

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

WILSON VIOTTO DE SOUZA

ARTÉRIAS CORONÁRIAS EM CARNÍVOROS NEOTROPICAIS

UBERLÂNDIA

2020

WILSON VIOTTO DE SOUZA

ARTÉRIAS CORONÁRIAS EM CARNÍVOROS NEOTROPICAIS

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Ciências Veterinárias/Saúde Animal.

Área de Concentração: Saúde Animal(Morfologia)

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Quagliatto Santos

UBERLÂNDIA

2020

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

S729
2020

Souza, Wilson Viotto de, 1992-
Artérias coronárias em carnívoros neotropicais [recurso
eletrônico] / Wilson Viotto de Souza. - 2020.

Orientador: André Luiz Quagliatto Santos.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia,
Pós-graduação em Ciências Veterinárias.
Modo de acesso: Internet.
Disponível em: <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2020.73>
Inclui bibliografia.

1. Veterinária. I. Santos, André Luiz Quagliatto, 1961-, (Orient.).
II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Ciências
Veterinárias. III. Título.

CDU: 619

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências
Veterinárias

BR 050, Km 78, Campus Glória, Uberlândia-MG, CEP 38400-902
Telefone: (34) 2512-6811 - www.ppgcv.famev.ufu.br - mesvet@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS				
Defesa de:	DISSERTAÇÃO DE MESTRADO ACADÊMICO PPGCVET Nº 002/2020				
Data:	18 de Janeiro de 2020	Hora de início:	9:00	Hora de encerramento:	[12:30]
Matrícula do Discente:	11812MEV013				
Nome do Discente:	WILSON VIOTTO DE SOUZA				
Título do Trabalho:	ARTÉRIAS CORONÁRIAS EM CARNÍVOROS NEOTROPICAIS				
Área de concentração:	SAÚDE ANIMAL				
Linha de pesquisa:	MORFOLOGIA				
Projeto de Pesquisa de vinculação:	COMPONENTES ANATÔMICOS DOS SISTEMAS ORGÂNICOS DE ANIMAIS DOMÉSTICOS E SILVESTRES				

Reuniu-se no Anfiteatro/Sala LAPAS, Campus Umuarama, da Universidade Federal de Uberlândia, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, assim composta: Professores Doutores: Lucélia Gonçalves Vieira, UFG; Líria Queiroz Luz Hirano - UnB; André Luiz Quagliatto Santos - UFU orientador(a) do(a) candidato(a).

Iniciando os trabalhos o(a) presidente da mesa, Dr(a). André Luiz Quagliatto Santos, apresentou a Comissão Examinadora e o candidato(a), agradeceu a presença do público, e concedeu ao Discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação do Discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor(a) presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos(às) examinadores(as), que passaram a arguir o(a) candidato(a). Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando o(a) candidato(a):

Aprovado(a).

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **André Luiz Quagliatto Santos, Professor(a) do Magistério Superior**, em 18/01/2020, às 12:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LÍRIA QUEIROZ LUZ HIRANO, Usuário Externo**, em 18/01/2020, às 12:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lucélia Gonçalves Vieira, Usuário Externo**, em 18/01/2020, às 12:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1810450** e o código CRC **E1FC474D**.

Dedico esse trabalho, aos meus amados pais, Wilson Ferreira de Souza e Maria C. Viotto de Souza, aos meus inseparáveis e inspiradores irmãos Vanessa Viotto de Souza e Wagner Viotto de Souza, e ao meu eterno companheiro Danilo Junior da Silva que incentivaram o sonho em tornar-me Mestre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me concebido saúde e paz nesta etapa importante em minha vida, e com isso poder desfrutar de momentos eternizados, adquirindo muito mais que uma capacitação profissional, mas sim elementos para a construção de um ser humano, mesmo que imperfeito, melhor.

À meus pais, Wilson e Maria Conceição, os seres mais importantes em minha vida, aos quais devo tudo o que tenho e o que poderei ter. O amor e dedicação por eles transmitidos, mesmo com tamanha distância, foram por todos os dias, a minha morada, mesmo que em pensamentos. Esbravejo gratidão, pelo amor, honestidade, caráter, responsabilidade, determinação a mim concedido.

Aos meus irmãos, Vanessa e Wagner, que são meus conselheiros e exemplos de ternura, serenidade, força, conquista e sucesso. Vocês inspiram e motivam minha crescente trajetória, pois tenho em vocês meu porto seguro.

Ao amor da minha vida e eterno companheiro, Danilo Junior da Silva, que esteve ao meu lado desde o princípio desse objetivo, o qual me fez crer na vitória mesmo em momentos difíceis. Este que vislumbra superação e dias melhores, muda as estações, faz do meu outono uma eterna primavera!

À minha avó, Julieta de Souza, mesmo com tamanha simplicidade, me ensinou a crer em Deus e em nossos objetivos, pois isso será o alicerce para o sucesso de nossas vidas.

Aos meus cunhados Maria Giovana e Júlio Cezar que sempre me apoiaram e torceram pela minha vitória.

Ao mais novo membro da família, meu sobrinho amado, Pietro. Você que começou a escrever a poucos dias sua história, já marca tanto as nossas. Nos presenteia todos os dias com esse sorriso inconfundível. Amo-te, meu príncipe!

À minha avó, Josepha Cuenca Viotto (*in memoriam*), e meu padrinho, José de Oliveira (*in memoriam*), que tornaram inúmeras lembranças de infância, histórias de toda uma vida. Este ano vocês nos deixam com mais um ensinamento, que a conquista de um futuro é a vivência do presente.

Aos amigos e colegas de profissão, os quais foram um presente, pois tornaram-se companheiros de “grandes batalhas” em um local até então desconhecido. Agradeço a Jessica Queiroz, Caroline Vieira, Drielly Assis e Giovanna Padilha, que mostraram competência, empenho e compromisso frente a todos os obstáculos nos diversos projetos.

Agradeço também as pessoas que possibilitam um trabalho harmônico nos dias mais corridos e conflitantes na rotina de um laboratório, Carla Guimarães, Lucivania Andrade, David Sousa, Marli Venâncio, Magna Soares, Thais Aparecida, Ana Paula Oliveira, Tainara Santana, Barbara Alvim, Nathana Martins, Nataly Nogueira, Marcela Draste e André Schlemper, meu muito obrigado. Foram dois anos de tantas experiências e ensinamentos, com muita alegria e risos, tonando-se único por serem compartilhados com todos, e por isso carrego em mim um pouco da essência de cada um de vocês.

À todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias da Universidade Federal de Uberlândia, que foram responsáveis pela construção de um futuro “docente e pesquisador”, semestre após semestre, de todo o conhecimento alcançado.

Às professoras, Dra. Lucélia Vieira e Dra. Líria Hirano, que foram pessoas que pude ter o prazer de conhecer antes mesmo do início deste trabalho. Em diversos momentos contribuíram para meu crescimento na carreira acadêmica, pois são exemplos de dedicação e sucesso profissional.

Ao Prof. Dr. Marcelo Abidu que me auxiliou e acreditou neste projeto, concretizando a parceria entre os laboratório.

Ao meu coorientador, Prof. Dr. Paulo de Souza Junior, pelos valiosos ensinamentos, a toda sabedoria transmitida e amizade concedida. O senhor é um exemplo de pessoa e profissional, que me orgulho de ter conhecido e convivido, como um eterno aluno, orientado e amigo.

Ao meu orientador Prof. Dr. André Luiz Quagliatto Santos, pela oportunidade e disponibilidade em todos os momentos que pôde me oferecer um pouco do conhecimento vivido nesta carreira tão exemplar. Por acreditar na idealização e realização de diversos projetos, tanto de Iniciação Científica como Extensão, radiando o conhecimento para além do pesquisador. Por me encorajar e me disponibilizar a oportunidade da docência em Anatomia Animal, que foi e sempre será minha paixão profissional.

Meu sincero, obrigado!

*“A experiência nunca erra. É só o
julgamento que erra em prometer a si
mesmo resultados que não são causados
por nossos experimentos.”*

Leonardo Da Vinci

RESUMO

As espécies da ordem Carnivora têm uma história evolutiva diversificada e bem-sucedida e desempenham papel fundamental para o equilíbrio dos ecossistemas. Uma grande variedade destas espécies distribui-se pelas regiões neotropicais. Objetivou-se estudar a anatomia das artérias coronárias e suas principais ramificações em espécies de carnívoros neotropicais e estabelecer inferências comparativas. Para tal, foram analisados os corações de 72 espécimes representantes de cinco famílias, recolhidos mortos em rodovias dos estados de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e Rio Grande do Sul. Os corações foram removidos por esternotomia, dissecados os vasos da base e corada as artérias coronárias, posteriormente dissecados suas ramificações com auxílio de pinças anatômicas e estereoscópio binocular. O número de ramos para o ventrículo esquerdo foi significativamente maior nos canídeos, enquanto o de ramos para o ventrículo direito foi superior nos felídeos. Nos espécimes das famílias Canidae, Mustelidae, Procyonidae e Mephitidae observou-se dominância coronariana esquerda e nos indivíduos da família Felidae um padrão equilibrado. A dominância coronariana parece estar relacionada com a distribuição filogenética das espécies. Estudos com espécimes provenientes de diferentes regiões são necessários para avaliar a relação entre circulação coronariana e a história evolutiva na ordem Carnivora.

Palavras-chave: Filogenia. Caniformia. Feliformia. Carnívoros Selvagens.

