



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL  
MESTRADO EM CIÊNCIA ANIMAL**

**IGOR RENNO GUIMARÃES LOPES**

**MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO  
(*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758)**

**MOSSORÓ-RN**

**2019**

IGOR RENNO GUIMÃRAES LOPES

**MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO**

*(Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758)

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciência Animal do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Morfofisiologia e Biotecnologia Animal

Orientador: Moacir Franco de Oliveira, Prof. Dr..

MOSSORÓ-RN

2019

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (s) autor (s), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação de sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (s) respectivo (s) autor (s) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

LB64m Lopes, Igor Renno Guimarães.  
Morfologia do coração de cateto [Pecari tajacu  
LINNAEUS, 1758] / Igor Renno Guimarães Lopes. -  
2019.  
80 f. - 11.

Orientador. Moacir Franco de Oliveira.  
Dissertação [Mestrado] - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Ciência Animal, 2019.

1. Angiocarcinoma. 2. Cardiovascular. 3.  
Circulação coronária. 4. Nó Sinusoidal. 5. Nó  
atrioventricular. I. Oliveira, Moacir Franco de,  
orient. II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISB-LIFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

IGOR RENNO GUIMÃRAES LOPES

**MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO**

**(*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Linha de Pesquisa: Morfofisiologia e Biotecnologia Animal

Orientador: Prof. Dr. Moacir Franco de Oliveira - UFERSA.

DEFENDIDO: 23 de dezembro de 2019

**BANCA EXAMINADORA:**



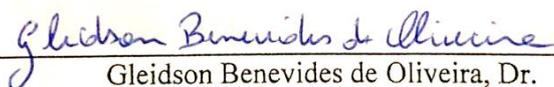
---

Moacir Franco de Oliveira, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente



---

André de Macedo Medeiros, Dr. (UFERSA)  
Membro Examinador



---

Gleidson Benevides de Oliveira, Dr.  
Membro Examinador

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**IGOR RENNO GUIMARÃES LOPES** nasceu no dia 10 de dezembro de 1993 na cidade de Limoeiro do Norte-CE, ingressou no ensino médio no ano de 2009, concluindo no Colégio Diocesano Padre Anchieta em 2011, ingressou no ensino técnico em Meio-Ambiente em 2010 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE). Em 2012 ingressou no ensino superior em Medicina Veterinária na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), realizando estágios na área de patologia clínica, clínica e cirurgia de animais silvestres e morfofisiologia animal, concluindo a graduação em 2017. Em 2018 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal no nível Mestrado da mesma instituição, com prazo de conclusão em 2019.

Aos meus pais, **Washington de Moura Lopes** e **Izaura Vitória Guimarães Costa**, que formam minha base e que estão sempre ao meu lado, sem medir esforços.

Ao meu professor orientador, **Moacir Franco de Oliveira**, que me guiou no meio acadêmico e que repassou valores e conhecimentos importantes para minha vida.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, a **DEUS**, por minha vida, por ser meu guia, por me conceder saúde, e alegria, e por me dar forças para poder superar todas as dificuldades encontradas no caminho.

À minha mãe, **Izaura Vitória Guimarães Costa**, pelo amor, carinho e dedicação. Por ser essa mulher de fibra que me dá suporte nos momentos de angústia, com quem posso contar e confiar. Agradeço por me apoiar nas escolhas que fiz e estar sempre presente. Amo você.

Ao meu pai, **Washington de Moura Lopes**, um ídolo que tenho desde pequeno, pelo seu pensamento positivo e apoio constante. Obrigado pelas conversas, ensinamentos e valores que pude ver e aprender, meu eterno professor. Amo você.

Aos meus irmãos, **Felipe Arthur Guimarães Lopes** e **Yanna Gabrielle Guimarães Lopes**, partes de mim, presentes nos momentos bons e ruins da vida. Espero que nunca nos separemos, por mais complicada que se torne nossa rotina. Vocês são 1/3 de mim.

À minha tia **Janaína Guimarães Costa**, a qual considero uma irmã mais velha, que me ajudou de todas as maneiras possíveis e sempre me impulsionou e apoiou em toda minha trajetória. Sou muito grato.

À minhas avós, **Dona Adélia** e **Dona Zelita**, por me colocarem em suas orações, e estarem sempre torcendo e se fazendo presente nos momentos que precisei. Não há como medir o amor e carinho que tenho por vocês.

A minha namorada, **Manuela Costa de Menezes**, pessoa ímpar e muito importante na minha vida. Agradeço pelo apoio incondicional, pelo carinho, amor e por me dar força de vontade, nos momentos mais difíceis. Amo você.

Aos amigos que conquistei durante a pós-graduação, **Andressa Mouta**, **João Paulo**, **Luan Aragão** e **Samuel Nunes**, pessoas que contribuíram e participaram dessa trajetória. Agradeço pela amizade, carinho e bons momentos.

Aos meus amigos do laboratório, **Ferdinando Vinícius Fernandes, Hélio Noberto de Araújo Júnior, Herson da Silva Costa, Paulo Mateus Alves Lopes, Radan Elvis Matias de Oliveira, Ana Caroline Freitas Caetano de Sousa, João Vitor de Oliveira Gurgel, Moisés Dantas Tertulino e Carlos Eduardo Vale Rebouças** pela amizade e pela contribuição na produção do meu trabalho.

Ao meu orientador e professor, **Moacir Franco de Oliveira**, por toda paciência e compreensão, e pelas conversas e ensinamentos durante graduação e pós-graduação. Sou grato pela orientação e oportunidade de trabalhar com você.

Aos **demais professores** que contribuíram para a minha formação, transmitindo seus conhecimentos e experiências de vida.

À **Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA**, pela utilização do espaço físico.

Ao **Centro de Multiplicação de Animais Silvestres – CEMAS**, por ceder os animais, e aos animais, que deram a vida para realização desse experimento.

Aos funcionários do CEMAS, **Antônio Almeida, Francisco das Chagas e Robson** pela contribuição nas coletas dos materiais.

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES**, pelo apoio financeiro.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desse experimento.

**MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO (*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758).**

LOPES, Igor Renno Guimarães. Morfologia do coração de cateto (*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758). 2019. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Morfofisiologia e Biotecnologia Animal) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UERSA), Mossoró- RN, 2019.

**RESUMO:** Objetivou-se pesquisar a angioarquitetura, forma e localização e, também, aspectos microscópicos do sistema de condução do coração de cateto (*Pecari tajacu*), sendo utilizados 12 animais, 6 machos e 6 fêmeas. Para estabelecimento dos parâmetros topográficos do coração uma incisão foi realizada desde a sincondrose intermandibular à cartilagem xifoide, para remoção do esterno. Os corações foram retirados, dos quais quatro corações foram imersos em solução de formaldeído 10% por 24h para fixação e, posteriormente, feitas secções a fim de expor a face interna. Dois corações tiveram seus sistemas arteriais perfundidos com látex Neoprene (650) amarelo, e dois com acetato de vinil amarelo, estes posteriormente submetidos a corrosão com ácido sulfúrico a 20% por 72h. Foram incluídos em parafina histológica toda a região contendo o ângulo entre a veia cava cranial e átrio direito de dois corações e, dos dois restantes, fragmentos desde a região intercava, até a porção dorsal do septo interventricular, posteriormente, obtidos cortes de 5 µm, corados com hematoxilina e eosina (HE). A análise dos dados demonstrou que o coração de cateto apresenta forma cônica alongada, ocupa a maior parte do espaço mediastínico médio do tórax e situa-se em região delimitada entre a 3<sup>a</sup> e a 6<sup>a</sup> costela, envolta pelo pericárdio, este ligado ao diafragma por meio do ligamento frenopericárdico. Do arco aórtico emergem dois ramos colaterais, o tronco braquiocefálico, que se ramifica em artéria subclávia direita e um tronco comum das artérias carótidas comuns direita e esquerda e, em seguida, em artéria subclávia esquerda. Nos modelos arteriais cardíacos a artéria coronária esquerda emergiu da aorta, entre a aurícula esquerda e o tronco pulmonar, e ramificava-se em um ramo superficial que retorna para a aurícula esquerda; um ramo circunflexo, o qual, pelo sulco coronário, circundava a base do coração em direção a face atrial; um ramo oblíquo e o ramo paraconal,

que seguia em direção ao ápice. A artéria coronária direita emerge da aorta, entre a aurícula direita e o átrio direito, em seguida, bifurca-se em um ramo superficial que se insere na aurícula direita e no ramo circunflexo direito, que contorna a aurícula direita em direção a face atrial, onde torna-se o ramo subsinuoso, seguindo em direção ao ápice, conferindo ao coração uma vascularização do tipo equilibrada. O nó sinoatrial do cateto foi encontrado na região entre a veia cava cranial e o átrio direito, a nível subepicárdico, não envolvendo a região da junção por completo. É uma estrutura delgada, não encapsulada, envolvida por uma densa malha de tecido conjuntivo frouxo, onde pode-se notar artérias de pequeno calibre e células ganglionares. Os miócitos nodais são menores, com forma arredondada a ovoide e citoplasma menos eosinofílico que o miocárdio atrial, distribuídas como feixes entrelaçados sem nenhuma orientação específica. O nó atrioventricular do cateto está localizado próximo ao local de inserção do folheto septal da válvula tricúspide, numa região subendocárdica, sendo dividido em duas zonas, uma zona compacta e uma zona de transição. A primeira composta por células pequenas e arredondadas, algumas com zonas citoplasmáticas perinucleares transparente, fibroblastos e vasos sanguíneos; a segunda, apresenta células fusiformes, contínuas e organizam-se como uma rede, sendo menores que os miócitos de trabalho.

**Palavras-chave:** Angioarquitetura. Cardiovascular. Circulação coronária. Nó Sinoatrial. Nó atrioventricular.

**MORPHOLOGY OF THE HEART OF COLLARED PECCARY (*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758).** LOPES, Igor Renno Guimarães. Morphology of the heart of collared peccary (*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758). 2019. Thesis (Master degree in Animal Science: Morphophysiology and Animal Biotechnology) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UERSA), Mossoró- RN, 2019.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to investigate the angioarchitecture, shape and location, as well as the microscopic aspects of the collared peccary (*Pecari tajacu*) heart conduction system, using 12 animals, 6 males and 6 females. To establish the topographic parameters of the heart, an incision was made from intermandibular synchondrosis to xiphoid cartilage to remove the sternum. The hearts were removed from which four hearts were immersed in 10% formaldehyde solution for 24h for fixation and subsequently made sections to expose the inner face. Two hearts had their arterial system perfused with yellow Neoprene (650) latex, and two with yellow vinyl acetate, which were later corroded with 20% sulfuric acid for 72h. The whole region containing the angle between the cranial vena cava and the right atrium of two hearts was included in histological paraffin, and fragments from the remaining two to the dorsal portion of the interventricular septum were obtained, stained with hematoxylin and eosin (HE). The analysis of the data showed the heart of collared peccary has an elongated conical shape, occupies most of the middle mediastinal space of the thorax and is located in a region delimited between the 3rd and 6th rib, surrounded by the pericardium, which is connected to the diaphragm by of the frenopericardial ligament. From the aortic arch emerge two collateral branches, the brachiocephalic trunk, which branches into the right subclavian artery and a common trunk of the right and left common carotid arteries and then into the left subclavian artery. In cardiac arterial models the left coronary artery emerged from the aorta, between the left auricle and the pulmonary trunk, and branched into a superficial branch that returns to the left auricle; a circumflex branch which, through the coronary sulcus, circled the base of the heart toward the atrial face; an oblique branch and the

paraconal branch, which ran toward the apex. The right coronary artery emerges from the aorta, between the right atrium and the right atrium, then bifurcates into a superficial branch that inserts into the right auricle and the right circumflex branch, which surrounds the right auricle toward the atrial face, where it becomes the subsinuous branch, moving towards the apex, giving the heart a balanced type vascularization. The sinoatrial node of the catheter was found in the region between the cranial vena cava and the right atrium, at the subepicardial level, not involving the entire junction region. It is a thin, unencapsulated structure, surrounded by a dense mesh of loose connective tissue, where one can notice small arteries and ganglion cells. The nodal myocytes are smaller, with an ovoid round shape and less eosinophilic cytoplasm than the atrial myocardium, distributed as intertwined beams without any specific orientation. The atrioventricular node of the catheter is located near the insertion site of the tricuspid valve septal leaflet, in a subendocardial region, and is divided into two zones, a compact zone and a transition zone. The first consists of small round cells, some with transparent perinuclear cytoplasmic zones, fibroblasts and blood vessels; the second presents continuous fusiform cells and is organized as a network, being smaller than the working myocytes.

**Keywords:** Angioarchitecture. Cardiovascular. Coronary circulation. Sinoatrial node. Atrioventricular node.

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA:

- Figura 1 – Distribuição geográfica da ocorrência do cateto (*Pecari tajacu*) no continente americano (Adaptado de IUCN, 2011).....21
- Figura 2 – Exemplar de cateto. Fonte: Arquivo pessoal (2014)..... 22

### METODOLOGIA:

- Figura 3 – Projeto Catetos I no Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS/UFERSA). Fonte: Arquivo pessoal (2019).....36

### CAPÍTULO 1:

- Figura 1 – Topografia do coração em cateto, recoberto pelo pericárdio, vista ventral. Verifica-se: o coração (Co); lobo caudal direito do pulmão (LCD); lobo caudal esquerdo do pulmão (LCE); ligamento frenopericárdico (cabeça de seta); diafragma (seta). Barra: 1cm..... 58
- Figura 2 – Fotografia da face atrial do coração de cateto. Evidencia-se: a aorta ascendente (1); artérias pulmonares (2); veia cava cranial (3); veias pulmonares (4); veia cava caudal (5). Barra: 1cm.....59
- Figura 3 – Fotografia da face auricular do coração de cateto. Evidencia-se: o ventrículo esquerdo (VE); ventrículo direito (VD); aurícula esquerda (AuE); aurícula direita (AuD); tronco pulmonar (Tp); arco aórtico (Ao); tronco bicarotídeo (Tb); artéria subclávia direita (Sd); artéria subclávia esquerda (Se). Barra: 1 cm.....60
- Figura 4 – Fotografia do coração de cateto em corte transversal. Em A: átrio direito (AD); septo interatrial (SIA); átrio esquerdo (AE). B: ventrículo direito (VD); septointerventricular (SIV); ventrículo esquerdo (VE). Barra: 1 cm.....61
- Figura 5 – Fotografia do coração de cateto em corte sagital mediano. Evidencia-se: ventrículo esquerdo (VE); ventrículo direito (VD); septo interventricular (SIV); musculo papilar maior (Pm); musculo papilar menor (Pp); musculo papilar subarterioso (Ps); cordas tendíneas (\*). Barra: 1

- cm.....62
- Figura 6 – Fotografia dos modelos arteriais cardíacos de catetos, em A, modelo preenchido com acetato de vinil e em B, modelo preenchido com látex. Evidencia-se: origem da artéria coronária esquerda (estrela); ramo arterial superficial (1); ramo circunflexo esquerdo (2); ramo oblíquo (3); ramo interventricular paraconal (4). Barra: 1 cm.....63
- Figura 7 – Fotografia dos modelos arteriais cardíacos de catetos, em A e B, modelos preenchidos com acetato de vinil. Evidencia-se: origem da artéria coronária direita (estrela); átrio direito (AD); aurícula direita (AuD); ramo arterial superficial (1); ramo circunflexo direito (2); ramo interventricular subsinuoso (3). Barra: 1 cm.....64
- Figura 8 – Fotomicrografia do coração de cateto, evidenciando a região de tecido nodal e sua relação com os tecidos adjacentes. Em A: Epicárdio (Ep); miocárdio (Mi); tecido conjuntivo frouxo (Tc); região nodal (seta); gânglios (cabeça de seta); vasos sanguíneos (V). Barra: 200  $\mu\text{m}$ . Em B: Miocárdio (Mi); tecido conjuntivo frouxo (Tc); nó sinoatrial (Ns). Barra: 40  $\mu\text{m}$ .....65
- Figura 9 – Fotomicrografia do coração de cateto. Em A: Miocárdio atrial, nota-se os miócitos de trabalho alongados, organizados em feixes. Barra: 10  $\mu\text{m}$ . Em B: Nó sinoatrial, nota-se os miócitos nodais arredondados, sem orientação específica. Barra: 20  $\mu\text{m}$ .....65
- Figura 10 – Fotomicrografia a região do nó atrioventricular do coração de cateto. Em A: evidencia-se a região da zona compacta do nó atrioventricular; Endocárdio (En); zona compacta (ZC). Em B: evidencia-se a região da zona de transição do nó atrioventricular; Zona de transição (ZT). Em C: corte de uma região de A, nota-se: células nodais com zonas citoplasmática perinucleares (retângulo); células nodais arredondadas (seta). Em D: corte de uma região de B, nota-se as células nodais fusiformes organizadas em rede. Barra: 200  $\mu\text{m}$ .....66

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

IUCN	International Union for Conservation of Nature
CEMAS	Centro de Multiplicação de Animais Silvestres
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
NS	Nó sinoatrial
NAV	Nó atrioventricular
LCD	Lobo caudal direito
LCE	Lobo caudal esquerdo
Co	Coração
AuD	Aurícula direita
AuE	Aurícula esquerda
AD	Átrio direito
AE	Átrio esquerdo
VD	Ventrículo direito
VE	Ventrículo esquerdo
SIA	Septo interatrial
SIV	Septo interventricular
Ao	Arco aórtico
Tb	Tronco bicarotídeo
Sd	Artéria subclávia direita
Se	Artéria subclávia esquerda
Pm	Musculo papilar maior
Pp	Musculo papilar menor
Ps	Musculo papilar subarterioso
Ep	Epicárdio
Mi	Miocárdio
Tc	Tecido conjuntivo frouxo
V	Vaso
ZC	Zona compacta
ZT	Zona de transição

**LISTA DE SÍMBOLOS**

US\$	Dólar americano
Kg	Kilograma
cm	Centímetro
ha	Hectare
mg	Miligrama
mEq	Miliequivalente
°C	Graus Celsius
mm	Milímetros
%	Porcentagem
®	Marca registrada
g	Gramas
NaCl	Cloreto de Sódio

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>18</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>21</b>
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CATETO .....	21
2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CORAÇÃO DE MAMÍFEROS .....	23
2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ARCO AÓRTICO .....	26
2.4 CONTRIBUIÇÃO CORONÁRIA NA IRRIGAÇÃO CARDÍACA .....	27
2.5 COMPLEXO ESTIMULADOR DO CORAÇÃO .....	29
2.4.1 Nó Sinusal (NS).....	30
2.4.2 Nó Atrioventricular (NAV) .....	32
<b>3 OBJETIVOS .....</b>	<b>35</b>
3.1 OBJETIVO GERAL.....	35
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	35
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
4.1 AMOSTRAGEM.....	36
4.2 RELAÇÃO TOPOGRÁFICA E ANÁLISE MACROSCÓPICA .....	36
4.3 ESTABELECIMENTO DA CONTRIBUIÇÃO CORONÁRIA .....	37
4.4 ANÁLISE MICROSCÓPICA DO CORAÇÃO .....	38
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>5 CAPÍTULO 1 MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO (Pecari tajacu</b>	
<b>LINNAEUS, 1758).....</b>	<b>53</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>76</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos sobre a morfofisiologia em diferentes espécies animais podem elucidar mecanismos funcionais ainda não completamente estabelecidos, mas, também pode beneficiar uma espécie no que se refere à suas doenças, exploração e conservação (CONDE JÚNIOR et al., 2012). Entre os sistemas corpóreos alvo de estudo, destaca-se o sistema cardiovascular, pela sua função mantenedora dos outros sistemas (GUIMARÃES et al., 2014).

