



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**FELIPE DE MELO CARVALHO**

**PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E ELETROCARDIOGRÁFICOS EM  
COELHOS (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) DA RAÇA *LION HEAD* HÍGIDOS**

**AREIA**

**2023**

**FELIPE DE MELO CARVALHO**

**PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E ELETROCARDIOGRÁFICOS EM  
COELHOS (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) DA RAÇA *LION HEAD* HÍGIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

**Orientador:** Prof. Dr. Wilmer Alejandro Zamora Restan

**AREIA  
2023**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C331p Carvalho, Felipe de Melo.

Parâmetros ecocardiográficos e eletrocardiográficos em coelhos (*Oryctolagus cuniculus*) da raça Lion Head hípidos / Felipe de Melo Carvalho. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

39 f. : il.

Orientação: Wilmer Alejandro Zamora Restan.

Coorientação: Maria Lindomárcia Leonardo da Costa.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCA-Areia.

1. Ciência Animal. 2. Cardiologia. 3. Leporídeos. 4. Lagomorfos. 5. Ecocardiograma. I. Restan, Wilmer Alejandro Zamora. II. Costa, Maria Lindomárcia Leonardo da. III. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 636.09(043.3)



**FELIPE DE MELO CARVALHO**

**PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E ELETROCARDIOGRÁFICOS EM  
COELHOS (*Oryctolagus cuniculus*) DA RAÇA LION HEAD HÍGIDOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de Concentração Saúde Animal no Brejo Paraibano.

APROVADA EM 29/09/2023  
BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. WILMER ALEJANDRO ZAMORA RESTAN  
UFPB  
**Orientador**

Prof.ª. Dr.ª. SIMONE BOPP  
UFPB

**Examinadora**

Documento assinado digitalmente



VANESSA MARTINS FAYAD MILKEN

Data: 26/10/2023 10:36:21 -0300

Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Prof.ª. Dr.ª. VANESSA MARTINS FAYAD MILKEN  
UFU  
**Examinadora**

Dedico este trabalho a Deus que sempre foi meu refúgio, ao meu pai Francisco Martins, minha mãe Maria Gorete e a minha irmã Flávia Fernanda que sempre foram uma base na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

A DEUS em primeiro lugar pelo dom da vida, por todo o cuidado, por nunca desistir de mim, e pela oportunidade de concluir mais essa etapa.

Aos meus pais, Maria Gorete de Melo Carvalho e Francisco Martins de Carvalho, por todo ensino, por todo amor, por todas as repreensões e por estarem comigo em muitos momentos difíceis.

A minha irmã Flávia Fernanda de Melo Carvalho, que sempre foi uma alegria na minha vida.

Aos meus avós, Francisca Alves de Melo, Manoel Pompeu Sobrinho (in memoriam), Maria das Dores de Lima (in memoriam) e Geraldo Martins de Carvalho, que de maneira particular, ajudaram na minha formação enquanto humano.

Aos meus tios e tias que sempre torceram por mim. Aos meus animais, Tommy, Alfredo Nick e Baruck, que todos os dias me ensinam a ser uma pessoa melhor.

Aos meus animais que não estão mais aqui, mas que fizeram parte da minha história (Ralph, Mike, Priscila, Miminho, Bob...) me inspirando a decidir pela Medicina Veterinária.

Ao meu orientador Wilmer Alejandro Zamora Restan, por toda paciência, por toda orientação e pela sua competência enquanto profissional.

A CAPES pelo incentivo financeiro por meio da bolsa de estudos oferecida.

Aos professores que passaram por minha jornada quando estudante de Medicina Veterinária e enquanto aluno de pós-graduação, pois foram essenciais para eu chegar ao meu objetivo, especialmente a professora Ivia Carmem Talieri que sempre demonstrou paixão pela profissão, e a professora Simone Bopp que me apresentou uma ciência apaixonante, a Anestesiologia. A todos os pastores (Pr. José Vieira, Pr. Miguel, Pr. Ivan, Pr. Flávio, Pr. Cristian, Pr. Josino, Pr. Jeremias, Pr. Reuel e Pra. Aquila) que me ensinaram e me ensinam a ser cristão. A todos que contribuíram de alguma forma, meu muito obrigado.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo o propósito debaixo do céu.”.*

*Eclesiastes 3:1*

## RESUMO

Dado o limitado conhecimento em fisiologia disponível sobre lagomorfos bem como a importância dessas informações para futuros estudos nesses animais, objetivou-se examinar a atividade elétrica do coração e a morfologia cardíaca de coelhos da raça *Lion Head* saudáveis mantidos em cativeiro. Os coelhos foram submetidos a contenção física para a realização dos exames. Foram avaliados 25 coelhos adultos foram avaliados, sendo dezessete fêmeas e sete machos. Cada animal, após avaliação clínica e percepção de ausência de alterações clínicas, passou por avaliação eletrocardiográfica (ECGPC Veterinário Versão 2.27 - Tecnologia Eletrônica Brasileira (TEB)) e ecocardiográfica (ultrassom MyLab<sup>TM</sup>Alpha), respectivamente. A execução dos exames eletrocardiográficos ocorreu sem intercorrências, revelando complexos QRS com polaridade positiva, seguidos por ondas T de polaridade variável, precedidas por ondas P da mesma polaridade. A média da frequência cardíaca foi de  $196 \pm 34$  batimentos por minuto, com todos os animais demonstrando ritmo sinusal nos traçados do eletrocardiograma (ECG). No ecocardiograma foi possível determinar a partir do modo M as características morfológicas. A fração de encurtamento (FS) foi de  $39,24 \pm 5,5$  e FE  $73 \pm 6,6$ . As ondas E e A transmitral foram determinadas com uma velocidade máxima de  $52,34 \pm 8,38$  e  $43,69 \pm 9,18$  respectivamente. Este estudo fornece valores normativos para variáveis eletrocardiográficas e ecocardiográficas, que podem ser úteis em estudos epidemiológicos, fisiopatológicos ou em situações envolvendo a raça.

**Palavras-chave:** cardiologia; Leporídeos; Lagomorfos; ECG; ecocardiograma.

## ABSTRACT

Given the limited available knowledge in physiology about lagomorphs and the importance of this information for future studies in these animals, the aim was to examine the electrical activity of the heart and cardiac morphology in healthy Lion Head rabbits kept in captivity. The rabbits were subjected to physical restraint for the conduction of the examinations. Twenty-five adult rabbits were evaluated, comprising seventeen females and seven males. After each animal underwent a clinical assessment with no observed clinical alterations, they underwent electrocardiographic (ECG) and echocardiographic evaluations using ECGPC Veterinary Version 2.27 - Brazilian Electronic Technology (TEB) and MyLab™Alpha ultrasound, respectively. The execution of the electrocardiographic examinations proceeded without any complications, revealing QRS complexes with positive polarity, followed by T waves of varying polarity, and preceded by P waves of the same polarity. The average heart rate measured  $196 \pm 34$  beats per minute, with all animals displaying a sinus rhythm in the ECG tracings. Echocardiography allowed the determination of morphological characteristics using the M-mode. The fractional shortening (FS) measured  $39.24 \pm 5.5$ , while the ejection fraction (EF) was recorded at  $73 \pm 6.6$ . The transmitral E and A waves were measured with maximum velocities of  $52.34 \pm 8.38$  and  $43.69 \pm 9.18$ , respectively. This study provides normative values for electrocardiographic and echocardiographic variables that can be useful in epidemiological, pathophysiological, or breed-related situations.