ABSTRACT

The species of the Carnivorous order have a diverse and well-interpreted evolutionary history and play a fundamental role in the balance of ecosystems. A wide variety of these species is distributed across the Neotropical regions. Objective: to study the anatomy of the coronary arteries and their main ramifications in species of Neotropical animals and comparative inferences. To this end, the hearts of 72 specimens from five families were analyzed, collected dead on highways in the states of Minas Gerais, Rio de Janeiro and Rio Grande do Sul. The hearts were removed by sternothymia, the base vessels were dissected and stained as coronary arteries, later its branches were dissected with the aid of anatomical forceps and binocular stereoscope. The number of branches for the left ventricle was higher in dogs, while the branches for the right ventricle were higher in felids. In specimens from the Canidae, Mustelidae, Procyonidae and Mephitidae families, which are dominated by the left coronary and in individuals from the Felidae family with a balanced pattern. Coronary dominance seems to be available with a phylogenetic distribution of the species. Studies with examples of use from different regions are estimated to assess a relationship between coronary circulation and an evolutionary history in the Carnivorous order.

key words: Phylogeny. Caniformia. Feliformia. Wild Carnivores

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Capítulo 1	Considerações Gerais	15
Figura 1	Delimitação das Regiões Biogeográficas.....	16
Figura 2	Filograma da Ordem Carnívora.....	17
Capítulo 2	Distribuição das Artérias Coronárias em Carnívoros Neotropicais.....	30
Figura 1	Fotomacrografia do coração de um macho adulto de <i>Lycalopex vetulus</i>	36
Figura 2	Fotomacrografia do coração de um macho adulto de <i>Puma concolor</i>	37
Figura 3	Gráfico “box-plot” com o número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias esquerda (ACE) e direita (ACD), agrupados por famílias da ordem Carnívora.....	40
Figura 4	Gráfico “box-plot” com o número de ramos destinados à irrigação dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD), agrupados por famílias da ordem Carnívora.....	42
Figura 5	Fluxograma adaptado de Eizirik et al. (2010) com as relações evolutivas das principais espécies da ordem Carnívora, em que a circulação coronariana foi estudada.....	44

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2 Distribuição das Artérias Coronárias em Carnívoros Neotropicais.....	30
Tabela 1 Amostragem dos corações utilizados no presente estudo. Estado de Minas Gerais (MG), Estado do Rio de Janeiro (RJ), Estado do Rio Grande do Sul (RS).....	33
Tabela 2 Média e desvio padrão do número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias e de seus ramos, nas espécies da subordem Caniformia ($n = 49$)	39
Tabela 3 Média e desvio padrão do número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias e seus ramos, separados por espécies da família Felidae, subordem Feliformia ($n = 23$)	40
Tabela 4 Média e desvio padrão do número de ramos destinados para os ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD) das espécies da ordem Carnívora.....	41
Tabela 5 Comparação do número médio de ramos destinados aos ventrículos esquerdo, direito e total, agrupado por famílias.....	42
Tabela 6 Média aritmética do número de ramos destinados aos ventrículos esquerdo, direito e total, agrupados por famílias, comparados por sexo.....	43

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACD	Artéria Coronária Direita
ACE	Artéria Coronária Esquerda
ACDA	Artéria Coronária Direita Acessória
RC	Ramo Circunflexo
RIP	Ramo Interventricular Paraconal
RIS	Ramo Interventricular Subsinoso
RMD	Ramo Marginal Direito
RME	Ramo Marginal Esquerdo
RS	Ramo Septal
RV	Ramo Ventricular

SUMÁRIO

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	15
1. ORDEM CARNIVORA	15
2. ANATOMIA CARDÍACA	18
2.1 IRRIGAÇÃO CORONARIANA EM CARNÍVOROS	19
 REFERÊNCIAS	22
CAPITULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO	30
1. INTRODUÇÃO	30
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3. RESULTADOS.....	36
4. DISCUSSÃO	45
5. CONCLUSÃO	51
 REFERÊNCIAS	52

CAPITULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. ORDEM CARNIVORA

O entendimento do estudo evolutivo é denominado Táxon, sendo este o agrupamento dos animais de acordo com uma hierarquia decrescente quanto a sua abrangência: filo, classe, ordem, família, gênero e espécie. O reino Animalia possui mais de 30 filos, dentre eles o filo Chordata, que por sua vez tem três subfilos, Urochordata, Cephalochordata e o Vertebrata (vertebrados), esse último distingue-se pelo fato de possuir coluna vertebral segmentada e de crânio que lhes protege o encéfalo (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). Dentre as classes pertencentes aos vertebrados, destaca-se a Mammalia (mamíferos) que possui a infraclasse Eutheria agrupando os mamíferos ditos superiores ou placentários, que são subdivididos em ordens, sendo 26 ao total, no entanto apenas 16 existentes (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

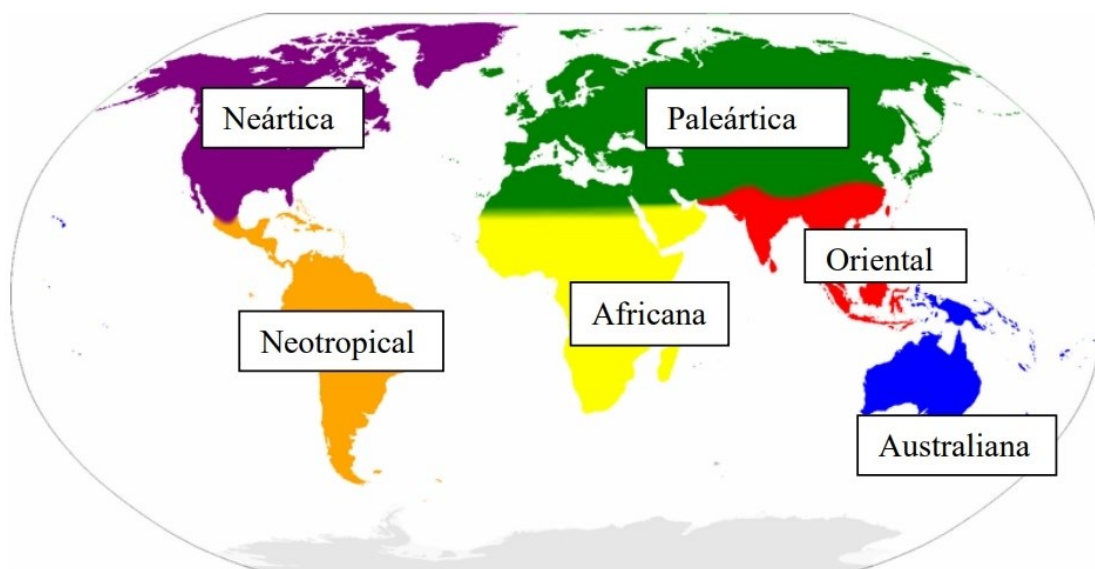
Os mamíferos possuem como característica anatômica a presença de diafragma funcional, dentes especializados, glândulas sudoríparas, odoríferas, sebáceas e mamárias, corpo revestido por pelos e um coração com quatro câmaras; e sua fisiologia apresenta um sistema circulatório fechado com células sanguíneas vermelhas anucleadas e bicôncavas (REIS et al., 2006). Dentre as mais de 4800 espécies de mamíferos, aproximadamente 701 habitam o território brasileiro (CÂMARA; LESSA, 1994; BERGQVIST et al., 2000; REIS et al., 2006; PAGLIA et al., 2012), estes distribuídos em doze ordens (Artiodactyla, Carnivora, Cetacea, Chiroptera, Cingulata, Didelphimorphia, Lagomorpha, Perissodactyla, Pilosa, Primates, Rodentia, Sirenia). A ordem Carnivora exibe uma evidente diversidade de forma e função, desenvolvida como adaptações a habitats amplamente diferentes (espécies terrestres, semiaquáticas e aquáticas). Os carnívoros são geograficamente muito difundidos e demonstram um dos casos mais extremos de variação de tamanho entre todas as ordens de mamíferos (NOWAK, 1999; MACDONALD, 2001).

As espécies atuais da ordem Carnivora têm como ancestrais as famílias Viverridae e Miacidae, descritas a partir do Cretáceo-Paleogeno, perfazendo uma extensa história evolutiva de radiação entre adaptação e evolução (terrestres e aquáticas) dentre os clados, tornando possível seu ciclo biológico em todos os continentes (exceto a Austrália e Antártica) por diversos habitats, desde densas florestas com lagos e rios a extensos desertos limitados por mares (VAN VALKENBURGH et al., 2004; VAN VALKENBURGH, 2007;

NYAKATURA; BININDAEMONDS, 2012). Registros fósseis reafirmam tais informações, haja estruturas de aproximadamente 63 milhões de anos encontradas na Europa, Ásia e América do Norte (COX; MOORE, 1993; HUNT JR., 1996).

Estima-se que a ocupação da América Central pelos carnívoros ocorreu a apenas nove milhões de anos pela expansão das populações holárticas procedentes das regiões paleártica e neoártica. Posteriormente, há três milhões de anos, deu-se sua chegada à América do Sul, pelo soerguimento do Istmo do Panamá, tal evento conhecido como o Grande Intercâmbio Biótico das Américas, que possibilitou o surgimento dos carnívoros neotropicais (Figura 1) (EISENBERG; REDFORD, 1999; INDRUSIAK; EIZIRIK, 2003; WOODBURN, 2010).

Figura 1 - Delimitação das Regiões Biogeográficas

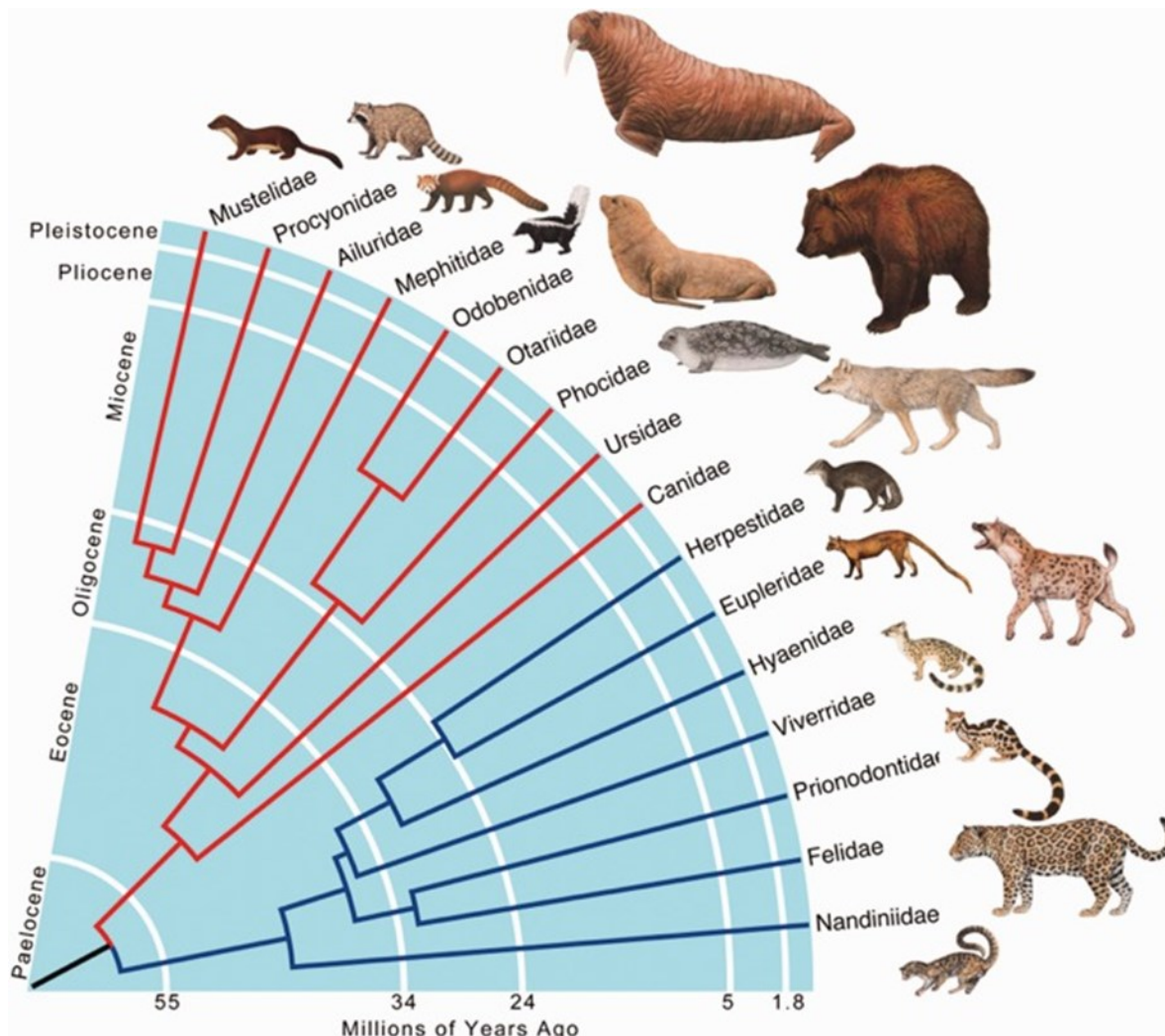


Apresentação das regiões continentais delimitadas de acordo com a Biogeografia de fauna e flora. Fonte: Barbosa, 2011.