O destaque a pesquisas sobre o sistema cardiovascular nos variados animais se deve a importância de entender a estrutura, arquitetura e forma dos órgãos desse sistema, auxiliando na compreensão de mecanismos fisiológicos e biológicos, obtendo respostas que podem ser usadas para solucionar problemas cardiovasculares que acometem tanto animais como seres humanos (CONDE JÚNIOR et al., 2012; GUIMARÃES et al., 2018)

Como principal órgão do sistema cardiovascular, o coração de vertebrados tem sido foco de estudos morfológicos, funcionais e moleculares (ICARDO, 2017), ganhando enfoque em pesquisas veterinárias por sua individualidade e requisição dentro do sistema, conseqüentemente, mais propício a desenvolver enfermidades (PIPERS, 1995),

Vale destacar que resultados de trabalhos descritivos na anatomia moderna focando em particularidades estruturais de órgãos, como o coração, permitem correlacionar áreas básicas e aplicadas da pesquisa biomédica, dando embasamento teórico à clínica e cirurgia veterinária (COSTA, 2003).

Tem sido frequente a utilização de animais da fauna silvestre brasileira como objeto de estudo, especialmente em pesquisas que abordam a importância da preservação e conservação, identificação de potenciais zootécnicos interessantes e tentativa de identificar modelos para desenvolvimento de pesquisas (CONDE JÚNIOR et al., 2012).

O cateto (*Pecari tajacu*) é um mamífero silvestre da família Tayassuidae, que apesar da redução da população em alguns biomas brasileiros, como a Caatinga e a Mata Atlântica, estão no grupo de animais com menor preocupação do risco de extinção, segundo a International Union for Conservation of Nature – IUCN (GONGORA et al., 2011).

Esses animais possuem hábitos sociais e são gregários, de grande importância para ecossistemas neotropicais, pois atuam como agentes dispersores de sementes através da alimentação (KEUROGHLIAN, EATON E LONGLAND, 2004; BECK, 2006), como engenheiros do ecossistema, pisoteando e fixando trilhas, criando áreas úmidas no solo ao chafurdar e consumindo um ampla variedade de espécies vegetais (BECK, THEBPANYA E FILIAGGI, 2010), bem como por participar da cadeia trófica, como parte da dieta de grandes

felinos (SCOGNAMILLO et al., 2003). Além disso, a espécie apresenta potencial para criação em cativeiro devido ao interesse econômico por sua carne e couro de boa qualidade (GARCIA et al., 2015). Como exemplo disso, estima-se que o comércio de pele de cateto movimente em torno de US\$ 5,7 milhões ao ano (SINOVAS et al., 2017) e sua carne represente uma das maiores biomassas coletadas por populações humanas em áreas rurais na América do Sul (FERREIRA, CAMPOS E ARAÚJO, 2012).

Na criação em cativeiro de animais silvestres, o estresse é um fator limitante, tendo em vista que agentes estressores são capazes de alterar o estado homeostático do animal (FOWLER E MILLER, 2008), sendo a contenção física, necessária para práticas rotineiras, como: identificação de animais, separação por faixa etária e sexo, exames clínicos, tratamento de enfermidades e transporte, um dos principais fatores estressantes (GIRALT, 2002).

Estímulos estressantes intensos ou prolongados podem afetar funções fisiológicas, causando aumento da frequência cardíaca, respiratória e da temperatura corporal, além de afetar mecanismos neuroendócrinos que atuam diretamente no sistema cardiovascular, levando a manifestações compatíveis com síndrome do estresse, miopatia de captura ou hipertermia maligna, podendo ocasionar em morte súbita (JONES, HUNT E KING, 2000).

É sabido que fatores associados ao manejo de animais em cativeiro interferem nos sistemas orgânicos, porém alteram, sobretudo, o sistema cardiovascular na tentativa do animal atingir sua homeostase (BATISTA et al., 2008). Nesse contexto, os entendimentos sobre o coração têm importância fundamental, pois informações acerca da morfologia e topografia do órgão cardíaco resultam em dados que auxiliam na utilização de técnicas para exames e interpretação dos resultados.

Dessa forma, considerando a ausência de informações acerca do coração do cateto (*Pecari tajacu*) e com intuito de disponibilizar essas informações para a comunidade científica, decidiu-se pesquisar a angioarquitetura, forma e estruturas do coração dessa espécie e, também, aspectos microscópicos do sistema de condução, de modo a subsidiar prognósticos na clínica veterinária, sejam em atividades em áreas de conservação, zoológicos ou em criadouros com finalidade comercial ou científica.

Além disso, estabelecer correlações evolutivas com outras espécies filogenéticas próximas, como os suínos domésticos, amplamente citado na literatura como animais para modelo experimental em práticas que envolvam o coração humano (CRICK et al., 1998; LELOVAS et al., 2014; HILL E IAIZZO, 2015), ou mesmo poder inferir que a espécie objeto de estudo pode ser utilizada como modelo experimental para taiassuídeos que, de acordo com

a International Union for Conservation of Nature – IUCN (ALTRICHTER et al., 2015), estão ameaçados de extinção.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO CATETO

Os catetos são mamíferos silvestres que pertencem à família Tayassudae, à ordem Cetartiodactyla, à subordem Suiforme, sendo chamados popularmente caititu ou de porcos-do-mato devido a sua semelhança com o suíno doméstico e com o javali, sendo uma espécie com ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sudoeste dos Estados Unidos, América Central, e toda região norte e central da América do Sul, incluindo o Brasil (Figura 1) (OLIVER, 1993; GONGORA et al., 2011).



Figura 1 - Distribuição geográfica da ocorrência do cateto (Pecari tajacu) no continente americano (Adaptado de IUCN, 2011).

São animais de corpo robusto e membros delgados, com uma cabeça proporcionalmente grande em relação ao restante do corpo. São os menores pecaris, com peso

corporal médio de 30 kg e comprimento médio de 90 cm, sendo as fêmeas menores que os machos. Os membros torácicos apresentam quatro dígitos e os membros pélvicos três, possuem orelhas e olhos pequenos, nariz em forma de tromba, cauda curta e dentes caninos bem desenvolvidos e pontiagudos. Seus pelos são longos, ásperos e geralmente numa tonalidade preta com anéis brancos, conferindo uma pelagem acinzentada. Em seu dorso existe uma crina erétil composta de pelos que tendem a ser mais escuros, e na região do pescoço destaca-se uma faixa de pelos brancos dando um aspecto de colar, característica que confere o nome de cateto-de-colar (Figura 2) (SOWLS, 1984; ORR, 2009).



Figura 2 - Exemplar de cateto. Fonte: Arquivo pessoal (2014).

São animais com hábitos sociais e comportamento gregário que vivem em habitat fixo com área que varia de 24 a 800 ha (SOWLS, 1997). Vivem em bandos que podem ter mais de trinta animais, que podem se dividir em subgrupos temporários, os quais se unem no início da manhã e no final da tarde, sendo que durante o dia os grupos menores contêm até três membros (KEUROGHLIAN E EATON, 2009).

São mamíferos de comportamento ativo, principalmente, durante as horas mais frescas do dia e da noite, com grande flexibilidade ecológica, sendo capazes de adaptar o uso da dieta e do ambiente de acordo com os recursos temporais e espaciais. Assim, ocorrem em diferentes biomas, desde regiões de florestas tropicais úmidas a regiões semiáridas, conseguindo sobreviver em áreas com acentuadas alterações antrópicas (SOWLS, 1997; JUDAS E HENRY, 1999).

Essa dieta variável inclui raízes, tubérculos, frutas, sementes, pedaços de folhas e de colmos, gramíneas, alguns insetos e pequenos animais (KEUROGHLIAN E EATON, 2008).

Os catetos têm papéis importantes como agentes ecológicos, pois mesmo não sendo considerados essencialmente dispersores, devido a alimentação variada, acabam por disseminar algumas espécies vegetais (LAZURE et al., 2010). Agem, também, como engenheiros do ecossistema, consumindo uma ampla biomassa de frutos e sementes de uma variada gama taxonômica e morfológica, afetando significativamente a estrutura e dinâmica florestal (BECK et al., 2005; LAZURE E ALMEIDA-CORTEZ, 2006; ALMEIDA-NETO et al., 2008).

Além disso, representam umas das biomassas mais consumidas por grandes felinos, por serem presas que fornecem um bom ganho de energia e um baixo risco de lesões, tornando-se importantes para manutenção da cadeia trófica no ecossistema (POLISAR et al., 2003; BECK et al., 2005).

De acordo com Mazzoli (2006), a ocorrência de catetos no bioma pode servir como indicador da qualidade ambiental, pois entende que sua ausência no meio sugere um alto grau de perturbação do habitat, já que se tratam de animais com alta capacidade adaptativa.

É reconhecida a participação da carne de cateto como fonte de proteína animal que impacta direto na subsistência e comércio local de regiões onde a atividade pecuária não atende de forma satisfatória às necessidades humanas ou não é acessível para todos da comunidade (PERES E LAKE, 2003; VALSECCHI E AMARAL, 2009; FERREIRA et al., 2012).

Por ser uma espécie que sofre grande pressão de caça, tanto pela apreciação de sua carne, como pelo valor no comércio internacional (BODMER et al., 2004), o que tem proporcionado a proposta de inclusão do cateto em projetos associados à sua reprodução em cativeiro, mesmo não sendo considerada uma espécie em risco de extinção, o seu desaparecimento em áreas específicas devido a predação pode tornar a espécie vulnerável (PARRY, BARLOW E PERES, 2009).

## 2.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O CORAÇÃO DE MAMÍFEROS

O sistema cardiovascular é responsável pelo transporte de células sanguíneas, nutrientes e gases para todo o corpo. Corresponde a um sistema formado por uma bomba representada pelo coração que se conecta com um conjunto de tubos denominados de vasos sanguíneos. Este conjunto de vasos juntamente com o coração, formam três tipos de circulação: a sistêmica, a pulmonar e a portal. Madani e Golts (2014) descrevem que nos

mamíferos, o sangue é transportado no interior de vasos, partindo do coração por artérias com calibre progressivamente menor até atingir todos os órgãos e tecidos do corpo. Ocorrendo as trocas gasosas e de nutrientes nos leitos capilares, para assim retornar ao coração através de veias com calibre progressivamente maiores.

O órgão central do sistema cardiovascular é o coração, uma estrutura oca que funciona como uma bomba de sucção e pressão: as diferenças de pressão causadas pela sua contração e relaxamento, principalmente, determinam a circulação de sangue e linfa (GETTY, 1986). É uma estrutura única, ventral, anteriorizada, alinhada no eixo longitudinal do corpo, localizado no tórax, que no animal adulto, está fixado apenas em seus pontos de entrada e saída (FISHMAN E CHIEN, 1997).

O coração está suspenso na cavidade no interior de um saco fibroso, o pericárdio, que é fixo, dorsalmente, pela raiz das grandes artérias e veias, e ventral preso ao esterno, com fixação ao diafragma em maior ou menor grau, dependendo da espécie. Segundo Ho (2000), no homem e no suíno a ligação do pericárdio à porção tendínea do diafragma é firme e larga. Nos carnívoros um ligamento ventral é a única união entre o pericárdio e diafragma e nos equinos e ruminantes, a porção caudal do pericárdio é fixada apenas através do ligamento esternopericárdio.

O coração é estruturado em três camadas: a camada muscular média espessa da parede (miocárdio) que é composta por músculo cardíaco, uma variedade de músculo estriado peculiar a esse órgão. É revestida externamente pelo pericárdio visceral (epicárdio) e internamente pelo endocárdio, uma fina camada de superfície lisa contínua ao revestimento dos vasos sanguíneos (KÖNIG E LIEBICH, 2016).

Considera-se que o coração trabalhe em sincronia, sendo constituído de duas bombas distintas: o coração direito que bombeia sangue para os pulmões, e o coração esquerdo que bombeia o sangue para os órgãos periféricos. Para isso, há uma propagação de ondas elétricas por todo o tecido cardíaco, promovendo a contração das fibras miocárdicas, permitindo o funcionamento da eficiente bomba cardíaca (GARCIA, 2015).

Cada antímero é composto por duas câmaras, um átrio e um ventrículo, os dois átrios são separados por um septo interno (septo interatrial), assim como os dois ventrículos (septo interventricular). O átrio e o ventrículo de cada um dos lados comunicam-se por meio de uma ampla abertura, que é ocluída por valvas que impedem o refluxo do sangue, impelindo e auxiliando propulsão. As valvas são compostas por estruturas membranosas, as cúspides, sendo encontradas, normalmente, duas no lado esquerdo (valva bicúspide) e três no lado direito (valva tricúspide) (DYCE, WENSING E SACK, 2010).

O átrio funciona principalmente como reservatório de sangue e como via de acesso para o ventrículo, mas possui atividade contrátil capaz de direcionar o sangue para o ventrículo, este que representa, com sua contração, a principal fonte de força a impulsionar o sangue para a circulação (GUYTON E HALL, 2006).

Para melhor compreensão da estrutura cardíaca, é possível dividi-la em duas porções: a base, formada pelos átrios de paredes delgadas, a qual recebem as veias que permitem a entrada de sangue, e o ápice, formado pelos ventrículos, por onde saem as artérias aorta e pulmonar, levando sangue para a circulação sistêmica e pulmonar, respectivamente.

As duas porções são delimitadas por um sulco coronário circundante que contém os principais troncos dos vasos coronários em um revestimento de tecido adiposo. Os átrios unem-se numa formação contínua em forma de “U” que envolve a origem da aorta, sendo interrompida na margem esquerda, onde cada átrio termina em apêndices cegos, as aurículas (DYCE, WENSING E SACK, 2010). Estas podem apresentar variação de tamanho, como pode ser observado nos achados de Guimarães et al. (2014) em análises morfológicas do coração de lobo-marinho-do-sul em que a aurícula direita era maior que a esquerda. Em contraposição, de acordo com Cavalcante (2017), cuja aurícula esquerda mostra-se nitidamente maior que a direita em estudo sobre a anatomia e morfofisiologia do coração de cutia.

Os interiores das câmaras apresentam proeminências musculares destacáveis, como os músculos pectíneos nos átrios e as trabéculas cárneas nos ventrículos, que tem como função reduzir o turbilhonamento do sangue ao adentrar nas câmaras, além dos músculos papilares, também ventriculares, que se conectam às valvas atrioventriculares, por meio de cordas tendíneas, afim de evitar a eversão de suas cúspides. Alterações nessas estruturas padrões podem ser visualizadas em espécies com habitats diferentes, como uma adaptação, por exemplo, a maior quantidade de trabéculas cárneas presentes no ventrículo direito em mamíferos marinhos (BISAILLON, 1982; DRABEK E BURNS, 2002; PÉREZ E LIMA, 2006; GUIMARÃES et al. 2014).

A anatomia do coração, incluindo seu tamanho e formato, varia entre as diferentes espécies animais e entre os indivíduos. E variação pode ser influenciada pelo peso corporal, por seu tamanho, bem como pelos hábitos e atividades exercidas. Rowlatt (1990) tendo analisado a forma do coração em 20 ordens distintas de mamíferos, concluiu, de forma geral, que o coração dos carnívoros domésticos tem aspecto arredondado, o de roedores e primatas é mais alongado do que largo, e de suínos e ruminantes possui comprimento e largura semelhante.

De fato, cães e gatos, apresentam um coração comumente denominado de ovoide, devido ao seu formato cônico arredondado, como descrito por Biasi et al. (2012;2013) e Queiroz et al. (2018), em animais sem raça definida e sem alterações cardíacas.

Da Silva et al. (2016) levantando dados morfométricos do coração de caprinos sem raça definida, descrevem o coração com forma cônica comprimida lateralmente, adicionando um aspecto à forma cardíaca. Em estudos morfológicos da estrutura cardíaca em mão-pelada (PEREIRA et al., 2016), em paca (ÁVILA, MACHADO E OLIVEIRA, 2010) e em lobo-marinho-do-sul (GUIMARÃES et al., 2014), a forma cônica alongada do coração é descrita, este último, apresentando um achatamento lateral como alteração adaptativa ao mergulho.

Para Furtado et al. (2017) o coração de macaco-prego é uma estrutura cônica arredondada, devido ao ápice apresentar-se mais rombo. Esse mesmo aspecto é encontrado em corações de outro cebídeo, o sagui-negro (PINTO, LIMA E BRANCO, 2011). Pinheiro et al. (2014) e Cruvinel et al. (2008) em estudos topográficos do coração de tamanduá-mirim e tamanduá-bandeira, respectivamente, descrevem o órgão cardíaco dessas espécies como uma estrutura cônica arredondada.

### 2.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ARCO AÓRTICO

O arco aórtico dos vertebrados tem origem durante o desenvolvimento embrionário junto à formação dos arcos faríngeos e, seu número nas espécies representa um dos critérios para expressar a evolução entre os diferentes táxons. Após emergir, a aorta ascendente dobra-se formando o arco aórtico, e dele surgem os ramos que irrigam principalmente a região da cabeça e pescoço, e membros torácicos. Os ramos principais são: o tronco braquiocefálico, as artérias subclávias direita e esquerda, e artérias carótidas comuns direita e esquerda (KÖNIG E LIEBICH, 2016).

Nos mamíferos, a origem e disposição dos ramos arteriais que emergem do arco aórtico assumem diferentes variações, sendo possível padronizar esses arranjos de acordo com a espécie, contribuindo para o conhecimento anatomo-cirúrgico. Sugere-se ainda que origens e distribuição anômalas podem causar alterações hemodinâmicas e desordens cerebrais (BERNARDI E DETTORI, 1975).

Três diferentes arranjos foram descritos com mais frequência. O primeiro tipo corresponde apenas ao tronco braquiocefálico emergindo do arco aórtico, e deste emergem as artérias carótidas comuns e as subclávias. Esse tipo já foi descrito em ratos de laboratório

(HEBEL E STROMBERG, 1986), búfalo (CORTELLINI et al. 2000), veado-catingueiro (SCHIMMING et al., 2012), capivara (CULAU et al. 2007), bovinos e equinos (DYCE, SACK E WENSING, 2010).

O segundo tipo caracteriza-se pelo surgimento de dois ramos, o tronco braquiocefálico e a artéria subclávia esquerda. As artérias carótidas comuns direita e esquerda e a subclávia direita emergem do tronco braquiocefálico. Esse arranjo é relatado em paca (OLIVEIRA et al., 2001), chinchila (ÖZDEMIR, ÇEVİK-DEMIRKAN E TÜRKMENOĞLU, 2008), porquinho-da-índia (KABAK E HAZIROGLU, 2003), mocó (MAGALHÃES et al., 2007), ratão-do-banhado (CAMPOS, ARAÚJO E AZAMBUJA, 2010) e o preá (OLIVEIRA et al., 2015).

No terceiro tipo emergem três artérias colaterais do arco aórtico, o tronco braquiocefálico, a artéria carótida comum esquerda e a artéria subclávia esquerda. Originando-se do tronco braquiocefálico, a artéria carótida comum direita e artéria subclávia direita. Este modelo vascular foi descrito na foca-de-crista (DRABEK E BURNS, 2002), camundongos (CASTELEYN et al., 2010), sagui-negro (BRANCO et al., 2017), macaco-prego (FURTADO et al., 2017) e o gerbil (OLIVEIRA et al., 2018).