**Keywords:** cardiology; Leporids; Lagomorphs; ECG; echocardiogram.

## LISTAS DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mensuração das ondas e intervalos no traçado eletrocardiográfico.....	18
Figura 2 - Traçado eletrocardiográfico das derivações DI, DII, DIII, aVF, aVL e aVF em coelho <i>Lion Head</i> hígido.....	31
Figura 3 - Traçado eletrocardiográfico das derivações DI, DII, DII, aVF, aVL e aVF em coelho <i>Lion Head</i> hígido com artefatos de movimento e respiração.....	32
Figura 4 - Imagem ecocardiográfica da janela parasternal direita no eixo curto no nível do átrio esquerdo/aorta (A) e da mensuração da velocidade máxima da artéria pulmonar (C) em coelho <i>Lion Head</i> hígido. Imagem ecocardiográfica apical quatro câmaras exibindo as ondas E e A do fluxo transmitral em coelho <i>Lion Head</i> hígido (B).....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Parâmetros eletrocardiográficos em derivação DII de coelhos <i>Lion Head</i> . ms: milissegundos; mV: milivolts.....	32
Tabela 2 - Parâmetros ecocardiográficos de coelhos <i>Lion Head</i> . Diâmetro do Septo Interventricular em Diástole (SIVd); Parede Livre do Ventrículo Esquerdo em Diástole (PLVEd); Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole (DIVEd); Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole (DIVEs); Fração de Ejeção (EF); Fração de Encurtamento (FS); Medida da Átrio Esquerdo (AE); Medida da Aorta (Ao); Relação entre o Átrio Esquerdo e a Aorta (AE/Ao); Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole e a Aorta (DIVEd/Ao); Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole e a Aorta (DIVEs/Ao); Pico da Onda E no Doppler (E); Pico da Onda A no Doppler (A); Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV); Relação entre as Ondas E e A no Doppler (E/A); Relação entre a Onda E e o Tempo de relaxamento isovolumétrico (E/TRIV).....	33

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A	Pico da Onda A na Doppler
AE	Medida do Átrio Esquerdo
AE/AO	Relação entre o Átrio Esquerdo e a Aorta
Ao	Medida da Aorta
bpm	Batimentos por Minuto
DIVEd	Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole
DIVEd/Ao	Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole e a Aorta
DIVEs	Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole
DIVEs/Ao	Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole e a Aorta
E	Pico da Onda E na Doppler
E/A	Relação entre as Ondas E e A na Doppler
E/TRIV	Relação entre a Onda E e o Tempo de relaxamento isovolumétrico
ECG	Eletrocardiograma
EF	Fração de Ejeção
FC	Frequência Cardíaca
FR	Frequência Respiratória
FS	Fração de Encurtamento
ICC	Insuficiência Cardíaca Congestiva

IRC	Insuficiência Renal Crônica
m	Metro
ms	Milissegundos
mv	Milivolts
PLVEd	Parede Livre do Ventrículo Esquerdo em Diástole
SA	Sinoatrial
SIVd	Diâmetro do Septo Interventricular em Diástole
TRIV	Tempo de relaxamento isovolumétrico

## LISTA DE SÍMBOLOS

% Porcentagem

## SUMÁRIO

<b>1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS</b> .....	15
<b>2. CAPITULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	16
2.1. SISTEMA CARDIOVASCULAR E SUA ELETROFISIOLOGIA .....	16
2.2. CONDUÇÃO DE IMPULSOS ELÉTRICOS DO CORAÇÃO.....	17
2.3. ELETROCARDIOGRAMA.....	18
2.4. ECOCARDIOGRAMA .....	18
2.5. PATOLOGIAS CARDÍACAS EM COELHOS QUE PODEM GERAL ALTERAÇÕES ELETROCARDIOGRÁFICAS E ECOCARDIOGRÁFICAS .....	19
2.5.1. Arritmias .....	19
2.5.2. Doenças vasculares .....	19
2.5.3. Doença valvar.....	20
2.5.4. Insuficiência cardíaca congestiva.....	20
2.5.5. Doença do miocárdio.....	20
2.5.6. Tratamento.....	21
2.6. COELHO COMO MODELO EXPERIMENTAL .....	21
<b>3. JUSTIFICATIVA</b> .....	21
<b>4. HIPÓTESE</b> .....	22
<b>5. OBJETIVOS</b> .....	22
5.1. OBJETIVO GERAL .....	22
5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	23
<b>7. CAPITULO 2</b> .....	25
<b>ABSTRACT</b> .....	26
<b>RESUMO</b> .....	27
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	28
<b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	29
ANIMAIS.....	29
ECOCARDIOGRAFIA.....	30
ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	31
<b>RESULTADOS</b> .....	31
<b>DISCUSSÃO</b> .....	34
<b>LIMITAÇÕES</b> .....	36
<b>CONCLUSÃO</b> .....	37

<b>REFERÊNCIAS</b> .....	38
--------------------------	----

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Dentre os muitos animais domésticos, os coelhos são considerados uma das espécies mais populares do mundo, se igualando aos cães e gatos (Demello, 2016). A ciência que estuda a medicina de coelhos tem se tornado mais focada em buscar avanços que visem possibilitar o acesso ao conhecimento das diversas doenças que afetam essa espécie. Das muitas áreas pesquisadas, a cardiologia é uma delas (Varga, 2014; Carvalho, 2019). A raça de coelhos Lions Head tem se tornado popular e é uma das mais comercializadas, sendo reconhecida desde 2002 como uma nova raça pela Associação de Criadores da Inglaterra (Almeida, 2017).

As enfermidades cardíacas são patologias bastante conhecidas e os seus diagnósticos são comumente realizados na clínica médica de pequenos animais (Carvalho, 2019). Com o crescente aumento do número de animais não convencionais sendo adotados como *pet* (Demello, 2016), a procura por atendimento especializado se torna cada vez mais rotineira, fazendo com que esses animais possuam uma taxa de sobrevivência superior, e por consequência, desenvolvam doenças que estão relacionadas a senilidade (Orcutt, 2014). Portanto o estabelecimento de técnicas que visem o progresso no processo diagnóstico na clínica de animais não convencionais é primordial para que qualquer paciente tenha a oportunidade de receber um diagnóstico preciso, e por conseguinte um tratamento adequado, tendo a possibilidade de ter uma melhor qualidade de vida (Carvalho, 2019).

A utilização de técnicas complementares é essencial para avaliar a função cardiovascular. Nesse contexto, a ecocardiografia é considerada a melhor abordagem, sendo não invasiva e altamente precisa para a avaliação morfofisiológica do coração (Boon, 1998; Bonagura, 2000).

A eletrocardiografia traduz-se como sendo o estudo da função da musculatura cardíaca com base em traçados gráficos que registram a atividade elétrica do coração em comparação ao tempo (Jericó, 2015). O eletrocardiograma é um recurso de fácil realização e interpretação, possibilitando assim dados que ajudam na finalização do diagnóstico e condução do gerenciamento de doenças cardíacas e sistêmicas, sendo indicadas para diversas situações (Jericó, 2015).

Considerando a importância do exame e implementação dessa espécie como *Pet* por muitas famílias, se faz necessário um ensaio que objetive identificar um padrão eletrocardiográfico e ecocardiográfico fisiologicamente normais que poderão servir como

referências para médicos veterinários na identificação de alterações cardíacas em suas rotinas clínicas.

## 2. CAPÍTULO 1 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. SISTEMA CARDIOVASCULAR E SUA ELETROFISIOLOGIA

No sistema cardiovascular são encontradas as seguintes estruturas: coração, vasos sanguíneos e o sangue localizado no interior deles (Stephenson, 2019). Esse sistema também é encarregado pelo transporte de elementos fundamentais para a manutenção da vida, como o oxigênio e demais nutrientes; elementos negativos produzidos pelo organismo, como resíduos consequentes do processo metabólico e o dióxido de carbono; além da água, de hormônios, eletrólitos e outras substâncias. Desta forma, ele é o responsável por disponibilizar os itens indispensáveis para o perfeito funcionamento das células que compõem os tecidos do corpo (Herring; Paterson, 2018).

Este sistema é movido pelo coração, que pode ser interpretado como sendo uma bomba, ele é formado por duas porções, uma esquerda e outra direita (Hall, 2015). No coelho ele representa 0,2% do peso corporal em contraste com 0,76% do peso corporal do cão ou de outros lagomorfos corredores, como é o caso da lebre europeia (Hew, 2003). O sangue oriundo da circulação sistêmica, também chamado de venoso entra no átrio direito por meio das veias cavas (cranial e caudal), esse sangue passa pela válvula tricúspide em rumo ao ventrículo direito que o direciona pela válvula pulmonar em sentido a artéria pulmonar (Iaizzo, 2005). Quando o sangue passa pelo processo de oxigenação realizado pelos pulmões, ele regressa ao coração pela veia pulmonar, e encaminha-se para o átrio esquerdo e através da válvula mitral esse segue em direção ao ventrículo esquerdo, mas adiante ele é direcionado da válvula aórtica para a artéria aorta, e daí segue para a circulação sistêmica (Iaizzo, 2005).

O coração é composto por um tipo de tecido identificado como muscular estriado, onde se intercalam de forma organizada movimentos de contração e relaxamento (Herring; Paterson, 2018). Os cardiomiócitos são as células cardíacas e possuem em sua volta discos interpolados onde ocorre fusão das suas membranas, o que possibilita a formação de um canal de comunicação, conhecido como *gap junction* (Hall, 2015). Dessa forma ocorre uma rápida passagem de íons entre as células, provocando a propagação do potencial de ação entre as células gerando uma série de movimento síncronos (Stephenson, 2019).