A ordem Carnivora é dividida em duas principais linhagens evolutivas, as subordens Feliformia e Caniformia, as quais agrupam sete e nove famílias, respectivamente, sendo a família Canidae sua divergência viva mais antiga (Figura 2) (EIZIRIK et al., 2010). Dentre as famílias da subordem Feliformia, a Felidae é o grande enfoque de estudiosos, pois apresenta conflitos quanto ao agrupamento filogenético das 38 espécies dessa família, com ênfase na linhagem Pantherinae, o grupo recém evoluído dos Felidae. Porém, quando comparado com as famílias Canidae, constituintes da subordem Caniformia, as relações

filogenéticas possuem aspectos ainda mais contraditórios, qualificadas por sua variação morfológica, ecológica e comportamental (GITTLEMAN, 1989; YU et al., 2004).

Figura 2 - Filograma da Ordem Carnívora



Identificação das relações evolutivas das famílias existentes da ordem Carnívora. Descrição com números arábicos em milhões de anos no eixo horizontal e épocas cenozóicas no eixo vertical. Caniformia mostrado em vermelho, Feliformia mostrado em azul. Fonte: Van Valkenburgh; Wayne, 2010

As regiões neotropicais (América do Sul, América Central, sul do México, sul da Flórida e Ilhas do Caribe) contêm as maiores áreas selvagens remanescentes da Terra (LOYOLA et al., 2009). Os grandes carnívoros, considerados espécies-chave, representam os níveis tróficos mais altos nas áreas neotropicais, tendo efeitos significativos no equilíbrio desses ecossistemas. Sua presença contribui ainda como sinalizador de boa preservação ecológica e beneficia o ecoturismo (TERBORGH et al., 2002; SALVADOR et al., 2011).

No continente sul-americano ocorrem 44 espécies de carnívoros neotropicais, das quais 26 são continentais, representantes de cinco famílias que distribuem-se pelo território brasileiro (TRIGO et al., 2013). Apesar do grande número populacional desses animais no território nacional, já se totalizam 13 espécies carnívoras classificadas no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (ICMBio/MMA, 2018). Além disso, os carnívoros são um dos grupos de mamíferos mais ameaçados, embora seu perigo de extinção e diversidade variem nas regiões do mundo. Tal fato ocorre devido a impactos antropogênicos, como perda de habitat e superexploração de presas (GITTLEMAN, et al., 2001; VALENZUELA-GALVAN et al., 2008; ICMBio/MMA, 2018).

O estudo filogenético da ordem Carnivora corrobora tanto para o entendimento dos processos envolvidos nos padrões da táxon como na diversificação, modo de evolução, e questões relacionadas à conservação dos animais.

2. ANATOMIA CARDÍACA

O coração é o principal órgão do sistema circulatório, sendo este composto por musculatura estriada cardíaca, responsável por bombear sangue ao organismo por meio de movimentos rítmicos (sístole e diástole) e, por isso, é conhecido como a bomba muscular do aparelho circulatório (NUSSHAG; ROMERO, 1980; CARVALHO et al., 2002; CUNNINGHAM, 2011). Em mamíferos o coração é morfológicamente dividido em quatro câmaras, sendo dois átrios (esquerdo e direito) com paredes mais delgadas que os dois ventrículos, ainda que a parede do ventrículo esquerdo seja três vezes maior do que o direito (MATSUO et al., 1998; QUEIROZ et al., 2018). Possui quatro válvulas: as semilunares direita e esquerda; a bicúspide e a tricúspide. Sua parede muscular é composta por três camadas, a endocárdica, a miocárdica e a epicárdica (VLEET; FERRANS, 2009; ZACHARY et al., 2012).

O coração localiza-se no mediastino, fixado por uma lâmina de tecido conjuntivo fibroso denominada pericárdio, que o envolve dorsalmente em seus vasos da base e ventralmente une-se ao osso esterno pelo ligamento esternopericárdio (ruminantes e equinos), ou ao diafragma, pelo ligamento freno-pericárdio (carnívoros e suínos). Possui formato cônico, com sua base dirigida dorsalmente e o ápice ao esterno, situando-se assimetricamente no tórax, com sua maior parte (60%) à esquerda a partir do plano sagital

mediano (ROMER; PARSONS, 1985; GETTY, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A base do coração, região crânio-dorsal é o hilo do órgão, local de confluência de grandes veias e emissão de grandes artérias. Nesta região localiza-se também os átrios (direito e esquerdo) em sua formação. Do lado oposto, na região ventro-caudal, encontra-se o ápice do coração, formado pelo enovelamento de fibras musculares do ventrículo esquerdo (GETTY, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013; KÖNIG; LIEBICH, 2016, OLIVEIRA et al., 2019).

O coração possui duas superfícies. A superfície auricular voltada para a parede torácica esquerda e a superfície atrial direcionada à parede torácica direita. A margem ventricular direita é a borda cranial convexa do coração composta pelo ventrículo direito. A margem ventricular esquerda é a borda caudal do coração, voltada para o diafragma e composta pelo ventrículo esquerdo. Em cães, uma linha traçada no lado esquerdo da raiz do tronco pulmonar até o ápice seguiria uma borda mal definida, conhecida como margem esquerda. Uma borda semelhante mal definida no lado direito é conhecida como margem direita (GETTY, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

A superfície do coração possui depressões denominadas sulcos. O sulco coronário delimita a separação dos átrios e ventrículos, seu percurso circunda o coração, exceto cranioventralmente, onde a parte dorsal do ventrículo direito intervém. O sulco interventricular paraconal tem início na região caudodorsal do cone arterioso, onde é coberto por parte da aurícula esquerda, percorrendo em trajeto obliquamente entre os ventrículos, em sentido cranioventral, na face esquerda da superfície do coração, e termina, em sua maioria, antes de atingir o ápice do coração. O sulco interventricular subsinuoso, localiza-se na superfície dorso-caudal do coração, próximo ao septo interventricular em que percorre curto trajeto de forma retilínea e pouco profundo (GETTY, 1986; EVANS; DE LAHUNTA, 2013; KÖNIG; LIEBICH, 2016).

2.1 IRRIGAÇÃO CORONARIANA EM CARNÍVOROS

O suprimento sanguíneo do coração é provido pelas artérias coronárias. Essas ocupam os sulcos coronários, emitindo ramificações que podem ser superficiais, distribuídas por todas as faces do órgão, permitindo a nutrição do miocárdio (GETTY, 1986). Em repouso, cerca de 5% do débito cardíaco total do indivíduo é destinado para o funcionamento

cardiovascular, e esse percentual é significativamente elevado durante esforço físico intenso (ENGEN, 2006; GUYTON; HALL, 2017).

As artérias coronárias direita e esquerda surgem imediatamente do bulbo aórtico, distal à válvula aórtica. Em cães, a artéria coronária direita (ACD) é menor que a artéria coronária esquerda (ACE) e mede aproximadamente 5 cm de comprimento. Sua origem é delimitada pelo tronco pulmonar e pelo cone arterioso cranialmente à esquerda, e dorsalmente coberto pela aurícula direita. Seu trajeto faz uma curva à direita em sentido ventro-cranialmente suprimindo a maior parte da parede do ventrículo direito (EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

Segundo Kazzaz e Shanklin (1950), a ACD raramente se estende até as bordas do ventrículo direito e, em nenhum caso, vai além delas. Donald e Essex (1954) relataram que em cães, 66% da parede do ventrículo direito é irrigada pela ACD. Ela também envia ramos para o átrio direito e outros para as partes iniciais da aorta e tronco pulmonar. Moore (1930) descreve que 20% dos cães analisados possuíam a artéria coronária direita acessória, a qual se origina próximo ao seio aórtico direito e intimamente à ACD, fazendo um curto trajeto de 2 cm distalmente sobre o cone arterioso. Dentre os ramos ventriculares emitidos pela ACD, o ramo marginal direito (RMD), é maior, mais longo e mais ramificado que os outros, e percorre a parte do meio da face lateral da parede ventricular direita (EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

A artéria coronária esquerda (ACE) é um curto tronco de aproximadamente 5 mm de comprimento e logo emite o ramo interventricular paraconal (RIP) e ramo circunflexo (RC) e, em alguns casos, o ramo septal (RS). Tal divergência levou os pesquisadores Noestelthaller et al. (2007) a proporem um padrão para a origem destes ramos: Tipo I – a ACE se trifurca em RC, RIP e RS no mesmo ponto; Tipo II- a ACE se bifurca em RC e RIP, e o RS origina-se do RIP; e Tipo III- a ACE se bifurca em RC e RS, e o RIP se origina independentemente no seio aórtico.

O ramo interventricular paraconal possui aproximadamente 7 cm de comprimento, percorrendo o sulco homônimo chegando até a região apical. O RIP em 48% dos cães emite, próximo à sua origem, o RS para posteriormente irradiar ramos ventriculares (RV) para os ventrículos direito e esquerdo, sendo os ramos esquerdo mais desenvolvidos, justificado pela necessidade de suprimento para a espessa parede ventricular (DONALD; ESSEX, 1954; CHRISTENSEN, 1962).

O ramo circunflexo encontra-se no sulco coronário à esquerda, dorsocaudalmente, e à direita, por meio da superfície caudodorsal do coração. Devido à parede ventricular esquerda ser predominantemente irrigada pelos ramos ventriculares provenientes do RIP, os ramos ventriculares do RC se restringem a uma pequena área da face esquerda do ventrículo esquerdo. Porém, foi observado em cães, um longo ramo ventricular do RC que cruza obliquamente os fibras miocárdicas em direção ao ápice, denominado ramo marginal esquerdo (RME), pois segue a borda esquerda ventralmente na superfície do ventrículo esquerdo (EVANS; DE LAHUNTA, 2013).