Em algumas espécies, como a lebre-comum (BRUDNICKI, MACHERZYŃSKA E NOWICKI, 2007), o mocó (MAGALHÃES et al., 2007), o porco (KONIG E LIEBICH, 2016), o tamanduá-mirim (PINHEIRO et al, 2012) e o cachorro-do-mato (LIMA et al., 2016) observa-se um tronco comum que da origem as artérias carótidas comuns direita e esquerda, denominado tronco bicarotídeo.

#### 2.4 CONTRIBUIÇÃO CORONÁRIA NA IRRIGAÇÃO CARDÍACA

Devido a sua atividade contrátil ordenada o coração tem o seu próprio suprimento sanguíneo, recebendo cerca de 15% do débito do ventrículo esquerdo. Esse suprimento é conduzido através das artérias coronárias direita e esquerda que surgem em dois dos três seios dispostos acima das cúspides semilunares no início da aorta. As artérias ocupam os sulcos coronários atrioventricular e interventricular, e para cada espécie existe um padrão em sua distribuição (DYCE, WENSING E SACK, 2010).

Segundo Cavalcante (2017), esse padrão de distribuição das artérias coronárias e seus principais ramos nas espécies é um importante ponto de análise, pois apresentam significado

funcional e importância anatômica que fornece bases para interpretações e realizações de pesquisas no campo clínico e cirúrgico, responsáveis por progressos na cardiologia.

Estudos pioneiros sobre a contribuição coronária para a irrigação cardíaca foram desenvolvidos por Banchi (1904), que analisou corações de mamíferos, incluindo o homem e encontrou modalidades diferentes de irrigação, adotando critérios para a classificação da origem e predomínio do vaso responsável pelo fornecimento sanguíneo.

De acordo com o autor referenciado anteriormente, podem ser classificados três tipos de vascularização cardíaca: A vascularização do tipo esquerda, a qual se caracteriza pela artéria coronária esquerda emitir o ramo interventricular paraconal, o ramo circunflexo esquerdo e o ramo interventricular subsinuoso. A vascularização do tipo equilibrada, onde a artéria coronária direita fornece o ramo interventricular subsinuoso que divide com a artéria coronária esquerda a nutrição das faces cardíacas. E um terceiro tipo de vascularização cardíaca, a do tipo direita, onde a artéria coronária direita, muito desenvolvida, depois de ceder o ramo interventricular subsinuoso, este avança para ganhar o sulco coronário esquerdo atingindo a margem ventricular esquerda do coração. O reconhecimento e descrição do tipo de padronização da circulação cardíaca fornece informações que auxiliam no entendimento do comportamento do ciclo cardíaco e na segmentação de locais de irrigação do órgão.

De acordo com Biasi et al. (2012;2013), em cães e gatos, há predomínio da vascularização do tipo esquerda, ou seja, a artéria coronária esquerda fornece um ramo interventricular paraconal, que percorre todo o sulco interventricular esquerdo, e o ramo circunflexo esquerdo após ser emitido continuava-se como ramo interventricular subsinuoso, que ocupa total ou parcialmente o sulco interventricular direito. Já a artéria coronária direita foi descrita como presente apenas o ramo circunflexo direito, que na maioria das vezes alcançava, de modo parcialmente, o sulco interventricular direito.

De Souza et al. (2016) estudando o sistema cardiovascular em quatis refere-se a predominância esquerda na irrigação própria do coração, a exemplo de achados observados em um outro tipo de procionídeo. Embora a dominância coronariana esquerda possa refletir uma característica homóloga na ordem carnívora, outros grupos filogeneticamente distantes apresentam a mesma característica, como é o caso de bovinos e caprinos, em que se observa que o ramo interventricular paraconal é ramo da artéria coronária esquerda, e esta ultrapassa o ápice, alcançando o sulco interventricular subsinuoso (MARTINI, 1965; PINTO NETO et al. 2009).

Costa (2003) afirma, em estudo sobre a segmentação anatomocirúrgica com o coração de fetos equinos, que a vascularização do coração é do tipo equilibrada, não havendo

predominância nítida de uma artéria em detrimento da outra, o que corrobora com estudos realizados por Hoffman (1975) com equinos adultos.

Assim como em equinos, Ávila et al. (2009), descreveram a origem e trajeto das artérias coronárias na paca e concluíram que a vascularização coronariana é equilibrada, ou seja, o ramo interventricular paraconal é originado na artéria coronária esquerda e o ramo interventricular subsinuoso na direita.

Borges et al. (2018), em estudos sobre a origem e distribuição das artérias coronárias de javalis, descreveram que a artéria coronária direita é mais desenvolvida, emitindo o ramo interventricular subsinuoso e um ramo circunflexo que se estendia ao encontro do ramo circunflexo esquerdo. É estabelecido por Sahni et al. (2008) que em suínos, a predominância da irrigação cardíaca é direita, devido aos ramos interventricular subsinuoso e circunflexo direito serem bastante desenvolvidos e alcançarem, ambos, a margem esquerda. Para Júnior et al. (2008), em estudo anatômico das artérias coronárias de suínos da raça Landrace, a predominância também é direita, devido a um ramo originado a partir do ramo subsinuoso que se dirigia à margem esquerda do coração, porém esse ramo não era contínuo com o ramo interventricular paraconal.

## 2.5 COMPLEXO ESTIMULADOR DO CORAÇÃO

O coração funciona como uma espécie de bomba de sucção e pressão, em função de movimentos realizados por sua musculatura. Estes movimentos ocorrem de modo ordenado, cíclico e ininterrupto, e são denominados de sístole e diástole. Segundo Guarda e Mandelli (2002), este conjunto de ações dependem de um sistema de células especializadas que conduzem o impulso elétrico pela parede das câmaras cardíacas que correspondem ao complexo estimulador do coração. A função deste é regular a excitação cardíaca, provocando a excitação rítmica do miocárdio.

O complexo estimulador cardíaco é composto pelo nó sinoatrial (a região “marca-passo” do coração), localizado abaixo da crista terminal, no átrio direito, o nó atrioventricular, situado na porção caudo-dorsal do átrio direito. Posteriormente, o sistema continua com o fascículo atrioventricular (ou feixe de His), que se divide em ramo direito e ramo esquerdo, e esses ramos descem pelo septo interventricular, envoltos numa bainha de tecido conjuntivo fibroso que isola do miocárdio de trabalho (MAZGALEV et al. 2001). Finalmente, o impulso

termina na extensão do miocárdio ventricular com as fibras subendocárdicas, as redes de Purkinje (SÁNCHEZ-QUITANA e HO, 2003).

O estímulo elétrico é iniciado no nó sinoatrial, que segue para as demais partes responsáveis pela condução desse sinal por todo o órgão. Por esse motivo as células dessas estruturas são diferenciadas das células miocárdicas normais, também denominados miócitos de trabalho (KATZ, 1992).

Waller et al. (1993) consideraram, em estudos sobre anatomopatologia do sistema de condução cardíaco, que o sistema apresenta duas porções importantes, responsáveis por iniciar e manter o gradiente de condução, além de interligar as vias da região atrial e ventricular, sendo estas o nó sinoatrial e o nó atrioventricular. Ainda, alterações no desenvolvimento e função dessas porções do sistema são consideradas os principais mecanismos causadores das mortes súbitas, devido a uma desorganização do sistema iniciador e uma dificuldade de transmissão para as regiões mais apicais do órgão cardíaco (LIE E TITUS, 1975; DAVIES E WRIGHT, 1980).

#### **2.4.1 Nó Sinoatrial (NS)**

O nó sinoatrial é uma estrutura relativamente pequena, numa localização subepicárdica formado pela junção lateral da veia cava cranial com o átrio direito, com extensão tecidual que varia entre as espécies. Contudo, também pode ter parte localizada na região intercava (entre as veias cava cranial e caudal) no cão, no gato, coelho e porco segundo descrevem Boyett et al. (2000).

Descrições histológicas em mamíferos por Glomset e Glomset (1940) e Truex e Smythe (1965), já relatavam que o nó sinoatrial representava uma estrutura delgada constituída por aglomerado de fibras musculares diferenciadas, acompanhadas de numerosas pequenas artérias, tecido conjuntivo e células ganglionares.

Para James et al. (1996), há três grupos distintos de células especializadas no nó sinoatrial do homem e do cão. O primeiro grupo são miócitos de trabalho, encontrado nas margens do nó. O segundo tipo celular é o grupo celular principal (denominado de células “P”) com citoplasma claro e menos acidófilo, em contraste com o primeiro grupo circundante, arredondadas, contendo menos miofibrilas. Por fim, as células de transição, células que estariam entre os miócitos nodais e os miócitos de trabalho, com características partilhadas entre as duas.

Sánchez-Quintana e Ho (2003) descrevem que o nó sinoatrial de mamíferos é composto por miócitos com tamanho menor que o miócitos de trabalho, os miócitos nodais, que estão dispostos em feixes desorganizados, formando uma rede sem nenhuma orientação específica. Os miócitos nodais estão imersos numa matriz de tecido conjuntivo, onde adentram os vasos, constituída principalmente por fibroblasto e colágeno, que aumenta com o avançar da idade, e a sua quantidade em relação aos miócitos nodais varia de espécie para espécie.

A análise estrutural da região do nó sinoatrial de macaco-cinomolgo revelou que o nó está situado na transição da crista terminal e o átrio direito, seguindo até a parede do septo interatrial, à nível subepicárdico. Apresentava miócitos nodais que se coraram com menor intensidade, e em menor número, um grupo de células com citoplasma pouco corado, denominadas de células pálidas. Fibras colágenas vindas do epicárdio separavam a estrutura nodal do musculo atrial (ALINGS et al., 1999)

Estudos histológicos do nó sinoatrial de ratos Wistar, revelaram que o nó localiza-se na região de transição entre a veia cava e o átrio direito, distribuindo-se de forma difusa, não envolvendo toda a região de transição. Era composto por células nodais, células com características de fibroblastos e vasos sanguíneos imersos numa matriz fibroelástica. As células nodais eram arredondadas ou ovais, binucleadas ou não, menores que os miócitos atriais e coradas em menor intensidade. Na periferia do nó haviam células alongadas, mas diferentes dos miócitos de trabalho, sendo denominadas de células de transição, além de adipócitos (DE MELO et al., 2001).

Ophhof et al. (1986), descrevem que o nó sinoatrial de gatos apresenta forma elipsoidal com eixo paralelo à crista terminal, possuindo duas regiões, a central e a periférica. A região central relaciona-se com o miocárdio atrial e a periférica com o epicárdio, dessa forma, as células nodais ocupavam toda a região entre o epicárdio e o miocárdio. O tecido nodal apresentava células com menor intensidade de coloração, menores, entremeadas por fibras colágenas e artérias de pequeno e médio calibre, sendo a região central mais compacta que a periférica.

Em suínos da raça Landrace, Pereira, Borelli e Fernandes Filho (1983) descreveram que o nó sinoatrial está localizado na região que circunda a junção da veia cava com o tecido atrial. Os miócitos nodais eram delgados, com citoplasma acidófilo e núcleo arredondado ou ovóide, este circundado por um halo claro. Ao redor dos miócitos nodais, observou-se a predominância de fibras colágenas e elásticas, que se tornavam escassas na região de transição com o miocárdio de trabalho. Descrições de Pereira (1976) em suínos sem raça,

mostram achados histológicos semelhantes, porém, quanto a localização do nó, o mesmo era encontrado numa região da junção entre a veia cava e o átrio, não envolvendo a região por completo.

Caprinos apresentam miócitos nodais orientados em séries paralelas dispostas sem trajetória organizada, podendo ser observadas, também, perpendicularmente aos miócitos de trabalho. As células nodais são arredondadas a fibrilares, e coram-se com menor intensidade que os miócitos de trabalho, não foi notada uma zona de transição entre os dois tipos celulares (ANSARI, YEN E ANDERSON, 1999)

#### **2.4.2 Nó Atrioventricular (NAV)**

O nó atrioventricular é a estrutura que estabelece conexão elétrica entre o miocárdio dos átrios e o miocárdio dos ventrículos, sendo formado por feixes de miócitos que constituem uma densa textura entrelaçada (SCHUMMER et al., 1981). A condução vinda do nó atrioventricular desempenha o fino controle autonômico do coração e possui a importante função de sincronizar as contrações atrial e ventricular, de forma que uma preceda a outra, fornecendo tempo suficiente para que ocorra esvaziamento completo do átrio, antes do início da sístole ventricular (CARDOSO et al., 2003).

Em humanos, essa estrutura está localizada na região póstero-inferior do septo interatrial, posterior a valva tricúspide, sob o endocárdio do átrio direito (GUYTON E HALL, 2006).

Em muitas espécies, incluindo o homem, o nó atrioventricular é constituído por uma zona compacta e por uma zona de células de transição. A porção compacta tem uma forma semioval, localizada adjacente ao corpo fibroso central e se divide em dois prolongamentos, estes separados por uma artéria que nutre o tecido nodal. A região de transição está localizada na periferia do nó, podendo ser diferenciada pelo tamanho das células, as quais possuem diâmetro intermediário entre as células do tecido nodal e os miócitos normais. Estas células são circundadas por abundante tecido conjuntivo, mas não são completamente isoladas do miocárdio de trabalho (SÁNCHEZ-QUINTANA e HO, 2003).

Mazgalev et al. (2001) relatam que o local exato onde termina o nó atrioventricular e começa o feixe atrioventricular ainda é alvo de diferentes entendimentos, uma vez que não há diferença histológica clara entre as estruturas. Com base nos diferentes entendimentos Tawara (1906), que definiu que após penetrar o corpo fibroso central, o nó atrioventricular passa a

denominar-se feixe atrioventricular e, dessa forma, o tecido nodal passa a ser parte integrante do tecido atrial.

Racker (2003) descreve que o nó atrioventricular no cão está localizado na região inferoanterior do septo interatrial. Apresenta tecido adiposo em pequena quantidade, não são encontrados grandes vasos sanguíneos nem gânglios nervosos, e não há divisão em zonas. Em cortes histológicos paralelos perpendiculares, podem ser observados fascículos de células dispostos numa malha, estes revestidos por uma bainha de colágeno, e em secções transversas, o tecido nodal tem a aparência de nó denso e compacto de fibras musculares especializadas.

Os miócitos do nó atrioventricular têm uma zona citoplasmática perinuclear transparente e estrias uniformes delicadas ao longo do seu comprimento, além de apresentarem prolongamentos finos digitiformes. Não há ligações por discos intercalares entre os miócitos normais atriais e ventriculares e os miócitos nodais no cão, como também não há aposição direta dos dois tecidos, dado que os miócitos nodais estão separados por tecido conjuntivo e fibras colágenas (RACKER E KADISH, 2000).

No suíno, o nó atrioventricular está na região adjacente a inserção do folheto septal da válvula tricúspide e, quando observado no corte sagital, tem forma triangular. Semelhante aos humanos, no porco, o nó atrioventricular possui uma zona de transição entre o tecido nodal compacto e o miocárdio de trabalho. Não há barreira anatômica entre as zonas compactas e de transição (CRICK et al., 1999).

De acordo com os autores anteriormente citados, as células da zona compacta são pequenas e arredondas, próximas à camada endocárdica, já as células da região de transição são fusiformes, e que muitas vezes se fusionam para formar uma rede, estando inclusas numa densa matriz fibrosa. As células fusiformes são menores que os miócitos de trabalho, mas são significativamente maiores que as células da zona compacta.

Em bovinos girolando mestiços, Cardoso et al. (2003) descrevem que o nó atrioventricular é uma estrutura em forma de bulbo que se relaciona com a face direita do osso cardíaco, e está dorsal à inserção da válvula septal da tricúspide. Microscopicamente o tecido nodal do bovino é delimitado por uma grande quantidade de tecido conjuntivo frouxo, que o separa dos tecidos vizinhos. Não apresenta divisão em zonas, com o um tipo celular de miócitos especializados, com citoplasma menos acidófilo do que os miócitos de trabalho, em virtude da quantidade de miofibrilas, estas que, em cortes transversais, aparecem predominantemente na periferia da célula. Os limites das células nodais são pouco definidos e seguem um trajeto sinuoso em direção ao fascículo atrioventricular. São células ramificadas e

seus prolongamentos conectam-se com os das células vizinhas, conferindo uma configuração de malha, entremeada por tecido conjuntivo frouxo.

Anderson et al. (1983) com base nas características histológicas do nó sinoatrial de coelhos, dividiram as células nodais em três tipos na espécie: as células de transição, as células nodais médias e as células nodais inferiores. As células de transição têm uma morfologia intermédia entre as células do miocárdio atrial e as células nodais. São discerníveis dos miócitos de trabalho por corarem com menor intensidade, menor tamanho e estarem separadas das outras células por septos de tecido conjuntivo. As células nodais médias são células esféricas densamente dispostas, menores que as de transição e não estão separadas umas das outras por uma grande quantidade de tecido conjuntivo. As células nodais inferiores formam um feixe bem definido, são maiores e coram mais intensamente do que as células de transição e as células nodais médias. As células nodais inferiores estão separadas por septos de tecido conjuntivo, no interior dos quais existem grandes feixes nervosos.

### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVO GERAL

Descrever a morfologia do coração de catetos.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Descrever macroscopicamente o coração de catetos e estabelecer suas relações topográficas;
- Estabelecer um padrão de comportamento e distribuição dos vasos da base do coração e seus ramos para a espécie;
- Descrever o padrão de comportamento do arco aórtico e principais ramos para a espécie;
- Descrever os ramos coronarianos do coração e com base no arranjo vascular, e classificar a predominância ou o equilíbrio da circulação das artérias coronárias e;
- Descrever a microscopia do nó sinoatrial e do nó atrioventricular, e caracterizar os tecidos de seus territórios adjacentes na espécie.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 AMOSTRAGEM

Para descrever a morfologia do coração do cateto (*Pecari tajacu*) foram utilizados 12 corações, obtidos de animais jovens, hígidos, 6 machos e 6 fêmeas, provenientes do Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA (Figura 3), situado em Mossoró, no Rio Grande do Norte, registrado como criatório científico, junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) sob o número 1478912. O uso dos animais foi aprovado pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (protocolo n° 65864-1) e pela Comissão de Ética no Uso de Animais da instituição (CEUA) (parecer n° 20/2019).



Figura 3 - Projeto Catetos I no Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS/UFRSA). Fonte: Arquivo pessoal (2019).

### 4.2 RELAÇÃO TOPOGRÁFICA E ANÁLISE MACROSCÓPICA

Os animais foram pesados e posteriormente pré-anestesiados, por via intramuscular, com acepromazina ( $0,2 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) e anestesiados com associação de cetamina ( $5 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) e maleato de midazolam ( $3 \text{ mg/kg}^{-1}$ ) pela mesma via, então, foi instituído protocolo para eutanásia com administração de cloreto de potássio ( $2,56 \text{ mEq.Kg}^{-1}$ ) por via intravenosa. Constatada o óbito do animal, realizou-se uma incisão desde a sincondrose intermandibular à cartilagem xifoide, com rebatimento da pele e remoção do esterno, por meio de incisão da

musculatura torácica e rompimento das articulações costoverbrais, para estabelecimento de parâmetros topográficos do coração *in situ* e registro fotográfico utilizando-se câmera fotográfica digital Nikon® DSLR D7200.