O potencial de ação tem origem em células que não necessitam de estimulação de neurônios motores, pois possuem a capacidade de se despolarizarem sozinhas, gerando o impulso elétrico, sucedendo no que conhecemos como a contração cardíaca (Pappano; Wier, 2013). Essas células são chamadas também de marcapasso pois determinam a frequência cardíaca, seu ritmo, além de serem as responsáveis pelo início do batimento cardíaco (Stephenson, 2019). A localização dessas células é bem específica, encontram-se na parede superior do átrio direito, próximo as entradas das veias cavas e possuem um aspecto bem definido, o chamando nodo sinoatrial (SA) (Iaizzo, 2005).

## 2.2. CONDUÇÃO DE IMPULSOS ELÉTRICOS DO CORAÇÃO

No coração do coelho, o sistema de condução é organizado de maneira semelhante ao do cão e dos humanos (James, 1967). Originando-se no nodo sinoatrial, o potencial de ação perpassa células musculares atriais por meio de vias internodais e interatriais, gerando o momento de contração síncrona dos átrios (Hall, 2015). Em seguida a despolarização atrial chega ao nodo átrio ventricular, que é um conjunto de células localizadas na divisão entre átrios e ventrículos, bem próximo da válvula tricúspide (Iaizzo, 2005; Martin, 2015). A principal função dessa estrutura é retardar o transporte do impulso elétrico, gerando uma divisão temporária entre a contração dos átrios e ventrículos, fazendo com que seja mantido uma onda de despolarização na direção atrioventricular (Stephenson, 2019). O impulso elétrico só consegue ultrapassar essa barreira porque existe uma separação entre a musculatura atrial e a ventricular, essa separação dar-se por um tecido fibroso que impede a propagação e a formação de potenciais de ação (Hall, 2015).

O processo de despolarização continua através do feixe de His, que é dividido em dois ramos, o direito e o esquerdo, o esquerdo ainda se divide em fascículos anterior e posterior. Os ramos levam depressa o potencial de ação para os ventrículos se encerrando no ápice do coração, dando início as fibras de Purkinje, que são definidas como sendo uma rede localizada nas paredes internas dos ventrículos e que estimulam a musculatura cardíaca a gerar a contração dos ventrículos (Martin, 2015; Stephenson, 2019).

Após a sístole, que é esse período de contração, a musculatura cardíaca entra em um estado de relaxamento, nomeado de diástole, e fica nesse estado até que uma nova despolarização aconteça no nodo sinoatrial (Stephenson, 2019).

### 2.3. ELETROCARDIOGRAMA

O eletrocardiograma foi criado em 1901 por Willem Einthoven e é usado como um meio de diagnóstico e controle de doenças de origem cardíaca e identifica alterações elétricas do órgão (coração) por meio de eletrodos negativos e positivos que são posicionados na superfície corpórea do indivíduo a ser avaliado (Cajavilca; Varon, 2008; Herring; Paterson, 2018).

A atividade elétrica entre um eletrodo positivo e outro negativo possibilita a obtenção de informações a respeito da corrente elétrica que passa no coração em um ângulo específico (SMITH et al., 2016). O eletrocardiograma é uma representação gráfica, conforme exposta na Figura 1, de ondas que expõem a despolarização e a repolarização do coração, elas são apresentadas por letras próprias, definidas previamente por Willem Einthoven, são elas: onda P, Q, R, S e T (Becker, 2006; Cajavilca; Varon, 2018).

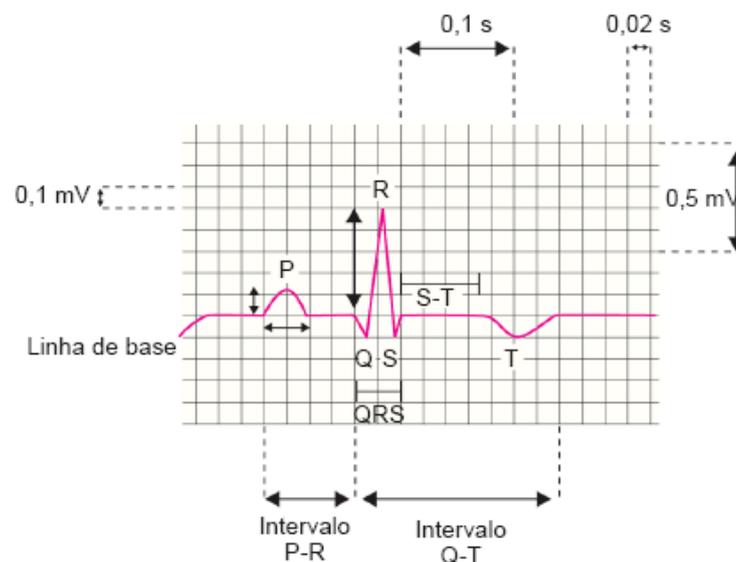


Figura 1 - Mensuração das ondas e intervalos no traçado eletrocardiográfico. Fonte: Jericó (2015).

### 2.4. ECOCARDIOGRAMA

A ecocardiografia desempenha um papel fundamental como uma ferramenta de diagnóstico não invasiva, sendo crucial para avaliar tanto os aspectos estruturais quanto os funcionais do sistema cardiovascular em animais (Amory; Lekeux, 1991). Ao permitir a visualização direta das câmaras cardíacas, essa técnica possibilita a análise das relações espaciais entre as diferentes estruturas, dos movimentos cardíacos e das particularidades

dos fluxos sanguíneos. Isso abre caminho para a identificação de diversas irregularidades cardíacas, incluindo condições como problemas nas válvulas, miocardiopatias, anomalias congênitas e doenças pericárdicas (Castro, 2009; Muzzi, 2002; Kienle; Thomas, 2005).

## 2.5. PATOLOGIAS CARDÍACAS EM COELHOS QUE PODEM GERAL ALTERAÇÕES ELETROCARDIOGRÁFICAS E ECOCARDIOGRÁFICAS

Patologias cardíacas afetam principalmente coelhos de maior idade e a maioria dos coelhos são diagnosticados com idade superior a 4 anos (Varga, 2014). Não existe um estudo que indique a possibilidade de um indivíduo dessa espécie desenvolver uma doença de ordem cardíaca, porém já existem muitos relatos de diagnósticos clínicos ligados a doença cardíaca (Orcutt, 2014).

Os coelhos não demonstram com facilidade os sinais clínicos que evidenciam o surgimento da patologia cardíaca, isso só ocorre quando existe um comprometimento importante ou algum fator externo que pode expor uma doença já existente (Orcutt, 2014). Os principais sinais são: inapetência, perda de peso, letargia, taquipneia, dispneia, mucosas pálidas ou cianóticas, ataxia, ascite (incomum), síncope e morte súbita (Orcutt, 2014; Chitty, 2015). O sopro, um som cardíaco anormal também é um achado comum na auscultação dessa espécie (Orcutt, 2014).

### 2.5.1. Arritmias

Os coelhos têm uma frequência cardíaca que varia de 150 a 300 bpm (batimentos por minuto) (Orcutt, 2014). As arritmias cardíacas não são um achado comum em coelhos devido a pouca informação na literatura nessa espécie (Carvalho, 2019), porém mesmo sendo pouco encontrada, quando percebida a arritmia ligada a bradicardia é a mais diagnosticada, refere-se a uma diminuição na frequência cardíaca (FC), algo em torno de menos que 120 bpm, porém de causa desconhecida (Schnellbacher *et al.*, 2012).

### 2.5.2. Doenças vasculares

Doenças vasculares são patologias que podem se originar em coelhos, a literatura descreve lesões de arteriosclerose em várias raças, incluindo nas não domésticas (Orcutt, 2014). Em indivíduos hipercalcêmicos pode ocorrer mineralização da aorta, este

aumento do nível sérico de cálcio está relacionado a insuficiência renal crônica (IRC) (Orcutt, 2014; Varga, 2014).

### **2.5.3. Doença valvar**

A endocardiose da válvula mitral é uma patologia bastante comum em coelhos mais velhos, podendo também haver alterações em nível de válvula tricúspide (Schnellbacher *et al.*, 2012).

### **2.5.4. Insuficiência cardíaca congestiva**

Existem poucos casos descritos de ICC em coelhos, a maioria dos estudos referem-se a diferentes causas primárias com diferentes tratamentos e desfechos (Carvalho, 2019). Os sinais encontrados em indivíduos dessa espécie com ICC são: edema e efusão pulmonar, efusão pericárdica, ascite, hepatomegalia e edema periférico, comum a ICC direita (Orcutt, 2014).

### **2.5.5. Doença do miocárdio**

Não existem na literatura pesquisas que exponham a incidência desta patologia na população de coelhos, porém a cardiomiopatia dilatada é a enfermidade mais comum, principalmente em indivíduos de maior tamanho (Schnellbacher *et al.*, 2012).