O RC possui ainda outra variação quanto à sua continuidade, pois ao nível do sulco interventricular subsinuoso, para espécimes carnívoras com padrão coronariano esquerdo, o RC segue em direção ao ápice do coração, e é conhecido como ramo interventricular subsinuoso (RIS). Por outro lado, para os que possuem padrão equilibrado ou direito, o RIS origina-se da continuação da ACD. Em cães, o comprimento combinado dos RC e RIS é de aproximadamente 8 cm. O ramo interventricular subsinuoso possui comprimento de 3,5 cm e emite ramos ventriculares esquerdos e direitos. É mais curto que o ramo interventricular paraconal, pois geralmente termina na região pré-apical (EVANS, DE LAHUNTA, 2013).

Há mais de um século, estudiosos procuram estabelecer uma padronização para a irrigação coronariana em mamíferos. Os primeiros relatos encontrados partiram de Schummer et al. (1981) e Banchi (1904), que investigaram a possibilidade de estabelecer qual das artérias coronárias prevalece sobre a irrigação do tecido estriado esquelético cardíaco. Tal necessidade originou três formas de classificação para a dominância coronariana: esquerda, direita ou equilibrada (SCHUMMER et al., 1981). Isso fez com que fossem criadas diversas metodologias para serem utilizadas a fim de definir a dominância coronariana. O recente trabalho descrito por Scansen (2017) determinou o critério de avaliação a partir da origem do ramo interventricular subsinuoso; do nível alcançado pelos ramos interventriculares em relação ao ápice cardíaco; ou pelo comprimento e número de ramos provenientes de cada artéria coronária (direita e esquerda).

Os cães domésticos apresentam circulação coronariana com dominância esquerda (SCHUMMER et al., 1981; SHIVELY, 1984; PASQUINI et al., 2007; BIASI et al., 2013). Nos felinos domésticos, a maioria dos estudos aponta a dominância esquerda, ainda que controvérsia exista quanto à prevalência dos tipos direito e equilibrado (SCHUMMER et al., 1981; SHIVELY, 1984; PASQUINI et al., 2007; BIASI, 2009; BORELLI, 2014).

REFERÊNCIAS

BARBOSA, M. R. V. Fundamentos de Sistemática e Biogeografia. In: GUERRA, R. A. T.; GADELHA, C. A. A.; REIS, C. M. M.; SILVA, H. S.; SANTOS, L. F. M.; BARBOSA, M. R. V.; VASCONCELLOS, M. L. A. A.; VAN DER LINDEN, M. M. G.; SANTOS, P. R. P. **Ciências Biológicas: Cadernos CB Virtual 1**. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011, p. 221-276.

BANCHI, A. Morfologia delle arteriae coronariae cordis. **Italian Journal of Anatomy and Embryology**, Firenze, v. 3, p. 87-164, 1904.

BERGQVIST, L. P.; ABUHID, V. S.; LESSA, G. Mamíferos. In: Carvalho, I. S. (ed.), **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 2000. p. 595-623,

BIASI, C. **Aspectos comparativos entre os tipos de irrigação ventricular e do nó sinoatrial em coração de gato**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/tde-10082010-132707/pt-br.php> >.
Acesso em: 04 fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000100013>

BIASI, C.; BORELLI, V.; PRAZERES, R. F.; FAVARON, P. O.; PAVANELLO JUNIOR, V.; ALOIA, T. P. A.; BOMBONATO, P. P. Análise comparativa entre a vascularização arterial ventricular e a do nó sinoatrial em corações de cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 111-114, 2013. Disponível em: <
http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-736X2013000100020&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 04 fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2013000100020>

BORELLI, V. Contribuição ao estudo da vascularização arterial do coração de gatos (*Felis domestica* – Linnaeus 1758). **Journal of the Health Sciences Institute**, São Paulo, v. 32, p. 299-303, 2014. Disponível em: <

https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2014/03_jul-set/V32_n3_2014_p299a303.pdf>. Acesso em: 20 fev. 2018.

CÂMARA, E. M. V. C.; LESSA, L. Inventário dos mamíferos do parque das Mangabeiras, Belo Horizonte, Minas Gerais, **Bios**, Madison, v.2, p. 31-35, 1994. Disponível em: < <https://eurekamag.com/research/021/219/021219975.php> >. Acesso em: 05 jul. 2019.

CARVALHO, L.M.M.; SOUSA, A.L.; ANDRADE, P.H.E.; GUERRA, P.C.; ALVES, F.R. Morfometria cardíaca externa em cães adultos. **Revista Pesquisa em Foco**, São Luiz, v. 10, p.47-51, 2002.

CHRISTENSEN, G. C. The blood supply to the interventricular septum of the heart — a comparative study, **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 23, p. 869-874, 1962.

COX, C. B.; MOORE, P. D. **Biogeography**: an ecological and evolutionary approach. 5. ed. Oxford: Blackwell Science, 1993.

CUNNINGHAM, J. **Tratado de fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

DONALD, D. E.; ESSEX, H. E. Pressure studies after inactivation of the major portion of the canine right ventricle. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 176, p. 155-161, 1954. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13124512> >. Acesso em: 28 jul. 2019. DOI: 10.1152/ajplegacy.1953.176.1.155

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics**: the central neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil). 1. ed. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1999.

EIZIRIK, E.; MURPHY, W. J.; KOEPFLI, K. P.; JOHNSON, W. E.; DRAGOO, J. W.; WAYNE, R. K.; O'BRIEN, S. J. Pattern and timing of diversification of the mammalian order Carnivora inferred from multiple nuclear gene sequences. **Molecular Phylogenetics**

and Evolution, San Diego, v. 56, p. 49-63, 2010. Disponível em: <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20138220> >. Acesso em: 23 fev. 2018. DOI:
<https://doi.org/10.1016/j.ympev.2010.01.033>

ENGEN, L.R. Dinâmica do Sistema Cardiovascular. Capítulo 10, Seção III in Dukes.
Fisiologia dos animais domésticos. 12 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Miller's Anatomy of the Dog**. 4. ed. St. Louis:
 Elsevier. 2013.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5th ed. Rio de Janeiro, Guanabara
 Koogan, 1986.

GITTLEMAN, J. L.; FUNK, S. M.; MACDONALD, D. W.; WAYNE, R. K. **Carnivore
 Conservation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.

GITTLEMAN, J. L. **Carnivore behavior, ecology, and evolution**. Ithaca (NY): Cornell
 University Press, 1989.

GUYTON, A.C.; HALL, J.E. **Tratado de Fisiologia Médica**. 13.ed. Rio de Janeiro:
 Elsevier, 2017.

HILDEBRAND, M; GOSLOW, G. **Análise da estrutura dos vertebrados**. 2. ed. São
 Paulo: Atheneu, 2006.

HUNT JUNIOR, R. M. Biogeography of the Order Carnivora. In: GITTLEMAN, J. L.
Carnivore behavior, ecology and evolution. New York: Cornell University Press, 1996.
 p. 485-541.

ICMBio/MMA – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade/Ministério Do
 Meio Ambiente. **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume
 II - Mamíferos**. Brasília: ICMBio/MMA, 2018.

Disponível em: <

http://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/comunicacao/publicacoes/publicacoes-diversas/livro_vermelho_2018_vol2.pdf>. Acesso em: 25 ago. 2019.

INDRUSIAK, C.; EIZIRIK, E. Carnívoros. In: FONTANA, C. S.; BENCKE, G. A.; REIS, R. E. **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada de Extinção no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: DIPUCRS, 2003. p. 507-533.

KAZAZ, D.; SHANKLIN, W. M. The coronary vessels of the dog demonstrated by colored plastic (vinyl acetate) injection and corrosion. **Anatomical Record**, Philadelphia, v. 107, p. 43-59, 1950. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15413804> >. Acesso em: 22 mai. 2018. DOI: 10.1002/ar.1091070104

König, H. E.; Liebich, H.-G. **Anatomia dos Animais Domésticos**: texto e atlas colorido. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2016.

LOYOLA, R. D.; KUBOTA, U.; FONSECA, G. A. B.; LEWINSOHN, T. M. Key Neotropical ecoregions for conservation of terrestrial vertebrates, **Biodiversity and Conservation**, London, v. 18, p. 2017-2031, 2009. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/225322023_Key_Neotropical_ecoregions_for_conservation_of_terrestrial Vertebrates >. Acesso em: 29 mai. 2019. DOI: 10.1007/s10531-008-9570-6

MACDONALD, D. W. **The New Encyclopedia of Mammals**. Oxford: Oxford University Press, 2001.

MATSUO, T.; CARABELLO, B. A.; NAGATOMO, Y.; KOIDE, M.; HAMAWAKI, M.; ZILE, R.; MCDERMOTT, P. J. Mechanisms of cardiac hypertrophy in canine volume overload. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 275, p. 66-74, 1998. Disponível em: < <https://www.physiology.org/doi/full/10.1152/ajpheart.1998.275.1.H65> >. Acesso em: 21 ago. 2019. DOI: 10.1152/ajpheart.1998.275.1.H65

MOORE, R. A. The coronary arteries of the dog. **American Heart Journal**, Saint Louis, v. 5, n. 6, p. 743-749, 1930. Disponível em: < <https://www.ahjonline.com/article/S0002->

8703(30)90089-0/abstract >. Acesso em: 25 jan. 2018. DOI:
[https://doi.org/10.1016/S0002-8703\(30\)90089-0](https://doi.org/10.1016/S0002-8703(30)90089-0)

NYAKATURA, K.; BININDA-EMONDS, O. R. P. Updating the evolutionary history of Carnivora (Mammalia): a new species level supertree complete with divergence time estimates. **BMC Biology**, London, v. 10, p. 1-31, 2012. Disponível em: <
<https://bmcbiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/1741-7007-10-12> >. Acesso em: 02 jul. 2019. DOI: 10.1186/1741-7007-10-12

NOWAK, R. M. **Walker's Mammals of the World**. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 1999.

NOESTELTHALLER, A.; PROBST, A.; KONIG, H. E. Branching patterns of the left main coronary artery in the dog demonstrated by the use of corrosion casting technique. **Anatomia, histologia, embryologia**, Berlin, v. 36, p. 33-7, 2007. Disponível em: <
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17266665> >. Acesso em: 11 mar. 2018. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2006.00711.x

NUSSHAG, W. M. D. A.; ROMERO, J. **Compendio de anatomía y fisiología de los animales domésticos**. Zaragoza: Acribia, 1980.

OLIVEIRA, G. D.; FARIA, V. P.; OLIVEIRA, L. R. I. Descrição morfométrica da anatomia cardíaca canina e humana: proximidades e distanciamentos. **PUBVET**, Maringá, v. 13, p. 1-7, 2019. DOI: 10.31533/pubvet.v13n6a355.1-7. Disponível em: <
<http://www.pubvet.com.br/artigo/5945/descriccedilatildeo-morfomeacutetrica-da-anatomia-cardiacuteaca-canina-e-humana-proximidades-e-distanciamentos>>. Acesso em: 15 dez. 2019. DOI: 10.4067/S0717-95022011000300030

PAGLIA, A. P.; FONSECA, G. A. B.; RYLANDS, A. B.; HERRMANN, G.; AGUIAR, L. M. S.; CHIARELLO, A. G.; LEITE, Y. L. R.; COSTA, L. P.; SICILIANO, S.; KIERULFF, M. C. M.; MENDES, S. L.; TAVARES, V. C.; MITTERMEIER, R. A.; PATTON, J. L. **Lista Anotada dos Mamíferos do Brasil**. 2. ed. Occasional Papers in Conservation Biology, Arlington: Conservation International, 2012.