Após documentação topográfica do órgão cardíaco, estes foram retirados e lavados em água corrente. O saco pericárdico foi removido e o coração massageado suavemente em recipiente com água a 37°C, principalmente nos locais correspondentes aos trajetos mais visíveis das artérias coronárias, com o intuito de evitar a obstrução por coágulos sanguíneos. Os corações foram pesados e, então, mensurados no eixo vertical (comprimento), da base do tronco pulmonar ao ápice e horizontal (largura), na altura do sulco coronário com uso de paquímetro digital (Paquímetro Digital 150mm – Lee Tools®). Para análise da macroscopia interna quatro corações foram fixados em solução de formaldeído 20% por 24 horas e mantidos em formaldeído 10%, e destes, após fixação, em dois foram feitas secções nos eixos horizontal e vertical, a fim de expor a face interna, por fim, descrevendo-a.

#### 4.3 ESTABELECIMENTO DA CONTRIBUIÇÃO CORONÁRIA

Para obtenção de modelos arteriais cardíacos com acetato de vinil foram utilizados dois corações, previamente pesados e medidos. Inicialmente, foi realizada a identificação dos grandes vasos da base do coração e isolamento da aorta. Após esta identificação foi realizada o posicionamento de uma cânula metálica voltada para a região dos óstios das artérias coronárias no seio aórtico, para que o sistema vascular cardíaco fosse lavado com solução de cloreto de sódio (NaCl) 0,9%, aquecida a 37°C, seguindo de administração de acetona pura (99,95%) para evitar obstrução vascular, permitindo fluxo contínuo de acetato de vinil até os ramos de menor calibre, ainda, foi realizada uma ligadura vascular, envolvendo a aorta e a cânula, afim de evitar retorno do material injetado. A definição da angioarquitetura cardíaca foi obtida com a perfusão de solução de acetato de vinil corada com tinta automotiva de cor amarela (Lazzumix sintético amarelo médio, Lazzuril®). Após secagem, estes órgãos foram submetidos à corrosão parcial em ácido sulfúrico a 20% por 72 horas, via imersão, posteriormente fixados via imersão em formaldeído a 20% por 24 horas e mantidos em formaldeído a 10%.

Para obtenção de modelos arteriais cardíacos com látex, em dois corações, foi feito o posicionamento de cânula metálica semelhante ao citado para obtenção dos modelos com acetato de vinil. O sistema vascular cardíaco foi lavado com solução de NaCl 0,9%, aquecida, e em seguida foi feita a perfusão com injeção de látex Neoprene (650) centrifugado utilizando

um corante específico (Corante líquido Xadrez®, na cor amarela). Após perfusão do látex os corações foram fixados em solução de formaldeído a 20% por 24 horas, dissecados e mantidos em formaldeído a 10%.

Com os dois modelos de angioarquitetura obtidos o arranjo e distribuição das artérias coronárias foram analisados visando propor a distribuição dos ramos das artérias que irrigam o coração, além do padrão de dominância e, assim, estabelecer os parâmetros na espécie e comparar com resultados já descritos para outras espécies de mamíferos silvestres e domésticos.

#### 4.4 ANÁLISE MICROSCÓPICA DO CORAÇÃO

O processamento histológico foi realizado no laboratório de Morfofisiologia Aplicada da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. A metodologia empregada foi baseada em técnicas de histologia preconizadas por Tolosa et al. (2003) com adaptações em função da natureza do material.

Foram utilizados quatro corações, que foram coletados tomando cuidado em conservar a junção a junção de veia cava cranial com o átrio direito, para não perder tecidos onde pode estar localizado o nó sinoatrial. Após os corações serem medidos e pesados, foram preparados para fixação, onde foi realizado um corte longitudinal em ambos os ventrículos, pela marginal da parede cardíaca para facilitar a penetração do líquido fixador. Finalmente, os corações foram imersos em solução de formaldeído a 20% por 24 horas e mantidos em formaldeído a 10%

Para estudo do nó sinoatrial, foram utilizados dois corações, onde toda a região contendo o ângulo entre a veia cava cranial e o átrio direito, incluindo a crista terminal foi retirada em conjunto. Em seguida as amostras foram cortadas em fragmentos para serem incluídas em parafina.

Os dois corações restantes foram utilizados para visualização do nó atrioventricular, onde uma secção foi realizada desde as veias cavas cranial e caudal, até o terço dorsal da parede do ventrículo direito. Em seguida foi coletada todo o septo interatrial e porção dorsal do septo interventricular, utilizando margens de segurança para abrangência da região de possível localização do tecido nodal. Em seguida as amostras foram fragmentadas para serem incluídas em parafina.

Para inclusão, o material foi colocado em álcool 50% por 12 horas e depois, transferido para uma série de concentrações crescentes de álcoois (60%, 70%, 80%, 90%, 95% e 100%), durante uma hora cada. A diafanização foi obtida pela utilização de dois

banhos de xilol com duração de uma hora cada. Após esta etapa o material foi parafinado, submetendo-o a três banhos de parafina histológica com intervalo de uma hora do banho. Sendo o primeiro com duração de 12 horas, e os outros com duração de 2 hora cada. Finalmente foi incluído em parafina a 60°C para obtenção dos blocos. Cortes de 5 µm de espessura foram obtidos e aderidos a lâminas de vidro e deixados em estufa a 60°C por 12 horas. Posteriormente, foi realizada colorações das lâminas através da técnica de Hematoxilina e Eosina (HE).

## REFERÊNCIAS

- ALINGS, A. M. W.; ABBAS, R. F.; DE JONGE, B.; BOUMAN, L. N. Structure and function of the simian sinoatrial node (*Macaca fascicularis*). **Journal of molecular and cellular cardiology**, v. 22, n. 12, p. 1453-1466, 1999.
- ALMEIDA-NETO, M.; CAMPASSI, F.; GALETTI, M.; JORDANO, P.; OLIVEIRA-FILHO, A. Vertebrate dispersal syndromes along the Atlantic forest: broad-scale patterns and macroecological correlates. **Global Ecology and Biogeography**, v. 17, n. 4, p. 503-513, 2008.
- ALTRICHTER, M.; TABER, A.; NOSS, A.; MAFFEI, L.; CAMPOS, J. 2015. *Catagonus wagneri*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2015**. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/41777/10562361>>. [Accessed online in July 2019]. 2011.
- ANDERSON, R. H.; HO, S. Y.; BECKER, A. E. The surgical anatomy of the conduction tissues. **Thorax**, v. 38, n. 6, p. 408-420, 1983.
- ANSARI, A.; YEN H. S.; ANDERSON, R. H. Distribution of the nodal cells in the sheep heart. **The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists**, v. 254, n. 1, p. 92-97, 1999.
- ÁVILA, B. H. P.; MACHADO, M. R. F.; DE OLIVEIRA, F. S. Descrição anátomo-topográfica do coração da paca (*Agouti paca*). **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 2, p. 191-195, 2010.
- ÁVILA, B.H.P.; MACHADO, M.R.F.; GERBASI, S.H.B.; OLIVEIRA, F.S. As artérias coronárias da paca (*Agouti paca* Linnaeus 1766). **Biotemas**, v.22, p.159-162, 2009.
- BANCHI, A. Morfologia delle arteriae coronariae cordis. **Archivio Italiano di Anatomia e di Embriologia**, v. 3, n. 7, p. 164, 1904.
- BATISTA, J. S.; BEZERRA, F. S. B.; LIRA, R. A.; ORPINELLI, S. R. T.; DIAS, C. E. V.; DE OLIVEIRA, A. F. Síndrome do estresse em catetos (*Tayassu tajacu*) submetidos à captura

e contenção em diferentes horários da manhã em Mossoró-RN. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 1, p. 170-176. 2008.

BECK, H. A review of peccary-palm interactions and their ecological ramifications across the Neotropics. **Journal of Mammalogy**, v. 87, n. 3, p. 519-530, 2006.

BECK, H.; FORGET, P. M.; LAMBERT, J. E.; HULME, P. E.; VANDER WALL, S. B. 2005. **Seed predation and dispersal by peccaries throughout the Neotropics and its consequences: a review and synthesis. Seed fate: Predation, dispersal and seedling establishment**, p. 77-115.

BECK, H.; THEBPANYA, P; FILIAGGI, M. Do Neotropical peccary species (*Tayassuidae*) function as ecosystem engineers for anurans?. **Journal of Tropical Ecology**, v. 26, n. 4, p. 407-414, 2010.

BERNARDI, L.; DETTORI, P. Angiographic study of a rare anomalous origin of the vertebral artery. **Neuroradiology**, v. 9, n. 1, p. 43-47, 1975.

BIASI, C.; BORELLI, V.; BENEDICTO, H. G.; PEREIRA, M. R.; FAVARON, P. O.; BOMBONATO, P. P. Análise comparativa entre a vascularização ventricular e do nó sinoatrial em gatos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 32, n. 1, p. 78-82. 2012.

BIASI, C.; BORELLI, V.; PRAZERES, R. F.; FAVARON, P. O.; JUNIOR, V. P.; ALOIA, T. P.A.; BOMBONATO P. P. Análise comparativa entre a vascularização arterial ventricular e do nó sinoatrial em corações de cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.33, n. 1, p. 111-114, 2013.

BISAILLON, A. Notes on the Anatomy of the Heart in the Harp Seal (*Pagophilus groenlandicus* Erxleben, 1777). **Cells Tissues Organs**, v. 114, n. 2, p. 177-184, 1982.

BODMER, R.E.; LOZANO, E.P.; FANG, T.G. **Economic analysis of wildlife use in the peruvian Amazon. People in Nature: Wildlife Conservation in South and Central America**. Columbia University, New York, 2004. p. 191-207.

BORGES, T. R. J.; DE ASSIS RIBEIRO, L., ROMÃO, F. B.; MAGALHÃES, H. I. R.; LUZ, M. M.; BARCELOS, J. B.; CARNEIRO, F. O. Origin and distribution of the coronary arteries of boars. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 55, n. 4, p. e149316-e149316, 2018.

BOYETT, M. R.; HONJO, H.; KODAMA, I. The sinoatrial node, a heterogeneous pacemaker structure. **Cardiovascular Research**, v. 47, n. 4, p. 658-687. 2000.

BRANCO, É.; CRUZ, M. D. A. B.; MARTINS, D. M.; CARMO, D. C.; SANTOS, J. T.; LIMA, A. R. O arco aórtico do sauim (*Saguinus niger*) e sua importância no processo de urbanização. **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 95-100, 2017.

BRUDNICKI, W.; MACHERZYŃSKA, A.; NOWICKI, W. Variation in the arteries of the aortic arch in European brown hare (*Lepus Europaeus*). **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities**, v. 10, n. 1, p. 1-5, 2007.

CAMPOS, R.; DE ARAÚJO, A. C. P.; DE AZAMBUJA, R. C. Ramos colaterais do arco aórtico e suas principais ramificações em nutria (*Myocastor coypus*). **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 2, p. 139-146, 2010.

CARDOSO, J. R.; SEVERINO, R. S.; MOTA, F. C. D.; MARTINS, A. K.; SILVA, F. O. C. Aspectos da irrigação do nó atrioventricular e tronco do fascículo atrioventricular em bovinos mestiços girolando. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 40, n. 1, p. 314-320, 2003.

CASTELEYN, C.; TRACHET, B.; VAN LOO, D.; DEVOS, D. G.; VAN DEN BROECK, W.; SIMOENS, P.; CORNILLIE, P. Validation of the murine aortic arch as a model to study human vascular diseases. **Journal of anatomy**, v. 216, n. 5, p. 563-571, 2010.

CAVALCANTE, M. M. A. S. **Anatomia e Morfofisiologia do Coração de Cutia (*Dasyprocta prymnolopha*, Wagler 1831)**. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde). Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2017.

CONDE JÚNIOR, A. M.; DE MOURA FORTES, E. A.; DE MENEZES, D. J. A.; DE OLIVEIRA LOPES, L.; DE CARVALHO, M. A. M. Morphological and morphometric characterization of agoutis' peripheral blood cells (*Dasyprocta prymnolopha*, Wagler, 1831) raised in captivity. **Microscopy research and technique**, v. 75, n. 3, p. 374-378, 2012.

CORTELLINI, L. M. F.; MACHADO, M. R. F.; DE OLIVEIRA, F. S.; MIGLINO, M. A.; ARTONI, S. M. B. Ramos do arco aórtico de bubalinos. **Ciência Rural**, v. 30, n. 3, p. 445-448, 2000.

COSTA, W. P. **Pesquisas anatômicas sobre a segmentação anatomocirúrgica arterial dos ventrículos do coração de fetos de *Equus caballus* (Linnaeus, 1758)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, São Paulo.

CRICK, S. J.; SHEPPARD, M. N.; HO, S. Y.; ANDERSON, R. H. Localisation and quantitation of autonomic innervation in the porcine heart I: conduction system. **The Journal of Anatomy**, v. 195, n. 3, p. 341-357. 1999.

CRICK, S. J.; SHEPPARD, M. N.; HO, S. Y.; GEBSTEIN, L.; ANDERSON, R. H. Anatomy of the pig heart: comparisons with normal human cardiac structure. **The Journal of Anatomy**, v. 193, n. 1, p. 105-119, 1998.

CRUVINEL, C.A.T.; FRANCO, F.N.; MELO, A.P.F. Aspectos anatômicos do coração e artérias coronárias do Tamanduá-bandeira (*Myrmecophagatridentata*, Linnaeus, 1758). **In: Anais do 8º Congresso Nacional De Iniciação Científica e 6º Congresso Internacional De Iniciação Científica**, UNESP, Botucatu, 2008.

CULAU, P. D. O. V.; RECKZIEGEL, S. H.; LINDEMANN, T.; ARAÚJO, A. C. P. D.; BALZARETTI, F. Colaterais do arco aórtico da capivara (*Hydrochoerus hydrochaeris*). **Acta scientiae veterinariae**. v. 35, n. 1, p. 89-92, 2007.

DA SILVA, A. R. N.; DINIZ, J. A. R. A.; ROCHA, E. F.; DA SILVA NETO, R. B.; DOS SANTOS, J. R. S.; DE MENEZES, D. J. A. Morfometria e segmentação arterial do coração de caprinos. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 44, p. 1-6, 2016.

DE MELO, S. R.; MANDARIM-DE-LACERDA, C. A.; DE SOUZA, R. R.; DE PRATES N. E. V. B. O Nó Sinoatrial De Ratos (*Rattus norvegicus*) - Estudo Histológico. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 5, n. 3, 2001.

DE SOUZA, W. V.; DE SOUZA JUNIOR, P.; FIGUEIREDO, M. A.; DE CARVALHO, A. D. Distribuição das artérias coronárias no *Nasua nasua* (Linnaeus, 1766). **In: Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 7, n. 2. 2016.

DRABEK, C. M.; BURNS, J. M. Heart and aorta morphology of the deep-diving hooded seal (*Cystophora cristata*). **Canadian journal of zoology**, v. 80, n. 11, p. 2030-2036, 2002.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.

FERREIRA, D. S. S.; CAMPOS, C. E. C.; ARAUJO, A. S. Aspectos da atividade de caça no Assentamento Rural Nova Canaã, município de Porto Grande, estado do Amapá. **Biota Amazônia (Biote Amazonie, Biota Amazonia, Amazonian Biota)**, v. 2, n. 1, p. 22-31, 2012.

FISHMAN, M. C.; CHIEN, K. Fashioning the vertebrate heart: earliest embryonic decisions. **Development**. v. 124, p. 2099-2117. 1997.

FOWLER, M. E.; MILLER, R. E. 2008. **Zoo and wild animal medicine: current therapy**. 6ª ed. Elsevier, Philadelphia. 512p.

FURTADO, D. F. S.; VASCONCELOS, L. D. P.; BRANCO, É.; LIMA, A. R. Anatomia cardíaca e ramificações da aorta em macaco-prego (*Sapajus apella*). **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 83-93, 2017.

GARCIA, E. A. C. **Biofísica**. 2ª ed. Livraria Florence, São Paulo. 2015.

GARCIA, M.V.; SÁNCHEZ, E.Q.; AGUILERA-REYES, U.; MONROY-VILCHIS, O.; MORA, J. M. V.; BLASIO, A. L.; GUADARRAMA, V. M. F. El aparato urogenital del pecarí de collar (*Pecari tajacu* Chordata:Artiodactyla): un estudio anatómico. **Ciência ergo-sum**, v.1, p.54-62, 2015.

GETTY, R. **Sisson and Grossman's Anatomia dos Animais Domésticos**. Vol.2. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1986.

GIRALT J. M. **Valoración del estrés de captura, transporte y manejo en el corzo (*Capreolus capreolus*): efecto de la acepromacina y de la cautividad**. 2002. Tese (Doutorado em Ciências Veterinárias). Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra.

GLOMSET, D. J.; GLOMSET, A. T. A. A morphologic study of the cardiac conduction system in ungulates, dog, and man: Part I: The sinoatrial node. **American Heart Journal**, v. 20, n. 4, p. 389-398, 1940.

GONGORA, J.; REYNA-HURTADO, R.; BECK, H.; TABER, A.; ALTRICHTER, M; KEUROGHLIAN, A. ***Pecari tajacu*. The IUCN Red List of Threatened Species**. Disponível em: < <https://www.iucnredlist.org/species/41777/10562361>>. [Accessed online in july 2019]. 2011.

GUARDA, F.; MANDELLI, G. **Trattato di Anatomia Patologica Veterinaria**. Utet Medica. 2002.

GUIMARÃES, D. F.; CARVALHO, A. P.; YWASAKI, J.; NEVES, C. D.; RODRIGUES, A. B.; SILVEIRA, L. S. Morfologia do coração e dos vasos da base do pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 1195-1202, 2018.

GUIMARAES, J. P.; MARI, R. B.; LE BAS, A.; WATANABE, I. S. Adaptive morphology of the heart of Southern-Fur-Seal (*Arctocephalus australis*–Zimmermann, 1783). **Acta Zoologica**, v. 95, n. 2, p. 239-247, 2014.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 11<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro, Elsevier Ed., 2006.

HEBEL, R.; STROMBERG, M. W. **Anatomy and embryology of the laboratory rat**. Alemanha, BioMed Ed., 1986.

HILL, A. J.; IAIZZO, P. A. **Handbook of cardiac anatomy, physiology, and devices**. Springer, Cham, 2015. p. 89-114.

HO, S. Y. **Congenital heart malformations in mammals: an illustrated text**. 3<sup>a</sup> ed. World Scientific, Nova York, 2000.

HOFFMANN, V. Die Blutgefassversorgung des pferdeherfens, zugleich auch eine vergleichende betrachtung der topographie der herzeigenen blutgefasse der haussauger (Fleischfresser, Schwein und Wiederkaaver). **Anatomischer Anzeiger**, v. 137, p. 79-109, 1975.

ICARDO, J. M. Heart morphology and anatomy. **Fish Physiology**, v. 36, pp. 1-54. 2017.

JAMES, T. N.; SHERF, L.; FINE, G.; MORALES, A. R. Comparative ultrastructure of the sinus node in man and dog. **Circulation**, v. 34, p. 139-163. 1966.

JONES, T. C.; HUNT, R. D.; KING, N. W. 2000. **Patologia Veterinária**. 6<sup>a</sup> ed. Editora Manole, São Paulo. 1415p.