Foram relatados que situações de stress possuem um efeito negativo nas células do coração, conhecida como cardiomiopatia induzida por catecolaminas, ela ocorre quando o nível alto de norepinefrina induz a vasoconstrição coronária, podendo gerar um processo de isquemia do miocárdio, isso leva a alguns estudiosos a acreditarem ser essa a justificativa para a morte súbita de alguns animais que não apresentam lesões no exame post-mortem (Varga, 2014; Orcutt, 2014; Carvalho, 2019).

A endocardite, miocardite e a pericardite causados por agentes patógenos (bactérias, vírus e protozoários) está exposta na literatura científica, porém, sua incidência é desconhecida (Orcutt, 2014).

### **2.5.6. Tratamento**

Não existem protocolos terapêuticos específicos para tratamentos em coelhos com doença cardiovascular, a terapia é feita com base na terapêutica instituída para cães e gatos. As medicações usadas não possuem um licenciamento e são usadas de forma extra-bula e as doses são semelhantes às aquelas usadas na clínica de cães e gatos (Reusch, 2005; Orcutt, 2014).

## **2.6. COELHO COMO MODELO EXPERIMENTAL**

Devido ao seu tamanho médio, o coelho possui várias vantagens frente a outras espécies. Embora o coração desse animal seja menor quando comparado ao do cão e ao do porco, ele tem um tamanho considerado suficiente para realizar procedimentos cirúrgicos e outros procedimentos menos invasivos (Pogwizd; Bers, 2008). Além disso, a fisiologia cardíaca nessa espécie, é mais próxima ao do homem que a de ratos e camundongos (outros animais usados comumente em modelos experimentais) (Pogwizd; Bers, 2008). Saber disso é importante para possíveis estudos relacionados a insuficiência cardíaca e arritmias em seres humanos (Pogwizd; Bers, 2008).

No entanto, é importante salientar que existem poucas informações sobre incidência, diagnóstico e tratamento de doenças cardiovasculares em coelhos (Pariaut, 2009), além disso, esses modelos experimentais não conseguem reproduzir de forma natural as doenças que ocorrem nesses animais, logo não é possível aplicar essas informações no manejo de coelhos domésticos com doenças cardíacas (Pariaut, 2009).

## **3. JUSTIFICATIVA**

O presente trabalho surgiu da necessidade de se obter informações mais precisas a respeito das características da função elétrica do coração dos coelhos, como também da morfofisiologia desse órgão, dados obtidos através de eletrocardiograma e ecocardiograma, respectivamente, com a intenção de que exista literatura base para comparação e desenvolvimento de possíveis estudos futuros. Isso se torna especialmente relevante, uma vez que, a cada dia, a espécie tem se tornado mais comumente um animal de companhia, tornando primordial a disponibilidade de referenciais teóricos para futuras consultas e investigações.

#### 4. HIPÓTESE

A hipótese estabelecida para a execução desta pesquisa é: Os dados obtidos através do eletrocardiograma e do ecocardiograma em coelhos da raça *Lion Head (Oryctolagus Cuniculus)* são similares aos de outros mamíferos (cães e gatos) e os parâmetros de normalidade poderão ser determinados.

#### 5. OBJETIVOS

##### 5.1. OBJETIVO GERAL

Avaliar a função cardíaca de coelhos saudáveis da raça *Lion Head* através dos exames de eletrocardiograma e ecocardiograma.

##### 5.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter gravações de derivações eletrocardiográficas de boa qualidade em todos os animais avaliados;
- Obter mensurações das estruturas cardíacas dos animais através da ecocardiografia;
- Avaliar a FC cardíaca dos animais examinados;
- Avaliar o ritmo cardíaco dos animais avaliados;

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, GILMARA RAYSSA. **ASPECTOS REPRODUTIVOS DE COELHAS DA RAÇA LION HEAD**. Orientador: Maria Lindomárcia Leonardo da Costa. 2017. 25 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.
- AMORY H., LEKEUK P. **Effect of growth on functional and morphological echocardiographic variables in Friesian calves**. *Veterinary Record*, London, v.128, n.15, p.349-354, 1991
- BECKER, D.E. 2006. **Fundamentals of electrocardiography interpretation**. *Anesth Prog.* 53:53–64.
- BOON, J.A. The echocardiographic examination. In: \_\_\_\_\_. **Manual of veterinary echocardiography**. Baltimore: Williams and Wilkins, 1998b. p.35-150.
- BONAGURA, J. D. **Feline echocardiography**. *J. Feline Med. Surg.*, v.2, p.147-151, 2000.
- CAJAVILCA, C., VARON, J. 2008. **Willem Einthoven: the development of the human electrocardiogram**. *Resuscitation*. 76(3):325–328.
- CARVALHO, T. D. D. S. M. D. **Utilização do Sistema Holter em Coelhos Domésticos**. Orientador: Dr. André Sousa Santos. 2019. Tese (Mestrado) - Curso de Medicina Veterinária, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2019.
- CASTRO M.G., VEADO J.C.C., SILVA E.F., ARAÚJO R.B.. **Estudo retrospectivo ecodopplercardiográfico das principais cardiopatias diagnosticadas em cães**. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnoia*, Minas Gerais, v.61, n.5, p.1238-1241, 2009.
- CHITTY, J. 2015. **Cardiovascular disease in rabbits**. *Companion Anim.* 20(2):74–78
- DEMELLO, M. 2016. **Rabbits multiplying like rabbits: the rise in the worldwide popularity of rabbits as pets**. In: Pręgowski MP, editor. *Companion animals in everyday life: situating human-animal engagement within cultures*. New York (NY): Palgrave Macmillan. p. 91–107.
- HALL, J. E. 2015. **Unit III: the heart**. In: Guyton and Hall textbook of medical physiology. 13th ed. Philadelphia (PA): Saunders. p. 109–168.
- HERRING, N. PATERSON, D. J. 2018. **Levick's introduction to cardiovascular physiology**. 6th ed. Danvers (MA): Taylor & Francis Group, LLC.
- HEW, K. W.; KELLER, K. A. **Postnatal anatomical and functional development of the heart: a species comparison**. *Birth Defects Res B*, v. 68, p. 309-320, 2003.
- IAIZZO, P. A. 2005. **Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices**. Totowa (NJ): Humana Press Inc.

JAMES, T. N. **Anatomy of the cardiac conduction system in the rabbit.** *Circ Res*, v. 20, p. 638-648, 1967.

JERICÓ, Márcia Marques; ANDRADE NETO, João Pedro de; KOGIKA, Márcia Mery. **Tratado de medicina interna de cães e gatos.** [S.l: s.n.], 2015.

KIENLE, R.D.; THOMAS, W.P. **Ecocardiografia.** In: NYLAND, T.G.; MATTOON, J.S. *Ultrassom diagnóstico em pequenos animais.* 2.ed. São Paulo: Roca, 2005. p.365-438.

MARTIN, M. 2015. **Small animal ECGs: an introductory guide.** 3rd ed. West Sussex (UK): John Wiley & Sons, Ltd.

MUZZI, R.A.L. **Estudo ecodopplercardiográfico da degeneração mixomatosa crônica da valva mitral em cães.** 2002. 78f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

ORCUTT, C. 2014. **Cardiovascular disease.** In: Meredith A, Lord B, editors. *BSAVA manual of rabbit medicine.* Gloucester (UK): British Small Animal Veterinary Association. p. 205–212.

PAPPANO, A. J., WIER, W. G. 2013. **Cardiovascular physiology.** 10th ed. Philadelphia (PA): Mosby.

PARIAUT, R. **Cardiovascular physiology and diseases of the rabbit.** *Vet Clin North Am Exot Anim Pract*, v. 12, p. 135–144, 2009.

POGWIZD, Steven M.; BERS, Donald M.. **Rabbit models of heart disease.** *Drug Discovery Today: Disease Models*, [S.L.], v. 5, n. 3, p. 185-193, set. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ddmod.2009.02.001>.

REUSCH, B. 2005. **Investigation and management of cardiovascular disease in rabbits.** *Pr.* 27(8):418–425.

SCHNELLBACHER, R., OLSON, E. E., MAYER, J. 2012. **Emergency presentations associated with cardiovascular disease in exotic herbivores.** *J Exot Pet Med.* 21(4):316–327.

SMITH, F. W. K. J., TILLEY L. P., OYAMA, M. A., SLEEPER, M.M. 2016. **Manual of canine and feline cardiology.** 5th ed. St. Louis (MO): Elsevier, Inc.

STEPHENSON, R. B. 2019. **Section III: cardiovascular physiology.** In: Klein BG, editor. *Cunningham's textbook of veterinary physiology.* 6th ed. Philadelphia (PA): Saunders. p. 173–283.