PASQUINI, C.; SPURGEON, T.; PASQUINI, S. **Anatomy of Domestic Animals: Systemic & Regional Approach**. 11. ed. Texas: SDZ Publishing, 2007.

QUEIROZ, L. L.; MOURA, L. R.; MOURA, V. M. B. D. Morphometric assessment of canine heart without macroscopial visible changes caused by cardiac disease. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.19, p. 1-9, 2018. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cab/v19/1809-6891-cab-19-e43748.pdf>>. Acesso em: 19 mai. 2019. DOI: 10.1590/1809-6891v19e-43748

REIS, N. R.; PERACCHI, A. L.; PEDRO, W. A.; LIMA, I. P. **Mamíferos do Brasil**. Londrina: Universidade Estadual de Londrina. 2006.

ROMER, A. S.; PARSONS, T. S. **Anatomia comparada dos vertebrados**. São Paulo, Brasil: Atheneu. 1985.

SALVADOR, S.; CLAVERNO, M.; PITMAN, R. L. Large mammal species richness and habitat use in an upper Amazonian forest used for ecotourism. **Mammalian Biology**, Jena, v. 76, p. 115-123, 2011. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/240511646_Large_mammal_species_richness_and_habitat_use_in_an_upper_Amazonian_forest_used_for_ecotourism>. Acesso em: 25 mai. 2019. DOI: 10.1016/j.mambio.2010.04.007

SCANSEN, B. A. Coronary Artery Anomalies in Animals. **Veterinary Sciences**, Utrecht, v. 4, p. 20, 2017. Disponível em: < www.mdpi.com/2306-7381/4/2/20/pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.

SCHUMMER, A.; WILKENS, H. VOLLMERHAUS, B.; HABERMEHL, K-H. **The circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the Domestic Mammals**. 1. ed. Berlin: Verlag Paul Parey, 1981.

SHIVELY, M. J. **Veterinary Anatomy: basic, comparative, and clinical**. 1. ed. Texas: Texas A&M University Press, 1984.

TERBORGH, J.; LOPEZ, L.; NUNEZ, P.; RAO, M.; SHAHABUDIN, G.; ORIHUELA, G.; RIVEROS, M.; ASCANIO, R.; ALDER, G. H.; LAMBERT, T. D.; BALBAS, L. Ecological meltdown in predator free forest fragments. **Science**, New York, v. 294, p. 1923-1926, 2002. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11729317> >. Acesso em: 19 jun. 2019. DOI: 10.1126/science.1064397

TRIGO, T. C.; RODRIGUES, M. L. F.; KASPER, C. B. Carnívoros Continentais. In: WEBER, M. M.; ROMAN C.; CÁCERES, N. C. **Mamíferos do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2013. p. 343-404.

VALENZUELA-GALVAN, D.; ARITA, H. T.; MACDONALD, D. W. Conservation priorities for carnivores considering protected natural areas and human population density. **Biodiversity and Conservation**, London, v. 17, p. 539-558, 2008. Disponível em: < https://www.researchgate.net/publication/225634838_Conservation_priorities_for_carnivores_considering_protected_natural_areas_and_human_population >. Acesso em: 05 mai. 2019. DOI: 10.1007/s10531-007-9269-0

VAN VALKENBURGH, B. Déjà vu: the evolution of feeding morphologies in the Carnivora. **Integrative and Comparative Biology**, Oxford, v. 47, p. 147-163, 2007. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21672827> >. Acesso em: 15 jul. 2019. DOI:10.1093/icb/icm016

VAN VALKENBURGH, B.; WANG, X. M.; DAMUTH, J. Cope's rule, hypercarnivory, and extinction in North American canids. **Science**, New York, v. 306, p. 101-104, 2004. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15459388> >. Acesso em: 15 jul. 2019. DOI: 10.1126/science.1102417.

VAN VALKENBURGH, B.; WAYNE, R. K. Primer: carnivores. **Current Biology**, London, v. 20, p. 915-919, 2010. Disponível em: < [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(10\)01094-8?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(10)01094-8?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960) >

982210010948%3Fshowall%3Dtrue >. Acesso em: 20 jul. 2019. DOI: 10.1016/j.cub.2010.09.013.

VLEET, J.F.V.; FERRANS, V.J. Cardiovascular System, In: MCGAVIN, M.D.; ZACHARY, J.F. **Pathologic Basis of Veterinary Disease**. 4 ed., St Louis, Mosby Elsevier, 2009, p. 559-611.

YU, L., LI, Q., RYDER, O. A., ZHANG, Y. Phylogenetic relationships within mammalian order Carnivora indicated by sequences of two nuclear DNA genes. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, v. 33, p. 694-705, 2004. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15522797> >. Acesso em: 13 jun. 2019. DOI: 10.1016/j.ympev.2004.08.001.

WOODBURNE, M. O. The Great American Biotic Interchange: Dispersals, Tectonics, Climate, Sea Level and Holding Pens. **Journal of Mammalian Evolution**, v.17, p.245-264, 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2987556/> >. Acesso em: 11 jul. 2019. DOI: 10.1007/s10914-010-9144-8

ZACHARY, J. F.; MCGAVIN, D.; MCGAVIN, M. D. **Bases da patologia em veterinária**. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2012.

CAPITULO 2 – ARTIGO CIENTÍFICO

1. INTRODUÇÃO

A ordem Carnivora é composta por cerca de 300 espécies, divididas em duas subordens (Caniformia e Feliformia), pertencentes a 16 famílias (EIZIRIK et al., 2010). Presentes em praticamente todas as regiões do planeta, são animais com história evolutiva amplamente diversificada, com variação importante de porte e de predileção por habitats (EISENBERG; REDFORD, 1999; NOWAK, 1999; KASPER et al., 2014). Enquanto algumas espécies têm hábitos essencialmente terrestres, capazes de correr, escalar ou escavar, outras são semiaquáticas e perfeitamente adaptadas para o nado (EWER, 1973). Apresentam características anatômicas que os fazem predadores naturais (BIKNEVICIUS, VAN VALKENBURG, 1996), tais como aparelho mastigatório potente (CHRISTIANSEN, WROE, 2007), membros torácicos versáteis (SILVA et al., 2015) e um sistema cardiovascular eficiente em condições terrestres e semi-aquáticas (DRABEK, 1975).

O continente sul-americano possui 44 espécies neotropicais, das quais 26 são continentais e representantes de cinco famílias, que distribuem-se pelo território brasileiro (TRIGO et al., 2013). Os carnívoros dos neotrópicos são pouco estudados comparativamente aos de outras áreas do planeta. Representam o mais alto nível trófico das regiões que ocupam e, assim, desempenham papel fundamental na biodiversidade ao regular as comunidades de vertebrados e, indiretamente, de plantas (SHOSTELL; RUÍZ-GARCIA, 2012).

Carnívoros silvestres demandam considerável esforço físico para forragear e capturar suas presas e, portanto, o aporte sanguíneo coronariano para o miocárdio é um dos alicerces para sua sobrevivência. Em exercício, cerca de 10% do sangue é ejetado durante a sístole, distribuídos pelas artérias coronárias (SCHUMMER et al., 1981). Este significado funcional tem estimulado estudos anatômicos sobre as artérias coronárias e seus principais ramos em *Canis lupus familiaris* (MOORE, 1930; PIANETTO, 1939; DONALD, ESSEX, 1954; ANDRETTO et al., 1973; BÜLL, MARTINS, 2002; OLIVEIRA et al., 2011; BIASI et al., 2013), em *Felis catus* (BIASI et al., 2012; MONFARED et al., 2013; BORELLI, 2014), em *Panthera tigris* (PEREZ; LIMA, 2007), em *Felis silvestris* e *Vulpes vulpes* (Hadziselimovic et al., 1974) em *Panthera leo* (MARQUES, 1962), em *Panthera pardus* e *Arctonix collaris* (ZHANG et al., 2008) em *Mustela nigripes* (Truex et al., 1974), em *Mustela putorius* (Evans;

Na, 2014); em *Arctocephalus australis* (Perez et al., 2008) e em *Pusa hispida* (Smodlaka et al., 2009).

Entre as espécies domesticadas, anomalias das artérias coronárias são mais comumente descritas em cães e bovinos, porém nem sempre estão associadas a disfunções importantes como nos humanos (SCANSEN, 2017). Porém as cardiopatias são bem discutidas para cães e gatos domésticos (ABBOTT, 2006; TILLEY; GOODWIN, 2002), ainda que pouco descrita em carnívoros silvestres. São relatadas no *Ailurus fulgens* cardiomiopatia hipertrófica e dirofilariose (HARWEL; CRAIG, 1981; GARDNER, 1985). Estrada et al. (2009) descreveram degeneração mixomatosa em valva atrioventricular esquerda e dirofilariose em espécimes de *Chrysocyon brachyurus*. Recentemente identificou-se que cardiopatias por disfunção valvar são comuns nos grandes felídeos silvestres (CHAI et al., 2015). Relata-se, por exemplo, a tripanossomíase em *Cerdocyon thous*, *Eira barbara* e *Nasua nasua* (SIQUEIRA-BATISTA et al., 2011), doença incriminada inclusive como a causa de extinção de algumas populações de carnívoros nas savanas (CODEÇO et al., 2010). Tal fato ocorre devido a impactos antropogênico, como rarefação populacional por perda de habitat, superexploração de presas e aproximação de animais domésticos infectados, o que justifica a classificação de 13 espécies carnívoras no Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção (GITTLEMAN, et al., 2001; VALENZUELA-GALVAN et al., 2008; ICMBio/MMA, 2018).

Desde os estudos de Banchi (1904), busca-se estabelecer qual das artérias prepondera na irrigação do músculo miocárdico. Assim, a dominância coronariana pode ser classificada de três formas: esquerda, direita e equilibrada (balanceada ou sem dominância) (SCHUMMER et al., 1981). Vários métodos foram empregados para determinar a dominância como, por exemplo, qual artéria origina o ramo interventricular subsinuoso, qual se estende além do ápice do coração ou o comprimento e número relativo de ramos provenientes das artérias (SCANSEN, 2017).

Entre os mamíferos domésticos, os suínos e equinos apresentam circulação coronariana do tipo equilibrada, enquanto cães e ruminantes têm dominância esquerda (SCHUMMER et al., 1981; SHIVELY, 1984; PASQUINI et al., 2007; BIASI et al., 2013; CORREIA-OLIVEIRA et al., 2013). Em felinos domésticos, a maioria dos estudos aponta a dominância esquerda, ainda que controvérsia exista quanto à prevalência dos tipos direito e equilibrado (SCHUMMER et al., 1981; SHIVELY, 1984; PASQUINI et al., 2007; BIASI, 2009; BORELLI, 2014). Apesar da relevância das artérias coronárias, descrições sobre

a anatomia coronariana de carnívoros silvestres permanecem restritas a poucas espécies (MARQUES, 1962; HADZISELIMOVIC et al., 1974; TRUEX et al., 1974; PEREZ; LIMA, 2007; PEREZ et al., 2008; ZHANG et al., 2008; SMODLAKA et al., 2009, EVANS; AN, 2014).