JUDAS, J.; HENRY, O. 1999. Seasonal variation of home range of collared peccary in tropical rain forests of French Guiana. **The Journal of wildlife management**, p. 546-552.

JUNIOR, P. C. M.; VIEIRA, T. H.; VIEIRA, S. R.; SOBREIRO, D.; RUIZ, C. R.; WAF AE, G. C.; WAF AE, N. Estudo anatômico das artérias coronárias de suínos Landrace Anatomic study of coronary arteries Landrace pigs. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 28, n. 2, p.103-107, 2008.

KABAK, M.; HAZIROGLU, R. M. Subgross investigation of vessels originating from Arcus Aortae in Guinea-pig (*Cavia porcellus*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 32, n. 6, p. 362-366, 2003.

KATZ, A. M. Heart failure in 2001: a prophecy. **The American Journal of Cardiology**, v. 70, n. 10, p. 126-131C. 1992.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P. Fruit availability and peccary frugivory in an isolated Atlantic forest fragment: effects on peccary ranging behavior and habitat use. **Biotropica**, v. 40, n. 1, p. 62-70, 2008.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P. Removal of palm fruits and ecosystem engineering in palm stands by white-lipped peccaries (*Tayassu pecari*) and other frugivores in an isolated Atlantic Forest fragment. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, n. 7, p. 1733, 2009.

KEUROGHLIAN, A.; EATON, D. P.; LONGLAND, W. S. Area use by white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari* and *Tayassu tajacu*) in a tropical forest fragment. **Biological Conservation**, v. 120, n. 3, p. 411-425, 2004.

KÖNIG, H. E.; LIEBICH, H. G. **Anatomia dos Animais Domésticos. Órgãos e Sistemas. Texto e Atlas colorido.** 6ª ed. Vol. 2. Porto Alegre. Artmed. 2016.

LAZURE, L.; ALMEIDA-CORTEZ, J. A.; Impact des mammifères néotropicaux sur les graines. **Neotropical Biology and Conservation**, vol. 1, no. 2, p. 51-61, 2006.

LAZURE, L.; BACHAND, M.; ANSSEAU, C.; ALMEIDA-CORTEZ, J. S. Fate of native and introduced seeds consumed by captive white-lipped and collared peccaries (*Tayassu pecari*, Link 1795 and *Pecari tajacu*, Linnaeus 1758) in the Atlantic rainforest, **Brazil**. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 1, p. 47-53, 2010.

LELOVAS, P. P.; KOSTOMITSOPOULOS, N. G.; XANTHOS, T. T. A comparative anatomic and physiologic overview of the porcine heart. **Journal of the American Association for Laboratory Animal Science**, v. 53, n. 5, p. 432-438, 2014.

LIMA, A. R.; SOUZA, D. C. D.; CARMO, D. C. D.; SANTOS, J. T.; BRANCO, E. Ramos colaterais do arco aórtico e suas principais ramificações no cachorro-do-mato (*Cerdocyon thous*). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 7, p. 647-651, 2016.

MADANI, M. M.; GOLTS E. Cardiovascular Anatomy. **Biomedical Sciences**. v. 17, p. 227, 2014.

MAGALHÃES, M.; ALBUQUERQUE, J. F. G.; OLIVEIRA, M. F.; PAPA, P. C.; MOURA, C. E. B. Ramos do arco aórtico no mocó (*Kerodon rupestris*). **Revista Portuguesa De Ciências Veterinárias**, v. 102, n. 562, p. 49–52, 2007.

MARTINI, E. La vascolarizzazione arteriosa del cuore di alcuni mammiferi domestici. **Archivio Italiano di Anatomia ed Embriologia**, v. 70, n. 1, p. 351-380, 1965.

MAZGALEV, T. N.; HO, S. Y.; ANDERSON, R. H. Anatomic-electrophysiological correlations concerning the pathways for atrioventricular conduction. **Circulation**, v. 103, p. 2660-2667. 2001.

MAZZOLLI, M. **Persistência e riqueza de mamíferos focais em sistemas agropecuários no planalto meridional brasileiro**. 2006. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre.

OLIVEIRA, F. S. D.; MACHADO, M. R. F.; MIGLINO, M. A.; NOGUEIRA, T. M. Gross anatomical study of the aortic ARC branches of the paca (*Agouti paca*, Linnaeus, 1766). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 38, n. 3, p. 103-105, 2001.

OLIVEIRA, R. E. M. D.; ARAÚJO JÚNIOR, H. N. D.; COSTA, H. D. S.; OLIVEIRA, G. B. D.; MOURA, C. E. B. D.; MENEZES, D. J. A. D.; OLIVEIRA, M. F. D. Artérias colaterais do arco aórtico do gerbil (*Meriones unguiculatus*). **Acta Scientiae Veterinariae**, 1609-Pub., 2018.

OLIVEIRA, R. E.; OLIVEIRA, G. B.; BARBOSA, P. M.; BEZERRA, F. V.; ALBUQUERQUE, J. F. G. D.; AMBRÓSIO, C. E.; MIGLINO, M. A.; OLIVEIRA, M. F.

Ramos colaterais do Arco aórtico do preá (*Galea spixii* Wagler, 1831). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 35, n. 8, p. 762-766, 2015.

OLIVER, W.L.R. Pigs, Peccaries and Hippos: Status Survey and Conservation Action Plan. **International Union for Conservation of Nature**, v.19, p. 200-202, 1993.

OPTHOF, T.; DE JONGE, B.; MASSON-PEVET, M.; JONGSMA, H. J.; BOUMAN, L. N. Functional and morphological organization of the cat sinoatrial node. **Journal of molecular and cellular cardiology**, v. 18, n. 10, p. 1015-1031, 1986.

ORR, R. T. 2009. **Biologia dos vertebrados**. 5ª ed. São Paulo: Rocca, 508 p.

ÖZDEMİR, V.; ÇEVİK-DEMİRKAN, A.; TÜRKMENOĞLU, I. Subgross and macroscopic investigation of blood vessels originating from aortic arch in the chinchilla (*Chinchilla lanigera*). **Anatomia, histologia, embryologia**, v. 37, n. 2, p. 131-133, 2008.

PARRY, L.; BARLOW, J. O. S.; PERES, C. A. Hunting for sustainability in tropical secondary forests. **Conservation Biology**, v. 23, n. 5, p. 1270-1280, 2009.

PEREIRA, K. F.; TERRA, D. R. S., FERREIRA, L. S., SABEC-PEREIRA D. K., LIMA, F. C., SANTOS, O. P. Descrições anatômicas do coração e vasos da base de *Procyon cancrivorus* (CUVIER, 1798). **Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar**, v. 20, n. 3, p. 1-12, 2017.

PEREIRA, J. G. L.; BORELLI, V.; FERNANDES FILHO, A. Contribuição ao estudo da topografia e histologia do nó sinu-atrial em suínos da raça Landrace. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, v. 20, n. 2, p. 107-110, 1983.

PEREIRA, João Gilberto Lopes. Contribuição ao estudo do nó sinu-atrial, em suínos (*Sus scrofa domestica*). I. Topografia; II Histologia. III Irrigação arterial. **Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo**, v. 13, n. 1, p. 169-193, 1976.

PEREZ, W.; LIMA, M. Cardiac anatomy of the *Pontoporia blainvillei*/Anatomia cardiaca de *Pontoporia blainvillei*. **International Journal of Morphology**, v. 24, n. 3, p. 351-357, 2006.

PINHEIRO, G. S.; BRANCO, É.; PEREIRA, L. C.; LIMA, A. R. Morphology, topography and irrigation of the heart of *Tamandua tetradactyla*. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 66, n. 4, p. 1105-1111, 2014.

PINHEIRO, V. D. L. C.; DE LIMA, A. R.; PEREIRA, L. C.; GOMES, B. D.; BRANCO, É. Descrição anatômica dos ramos colaterais do arco aórtico do tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*). **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 133-137, 2012.

PINTO NETO, J.L.; SILVA LEÃO, C.E.; MARÇAL VIEIRA, T.H.; SILVA LOPES, A.K.M. Indicadores anatômicos de dominância entre as artérias coronárias em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 46, p. 48-63, 2009.

PINTO, M. P. E.; LIMA, A. R.; BRANCO, E. Morfologia, topografia e irrigação do coração do *Saguinus niger*. In: **Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica**, UFRA, Belém, 2011.

PIPERS, F. S. Equine cardiovascular medicine: past, present and future. **Equine Veterinary Journal**, p. 3-4, 1995.

POLISAR, J.; MAXIT, I.; SCOGNAMILLO, D.; FARRELL, L.; SUNQUIST, M. E.; EISENBERG, J. F. Jaguars, pumas, their prey base, and cattle ranching: ecological interpretations of a management problem. **Biological conservation**, v. 109, n. 2, p. 297-310, 2003.

QUEIROZ, L. L.; MOURA, L. R.; MOURA, V. M. B. D. Morphometric assessment of canine heart without macroscopically visible changes caused by cardiac disease. **Ciência Animal Brasileira**, v. 19, 2018.

ROWLATT, U. F. L. S. Comparative anatomy of the heart of mammals. **Zoological Journal of the Linnean Society**. v. 98, p. 73-110, 1990.

RACKER, D. K. The AV junction region of the heart: a comprehensive study correlating gross anatomy and direct three-dimensional analysis. Part II: Morphology and cytoarchitecture. **American Journal of Physiology. Heart and Circulatory Physiology**, n. 286, p. 1853-1871. 2003.

RACKER, D. K., KADISH, A. H. Proximal atrioventricular bundle, atrioventricular node and distal atrioventricular bundle are distinct anatomic structures with unique histological characteristics and innervation. **Circulation**, v. 101, n. 9, p. 1049-1059. 2000.

SÁNCHEZ-QUINTANA, D.; HO, S. Y. Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular. **Revista Española de Cardiología**, v. 56, n. 11, p. 1085-1092. 2003.

SAHNI, D.; KAUR, G. D.; JIT, H.; JIT, I. Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. **Indian Journal of Medical Research**, v. 127, n. 6, p. 564, 2008.

SCHIMMING, B. C.; MATTEIS, R. D.; SILVA, J. R. D. C. P.; GUAZZELLI FILHO, J. Ramos do arco aórtico no veado-catingueiro. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**, p. 1-9, 2012.

SCOGNAMILLO, D.; MAXIT, I. E.; SUNQUIST, M.; POLISAR, J. Coexistence of jaguar (*Panthera onca*) and puma (*Puma concolor*) in a mosaic landscape in the Venezuelan llanos. **Journal of Zoology**, 259: 269-279, 2003.

SINOVAS, P.; PRICE, B.; KING, B. P. E.; HINSLEY, A.; PAVITT, A. Wildlife trade in the Amazon countries: An analysis of trade in CITES listed species, 2017. In: **Technical Report Prepared for the Amazon Regional Program (BMZ/DGIS/GIZ)**. UN Environment - World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, Reino Unido, 2017.

SOWLS, L. K. Javelinas and other peccaries: their biology, management, and use. **The WL Moody, Jr., natural history series (USA)**, 1997.

SOWLS, L.K. 1984. **The peccaries**. 2<sup>a</sup> ed. The University of Arizona, Tucson, 251 p.

SCHUMMER, A.; WILKENS, H.; VOLLMERHAUS, B.; HABERMEHL, K. H. **The anatomy of the domestic animals**. Paul Parey, Berlin, ed. 3. 1981.

TAWARA, S. **Das reizleitungssystem des Säugetierherzens**. Fischer, 1906.

TOLOSA, E. M. C.; RODRIGUES, C. J.; BEHMER, O. A.; FREITAS NETO, A. G. **Manual de técnicas para histologia normal e patológica**. 2. ed. Barueri: Manole, 331 p, 2003.

TRUEX, R. C.; SMYTHE, M. Q. Comparative morphology of the cardiac conduction tissue in animals. **In: Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 127, n. 1, p. 19-33, 1965.

## 5 CAPÍTULO 1 MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO (*Pecari tajacu* LINNAEUS, 1758)

Morfologia do coração de cateto (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758)

Morphology of the heart of collared peccary (*Pecari tajacu* Linnaeus, 1758)

Igor Renno Guimarães Lopes<sup>1</sup>, Ferdinando Vinícius Fernandes Bezerra<sup>1</sup>, Radan Elvis Matias de Oliveira<sup>1</sup>, Herson da Silva Costa<sup>1</sup>, Hélio Noberto de Araújo Júnior<sup>1</sup>, Paulo Mateus Alves Lopes<sup>1</sup>, Ana Caroline Freitas Caetano de Sousa<sup>1</sup>, João Vitor de Oliveira Gurgel<sup>1</sup>, Moisés Dantas Tertulino<sup>1</sup> & Moacir Franco de Oliveira<sup>1</sup>

Article based on a thesis submitted by the senior author in partial fulfillment of requirements for the master's degree. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA), Mossoró, RN, Brazil. <sup>1</sup>Centro de Ciências Agrárias (CCA). Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brazil. CORRESPONDENCE: I.R.G. Lopes [igorrenno@gmail.com – Tel.: +55 (84) 3317-8538]. Centro de Ciências Agrárias (CCA), UFERSA. Av. Francisco Mota, 572, Bairro Costa e Silva, CEP 59625-900, Mossoró, RN, Brazil.

### ABSTRACT

**Background:** Collared peccary (*Pecari tajacu*) is a wild mammal with wide geographical distribution, considered an ecological agent in neotropical ecosystems. It is a species with potential for captive breeding, however, stress is a limiting factor, since prolonged and intense stimuli can cause hemostatic changes. Thus, seeking information about the heart in this way to contribute to prognosis in the veterinary clinic, be it in activities in conservation areas, zoos or content creators with commercial or scientific use, we aim to describe an angioarchitecture, shape and location of the collared peccary heart.

**Materials, Methods & Results:** The hearts were obtained from 6 males and 6 females, coming from UFERSA's CEMAS. The animals underwent pre-anesthetic measurement with acepromazine ( $0.2 \text{ mg / kg}^{-1}$ ) and anesthetized with a combination of ketamine chloridate ( $5 \text{ mg / kg}^{-1}$ ) and midazolam ( $3 \text{ mg / kg}^{-1}$ ). Then, a protocol for euthanasia with administration of potassium chloride<sup>3</sup> ( $2.56 \text{ mEq.Kg}^{-1}$ ) was instituted. After death, an incision was made from intermandibular synchondrosis to xiphoid cartilage, with bending of the skin and removal of the sternum, to establish the topographic parameters of the heart. After topographic documentation, four hearts were immersed in 10% formaldehyde solution for 24h for fixation and, subsequently, sections were made for description of the internal face. In four hearts a cannula was positioned in the coronary sinus, of which two hearts perfused with yellow Neoprene (650) latex and two perfused with yellow vinyl acetate. After perfusion the hearts filled with latex were immersed in 10% formaldehyde solution, while those filled with vinyl acetate were subjected to partial corrosion with 20% sulfuric acid for 72h, and subsequently fixed after fixation, all were dissected and analyzed. The whole region containing the angle between the cranial vena cava and the right atrium of two hearts was included in histological paraffin, and fragments from the remaining two to the dorsal portion of the interventricular septum were obtained, stained with hematoxylin and eosin (HE). The collared peccary heart has an elongated conical shape. It occupies most of the middle mediastinal space of the thoracic cavity and is located in a delimited region between the third and sixth ribs. It is surrounded by the pericardium, which attaches to the diaphragm through the frenopericardial ligament. From the aortic arch emerge two collateral branches, the brachiocephalic trunk, which branches into the right subclavian artery and a common trunk of the right and left common carotid arteries and then into the left subclavian artery. Three layers were identified, and the cardiac structure was divided into four chambers, two atria and two ventricles, separated by the interatrial and interventricular septa, respectively. In both

ventricles papillary muscles were observed, to which the tendon cords are attached, however, in the left ventricle it is possible to notice two robust papillary muscles arranged in their most apical portion. In the analysis of cardiac arterial models, all presented the left and right coronary arteries, both emerging from the ascending aorta, each responsible for irrigation of the corresponding margin, typifying a balanced vascularization.

**Discussion:** The study of heart shape and angioarchitecture can provide data applicable to the veterinary clinic and provide morphological information to the scientific community. Based on the descriptions given, the shape and location of the heart resembles those described for domestic mammals, and the pattern of vessels emerging from the aortic arch is similar to that of swine; However, the type of cardiac vascularization in the catheter is different from that described in wild boars and pigs, showing a dissimilarity with other suiforms. The nodal tissues in the collared peccary heart have different specialized cells from the working myocardium, with similar swine and human tissue organization.

**Keywords:** Angioarchitecture. Cardiovascular. Coronary circulation. Sinoatrial node. Atrioventricular node.

**Descritores:** Angioarquitetura. Cardiovascular. Circulação coronária. Nó Sinoatrial. Nó atrioventricular.

## INTRODUÇÃO

O cateto (*Pecari tajacu*) é um mamífero silvestre da família Tayassuidae, com ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o sudoeste dos Estados Unidos até região norte e central da América do Sul [11]. São animais sociáveis e com comportamento gregário, considerados importantes agentes ecológicos em ecossistemas neotropicais por dispersarem sementes e influenciarem a dinâmica florestal consumindo uma ampla biomassa de frutos e grãos [17,18,26].

É uma espécie que apresenta potencial para criação em cativeiro, entretanto o estresse representa um fator limitante, visto que estímulos estressantes intensos ou prolongados, causados por práticas rotineiras, são capazes de alterar o estado homeostáticos do animal, afetando diretamente o sistema cardiovascular [4,7,14]. Nesse contexto, o entendimento sobre o coração tem importância fundamental, pois informações acerca da morfologia e topografia do órgão cardíaco resultam em dados que auxiliam na utilização de técnicas para exames e interpretação de resultados.

Considerando a ausência de dados sobre o coração de catetos e com intuito de fornecer informações de cunho morfológico, objetivou-se descrever a angioarquitetura e macroscopia do coração dessa espécie e, também, aspectos microscópicos do nó sinoatrial e do nó atrioventricular, de modo a contribuir para prognósticos na clínica veterinária, sejam em atividades em áreas de conservação, zoológicos ou em criadouros com finalidade comercial ou científica.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Animais e local do experimento*

Foram utilizados 6 machos e 6 fêmeas, provenientes do Centro de Multiplicação de Animais Silvestres (CEMAS) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), registrado como criadouro científico (Registro nº 1478912), sendo o uso dos animais aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da instituição (parecer nº 20/2019).

### *Protocolo anestésico e eutanásia*

Os animais foram submetidos a medicação pré-anestésica, por via intramuscular, com acepromazina<sup>1</sup> (0,2 mg/kg<sup>-1</sup>) e anestesiados com associação de cloridato de cetamina<sup>1</sup> (5 mg/kg<sup>-1</sup>) e midazolam<sup>2</sup> (3 mg/kg<sup>-1</sup>) pela mesma via. Após atingir o plano anestésico desejado

foi, então, instituído protocolo para eutanásia com administração de cloreto de potássio<sup>3</sup> (2,56 mEq.Kg<sup>-1</sup>) por via intravenosa. O óbito dos animais foi constatado pela ausência de batimentos cardíacos.

#### *Relação topográfica e análise macroscópica*

Foi realizada uma incisão desde a sincondrose intermandibular à cartilagem xifoide, com rebatimento da pele e remoção do esterno, por meio de incisura da musculatura torácica e rompimento das articulações costoverbrais, para estabelecimento dos parâmetros topográficos do coração.