VARGA, M. 2014. **Textbook of rabbit medicine.** 2nd ed. Oxford (UK): Elsevier Ltd.

## **6. CAPITULO 2**

### **PARÂMETROS ECOCARDIOGRÁFICOS E ELETROCARDIOGRÁFICOS EM COELHOS (*ORYCTOLAGUS CUNICULUS*) DA RAÇA *LION HEAD* HÍGIDOS**

Apresentado na forma de Artigo Científico de acordo com as normas da revista

*Pesquisa Veterinária Brasileira*

## ABSTRACT

Given the limited available knowledge in physiology about lagomorphs and the importance of this information for future studies in these animals, the aim was to examine the electrical activity of the heart and cardiac morphology in healthy Lion Head rabbits kept in captivity. The rabbits were subjected to physical restraint for the conduction of the examinations. Twenty-five adult rabbits were evaluated, comprising seventeen females and seven males. After each animal underwent a clinical assessment with no observed clinical alterations, they underwent electrocardiographic (ECG) and echocardiographic evaluations using ECGPC Veterinary Version 2.27 - Brazilian Electronic Technology (TEB) and MyLab™Alpha ultrasound, respectively. The execution of the electrocardiographic examinations proceeded without any complications, revealing QRS complexes with positive polarity, followed by T waves of varying polarity, and preceded by P waves of the same polarity. The average heart rate measured  $196 \pm 34$  beats per minute, with all animals displaying a sinus rhythm in the ECG tracings. Echocardiography allowed the determination of morphological characteristics using the M-mode. The fractional shortening (FS) measured  $39.24 \pm 5.5$ , while the ejection fraction (EF) was recorded at  $73 \pm 6.6$ . The transmitral E and A waves were measured with maximum velocities of  $52.34 \pm 8.38$  and  $43.69 \pm 9.18$ , respectively. This study provides normative values for electrocardiographic and echocardiographic variables that can be useful in epidemiological, pathophysiological, or breed-related situations.

**Keywords:** cardiology; Leporids; Lagomorphs; ECG; echocardiogram.

## RESUMO

Dado o limitado conhecimento em fisiologia disponível sobre lagomorfos bem como a importância dessas informações para futuros estudos nesses animais, objetivou-se examinar a atividade elétrica do coração e a morfologia cardíaca de coelhos da raça *Lion Head* saudáveis mantidos em cativeiro. Os coelhos foram submetidos a contenção física para a realização dos exames. Foram avaliados 25 coelhos adultos foram avaliados, sendo dezessete fêmeas e sete machos. Cada animal, após avaliação clínica e percepção de ausência de alterações clínicas, passou por avaliação eletrocardiográfica (ECGPC Veterinário Versão 2.27 - Tecnologia Eletrônica Brasileira (TEB)) e ecocardiográfica (ultrassom MyLab™Alpha), respectivamente. A execução dos exames eletrocardiográficos ocorreu sem intercorrências, revelando complexos QRS com polaridade positiva, seguidos por ondas T de polaridade variável, precedidas por ondas P da mesma polaridade. A média da frequência cardíaca foi de  $196 \pm 34$  batimentos por minuto, com todos os animais demonstrando ritmo sinusal nos traçados do eletrocardiograma (ECG). No ecocardiograma foi possível determinar a partir do modo M as características morfológicas. A fração de encurtamento (FS) foi de  $39,24 \pm 5,5$  e FE  $73 \pm 6,6$ . As ondas E e A transmitral foram determinadas com uma velocidade máxima de  $52,34 \pm 8,38$  e  $43,69 \pm 9,18$  respectivamente. Este estudo fornece valores normativos para variáveis eletrocardiográficas e ecocardiográficas, que podem ser úteis em estudos epidemiológicos, fisiopatológicos ou em situações envolvendo a raça.

**Palavras-chave:** cardiologia; Leporídeos; Lagomorfos; ECG; ecocardiograma.

## INTRODUÇÃO

O coelho doméstico (*Oryctolagus cuniculus*) tem sido amplamente usado como modelo experimental de doenças cardiovasculares (Lange *et al.*, 2006; Abduch *et al.*, 2014) e recentemente tem ganhado status de *pet*, ocorrendo um aumento no número de coelhos mantidos como animais de companhia (Edgar *et al.*, 2011), sendo a *Lion Head* umas das mais populares (Rooney *et al.*, 2014), contudo, são poucos estudos que apresentam parâmetros fisiológicos nesta espécie (Pariaut, 2009; Lord *et al.*, 2010; Pelosi *et al.*, 2011). Não existem trabalhos determinando parâmetros cardiovasculares nesta raça, uma vez que, estes parâmetros são importantes para o diagnóstico e o tratamento de doenças cardiovasculares apresentadas em coelhos mais velhos, sendo a doença crônica da válvula atrioventricular umas das mais comuns (Pariaut, 2009).

A ecocardiografia é considerada uma das ferramentas para a avaliação e diagnóstico de doenças cardiovasculares em pequenos animais, consiste em um método não invasivo, confiável e seguro para avaliação da dimensão e função cardiovascular em condições clínicas e de pesquisa (Boon, 2011; De madron *et al.*, 2015). A eletrocardiografia (ECG), por sua vez, é uma outra, das muitas técnicas, também não invasiva que serve para avaliar a atividade elétrica do coração e permite diagnosticar vários distúrbios do ritmo (Tilley, 1992). Estas duas técnicas mostram ser ferramentas indispensáveis na especialidade da cardiologia veterinária e na determinação de parâmetros cardiovasculares em animais na rotina clínica.

Na literatura, os achados ecocardiográficos e as medições normais em coelhos saudáveis foram descritos para a raça Nova Zelândia, geralmente sob a influência de sedativos, anestésicos ou agentes farmacológicos, que podem alterar os parâmetros ecocardiográficos (Stypmann *et al.*, 2007; Fontes-Sousa *et al.*, 2009; Moura *et al.*, 2009; Gava *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2018). Embora os coelhos Nova Zelândia sejam geneticamente muito semelhantes a outras raças, utilizar os valores normais obtidos desses coelhos para coelhos de estimação submetidos à ecocardiografia como pacientes clínicos possuem limitações, já que, a maioria dos modelos experimentais de doença cardiovascular utilizando a raça Nova Zelândia não reproduzem doenças de ocorrência natural nessa espécie e não fornecem informações aplicáveis ao manejo do coelho doméstico com doença cardíaca (Pariaut, 2009). Além disso, raças de animais de estimação comuns variam bastante na conformação e tamanho, o que pode influenciar nas dimensões do coração e dos parâmetros ecocardiográficos e eletrocardiográficos. Portanto, os objetivos deste estudo foram estabelecer parâmetros ecocardiográficos e eletrocardiográficos de coelhos não anestesiados da raça *Lion Head*.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### ANIMAIS

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética no Uso de Animais, protocolo sob o CEUA nº 1500290523 da Universidade Federal da Paraíba. Foram utilizados 25 coelhos, com peso médio de 1,878 kg, da raça *Lion Head*, todos adultos, machos e fêmeas, de um a três anos de idade, do Módulo Didático Produtivo de Cunicultura do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, sem histórico clínico de doença cardíaca. O ensaio aconteceu no Hospital Veterinário do presente Centro.

Os coelhos estavam alojados individualmente em gaiolas de arame galvanizado nas dimensões 0,8 x 0,6 x 0,4 m, providas de comedouros e bebedouros tipo nipple, instaladas em galpão de alvenaria, com ventilação natural e exaustores eólicos. Uma dieta fracionada em alimento volumoso e concentrado, além de água foram fornecidas de forma padronizada e *ad libitum*, durante o período experimental. Não foram realizadas intervenções nos coelhos (além da limpeza adequada do recinto, renovação da água e disposição do alimento), a fim de preservar o comportamento desses animais o mais próximo possível do natural.

Os animais foram previamente avaliados de forma clínica, auscultados e mediante liberação clínica, submetidos ao eletrocardiograma e ao ecocardiograma. Foram excluídos desse estudo animais que apresentaram sinais de doença, fêmeas prenhes ou recém paridas e animais com mais de 3 anos de idade.