Justificado pelo papel fundamental dos carnívoros silvestres nos ecossistemas, pela importância funcional da circulação coronariana e pela escassez de descrições nestas espécies, objetivou-se analisar a anatomia das artérias coronárias e suas principais ramificações em espécies de carnívoros neotropicais e estabelecer inferências comparativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados corações de 72 cadáveres (Tabela 1) recolhidos mortos em rodovias dos estados de Minas Gerais, do Rio de Janeiro e do Rio Grande do Sul a partir do termo de cooperação no. 002/2011 entre Universidade Federal de Uberlândia e IBAMA; autorização SISBIO, n°. 49266-1, autorização IBAMA SISBIO 33667. Estes locais de coleta representam três dos principais biomas da América do Sul: Pampa, Cerrado e Mata Atlântica.

Tabela 1 – Amostragem dos corações de carnívoros neotropicais utilizados no presente estudo coletados nos estados de Minas Gerais (MG), do Rio de Janeiro (RJ) e do Rio Grande do Sul (RS).

Subordem	Família	Espécie	Sexo		Localização (número de espécime)
			♂	♀	
Feliformia (n=23)	Felidae (n=23)	<i>Leopardus colocolo</i>	4	1	MG (2); RS (3)
		<i>Leopardus geoffroyi</i>	2	5	RS (7)
		<i>L. pardalis</i>	0	1	MG (1)
		<i>Leopardus guttulus</i>	1	1	MG (1); RJ (1)
		<i>Leopardus wiedii</i>	1	0	RS (1)
		<i>Puma concolor</i>	3	3	MG (5); RJ (1)
		<i>Puma yagouaroundi</i>	0	1	RJ (1)
Caniformia (n=49)	Canidae (n=31)	<i>Lycalopex vetulus</i>	2	1	MG (3)
		<i>Lycalopex gymnocercus</i>	4	3	RS (7)
		<i>Cerdocyon thous</i>	6	4	RJ (2); RS (8)
		<i>Chrysocyon brachyurus</i>	5	6	MG (11)
	Mustelidae (n=10)	<i>Eira barbara</i>	1	1	MG (1); RJ (1)
		<i>Galictis cuja</i>	4	1	RJ (1); RS (4)
		<i>Lontra longicaudis</i>	2	1	MG (1); RS (2)
	Procyonidae (n=7)	<i>Nasua nasua</i>	1	1	RJ (1); RS (1)
		<i>Procyon cancrivorus</i>	1	4	RS (5)
	Mephitidae (n=1)	<i>Conepatus chinga</i>	0	1	RS (1)
Total			37	35	MG (25); RJ (8); RS (39)

Os cadáveres foram identificados e posicionados em decúbito dorsal. Em sua maioria, foi realizada a técnica de esternotomia para acesso à cavidade torácica e identificado o coração. Posteriormente, os grandes vasos da base foram dissecados, isolados e seccionados para permitir a remoção do órgão envolto no saco pericárdico. Os cotos dos vasos da base foram clampeados e a aorta ascendente canulada para a injeção da solução de látex (Petrolátex S65[®] solution, Duque de Caxias Refinery, Petrobras, Duque de Caxias, RJ) corado com tinta vermelha (Corante Xadrez Líquido Vermelho 50ml[®], Sherwin-Williams do Brasil, Sumaré, SP). Em seguida, o coração, ainda clampeado, era deixado em água corrente por 30 minutos e armazenado em recipientes de 500 mL contendo solução de formaldeído a 10%, para fixação. Na dependência do estado de preservação dos vasos da base e câmaras, em alguns corações não foi possível a injeção de látex, sendo somente fixados em solução de formaldeído a 10%.

Decorridos ao menos sete dias de fixação, removia-se o saco pericárdico e dissecavam-se as artérias coronárias e seus ramos com pinças e auxílio de microscópio estereoscópico binocular (Leica EZ4[®]). Para registro dos dados, fizeram-se desenhos esquemáticos e fotomacrografias (câmera Nikon Coolpix[®] L820, 16MP). A nomenclatura adotada seguiu a Nomina Anatômica Veterinária (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature - ICVGAN, 2017).

O número de ramos ventriculares originados a partir dos ramos interventriculares paraconal (RIP) e subsinuoso (RIS), do ramo circunflexo (RC) e diretos da artéria coronária direita (ACD) foram tabulados em uma planilha do software BioEstat 5.3[®]. Também foram registradas a origem das ramos marginais esquerda e direita (RME e RMD), a presença ou ausência de artéria coronária direita acessória (ACDA), a origem e a presença ou ausência de ramo septal (RS) e o nível alcançado (pré-apical, apical ou pós-apical) pelos RIP e RIS. O número preciso dos delicados ramos atriais teve sua contagem prejudicada pelo estado de conservação da região auricular em vários espécimes e, portanto, não foram computados no presente trabalho.

O padrão de dominância da irrigação coronariana (esquerda, direita ou equilibrado) foi estabelecido a partir de dois métodos: o primeiro considerou dominância de acordo com a origem dos ramos interventriculares e circunflexo; o segundo considerou o total de ramos ventriculares originados direta ou indiretamente a partir de cada artéria coronária.

A comparação entre os espécimes das famílias Canidae, Mustelidae, Procyonidae e Felidae, quanto ao número total de ramos ventriculares e ao número de ramos para cada

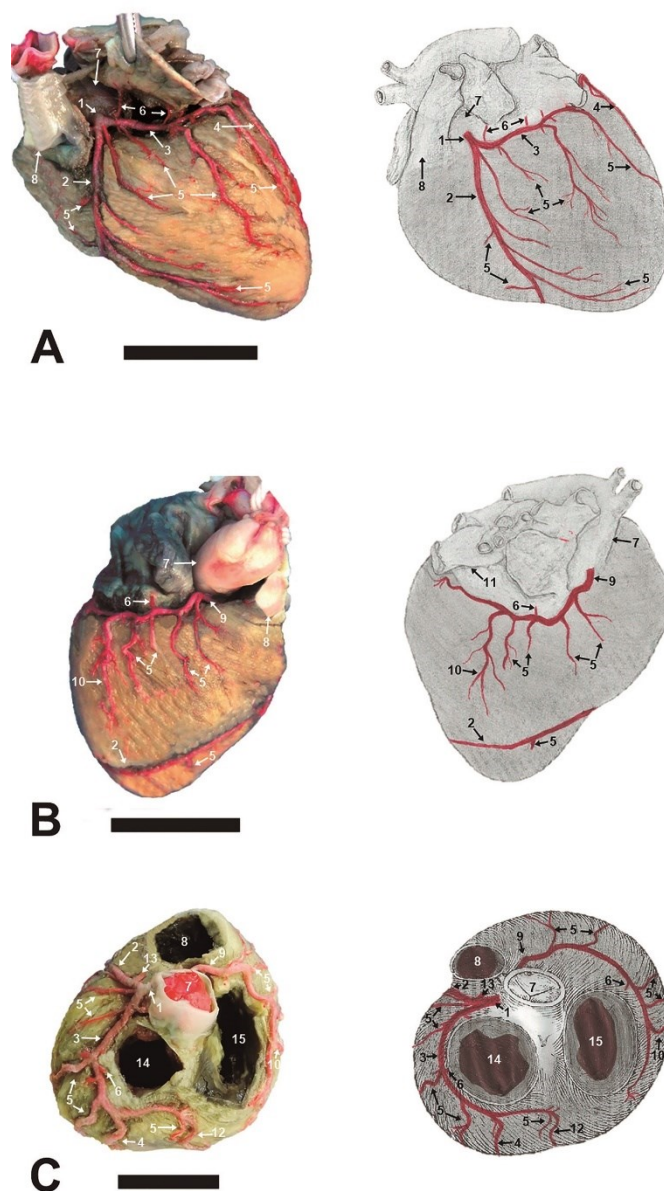
ventrículo, foi realizada por análise de variância (ANOVA) unidirecional complementada pelo teste de Tukey. Assumiu-se que os ramos para o ventrículo esquerdo eram oriundos do ramo interventricular paraconal (RIP) e do ramo circunflexo (RC), enquanto que para o ventrículo direito, provinham diretamente da artéria coronária direita (ACD) e do ramo interventricular subsinuoso (RIS). Para a comparação do número de ramos ventriculares entre os sexos e da média do total de ramos ventriculares oriundos das ACE e ACD foi empregado o teste-t de Student (amostras independentes). Estas comparações desconsideraram a família Mephitidae, pois apenas um espécime da mesma foi avaliado.

Em todos os testes, considerou-se significativo quando $p < 0,05$. O teste de correlação linear de Pearson foi realizado entre os ramos para os ventrículos esquerdo e direito nos espécimes agrupados por família. A estatística descritiva sumarizou a média aritmética e o desvio padrão do número de ramos ventriculares de cada espécie e família. Todas as análises estatísticas foram realizadas no software BioEstat 5.3[®].

3. RESULTADOS

Nos 72 espécimes foram observadas artérias coronárias esquerda e direita (Figura 1 e Figura 2). Em todos, a ACE emergiu do seio esquerdo do bulbo aórtico, seguiu um curto trajeto e se bifurcou para originar um RIP e um RC.