Após documentação topográfica, os corações foram retirados e lavados, realizando-se leves massagens para evitar a obstrução por coágulos sanguíneos. Posteriormente quatro corações foram imersos em solução de formaldeído 10% por 24h para fixação e, após fixação, foram feitas secções nos eixos horizontal e vertical, a fim de expor a face interna.

#### *Obtenção dos modelos coronários*

Em quatro corações foi posicionada uma cânula no seio coronário, dos quais, dois corações tiveram seus sistemas vasculares lavados com solução de NaCl 0,9%, aquecida, em seguida, perfundidos com látex Neoprene (650)<sup>4</sup> amarelo<sup>5</sup>, e dois lavados com acetona pura (99,95%) e perfundidos com acetato de vinil<sup>6</sup> amarelo<sup>7</sup>. Após a perfusão os corações preenchidos com látex foram imersos em solução de formaldeído 10%, enquanto os preenchidos com acetato de vinil foram submetidos à corrosão parcial com ácido sulfúrico a 20% durante 72h, e posteriormente eram fixados. Após fixação, todos foram dissecados e analisados.

#### *Análise microscópica*

Para análise do nó sinoatrial, foram utilizados dois corações, previamente fixados em formaldeído 10%, onde toda a região contendo o ângulo entre a veia cava cranial e átrio direito, incluindo a crista terminal foram retirados em conjunto. Os dois restantes foram

utilizados para visualização do nó atrioventricular, obtendo-se fragmentos desde a região intercava, até a porção dorsal do septo interventricular. Para inclusão, o material foi desidratado em concentrações crescentes de álcool (50-100%), diafanizados em banhos de xilol e posteriormente impregnados com parafina histológica. Foram obtidos cortes de 5  $\mu$ m, corados com hematoxilina e eosina (HE).

## RESULTADOS

O coração de cateto apresenta forma cônica alongada, coloração rosa avermelhada quando analisado a fresco e assume cor pálida após fixação. Ocupa a maior parte do espaço mediastínico médio da cavidade torácica e situa-se em região delimitada entre a terceira e a sexta costela. Está posicionado ventralmente aos pulmões, sendo separado destes por uma estrutura sacular, correspondente ao pericárdio, que se liga ao diafragma por meio do ligamento frenopericárdico, que por sua vez se fecha em união com a túnica adventícia dos grandes vasos na base do coração (Figura 1).

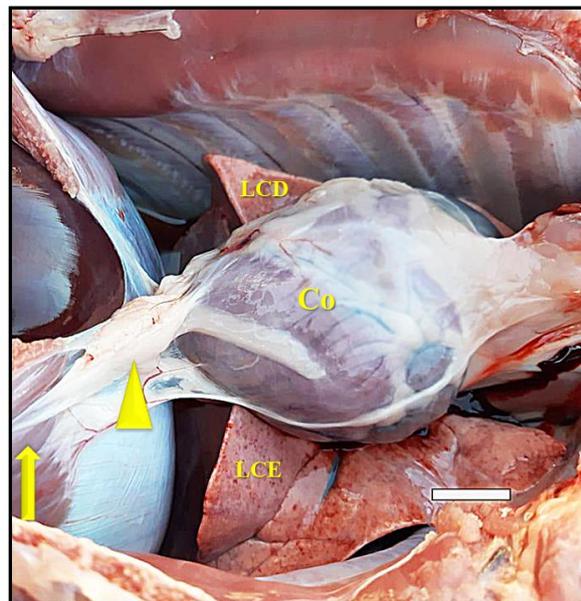


Figura 1 - Topografia do coração em cateto, recoberto pelo pericárdio, vista ventral. Verifica-se: o coração (Co); lobo caudal direito do pulmão (LCD); lobo caudal esquerdo do pulmão (LCE); ligamento frenopericárdico (cabeça de seta); diafragma (seta). Barra: 1cm.

Da base do coração de cateto localizam-se os grandes vasos sanguíneos, representados pelas veias pulmonares e cavas cranial e caudal, o tronco pulmonar, que se ramifica em artérias pulmonares (Figura 2), e aorta, de onde emergem dois ramos colaterais, o tronco braquiocefálico, que se ramifica em artéria subclávia direita e um tronco comum das artérias carótidas comuns direita e esquerda e, em seguida, em artéria subclávia esquerda. Nota-se, ainda, na região da base, as duas aurículas ou apêndices auriculares, que se mostram com tamanho distintos, a esquerda sendo ligeiramente maior, recobrendo parte do sulco coronário (Figura 3).

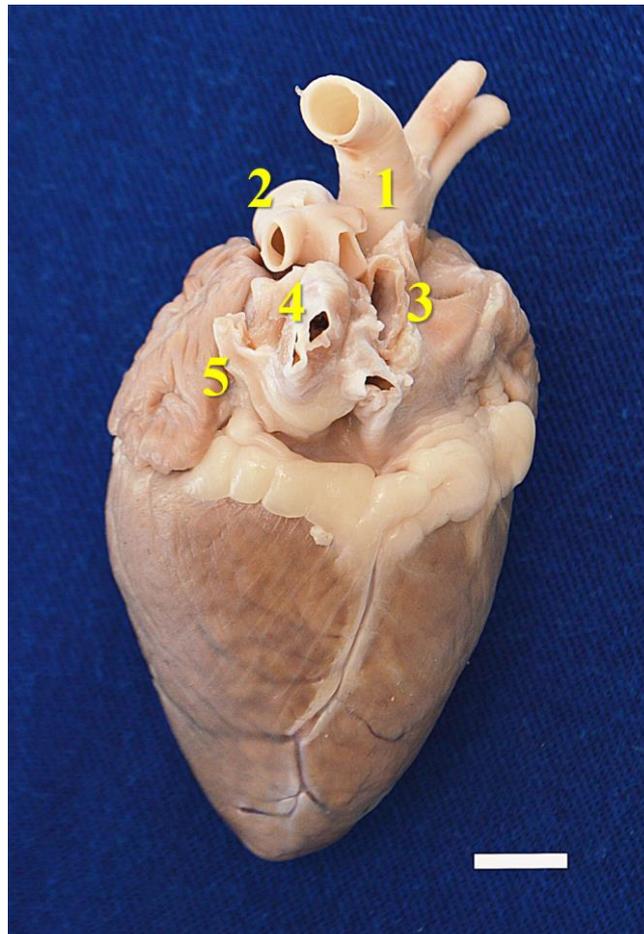


Figura 2 – Fotografia da face atrial do coração de cateto. Evidencia-se: a aorta ascendente (1); artérias pulmonares (2); veia cava cranial (3); veias pulmonares (4); veia cava caudal (5). Barra: 1cm.

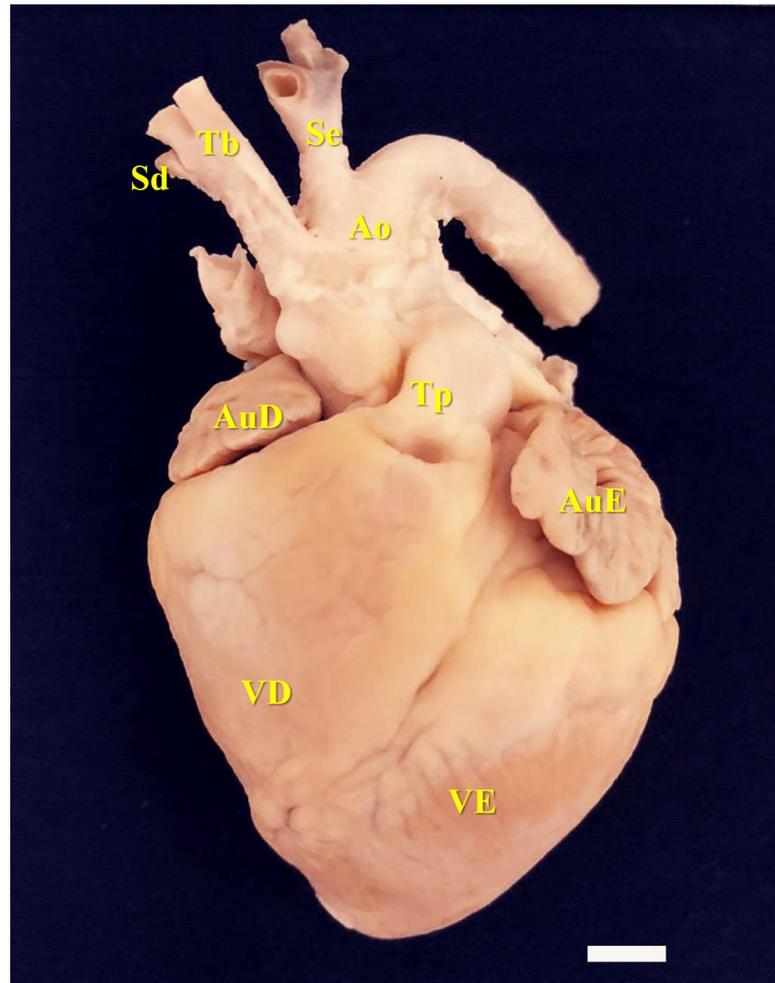


Figura 3 – Fotografia da face auricular do coração de gato. Evidencia-se: o ventrículo esquerdo (VE); ventrículo direito (VD); aurícula esquerda (AuE); aurícula direita (AuD); tronco pulmonar (Tp); arco aórtico (Ao); tronco bicarotídeo (Tb); artéria subclávia direita (Sd); artéria subclávia esquerda (Se). Barra: 1 cm.

Estratigraficamente foram identificadas três camadas teciduais no coração de gatos: o epicárdio, mais externo, o miocárdio, camada média muscular e o endocárdio, mais interno. O epicárdio possui sulcos por onde passam vasos e os de maior calibre, envoltos por uma camada de gordura, margeiam, externamente, o limite das câmaras internas. O epicárdio concede um aspecto uniforme e brilhoso à camada externa. O miocárdio forma a base muscular do músculo cardíaco, sendo muito desenvolvido nos ventrículos quando comparado aos átrios. O endocárdio confere um aspecto brilhoso à face interna do coração, sendo a

estrutura cardíaca dividida em quatro câmaras, dois átrios e dois ventrículos, separados pelos septos interatrial e interventricular, respectivamente (Figura 4).

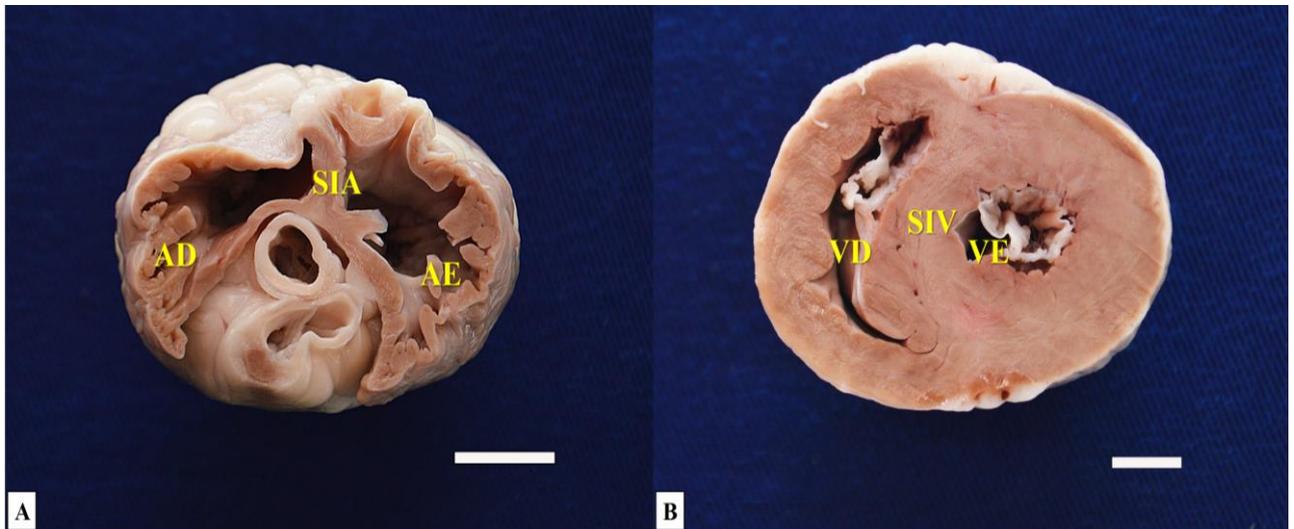


Figura 4 - Fotografia do coração de gato em corte transversal. Em A: átrio direito (AD); septo interatrial (SIA); átrio esquerdo (AE). B: ventrículo direito (VD); septointerventricular (SIV); ventrículo esquerdo (VE). Barra: 1 cm.

Os átrios direito e esquerdo apresentam regiões lisas e regiões com saliências musculares, estas últimas correspondentes aos músculos pectíneos, dispostos em maior quantidade na região auricular. Os ventrículos constituem maior parte do coração, sendo a parede esquerda mais espessa que a direita e, em seu interior, principalmente próximo ao ápice, observam-se trabéculas cárneas que conferem aspecto irregular as suas paredes. Em ambos os ventrículos foram observados músculos papilares, aos quais se prendem as cordas tendíneas. Entretanto, no ventrículo esquerdo é possível notar dois robustos músculos papilares dispostos em sua porção mais apical (Figura 5).

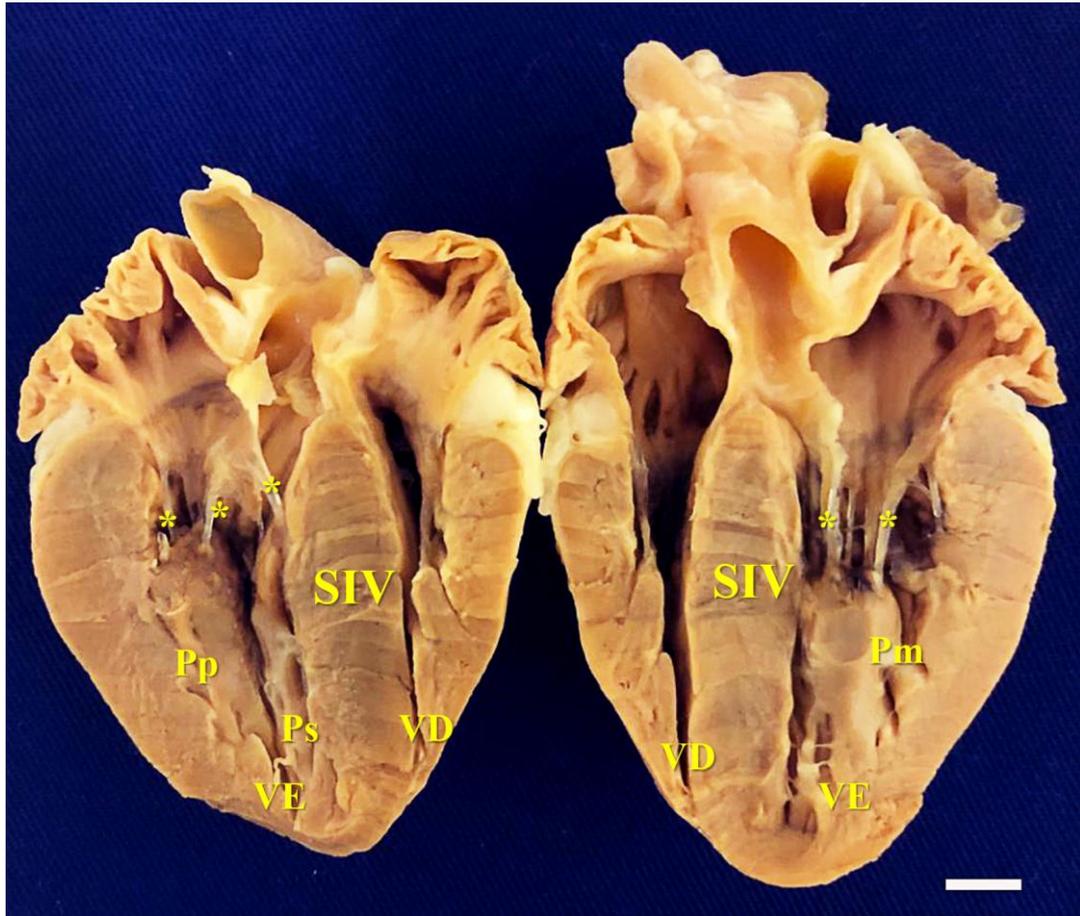


Figura 5 – Fotografia do coração de cateto em corte sagital mediano. Evidencia-se: ventrículo esquerdo (VE); ventrículo direito (VD); septo interventricular (SIV); músculo papilar maior (Pm); músculo papilar menor (Pp); músculo papilar subarterioso (Ps); cordas tendíneas (\*). Barra: 1 cm.

Comunicando os átrios aos ventrículos observam-se os óstios atrioventriculares ocupados por membranas com forma de cúspides, em número de três no lado direito (tricúspide) e duas no lado esquerdo (bicúspide) do coração. Essas membranas constituem as valvas que são sustentadas por cordas tendíneas. Na saída da aorta e do tronco pulmonar são observadas três válvulas semilunares com forma côncava.

Na análise dos modelos arteriais cardíacos, todos apresentaram as artérias coronárias esquerda e direita. A artéria coronária esquerda emergiu do seio coronário, entre a aurícula esquerda e o tronco pulmonar (Figura 6A), em seguida emitia um ramo superficial que retornava para a aurícula esquerda, um ramo circunflexo, o qual, pelo sulco coronário,

circundava a base do coração em direção a face atrial, um ramo oblíquo e o ramo paraconal, que seguia em direção a região apical (Figura 6B).

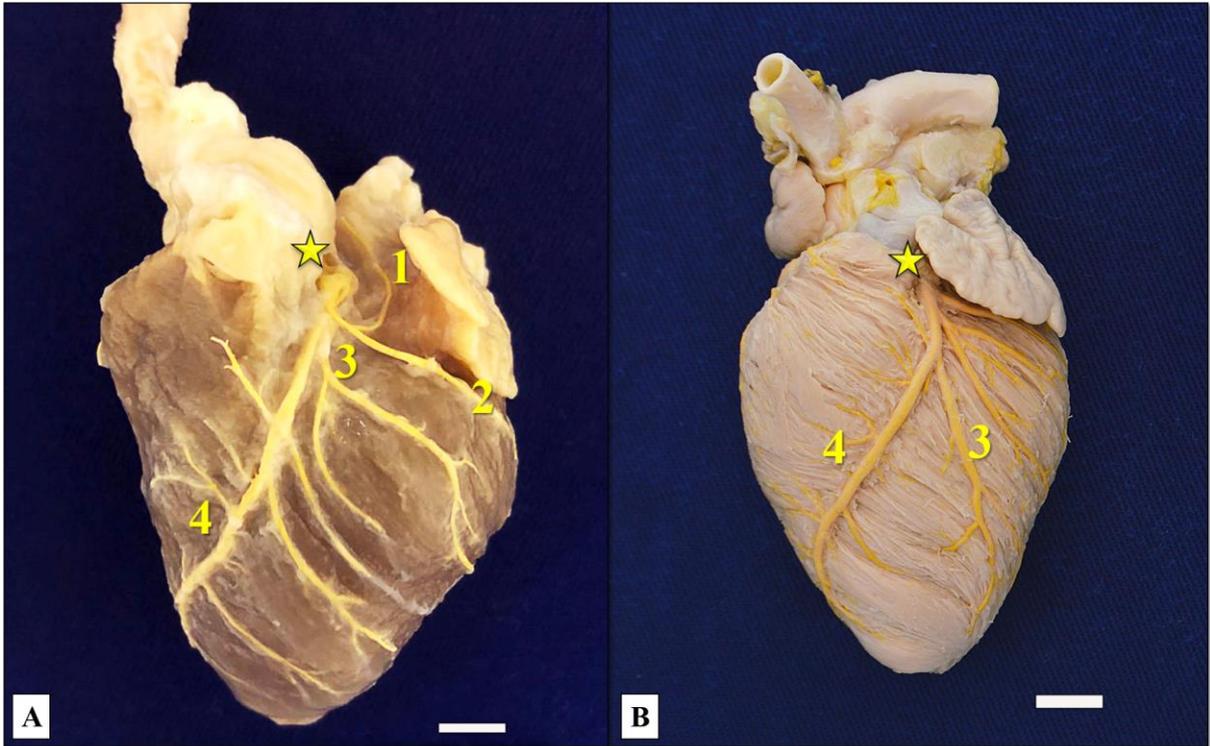


Figura 6 – Fotografia dos modelos arteriais cardíacos de catetos, em A, modelo preenchido com acetato de vinil e em B, modelo preenchido com látex. Evidencia-se: origem da artéria coronária esquerda (estrela); ramo arterial superficial (1); ramo circunflexo esquerdo (2); ramo oblíquo (3); ramo interventricular paraconal (4). Barra: 1 cm.