### ELETROCARDIOGRAFIA

A avaliação eletrocardiográfica foi realizada nas derivações bipolares I, II, III; unipolares aumentadas aVR, aVL e aVF em um eletrocardiógrafo computadorizado (ECGPC Veterinário Versão 2.27 - Tecnologia Eletrônica Brasileira (TEB). Durante a realização do exame, os animais foram mantidos em decúbito lateral direito, sob contenção física em cima de um colchonete veterinário em espuma selada, o que permitia o isolamento elétrico. Os eletrodos torácicos direito e esquerdo foram posicionados acima do olecrano, no seu aspecto caudal e os eletrodos pélvicos direito e esquerdo, acima dos ligamentos patelares no aspecto anterior de cada membro. Os traçados eletrocardiográficos tiveram duração de um minuto e foram analisados na derivação bipolar II (DII), na velocidade de 50 mm/segundo, sensibilidade 2N (1cm=2mV). As variáveis mensuradas foram frequência cardíaca, ritmo, amplitude e duração

da onda P, duração do intervalo PR, duração e amplitude do complexo QRS, duração do intervalo QT, amplitude do segmento ST, onda T e eixo elétrico médio. seguindo as orientações de Tilley (1992).

## ECOCARDIOGRAFIA

A ecocardiografia foi realizada utilizando um sistema de ultrassom MyLab™Alpha [(Esaote), Genova, Italia], onde foi optado por uma sonda de 10 MHz, que permitiu uma técnica para avaliação cardíaca. Após a realização de tricotomia da região torácica direita e esquerda, os animais foram contidos em decúbito lateral direito para a realização do estudo ecodopplercardiográfico. Os exames foram executados com registro eletrocardiográfico simultâneo. As imagens foram realizadas seguindo as recomendações para avaliação ecocardiográfica de Boon (2011) e da Sociedade Americana de Ecocardiografia (Nagueh *et al*, 2016) para a ecocardiografia convencional e tecidual.

Foram utilizados o modo bidimensional (2D), modo-M, Doppler pulsado, Doppler contínuo, fluxo em cores. A partir dessas imagens, foram coletados os seguintes parâmetros: Diâmetro do Septo Interventricular em Diástole (SIVd), Parede Livre do Ventrículo Esquerdo em Diástole (PLVEd), Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole (DIVEd), Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole (DIVEs), Fração de Ejeção (EF), Fração de Encurtamento (FS), Medida da Átrio Esquerdo (AE); Medida da Aorta (Ao), Relação entre o Átrio Esquerdo e a Aorta (AE/Ao), Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole e a Aorta (DIVEd/Ao), Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole e a Aorta (DIVEs/Ao), Pico da Onda E na Doppler (E), Pico da Onda A na Doppler (A), Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), Relação entre as Ondas E e A na Doppler (E/A), e a Relação entre a Onda E e o Tempo de relaxamento isovolumétrico (E/TRIV).

As velocidades do fluxo mitral e aórtico foram obtidas nas visualizações apicais de quatro câmaras e cinco câmaras, respectivamente, no eixo curto paraesternal esquerdo. A velocidade do fluxo da artéria aorta foi determinada utilizando o Doppler pulsado. O fluxo mitral foi avaliado na visualização apical de quatro câmaras, com o volume de amostragem posicionado no nível das pontas das cúspides mitrais. O Tempo de Relaxamento Isovolumétrico (TRIV) foi medido como o intervalo de tempo entre o final do fluxo aórtico e o início do fluxo mitral pelo Doppler pulsado.

## ANÁLISES ESTATÍSTICAS.

A análise estatística foi realizada utilizando o software SigmaPlot v.12.0. O teste de normalidade Shapiro-Wilk foi realizado para verificar a distribuição normal dos erros dos dados. A estatística foi calculada de forma descritiva para cada parâmetro e foi construído um intervalo de confiança (IC) com um nível de significância de 95% (com intervalo interquartil e percentil de 5 a 95). Todas as análises tiveram um nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

O ECG foi obtido sem a presença de artefatos significativos, os mais comuns foram artefatos de respiração causados por uma FR elevada, e de movimento em alguns momentos de agitação, esses artefatos causaram linhas irregulares e ondulações no traçado. Os valores dos parâmetros analisados para as deflexões P-QRS-T foram detalhados no Tabela 1. A frequência cardíaca variou entre 148 e 260 bpm, com uma média de  $196 \pm 34$  bpm. Em todos os animais, o ritmo sinusal foi observado e nenhum animal apresentou arritmias durante os exames.

A análise do traçado de ECG dos coelhos da raça *Lion Head* na derivação DII permitiu uma melhor identificação das ondas que representam o complexo QRS, esse complexo possui uma polaridade positiva (com pequenas ondas Q e S negativas), precedida por uma onda P da mesma polaridade. Em 86% dos animais, o complexo QRS é seguido por uma onda T positiva, enquanto que em 14% desses animais essa onda é negativa. A maioria das deflexões P, R e T foi positiva nas derivações D1, D2, D3 e aVF, enquanto foi negativa em aVR. No entanto, o traçado em aVL apresentou deflexões de polaridades variadas e de amplitude reduzida (Figura 1).



Figura 2 - Traçado eletrocardiográfico das derivações DI, DII, DIII, aVF, aVL e aVF em coelho Lion Head hígido. Fonte: Dados da Pesquisa, 2023

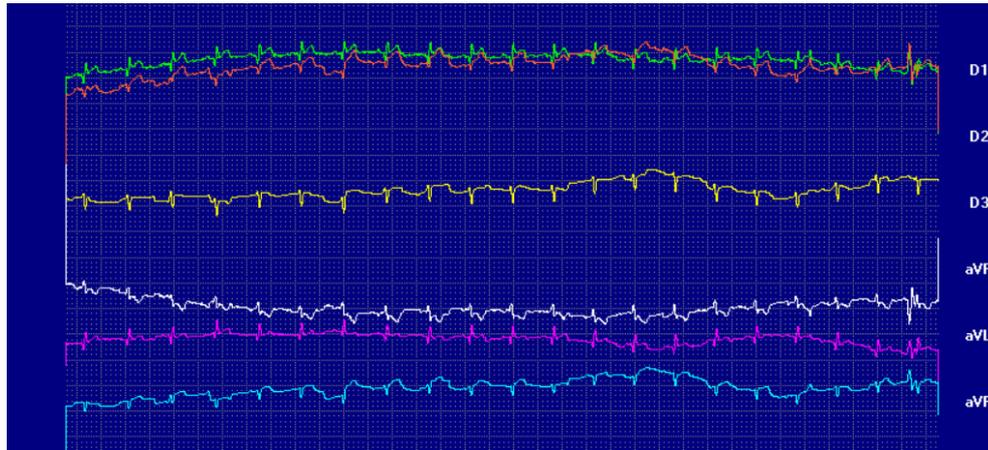


Figura 3 - Traçado eletrocardiográfico das derivações DI, DII, DIII, aVR, aVL e aVF em coelho Lion Head hígado com artefatos de movimento e respiração. Fonte: Dados da Pesquisa, 2023.

	Média	DP	IC inferior	IC superior	Mín	Máx
<b>Duração P ms</b>	29,28	6,32	26,00	31,00	23	53
<b>Duração do Segmento PR (ms)</b>	64,00	16,00	53,00	73,00	40	117
<b>Duração do QRS ms</b>	53,42	11,09	45,00	60,00	40	77
<b>Duração do Segmento QT (ms)</b>	165,09	25,83	141,00	186,00	120	220
<b>Amplitude P (mV)</b>	0,02	0,00	0,02	0,03	0,00	0,03
<b>Amplitude de Q (mV)</b>	0,04	3,00	0,02	0,07	0,00	0,11
<b>Amplitude de R (mV)</b>	0,16	0,09	0,09	0,23	0,03	0,4
<b>Amplitude de S (mV)</b>	0,01	0,01	0,00	0,02	0,00	0,05
<b>Amplitude de T (mV)</b>	0,03	0,04	0,03	0,06	-0,07	0,12
<b>FC (bpm)</b>	196	34	141	186	148	260
<b>Eixo elétrico (graus)</b>	20,00	33,79	-18,00	46,50	-39	63

Tabela 1 - Parâmetros eletrocardiográficos em derivação DII de coelhos *Lion Head*. ms: milissegundos; mV: milivolts. Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O exame ecocardiográfico se revelou uma técnica de diagnóstico viável para aplicação na raça *Lion Head*. As imagens cardíacas foram adquiridas entre o segundo e o quinto espaço intercostal esquerdo e direito, próximo ao choque cardíaco. Os valores obtidos com eco 2D, modo M e Doppler são apresentados no Tabela 2 e podem ser vistos nas Fig. 2A, 2B e 2C. Todos os parâmetros foram medidos em todos os coelhos. Apenas um animal apresentou fusão da onda E e A transmitral na avaliação doppler. Durante o exame, não foram identificadas anormalidades morfológicas e nenhum animal apresentou alterações no Doppler color que poderia sugerir insuficiência valvar.