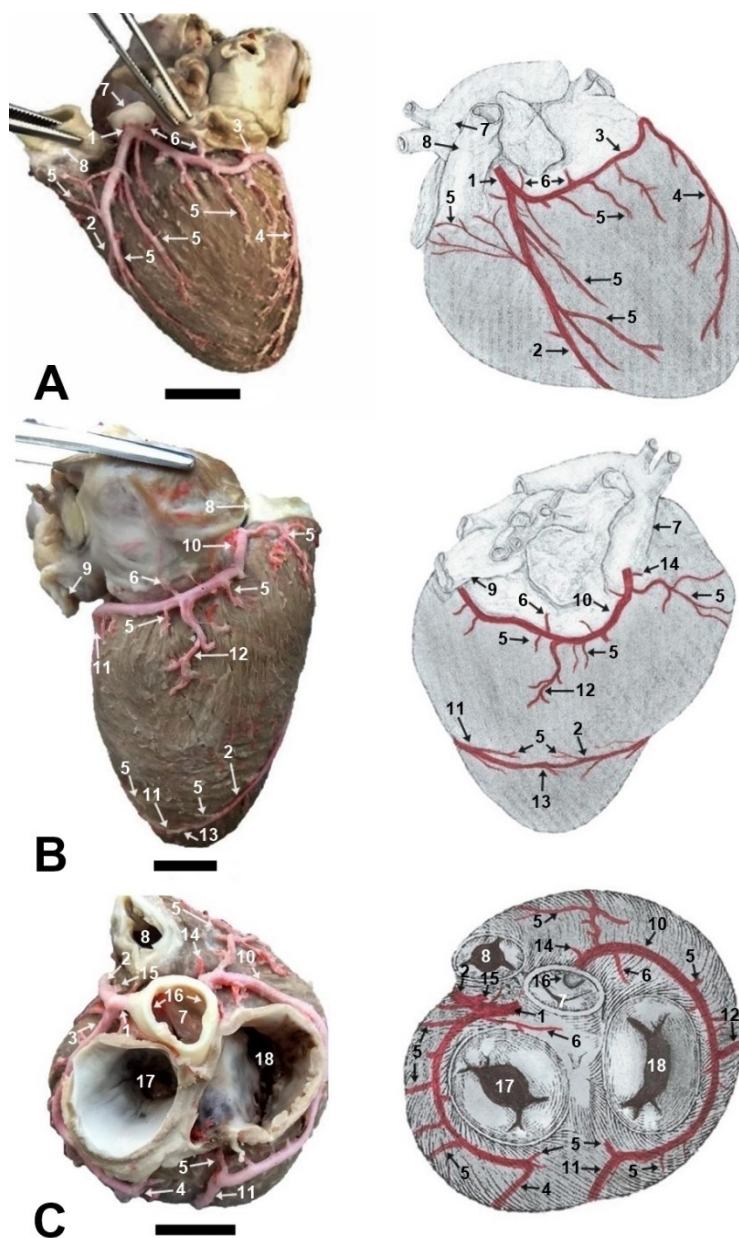
Figura 1 - Fotomacrografia do coração de um macho adulto de *Lycalopex vetulus*



Face esquerda (A) e direita (B) do coração, e vista dorsal da base do coração após a remoção das aurículas (C). Artéria coronária esquerda (1); ramo interventricular paraconal (2); ramo circunflexo (3); ramo marginal esquerdo (4); ramos ventriculares (5); ramos atriais (6); artéria aorta (7); tronco pulmonar (8); artéria coronária direita (9); ramo marginal direito

(10); veia cava caudal (11); ramo interventricular subsinuoso (12); ramo septal (13); óstio atrioventricular esquerdo (14); óstio atrioventricular direito (15). Barra: 2 cm.

Figura 2 - Fotomacrografia do coração de um macho adulto de *Puma concolor*



Face esquerda (A) e direita (B) do coração, e vista dorsal da base do coração após a remoção das aurículas (C). Artéria coronária esquerda (1); ramo interventricular paraconal (2); ramo circunflexo (3); ramo marginal esquerdo (4); ramos ventriculares (5); ramos atriais (6); artéria aorta (7); tronco pulmonar (8); veia cava caudal (9); artéria coronária direita (10); ramo interventricular subsinuoso (11); ramo marginal direito (12); anastomoses entre os ramos interventriculares (13); artéria coronária direita acessória (14); ramos septal (15); óstio da artéria coronária direita (16); óstio atrioventricular esquerdo (17); óstio atrioventricular direito (18). Barra: 2 cm.

O RIP seguiu trajeto no sulco correspondente em todos os corações, formando um RS próximo à sua origem em 66 (92%) casos. Em dois indivíduos (4%), ambos *Leopardus geoffroyi*, o RS surgiu a partir do RC. Não foram identificados RS em um espécime de *Lycalopex gymnocercus*, um de *Cerdocyon thous*, e em dois de *Galictis cuja*. Todos os RIP terminaram ao nível do ápice.

O RIS dispôs-se no sulco homônimo em 68 (94%) corações, enquanto em um espécime de *C. thous*, um de *Eira barbara* e dois de *Procyon cancrivorus*, o ramo situou-se paralelamente ao sulco, sobre o qual não havia vasos. A maioria dos RIS analisados também terminava a nível apical, com exceção dos canídeos *C. thous* (n=4; 40%), *L. gymnocercus* (n=2; 28,6%) e *L. vetulus* (n=1; 33,3%), dos mustelídeos *E. barbara* (n=1; 50%), *L. longicaudis* (n=1; 33,3%) e *G. cuja* (n=1; 20%), dos procionídeos *P. cancrivorus* (n=4; 80%) e do felídeo *P. concolor* (n=1; 16,7%), nos quais terminou em posição pré-apical. Em nenhum coração houve ramos interventriculares alcançando um nível pós-apical.

Na maioria dos indivíduos (68%) não foi identificada anastomose entre os RIP e RIS. Os espécimes que apresentavam anastomoses foram os canídeos *C. brachyurus* (n=6; 54,5%), *C. thous* (n=5; 50%), *L. gymnocercus* (n=3; 42,8%) e *L. vetulus* (n=1; 33,3%), o mefitídeo *C. chinga* (n=1; 100%), o mustelídeo *E. barbara* (n=1; 50%), o procionídeo *P. cancrivorus* (n=1; 20%) e os felídeos *P. concolor* (n=3; 50%), *P. yagouaroundi* (n=1; 100%) e *L. wiedii* (n=1; 100%).

A ACD surgiu do seio direito do bulbo aórtico e percorreu invariavelmente no sulco coronário. Foi observada uma artéria coronária direita acessória, também emergindo do seio direito do bulbo aórtico, paralelamente à artéria coronária direita em 19 (26,4%) corações. Presente no canídeo *C. thous* (n=5; 50%), no mefitídeo *C. chinga* (n=1; 100%), nos mustelídeos *E. barbara* (n=1; 50%), *G. cuja* (n=2; 40%) e *L. longicaudis* (n=1; 33,3%), nos procionídeos *N. nasua* (n=1; 50%) e *P. cancrivorus* (n=3; 60%) e nos felídeos *L. colocolo* (n=1; 20%), *L. geoffroyi* (n=1; 14,3%), *P. concolor* (n=2; 33,3%) e *L. wiedii* (n=1; 100%).

Em todos os espécimes da subordem Caniformia (famílias Canidae, Mephitidae, Mustelidae e Procyonidae) o RIS originou-se no final do trajeto do RC. Diferentemente, em todos os corações das espécies da família Felidae, a artéria coronária direita percorreu o sulco coronário e emitiu o RIS. Tomando como base a dominância de acordo com a origem dos ramos interventriculares e circunflexo, pode-se determinar que os espécimes da subordem Caniformia apresentaram padrão de dominância esquerda, enquanto os da família Felidae (subordem Feliformia) demonstraram padrão equilibrado.

O RME foi identificado em 53 (73,6%) indivíduos, sobre a margem ventricular esquerda, e em 19 (26,4%) não foi localizado. Quando presente, originou-se do RC em 77% dos casos, ou como ramo terminal da ACD em 23%. O RME originou-se do RC em 24 (77,4%) espécimes da família Canidae, seis (60%) da Mustelidae, seis (85,7%) da Procyonidae, quatro (17,4%) da Felidae e no único espécime da Mephitidae. A origem a partir da ACD ocorreu em 12 (52,2 %) espécimes da família Felidae.

O RMD localizou-se na margem do ventrículo direito e foi observado em apenas 34 (47,2%) corações. Esse vaso estava presente em 17 (54,9%) indivíduos da família Canidae, nove (39,2%) da Felidae, cinco (50%) da Mustelidae, dois (28,6%) da Procyonidae e no único espécime da Mephitidae; invariavelmente todas os RMD foram derivadas da ACD.

A partir da contabilização do total de ramos ventriculares originados de cada artéria coronária, também pode-se inferir que o padrão de dominância nos espécimes da subordem Caniformia foi o esquerdo (Tabela 2, Figura 3). Nestes espécimes houve $13,3 \pm 5,3$ ramos ventriculares originados da ACE, e apenas $4,6 \pm 1,4$ da ACD ($p < 0,0001$). Nos espécimes da família Felidae (Tabela 3) encontraram-se $9,9 \pm 2,6$ ramos ventriculares oriundos da ACE e $10,0 \pm 3,0$ da ACD, não havendo diferença significativa entre as médias ($p = 0,88$), o que confirmou um padrão equilibrado.

Tabela 2 – Média e desvio padrão do número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias e de seus ramos, nas espécies da subordem Caniformia ($n = 49$).

Família	Espécies	ACE				ACD
		RIP	RC	RIS	RIP+RC+RIS	
Canidae	<i>C. brachyurus</i> (n=11)	10,9 $\pm$ 2,4	4,1 $\pm$ 1,6	5,3 $\pm$ 1,9	20.3 $\pm$ 3.0	5.5 $\pm$ 1.2
	<i>C. thous</i> (n=10)	6,9 $\pm$ 3,0	4,0 $\pm$ 1,1	0,4 $\pm$ 1,0	11.3 $\pm$ 3.8	4.8 $\pm$ 1.3
	<i>L. gymnocercus</i> (n=7)	7,4 $\pm$ 0,9	2,8 $\pm$ 0,6	1,7 $\pm$ 1,6	11.9 $\pm$ 2.3	3.3 $\pm$ 1.0
	<i>L. vetulus</i> (n=3)	9,3 $\pm$ 2,4	3,3 $\pm$ 0,9	3,7 $\pm$ 0,9	16.3 $\pm$ 2.9	4.7 $\pm$ 2.1
Mephitidae	<i>C. chinga</i> (n=1)	4,0 $\pm$ 0,0	3,0 $\pm$ 0,0	0,0 $\pm$ 0,0	7.0 $\pm$ 0.0	3.0 $\pm$ 0.0
Mustelidae	<i>E. barbara</i> (n=2)	9,5 $\pm$ 1,5	3,5 $\pm$ 0,5	2,0 $\pm$ 0,0	15.0 $\pm$ 1.4	5.5 $\pm$ 2.1
	<i>G. cuja</i> (n=5)	5,2 $\pm$ 0,7	2,2 $\pm$ 0,7	0,0 $\pm$ 0,0	7.4 $\pm$ 1.5	3.6 $\pm$ 0.9
	<i>L. longicaudis</i> (n=3)	6,6 $\pm$ 2,6	4,0 $\pm$ 1,4	1,7 $\pm$ 0,5	12.3 $\pm$ 4.5	5.7 $\pm$ 1.5
Procyonidae	<i>N. nasua</i> (n=2)	7,0 $\pm$ 1,0	3,0 $\pm$ 0,0	3,5 $\pm$ 0,5	13.5 $\pm$ 2.1	4.5 $\pm$ 0.7
	<i>P. cancrivorus</i> (n=5)	5,0 $\pm$ 1,1	2,4 $\pm$ 0,5	0,0 $\pm$ 0,0	7.4 $\pm$ 0.9	4.8 $\pm$ 1.1

Artéria coronária esquerda (ACE), artéria coronária direita (ACD), ramo interventricular paraconal (RIP), ramo circunflexo (RC), ramo interventricular subsinuoso (RIS).

