PMC5909964.

Lang RM, Bierig M, Devereux RB, Flachskampf FA, Foster E, Pellikka PA, Picard MH, Roman MJ, Seward J, Shanewise JS, Solomon SD, Spencer KT, Sutton MS, Stewart WJ; Chamber Quantification Writing Group; American Society of Echocardiography's Guidelines and Standards Committee; European Association of Echocardiography. 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. **J Am Soc Echocardiogr**. Dec; vol 18(12):p.1440-63, 2005. DOI: 10.1016/j.echo.2005.10.005. PMID: 16376782.

LO et al, Mark D Kittleson DVM, PhD, DACVIM (Cardiology)\* School of Veterinary Medicine, Department of Medicine and Epidemiology, University of California, Davis, The Feline Cardiomyopathies, Clinical Review, **Journal of Feline Medicine, and Surgery**, vol 23 p.1028–1051, 2021. DOI: 10.1177/1098612X211020162.

Luis Fuentes et al, ACVIM consensus statement guidelines for the classification, diagnosis, and management of cardiomyopathies in cats, **Journal of Veterinary Internal Medicine**; vol 34:p.1062–1077, 2020. DOI: 10.1111/jvim.15745.

Matsumoto, A. Y., Mancuso, F. J. N., Tatani, S. B., Machado, C. V., Hotta, V. T., & Moisés, V. A. Echocardiographic Evaluation of Left Atrial Function: Physiological and Clinical Aspects. **ARQUIVOS BRASILEIROS DE CARDIOLOGIA - IMAGEM CARDIOVASCULAR**, 2014 27(2). <https://doi.org/10.5935/2318-8219.20140015>. Acesso em 21 abril de 2023.

Michałek, M., Tabiś, A., Paśławska, U. et al. Antioxidant defence and oxidative stress markers in cats with asymptomatic and symptomatic hypertrophic cardiomyopathy: a pilot study. **BMC Vet Res** vol 16, n 26, 30 Jan 2020). <https://doi.org/10.1186/s12917-020-2256-3>.

Payne JR, Borgeat K, Connolly DJ, Boswood A, Dennis S, Wagner T, Menaut P, Maerz I, Evans D, Simons VE, Brodbelt DC, Luis Fuentes V. Prognostic indicators in cats with Hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, Nov-Dec; vol 27(6):p.1427-36. Epub Oct 17, 2013 .PMID: 24134821. DOI: 10.1111/jvim.12215.

Payne JR, Brodbelt DC, Luis Fuentes V. Cardiomyopathy prevalence in 780 apparently healthy cats in rehoming centres (the CatScan study). **J Vet Cardiol**. Dec;17 Suppl 1:S244-57, 2015. DOI: 10.1016/j.jvc.2015.03.008. PMID: 26776583.

Rohrbaugh, MN, Schober, KE, Rhinehart, JD, Bonagura, JD, Habing, A, Yildiz, V. Detection of congestive heart failure by Doppler echocardiography in cats with hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Veterinary Internal Medicine**, vol 34: p. 1091– 1101, 2020. <https://doi.org/10.1111/jvim.15777>.

Sara T Lo, Ashley L Walker, Catherine J Georges, Ronald HL Li, Joshua A Stern, Dual therapy with clopidogrel and rivaroxaban in cats with thromboembolic disease, **Journal of Feline Medicine and Surgery**, April; vol 24(4):p. 277–283, 2022. DOI:10.1177/1098612X211013736 2022.

Schober, KE, Rush, JE, Luis Fuentes, V, et al. Effects of pimobendan in cats with hypertrophic cardiomyopathy and recent congestive heart failure: Results of a prospective, double-blind, randomized, nonpivotal, exploratory field study. **Journal of Veterinary Internal Medicine**; vol 35: p. 789– 800, 2021. <https://doi.org/10.1111/jvim.16054>.

Seo J, Matos JN, Payne JR, Fuentes VL, Connolly DJ. Anterior mitral valve leaflet length in cats with hypertrophic cardiomyopathy. **Journal of Veterinary Cardiology**, Oct; vol. 37: p. 62-70. . Epub Sep 15, 2021. PMID: 34610570. DOI: 10.1016/j.jvc.2021.09.001.

Luis Fuentes V, Wilkie LJ. Asymptomatic Hypertrophic Cardiomyopathy: Diagnosis and Therapy. **Vet Clin North Am Small Anim Pract**. Sep; vol 47(5):p.1041-1054. Epub Jun 27, 2017. PMID: 28662873. DOI: 10.1016/j.cvsm.2017.05.002.

Left atrial volume and phasic function in clinically healthy dogs of 12 different breeds M. Höllmer a, J.L. Willesen a, A. Tolver b, J. Koch. **The Veterinary Journal**, vol 197, p.639–645, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.05.045>.

Avaliação ecocardiográfica do átrio esquerdo de cães sadios por meio do modo-M convencional e do modo bidimensional [Echocardiographic evaluation of the left atrium of healthy dogs using the conventional M-mode and the bidimensional mode] D.G. Prada, V.M.C. Oliveira<sup>1</sup>, M.H.M.A. Larsson<sup>2</sup>, F.L. Yamaki<sup>1</sup>. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.585-592, 2012. Acesso em 20 de março de 2023.

Bonagura J.D. & Fuentes V.L. Ecocardiografia. In: Ettinger S.J. & Feldman E.C. (Eds). **Tratado de Medicina Interna Veterinária**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, p.884-925. 2004. Acesso em 14 de junho de 2023

Boon J.A. The echocardiographic examination. In: Boon J.A. (Ed), **Manual of Veterinary Echocardiography**. Williams and Wilkins, Baltimore, USA, p.35-150, 1998. Acesso em 10 maio de 2023.