<b>Parâmetro</b>	<b>Média</b>	<b>DP</b>	<b>IC inferior</b>	<b>IC superior</b>	<b>Mín</b>	<b>Máx</b>
<b>SIVd (mm)</b>	2,70	0,57	2,00	3,10	2,00	3,7
<b>PLVED</b>	3,60	0,52	3,30	4,00	2,30	4,00
<b>DIVEd (mm)</b>	13,29	1,58	12,53	14,1	10,7	17
<b>DIVEs (mm)</b>	8,09	1,43	7,39	8,77	5,8	11,4
<b>EF (%)</b>	73,35	6,64	69	79	62	83
<b>FS (%)</b>	39,24	5,5	36,58	42	31	48
<b>AE mm</b>	9,35	1,02	8,86	9,84	7,5	12,1
<b>Ao mm</b>	7,41	0,58	7,13	7,68	6,5	9
<b>AE/AO</b>	1,26	0,09	1,19	1,3	1,0694	1,3797
<b>DIVEd/Ao</b>	1,8	0,2	1,69	1,89	1,4267	2,2078
<b>DIVEs/Ao</b>	1,09	0,18	1	1,18	0,8056	1,4805
<b>E</b>	52,34	8,38	48,29	56,37	34,1	63,3
<b>A</b>	43,69	9,18	39,22	48,11	30,6	68,3
<b>TRIV</b>	41,93	3,95	40	43	36	52
<b>E/A</b>	1,22	0,22	1,11	1,33	0,7694	1,673
<b>E/TRIV</b>	1,26	0,23	1,14	1,37	0,775	1,7194

Tabela 2 - Parâmetros ecocardiográficos de coelhos *Lion Head*. Diâmetro do septo interventricular em Diástole (SIVd); Parede Livre do Ventrículo Esquerdo em Diástole (PLVED); Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole (DIVEd); Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole (DIVEs); Fração de Ejeção (EF); Fração de Encurtamento (FS); Medida da Átrio Esquerdo (AE); Medida da Aorta (Ao); Relação entre o Átrio Esquerdo e a Aorta (AE/Ao); Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Diástole e a Aorta (DIVEd/Ao); Relação entre o Diâmetro Interno do Ventrículo Esquerdo em Sístole e a Aorta (DIVEs/Ao); Pico da Onda E no Doppler (E); Pico da Onda A no Doppler (A); Tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV); Relação entre as Ondas E e A no Doppler (E/A); Relação entre a Onda E e o Tempo de relaxamento isovolumétrico (E/TRIV).  
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

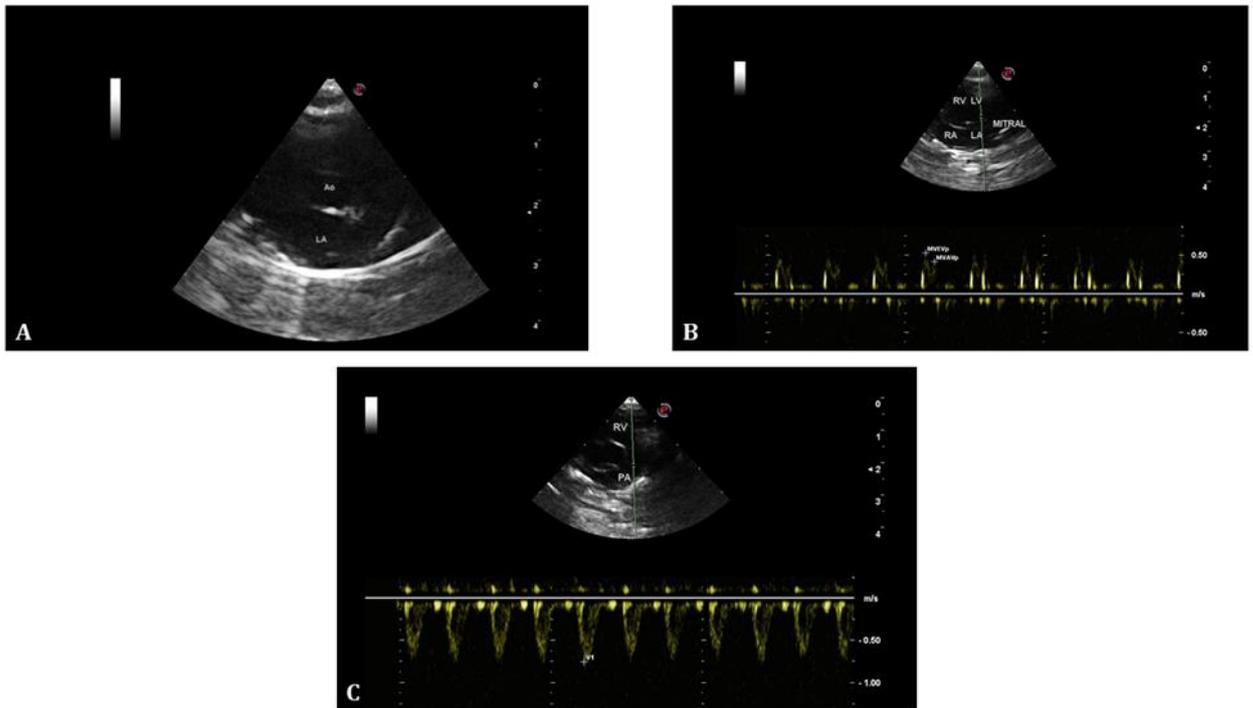


Figura 4 - Imagem ecocardiográfica da janela parasternal direita no eixo curto no nível do átrio esquerdo/aorta (A) e da mensuração da velocidade máxima da artéria pulmonar (C) em coelho *Lion Head* hígado. Imagem ecocardiográfica apical quatro câmaras exibindo as ondas E e A do fluxo transmitral em coelho *Lion Head* hígado (B). Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

## DISCUSSÃO

A partir desse estudo foram possíveis determinar os parâmetros eletrocardiográficos e ecocardiográficos dos coelhos da raça *Lion Head*. A realização dos exames possibilitou a obtenção dos traçados eletrocardiográficos e das variáveis ecocardiografias de coelhos saudáveis por meio de um ambiente tranquilo e isolado sem a necessidade de sedação, determinando valores que podem ser utilizados na clínica destes *pets* não convencionais. O registro eletrocardiográfico apresentou uma qualidade satisfatória, permitindo uma interpretação precisa. Tratando-se do exame ecocardiográfico, as imagens foram obtidas com uma boa qualidade. Os exames foram realizados em todos os animais, apresentado valores similares de outras raças de coelhos de estudos anteriores (Fontes-Sousa *et al.*, 2006; Fontes-Sousa *et al.*, 2009; Giannico *et al.*, 2015).

A FC média observada no presente estudo ( $196 \pm 34$  bpm), estando dentro da faixa de normalidade para coelhos (Orcutt, 2014), contudo, foi menor que em um estudo feito em coelhos anestesiados usando a combinação de cetamina-midazolam ( $262 \pm 37$  bpm) que produz uma frequência cardíaca mais alta (Fontes-Sousa *et al.*, 2009). De fato, embora esses agentes causem depressão cardiorrespiratória mínima, eles podem levar ao aumento da frequência

cardíaca (Fontes-Sousa et al, 2009). Outro estudo feito em coelhos Nova Zelândia mostrou FC de 243 bpm, este estudo usou contenção manual para segurar os coelhos, o que pode sugerir que o aumento da FC nesses animais no estado consciente foi de fato devido a um aumento do tônus simpático causado pelo estresse (Giannico *et al.*, 2015). Acredita-se que possivelmente a baixa FC encontrada neste trabalho pode ter sido causada pelo baixo estresse durante o exame e ao estado de adaptação ao manejo diário.

Em nosso estudo, todas as ondas R apresentaram polaridade positiva. Contudo, só 86% dos coelhos apresentaram uma onda T positiva e 14% dos animais apresentaram uma onda T negativa, diferindo dos estudos anteriores em coelhos onde todos os animais apresentaram ondas T positivas (Giannico *et al.*, 2015; Chapel *et al.*, 2017). As alterações na configuração da onda T são uma indicação de anormalidade na repolarização ventricular e podem ser causadas por desequilíbrios eletrolíticos, medicamentos ou doenças pulmonares ou cardíacas. Este achado pode ser normal em cães que pode ser positiva negativa ou bifásica (Tilley, 1992; Sabino, 2017). Mais estudos são necessários para determinar se este achado é normal ou representa alguma alteração nos coelhos *Lion Head*

Na literatura, os achados ecocardiográficos e os valores de referência em coelhos saudáveis foram descritos a partir de amostras da raça Nova Zelândia, geralmente sob a influência de sedativos, anestésicos ou agentes farmacológicos, que podem alterar os parâmetros ecocardiográficos (Stypmann *et al.*, 2007; Fontes-Sousa *et al.*, 2009; Moura *et al.*, 2009; Gava *et al.*, 2013; Ramos *et al.*, 2018). No entanto, apesar da semelhança genética entre os coelhos Nova Zelândia e os de outras raças, existem limitações quando se compara os valores normais obtidos desses coelhos para aqueles de estimação que estão sendo submetidos à ecocardiografia como pacientes clínicos, como por exemplo, o tamanho, pois dentre as raças, essa é considerada de grande porte e isso impede que esses parâmetros sejam considerados viáveis para aplicação geral devido a diferenças nas conformações anatômicas do coração, e como resultado parâmetros diferentes no ecocardiograma e no eletrocardiograma. Além disso, a maioria dos modelos experimentais de doença cardiovascular que utilizam a raça Nova Zelândia não reproduz doenças cardíacas que ocorrem naturalmente na espécie, e, portanto, não oferecem informações relevantes para o tratamento de coelhos de estimação que sofrem de problemas cardíacos (Pariaut, 2009).