A artéria coronária direita emerge do seio coronário, entre a aurícula direita e o átrio direito (Figura 7A), em seguida, bifurca-se em um ramo superficial que se insere na aurícula direita e no ramo circunflexo direito, que contorna a aurícula direita em direção a face atrial, onde torna-se o ramo subsinuoso, seguindo em direção ao ápice (Figura 7B). Ambas artérias coronárias são bem desenvolvidas e fazem anastomoses, sendo cada artéria responsável por irrigar sua margem correspondente, de forma equilibrada.

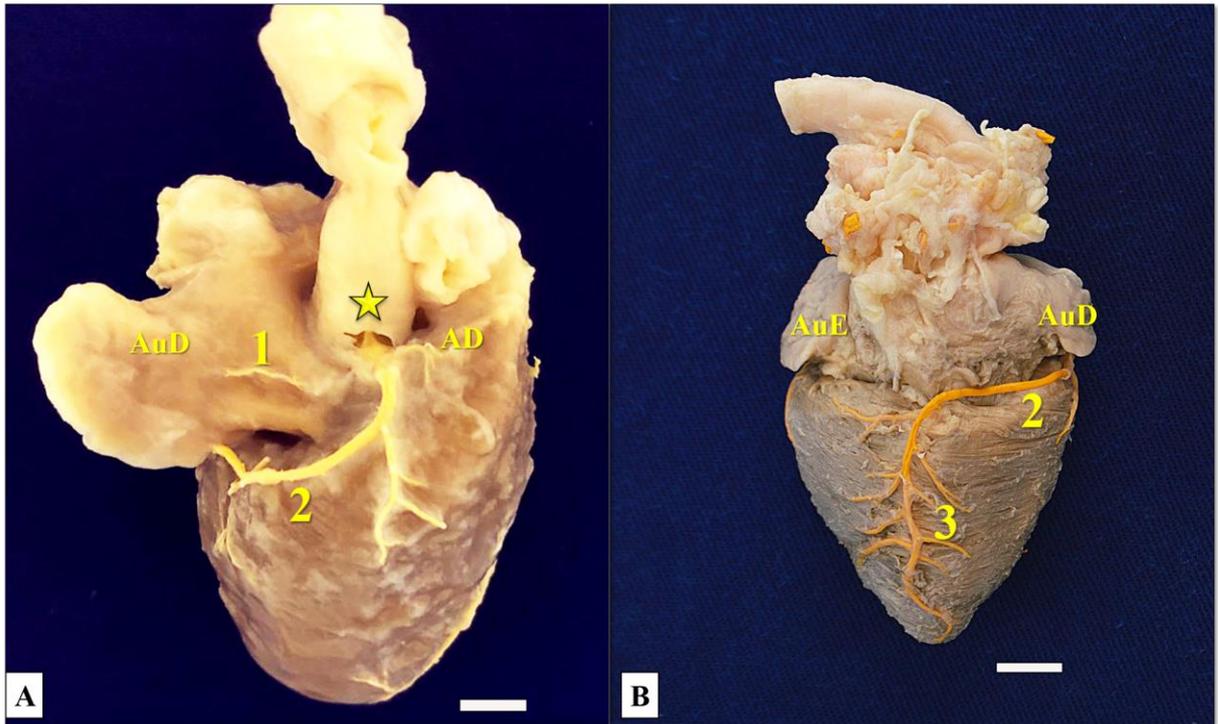


Figura 7 – Fotografia dos modelos arteriais cardíacos de catetos, em A e B, modelos preenchidos com acetato de vinil. Evidencia-se: origem da artéria coronária direita (estrela); átrio direito (AD); aurícula direita (AuD); ramo arterial superficial (1); ramo circunflexo direito (2); ramo interventricular subsinuoso (3). Barra: 1 cm.

O nó sinoatrial do cateto foi encontrado na região entre a veia cava cranial e o átrio direito, a nível subepicárdico, não envolvendo a região da junção por completo. O nó encontra-se adjacente ao epicárdio, sendo uma estrutura delgada, não encapsulada, envolvido por uma densa malha de tecido conjuntivo frouxo, onde pode-se notar artérias de pequeno calibre e células ganglionares, estas em maior número em regiões próximas a veia cava (Figura 8). Os miócitos nodais são menores, com forma arredondada a ovoide e citoplasma menos eosinofílico que o miocárdio atrial, distribuídas como feixes entrelaçados sem nenhuma orientação específica (Figura 9).

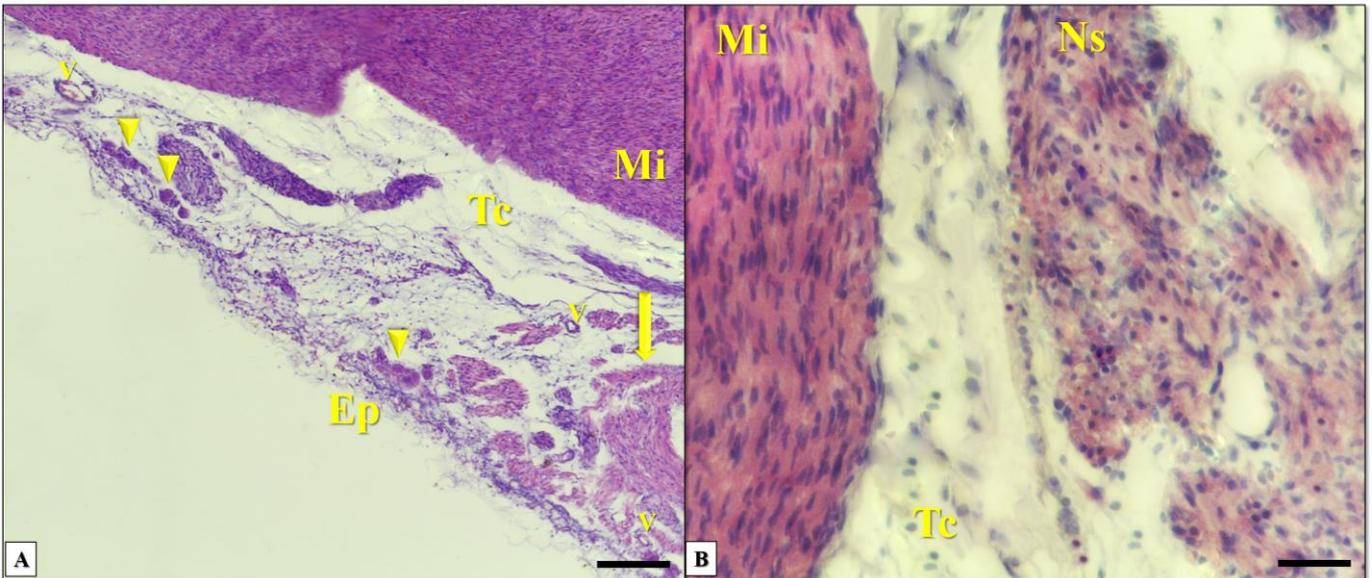


Figura 8 - Fotomicrografia do coração de cateto, evidenciando a região de tecido nodal e sua relação com os tecidos adjacentes. Em A: Epicárdio (Ep); miocárdio (Mi); tecido conjuntivo frouxo (Tc); região nodal (seta); gânglios (cabeça de seta); vasos sanguíneos (V). Barra: 200  $\mu$ m. Em B: Miocárdio (Mi); tecido conjuntivo frouxo (Tc); nó sinoatrial (Ns). Barra: 40  $\mu$ m.

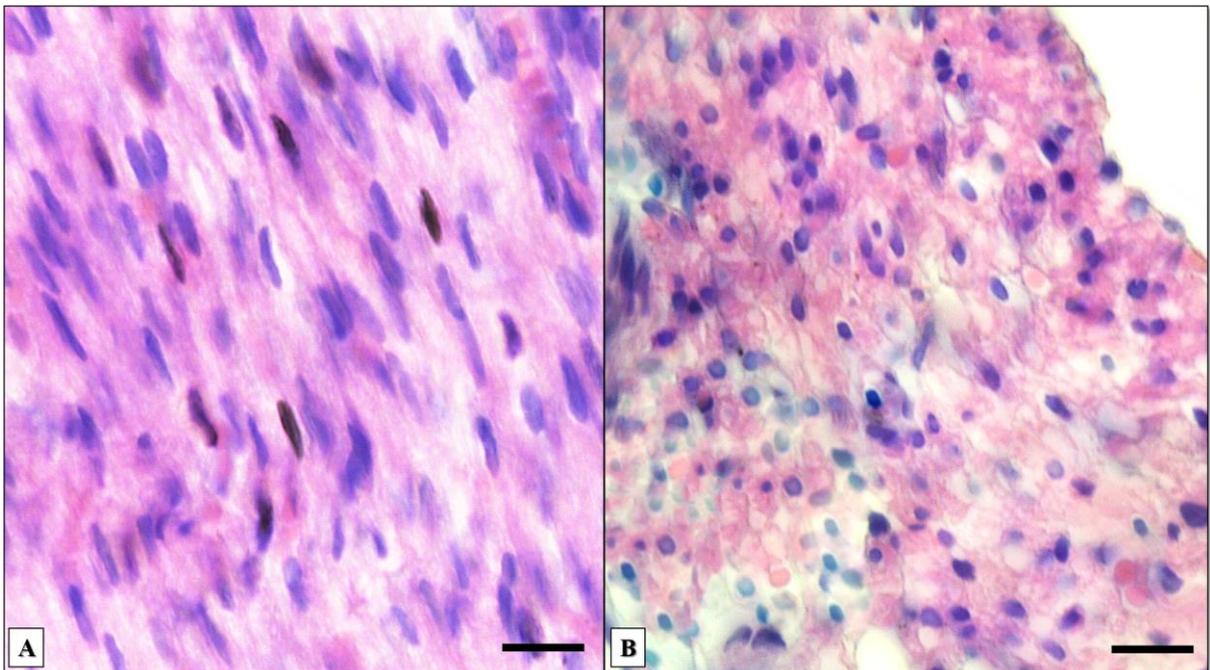


Figura 9 - Fotomicrografia do coração de cateto. Em A: Miocárdio atrial, nota-se os miócitos de trabalho alongados, organizados em feixes. Barra: 10  $\mu$ m. Em B: Nó sinoatrial, nota-se os miócitos nodais arredondados, sem orientação específica. Barra: 20  $\mu$ m.

O nó atrioventricular do cateto está localizado próximo ao local de inserção do folheto septal da válvula tricúspide, numa região subendocárdica, sendo dividido em duas zonas, uma zona compacta e uma zona de transição (Figura 10A e B). A zona compacta é composta por células pequenas e arredondadas, algumas com zonas citoplasmáticas perinucleares transparente (Figura 10A), estas visualizadas em porções mais periféricas, fibroblastos e vasos sanguíneos. As células da região de transição são fusiformes, contínuas e organizam-se como uma rede, sendo menores que os miócitos de trabalho (Figura 10C e D).

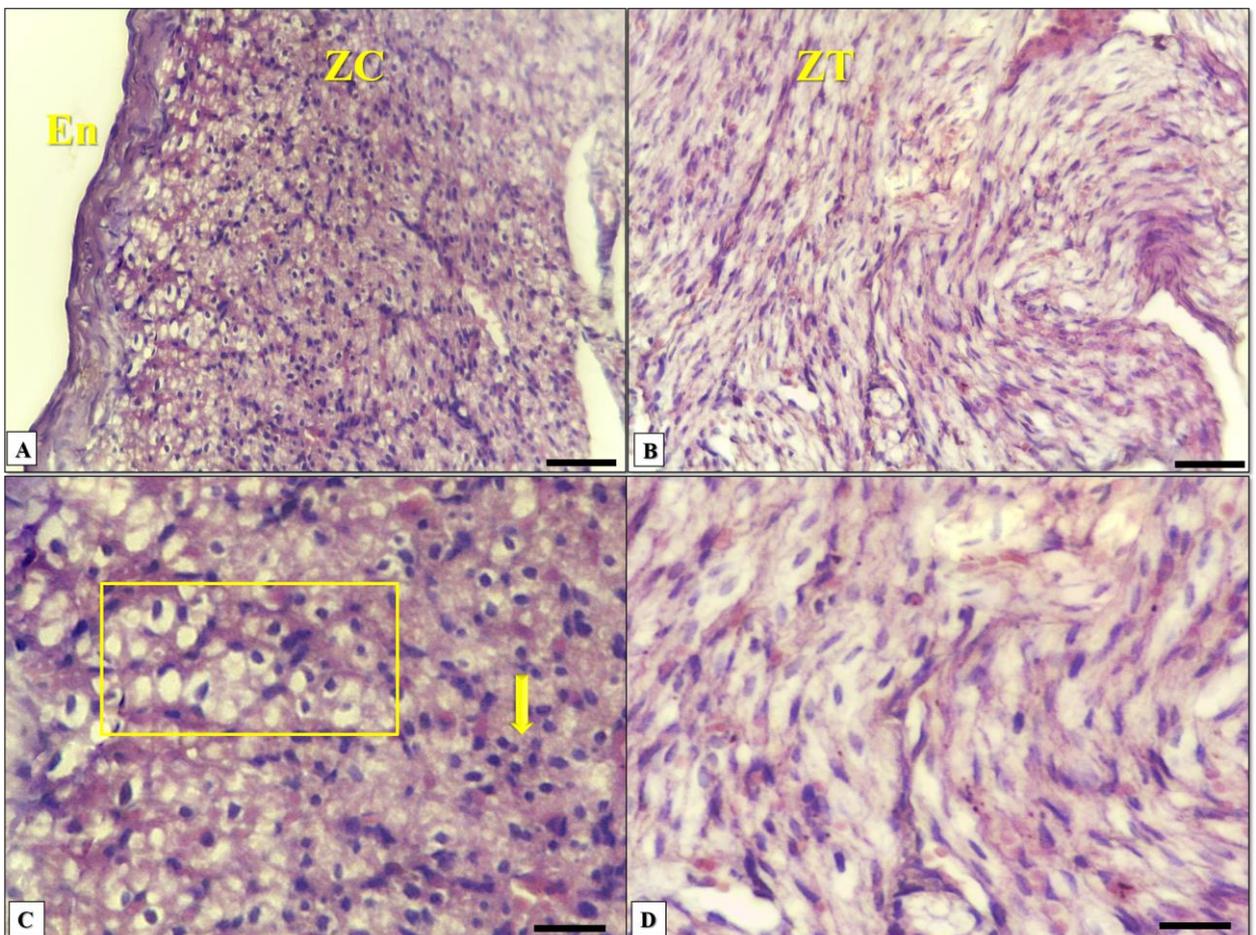


Figura 10 – Fotomicrografia a região do nó atrioventricular do coração de catete. Em A: evidencia-se a região da zona compacta do nó atrioventricular; Endocárdio (En); zona compacta (ZC). Em B: evidencia-se a região da zona de transição do nó atrioventricular; Zona de transição (ZT). Em C: corte de uma região de A, nota-se: células nodais com zonas citoplasmática perinucleares (retângulo); células nodais arredondadas (seta). Em D: corte de uma região de B, nota-se as células nodais fusiformes organizadas em rede. Barra: 200  $\mu\text{m}$ .

## DISCUSSÃO

Os resultados observados para as análises macroscópicas do coração de catetos relativo à forma, cor e posição, caracteriza-o como cônico, avermelhado e mediastínico. O coração dos mamíferos tem forma cônica que pode variar entre regular, achatada, arredondada e alongada, e nos catetos foi do tipo alongada. Apesar de manter a forma cônica semelhante a espécies domésticas [6,16], ser alongado corrobora com os achados em paca [2], mão-pelada [20] e lobo-marinho [13]. Da mesma forma, o coração sempre assume posição mediastínica nas variadas espécies mamíferas, embora possa estar deslocado para um dos lados, sendo mais frequente para o antímero esquerdo [6,16].

Quanto a sua topografia o coração de catetos frequentemente ocupa os limites compreendidos entre a 3<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> costelas, a exemplo do que foi citado para cães, equinos [6] e tamanduá-mirim [21]. Contudo, estudos com o coração de cebídeos [8,22], inferem que o coração está localizado entre a 3<sup>a</sup> e 7<sup>a</sup> costelas, atingindo uma posição mais caudal mesmo não possuindo forma alongada. Já em suínos [6], referem-se à topografia do coração como estando situado entre 2<sup>a</sup> e 5<sup>a</sup> costelas, este último aspecto, dá ao coração de catetos uma posição mais caudal quando comparado ao descrito para suínos domésticos, provavelmente devido a forma.

O coração de cateto está envolvido pelo pericárdio, estrutura é encontrada nos vertebrados desde os animais mais abaixo na escala evolutiva até os seres humanos, que separa e protege o coração, mas também contribui para a manutenção de sua estática. Os ruminantes [16] comumente apresentam os ligamentos esternopericárdico e o frenopericárdico, contribuindo para a estática cárdica quando se infere que um dos papéis do pericárdio é garantir o posicionamento o deslocamento controlado do coração. Nos catetos, que embora tenha sido citado como uma espécie com caracteres semelhantes aos ruminantes, foi identificado apenas o ligamento frenopericárdico, o que pode sugerir uma maior mobilidade do coração.

A divisão do coração do cateto em quatro câmaras, correspondendo a dois átrios e dois ventrículos (direito e esquerdo) é partilhada com outros mamíferos [2,6,13,16,21,23], aves [12,25] e répteis crocódilianos [1], e trata-se de uma característica evolutiva de diversas espécies devido ao acelerado metabolismo, visando melhorar a eficiência do bombeamento sanguíneo, tornando-se uma conformação anatômica padrão.

O arco aórtico nos mamíferos é representado por um único vaso de onde emergem as artérias que vão irrigar a região da cabeça e pescoço do animal e, também, os membros torácicos. No cateto, em 100% dos casos, surgem diretamente do arco aórtico dois ramos colaterais, o tronco braquiocefálico, do qual tem origem a artéria subclávia direita, e um tronco comum das artérias carótidas comuns (direita e esquerda) e, ainda, a artéria subclávia esquerda. Esse padrão observado no cateto é o mesmo relatado para mocós [19], suínos domésticos [16] e o tamanduá-mirim [21]. Infere-se que um arranjo com uma menor quantidade de ramos, e que apresenta troncos comuns, gera uma sobrecarga e estresse aórtico em situações de maior atividade cardíaca [27].