Os parâmetros morfológicos foram similares aos achados em outros estudos com coelhos, contudo estes estudos usaram medicamentos anestésicos para poder realizar os exames (Fontes-Sousa *et al.*, 2006; Fontes-Sousa *et al.*, 2009). Um estudo mostrou valores de FS% (30,13 com um desvio padrão de 2,98) e EF% (61,29 com desvio padrão de 4,66) menores que

este trabalho (Fontes-Sousa *et al.*, 2006), esta discrepância poder ser causada pelo efeito destes protocolos anestésicos utilizados. Já outro estudo em coelhos Nova Zelândia que não usou medicação para contenção física dos animais, apresentou valores mais concordantes a este estudo, FS% de 37.17 com desvio padrão de 4.99 e EF% de 71.12 com desvio padrão de 6.32 (Giannico *et al.*, 2015). Isto demonstra que a utilização de contenção manual, apresenta menos variação da função sistólica do miocárdio, sendo mais relevante na hora de avaliar o sistema cardiovascular de coelhos com possíveis doenças cardiovasculares.

A avaliação do fluxo transmitral, determinou a mensuração das ondas E e A, contudo não foi possível mensurar o tempo de desaceleração da onda E por causa da FC elevada. Este achado foi similar ao encontrado em coelhos nova Zelândia (Fontes-Sousa *et al.*, 2009). Já se sabe que alguns parâmetros ecocardiográficos são particularmente sensíveis a altas frequências cardíacas, como, por exemplo, as ondas E e A mitrais que se fundem e podem não ser distinguidas (De madron, 2015).

O exame ecocardiográfico mostrou ser exequível nos coelhos da raça *Lion Head*, possibilitando a obtenção de imagens das câmaras cardíacas entre o segundo e o quinto espaço intercostal, através das abordagens paraesternais longitudinais e transversais bilaterais. A utilização dessa técnica de imagem permitiu a visualização, avaliação e mensuração das câmaras cardíacas, das paredes, dos fluxos valvulares e o cálculo de parâmetros hemodinâmicos derivados desses exames. Não foram observadas anomalias cardíacas estruturais durante a análise. Esse estudo ofereceu algumas variáveis ecocardiográficas normais, que podem ser aplicadas em estudos epidemiológicos, fisiopatológicos ou em análises de casos em coelhos *Lion Head* e em espécies filogeneticamente relacionadas. Pesquisas que visem a investigação da área atrial e ventricular, bem como a aplicação de métodos ecocardiográficos modernos tem o potencial de complementar os dados deste estudo e contribuir para a preservação da saúde de coelhos dessa raça, como também de outras.

## **LIMITAÇÕES**

É relevante expor as limitações deste estudo: Restrição de tamanho da amostra; Quantidade reduzida de literatura espécie/específica; além de não ter sido possível a realização da variação intra/inter observador.

## CONCLUSÃO

Este estudo proporcionou uma avaliação da saúde cardíaca de coelhos saudáveis da raça *Lion Head* permitindo a criação de valores de referência no que tange aos dados encontrados no eletrocardiograma quanto no ecocardiograma. Os intervalos de referência estabelecidos aqui serão úteis como uma base de informação que poderá ser usada para diagnosticar doenças cardíacas em coelhos. Esta pesquisa mostra a viabilidade de realizar a avaliação cardíaca em coelhos sem sedação.

## REFERÊNCIAS

- ABAD, D. A. M. M. et al. **The echocardiography in the cardiovascular laboratory: a guide to research with animals.** Arquivos Brasileiros de Cardiologia, v. 102, n. 1, p. 97-103, 2014.
- BOON, J. A. **Evaluation of Size, Function, and Hemodynamics.** In: BOON, J. A. Manual of Veterinary Echocardiography, Capítulo 4, p. 200-267. Baltimore: Williams & Wilkins, 2011.
- CHAPEL, J. M. et al. **Electrocardiographic reference values for healthy Netherland Dwarf rabbits and the influence of body position, age and gender.** World Rabbit Science, v. 25, n. 4, p. 399-406, 2017.
- DE MADRON, E. et al. **Clinical Echocardiography of the Dog and Cat.** Elsevier Health Sciences, 2015, p. 111-137.
- DE MADRON, E. **Assessment of Diastolic Function.** In: DE MADRON, E.; CHETBOUL, V.; BUSSADORI, C. (Eds.). Clinical Echocardiography of the Dog and Cat. Elsevier Health Sciences, 2015, pp. 127–138.
- EDGAR, J. L.; MULLAN, S. M. **Knowledge and attitudes of 52 UK pet rabbit owners at the point of sale.** Vet Rec., v. 168, p. 353–358, 2011.
- FONTES-SOUSA, A. P. et al. **Echocardiographic evaluation including tissue Doppler imaging in New Zealand white rabbits sedated with ketamine and midazolam.** Vet J., v. 181, n. 3, p. 326-331, 2009.
- FONTES-SOUSA, A. P. N. et al. **M-mode and Doppler echocardiographic reference values for male New Zealand white rabbits.** Am J Vet Res., v. 67, n. 10, p. 1725-1729, 2006.
- GAVA, F. N. et al. **Doxorubicin induced dilated cardiomyopathy in a rabbit model: an update.** Res Vet Sci., v. 94, n. 1, p. 115-121, 2013.
- GIANICO, A. T. et al. **Determination of normal echocardiographic, electrocardiographic, and radiographic cardiac parameters in the conscious New Zealand white rabbit.** Journal of Exotic Pet Medicine, v. 24, n. 2, p. 223-234, 2015.
- LANGE, M. et al. **Role of the  $\beta$ 1-adrenergic pathway in anesthetic and ischemic preconditioning against myocardial infarction in the rabbit heart in vivo.** Anesthesiology, v. 105, p. 503–510, 2006.
- LORD, B.; BOSWOOD, A.; PETRIE, A. **Electrocardiography of the normal domestic pet rabbit.** Vet Rec., v. 167, p. 961–965, 2010.
- MOURA, C. et al. **Agreement between echocardiographic techniques in assessment of the left ventricular myocardial performance index in rabbits.** Am J Vet Res., v. 70, n. 4, p. 464-471, 2009.

- NAGUEH, S. F. et al. **Recommendations for the evaluation of left ventricular diastolic function by echocardiography: an update from the American Society of Echocardiography and the European Association of Cardiovascular Imaging.** J Am Soc Echocardiography., v. 29, n. 4, p. 277-314, 2016.
- PARIAUT, R. **Cardiovascular physiology and diseases of the rabbit.** Vet Clin North Am Exot Anim Pract, v. 12, p. 135–144, 2009.
- PELOSI, A. et al. **Cardiac tissue Doppler and tissue velocity imaging in anesthetized New Zealand white rabbits.** J Am Assoc Lab Anim, v. 50, p. 317–321, 2011.
- RAMOS, S. R. et al. **Comprehensive echocardiographic assessment of biventricular function in the rabbit, animal model in cardiovascular research: feasibility and normal values.** Int J Cardiovasc Imaging, v. 34, n. 3, p. 367-375, 2018.
- ROONEY, N. J. et al. **The current state of welfare, housing and husbandry of the English pet rabbit population.** BMC Res Notes, v. 7, n. 1, p. 942, 2014.
- SABINO, B. F. P. C. **A importância clínica da onda T eletrocardiográfica em canídeos: estudo prospetivo.** Dissertação (Mestrado) - Universidade de Lisboa, Lisboa, 2017.
- STYPMANN, J. et al. **Doppler echocardiography and tissue Doppler imaging in the healthy rabbit: differences of cardiac function during awake and anaesthetised examination.** Int J Cardiol, v. 115, n. 2, p. 164-170, 2007.
- TILLEY, L. P. **Essentials of canine and feline electrocardiography**, 3.ed. Philadelphia: Lea, 1992.