A vascularização cardíaca, aquela que irriga o músculo cardíaco propriamente dito, é denominada de circulação coronária. Esta irrigação é feita por duas artérias originadas da aorta ascendente, a esquerda e a direita, que seguem pelos sulcos atrioventriculares e interventriculares. De acordo com os critérios definidos por Banchi (1904) [3], para classificar a irrigação do coração de mamíferos foram preconizados três tipos de vascularização cardíaca. Vascularização do tipo esquerda, onde a artéria coronária esquerda emite o ramo interventricular paraconal, o ramo circunflexo esquerdo e o ramo interventricular subsinuoso. A vascularização do tipo equilibrada, onde a artéria coronária direita origina o ramo interventricular subsinuoso que divide com a artéria coronária esquerda a nutrição das suas margens cardíacas correspondentes. E um terceiro tipo de vascularização cardíaca, a do tipo

direita, onde a artéria coronária direita, ao originar o ramo interventricular subsinuoso, este atinge o sulco coronário esquerdo até a margem ventricular esquerda do coração.

Os resultados obtidos com base na análise dos modelos vasculares de acetato de vinil e látex neoprene indicam, que em todos os animais estudados, a circulação é do segundo tipo, uma vez que cada uma das artérias nutre seu território correspondente. Considerando a emergência das artérias coronárias a partir da aorta ascendente, os modelos vasculares obtidos do coração de cateto indicam que se trata de uma característica partilhada com javalis [5] e suínos [9,10], entretanto, o padrão de predominância da irrigação apresentado na espécie em estudo difere dos achados nos outros suiformes, os quais possuem uma predominância da artéria coronária direita [5,15, 24]. Uma circulação equilibrada pode ser favorável, visto que a irrigação de cada margem seria garantida por sua artéria coronária correspondente, não havendo sobrecarga em uma das artérias coronárias.

O nó sinoatrial, região onde se inicia o impulso cardíaco, é composto por células musculares especializadas, que diferem morfológicamente das células do miocárdio. Sua localização no coração do cateto é semelhante ao descrito para suínos [32,33], caprinos [28] e ratos [29]. As células nodais no cateto não estão dispostas em regiões, diferente do observado no homem, no cão [30] e no gato [31], contudo, as características das células são partilhadas entre as espécies mamíferas [28-33]. A ausência de cápsula, não possuir diferenciação em regiões e ser uma estrutura difusa, sugerem uma menor organização tecidual.

A presença de uma zona de transição entre o tecido nodal especializado e o miocárdio de trabalho no nó atrioventricular de cateto aparenta uma continuidade progressiva entre as regiões do sistema condutor e o tecido cardíaco, aspecto semelhante encontrado em humanos [34] e suínos [35].

## CONCLUSÃO

O coração de catetos tem forma de cone alongado, uma vez que o comprimento excede a largura de sua base, é envolto pelo pericárdio, que se firma ao diafragma pelo ligamento frenopericárdico, e está posicionado na região entre a 3ª e 6ª costelas. Sua musculatura miocárdica ventricular é predominantemente volumosa, com septo interventricular e músculos papilares robustos. Considerando arranjo vascular da base do coração, emergem do arco aórtico, dois ramos colaterais, com posterior formação de um tronco comum para as artérias carótidas comuns e não há predominância na irrigação cardíaca, tendo em vista que cada artéria coronária irriga sua margem correspondente. Os nós sinoatrial e atrioventricular apresentam organização tecidual e células com características que diferem do miocárdio de trabalho.

#### MANUFACTURERS

<sup>1</sup> Vetnil Indústria e Comércio de Produtos Veterinários Ltda. Louveira, SP, Brazil.

<sup>2</sup> Hipolabor Farmacêutica Ltda. Belo Horizonte, MG, Brazil.

<sup>3</sup> Halexistar Indústria Farmaceutica. Goiânia, GO, Brazil.

<sup>4</sup> Du Pont do Brasil S.A. São Paulo, SP, Brazil

<sup>5</sup> Globo S.A. Tintas e Pigmentos. São Paulo, SP, Brazil

<sup>6</sup> Sigma-Aldrich Brasil Ltda. São Cristovão, RJ, Brazil.

<sup>7</sup> Sherwin-Williams do Brasil Ind. Ltda. Taboão da Serra, SP, Brazil.

**Funding.** O projeto recebeu Auxílio Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

**Ethical Approval.** The experiment was approved (case number 23091.008232/2019-59 and opinion number 20/2019) by the Animal Experimentation Ethics Committee (CEUA) of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA).

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest and alone is responsible for the content and writing of the paper.

#### REFERENCES

1. **Alves A.C., Ribeiro, D.B.C.L., Cotrin J.V., de Resende H.R., Drummond C.D., de Almeida, de Almeida F.R.C.L., Neto J.V. & de Sousa R.V. 2016.** Descrição morfológica do coração e dos vasos da base do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin, 1802) proveniente de zoológico. *Pesquisa Veterinária Brasileira*. 36(Suppl 1): 8-14.
2. **Ávila B.H.P., Machado M.R.F. & de Oliveira F.S. 2010.** Descrição anatomo-topográfica do coração da paca (*Agouti paca*). *Acta Scientiae Veterinariae*. 38(2): 191-195.
3. **Banchi A. 1904.** Morfologia delle arteriae coronariae cordis. *Archivio Italiano di Anatomia e di Embriologia*. 3(7): 164.
4. **Batista J.S., Bezerra F.S.B., Lira R.A., Orpinelli S.R.T., Dias C.E.V. & de Oliveira A.F. 2008.** Síndrome do estresse em catetos (*Tayassu tajacu*) submetidos à captura e contenção em diferentes horários da manhã em Mossoró-RN. *Ciência Animal Brasileira*. 9(1): 170-176.
5. **Borges T.R.J., Ribeiro L.A., Romão F.B., Magalhães H.I.R., Luz M.M., Barcelos J.B., Santos L.A. & Silva F.O.C. 2018.** Origin and distribution of the coronary arteries of boars. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 55(4): e149316-e149316.
6. **Dyce K.M., Sack W.O. & Wensing C.J. 2010.** *Tratado de Anatomia Veterinária*. 4th edn. Rio de Janeiro: Elsevier. 872p.

7. **Fowler M.E. & Miller R.E. 2008.** *Zoo and wild animal medicine: current therapy*. 6th edn. Philadelphia: Elsevier. 512p.
8. **Furtado D.F.S., Vasconcelos L.D.P., Branco É. & Lima A.R. 2017.** Anatomia cardíaca e ramificações da aorta em macaco-prego (*Sapajus apella*). *Biotemas*. 30(4): 83-93.
9. **Gómez F.A. & Ballesteros L.E. 2013.** Anatomic Study of the Right Coronary Artery in Pigs. Feature Review in Comparison with the Human Artery. *International Journal of Morphology*, 31(4).
10. **Gómez F.A. & Ballesteros L.E. 2014.** Morphologic expression of the left coronary artery in pigs. An approach in relation to human heart. *Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery*. 29(2): 214-220.
11. **Gongora J., Reyna-Hurtado R., Beck H., Taber A., Altrichter M. & Keuroghlian, A. 2011.** *Pecari tajacu*. *The IUCN Red List of Threatened Species*. Disponível em: <<https://www.iucnredlist.org/species/41777/10562361>>. [Accessed online in July 2019].
12. **Guimarães D.F., Carvalho A.P., Ywasaki J., Neves C.D., Rodrigues A.B. & Silveira L.S. 2018.** Morfologia do coração e dos vasos da base do pinguim-de-magalhães (*Spheniscus magellanicus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 1195-1202.
13. **Guimaraes J.P., Mari R.B., Le Bas A. & Watanabe I.S. 2014.** Adaptive morphology of the heart of Southern-Fur-Seal (*Arctocephalus australis*–Zimmermann, 1783). *Acta Zoologica*, 95(2): 239-247.
14. **Jones T.C., Hunt R.D. & King N.W. 2000.** *Patologia Veterinária*. 6th edn. São Paulo: Editora Manole. 1415p.

15. **Junior P.C.M., Vieira T.H., Vieira S.R., Sobreiro D., Ruiz C.R., Wafae G.C., da Silva N.C. & Wafae N. 2008.** Estudo anatômico das artérias coronárias de suínos Landrace. *Pesquisa. Veterinária Brasileira*. 28(2): 103-107.
16. **Konig H.E. & Liebich H.G. 2016.** *Anatomia dos Animais Domésticos: Texto e atlas colorido*. 6nd edn. Porto Alegre: Artmed. 824p.
17. **Lazure L. & Almeida-Cortez J.A. 2006.** Impact des mammifères néotropicaux sur les graines. *Neotropical Biology and Conservation*. 1(2): 51-61.
18. **Lazure L., Bachand M., Anseau C., & Almeida-Cortez J.S. 2010.** Fate of native and introduced seeds consumed by captive white-lipped and collared peccaries (Tayassu pecari, Link 1795 and Pecari tajacu, Linnaeus 1758) in the Atlantic rainforest, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*. 70(1): 47-53.
19. **Magalhães M., Albuquerque J.F.G., Oliveira M.F., Papa P.C. & Moura C.E.B. 2007.** Ramos do arco aórtico no mocó (Kerodon rupestris). *Revista Portuguesa De Ciências Veterinárias*. 102(562): 49–52.
20. **Pereira K.F., de Souza Terra D.R., Ferreira L.S., Sabec-Pereira D.K., Lima F.C. & dos Santos O.P. 2016.** Descrições anatômicas do coração e vasos da base de *Procyon cancrivorus* (CUVIER, 1798). *Arquivos do Museu Dinâmico Interdisciplinar*. 20(3): 1-12.
21. **Pinheiro G.S., Branco É., Pereira L.C. & Lima A.R. 2014.** Morfologia, topografia e irrigação do coração do *Tamandua tetradactyla*. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. 1105-1111.
22. **Pinto M.P.E., Lima A.R. & Branco E. 2011.** Morfologia, topografia e irrigação do coração do *Saguinus niger*. In: Anais do 9º Seminário Anual de Iniciação Científica da UFPA (Belém, Brasil).

23. **Queiroz L.L., Moura L.R. & Moura V.M.B.D. 2018.** Morphometric assessment of canine heart without macroscopical visible changes caused by cardiac disease. *Ciência Animal Brasileira*. 19.
24. **Sahni D., Kaur G.D., Jit H. & Jit I. 2008.** Anatomy & distribution of coronary arteries in pig in comparison with man. *Indian Journal of Medical Research*. 127(6): 564.
25. **Soares G. L., Oliveira D. & Baraldi-Artoni S.M. 2010.** Aspectos da anatomia do coração do avestruz. *Ars Veterinaria*, 26(1): 038-042.
26. **Sowls L.K. 1997.** *Javelinas and other peccaries: their biology, management, and use*. 2nd edn. Texas: A&M University Press, 325p.
27. **Shaw J.A., Gravereaux E.C. & Eisenhauer, A.C. 2003.** Carotid stenting in the bovine arch. *Catheterization and cardiovascular interventions*, 60(4): 566-569.
28. **Ansari A., Yen H.S. & Anderson R.H. 1999.** Distribution of the nodal cells in the sheep heart. *The Anatomical Record: An Official Publication of the American Association of Anatomists*, 254(1): 92-97.
29. **de Melo S.R., Mandarim-de-Lacerda C.A., de Souza, R.R. & de Prates, N.E.V.B. 2001.** O Nó Sinatrial De Ratos (*Rattus norvegicus*)-Estudo Histológico. *Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR*, 5(3).
30. **James T.N., Sherf L., Fine G. & Morales A.R. 1966.** Comparative ultrastructure of the sinus node in man and dog. *Circulation*, 34(1), 139-163.
31. **Opthof T., de Jonge B., Masson-Pevet M., Jongasma H.J. & Bouman L.N. 1986.** Functional and morphological organization of the cat sinoatrial node. *Journal of molecular and cellular cardiology*, 18(10), 1015-1031.
32. **Pereira J.G.L., Borelli V. & Fernandes Filho A. 1983.** Contribuição ao estudo da topografia e histologia do nó sinu-atrial em suínos da raça Landrace. *Revista da*

- Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo*, 20(2), 107-110.
33. **Pereira J.G.L. 1976.** Contribuição ao estudo do nó sinu-atrial, em suínos (*Sus scrofa domestica*). I. Topografia; II Histologia. III Irrigação arterial. *Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo*, 13(1), 169-193.
34. **Sánchez-Quintana D. & Ho S.Y. 2003.** Anatomía de los nodos cardíacos y del sistema de conducción específico auriculoventricular. *Revista española de cardiología*, 56(11), 1085-1092.
35. **Crick S.J., Sheppard M.N., Ho S.Y. & Anderson R.H. 1999.** Localisation and quantitation of autonomic innervation in the porcine heart I: conduction system. *The Journal of Anatomy*, 195(3), 341-357.

## ANEXOS

ANEXO 1 – SISTEMA DE AUTORIZAÇÃO E INFORMAÇÃO EM BIODIVERSIDADE (ICMBio);

ANEXO 2 – PARECER DA COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS (CEUA/UFERSA);

## ANEXO 1



Ministério do Meio Ambiente - MMA  
 Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio  
 Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

## Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65864-1	Data da Emissão: 01/02/2019 15:26:46	Data da Revalidação*: 01/02/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

## Dados do titular

Nome: Igor Renno Guimarães Lopes	CPF: 014.801.913-70
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO	CNPJ: 24.529.265/0001-40

## Cronograma de atividades

#	Descrição da atividade	Início (mês/ano)	Fim (mês/ano)
1	Coleta e processamento histológico	03/2019	04/2019
2	Preparação dos moldes cardíacos com látex	02/2019	03/2019
3	Preparação dos moldes cardíacos com acetato de vinil	02/2019	03/2019
4	Coleta do material para macroscopia	01/2019	02/2019
5	Radiologia	01/2019	02/2019

## Equipe

#	Nome	Função	CPF	Nacionalidade
1	MOACIR FRANCO DE OLIVEIRA	Orientador	325.949.504-59	Brasileira

## Observações e ressalvas

1	O titular de autorização ou de licença permanente, assim como os membros de sua equipe, quando da violação da legislação vigente, ou quando da inadequação, omissão ou falsa descrição de informações relevantes que subsidiaram a expedição do ato, poderá, mediante decisão motivada, ter a autorização ou licença suspensa ou revogada pelo ICMBio, nos termos da legislação brasileira em vigor.
2	As atividades de campo exercidas por pessoa natural ou jurídica estrangeira, em todo o território nacional, que impliquem o deslocamento de recursos humanos e materiais, tendo por objeto coletar dados, materiais, espécimes biológicos e minerais, peças integrantes da cultura nativa e cultura popular, presente e passada, obtidos por meio de recursos e técnicas que se destinem ao estudo, à difusão ou à pesquisa, estão sujeitas a autorização do Ministério de Ciência e Tecnologia.
3	O titular de licença ou autorização e os membros da sua equipe deverão optar por métodos de coleta e instrumentos de captura direcionados, sempre que possível, ao grupo taxonômico de interesse, evitando a morte ou dano significativo a outros grupos; e empregar esforço de coleta ou captura que não comprometa a viabilidade de populações do grupo taxonômico de interesse em condição in situ.
4	Esta autorização NÃO exige o pesquisador titular e os membros de sua equipe da necessidade de obter as anuências previstas em outros instrumentos legais, bem como do consentimento do responsável pela área, pública ou privada, onde será realizada a atividade, inclusive do órgão gestor de terra indígena (FUNAI), da unidade de conservação estadual, distrital ou municipal, ou do proprietário, arrendatário, posseiro ou morador de área dentro dos limites de unidade de conservação federal cujo processo de regularização fundiária encontra-se em curso.
5	Este documento somente poderá ser utilizado para os fins previstos na Instrução Normativa ICMBio nº 03/2014 ou na Instrução Normativa ICMBio nº 10/2010, no que especifica esta Autorização, não podendo ser utilizado para fins comerciais, industriais ou esportivos. O material biológico coletado deverá ser utilizado para atividades científicas ou didáticas no âmbito do ensino superior.
6	Em caso de pesquisa em UNIDADE DE CONSERVAÇÃO, o pesquisador titular desta autorização deverá contactar a administração da unidade a fim de CONFIRMAR AS DATAS das expedições, as condições para realização das coletas e de uso da infra-estrutura da unidade.
7	Este documento não dispensa o cumprimento da legislação que dispõe sobre acesso a componente do patrimônio genético existente no território nacional, na plataforma continental e na zona econômica exclusiva, ou ao conhecimento tradicional associado ao patrimônio genético, para fins de pesquisa científica, bioprospecção e desenvolvimento tecnológico. Veja maiores informações em <a href="http://www.mma.gov.br/gen">www.mma.gov.br/gen</a> .

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa n.º 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0658640120190201

Página 1/3



Ministério do Meio Ambiente - MMA

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio

Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade - SISBIO

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 65864-1	Data da Emissão: 01/02/2019 15:26:46	Data da Revalidação*: 01/02/2020
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Igor Renno Guimarães Lopes	CPF: 014.801.913-70
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO	CNPJ: 24.529.265/0001-40

#### Locais onde as atividades de campo serão executadas

#	Descrição do local	Município-UF	Bioma	Caverna?	Tipo
1	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO	Mossoró-RN	Caatinga	Não	Fora de UC Federal

#### Atividades X Táxons

#	Atividade	Táxon	Qtde.
1	Coleta/transporte de amostras biológicas ex situ	Pecari tajacu	-

#### Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Outros mamíferos)	Fragmento de tecido/órgão

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO	Laboratório

Este documento foi expedido com base na Instrução Normativa nº 03/2014. Através do código de autenticação abaixo, qualquer cidadão poderá verificar a autenticidade ou regularidade deste documento, por meio da página do Sisbio/ICMBio na Internet ([www.icmbio.gov.br/sisbio](http://www.icmbio.gov.br/sisbio)).

Código de autenticação: 0658640120190201

Página 2/3



## ANEXO 2



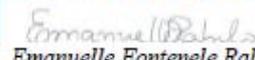
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS**

*Mossoró, 25 de agosto de 2019.*

**PARECER 20/2019**

*O projeto intitulado "MORFOLOGIA DO CORAÇÃO DE CATETO (Pecari tajacu LINNAEUS, 1758)", sob responsabilidade de Moacir Franco de Oliveira, o qual envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto humanos), para fins de pesquisa científica, encontra-se de acordo com os preceitos da lei 11.794 de 8 de outubro de 2009 e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Experimentação Animal (CONCEA), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido –UFERSA em reunião no dia 20 de agosto de 2019.*

<i>Vigência do projeto</i>	<i>Agosto a novembro de 2019</i>
<i>Espécie/linhagem</i>	<i>Pecari tajacu</i>
<i>N. de Animais</i>	<i>12</i>
<i>Peso/idade</i>	<i>Adultos</i>
<i>Sexo</i>	<i>Machos e fêmeas</i>
<i>Origem</i>	<i>CEMAS</i>

  
 Emmanuelle Fontenele Rabelo  
 Presidente CEUA-UFERSA

PER SCIENTIA ARIDAM TERRAM FLORET