Figura 3 – Gráfico “box-plot” com o número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias esquerda (ACE) e direita (ACD), agrupados por famílias da ordem Carnívora

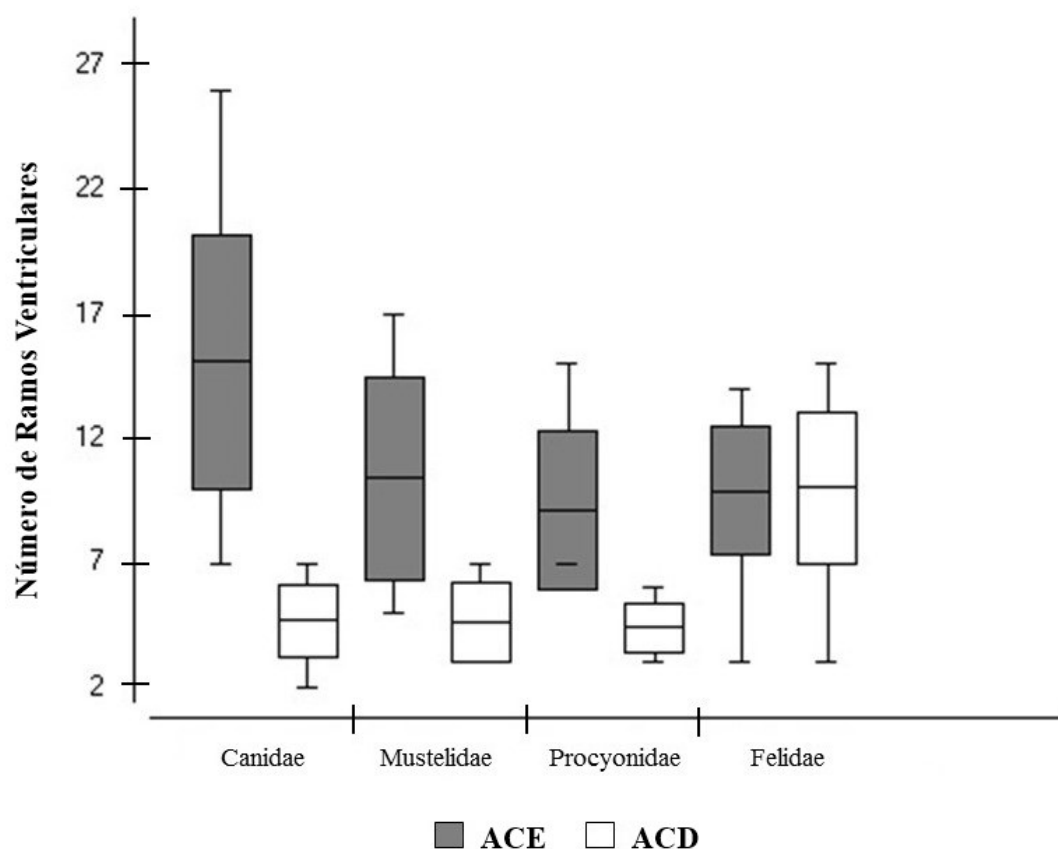


Tabela 3 – Média e desvio padrão do número de ramos ventriculares provenientes das artérias coronárias e seus ramos, separados por espécies da família Felidae, subordem Feliformia ($n = 23$).

Família	Espécies	ACE			ACD		
		RIP	RC	RIP+RC	RIS	RV	RIS+RV
Felidae	<i>L. colocolo</i> (n=5)	5,6±1,7	3,6±0,8	9.2±2.4	4,8±2,1	5,6±1,5	10.4±2.3
	<i>L. geoffroyi</i> (n=7)	6,0±2,1	2,7±1,0	8.7±2.8	4,4±1,8	5,6±1,8	10.0±3.4
	<i>L. pardalis</i> (n=1)	11,0±0,0	3,0±0,0	14.0±0.0	5,0±0,0	5,0±0,0	10.0±0.0
	<i>L. tigrinus</i> (n=2)	6,5±1,8	4,5±0,5	11.0±0.0	5,5±1,5	5,0±1,0	10.5±3.5
	<i>L. wiedii</i> (n=1)	5,0±0,0	3,0±0,0	8.0±0.0	7,0±0,0	8,0±0,0	15.0±0.0
	<i>P. concolor</i> (n=6)	7,2±0,9	4,5±1,8	11.7±1.8	4,2±1,9	5,8±1,8	10.0±2.3
	<i>P. yagouaroundi</i> (n=1)	5,0±0,0	2,0±0,0	7.0±0.0	2,0±0,0	1,0±0,0	3.0±0.0

Artéria coronária esquerda (ACE), artéria coronária direita (ACD), ramo interventricular paraconal (RIP), ramo circunflexo (RC), ramo interventricular subsinuoso (RIS), ramos ventriculares originados da artéria coronária direita (RV).

O *C. brachyurus* foi a espécie com maior número de ramos destinados ao ventrículo esquerdo, enquanto o único espécime de *L. wiedii* do presente estudo apresentou o maior número para o direito (Tabela 4).

Tabela 4 – Média e desvio padrão do número de ramos destinados para os ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD) das espécies da ordem Carnivora.

Família	Espécies	Ramos para o VE	Ramos para o VD
Canidae	<i>C. brachyurus</i> (n=11)	15.0±1.5	10.7±2.6
	<i>C. thous</i> (n=10)	10.8±3.0	5.3±1.2
	<i>L. gymnocercus</i> (n=7)	10.1±1.2	5.0±2.3
	<i>L. vetulus</i> (n=3)	12.7±2.5	8.3±2.1
Mephitidae	<i>C. chinga</i> (n=1)	7.0±0.0	3.0±0.0
Mustelidae	<i>E. barbara</i> (n=2)	13.0±1.4	7.5±2.1
	<i>G. cuja</i> (n=5)	7.4±1.5	3.6±0.9
	<i>L. longicaudis</i> (n=3)	10.5±4.5	7.3±1.5
Procyonidae	<i>N. nasua</i> (n=2)	10.0±1.4	8.0±1.4
	<i>P. cancrivorus</i> (n=5)	7.4±0.9	4.4±1.1
Felidae	<i>L. colocolo</i> (n=5)	9.2±2.4	10.4±2.3
	<i>L. geoffroyi</i> (n=7)	8.7±2.8	10.0±3.4
	<i>L. pardalis</i> (n=1)	14.0±0.0	10.0±0.0
	<i>L. tigrinus</i> (n=2)	11.0±0.0	10.5±3.5
	<i>L. wiedii</i> (n=1)	8.0±0.0	15.0±0.0
	<i>P. concolor</i> (n=6)	11.7±1.8	10.0±2.3
	<i>P. yagouaroundi</i> (n=1)	7.0±0.0	3.0±0.0

Quando os dados foram analisados agrupando-se os espécimes por famílias, pode-se observar que o ventrículo esquerdo recebe significativamente ($p < 0,05$) mais ramos em canídeos e o ventrículo direito em felídeos (Tabela 5, Figura 4). Quando considerados o número total de ramos ventriculares, os procionídeos apresentaram uma soma significativamente inferior às demais famílias. Ainda no agrupamento por famílias, não houve diferença significativa entre as médias do número de ramos ventriculares entre os sexos (Tabela 6).

Tabela 5 – Comparação do número médio de ramos destinados aos ventrículos esquerdo, direito e total, agrupado por famílias

Famílias	Ramos para o Ventrículo Esquerdo	Ramos para o Ventrículo Direito	Total de ramos ventriculares
Felidae (n=23)	9,9 ^a	10,0 ^a	19,9 ^a
Canidae (n=31)	12,3 ^b	7,4 ^b	19,7 ^a
Mustelidae (n=10)	9,5 ^a	5,5 ^b	15,0 ^a
Procyonidae (n=7)	8,1 ^a	5,4 ^b	13,5 ^b

Letras diferentes em uma mesma coluna indicam diferença significativa ($p < 0,05$) na Análise variância unidirecional (ANOVA-one way) complementada pelo teste de Tukey.

Figura 4 – Gráfico “box-plot” com o número de ramos destinados à irrigação dos ventrículos esquerdo (VE) e direito (VD), agrupados por famílias da ordem Carnivora

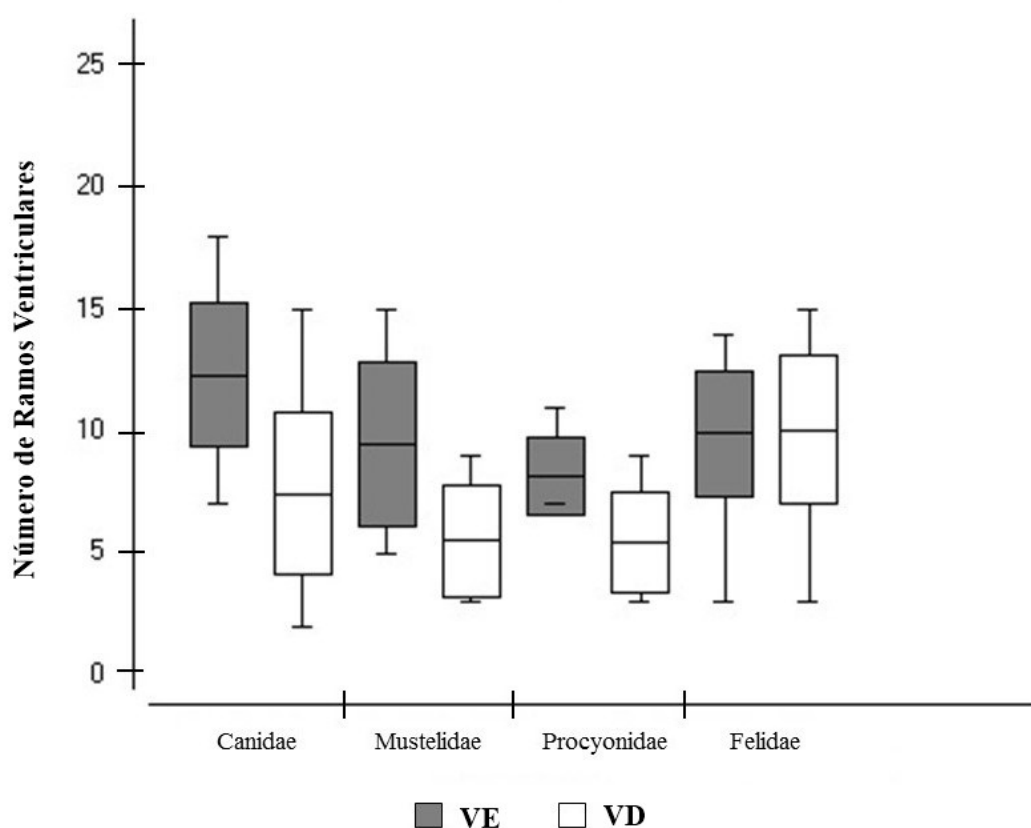


Tabela 6 – Média aritmética do número de ramos destinados aos ventrículos esquerdo, direito e total, agrupados por famílias, comparados por sexo

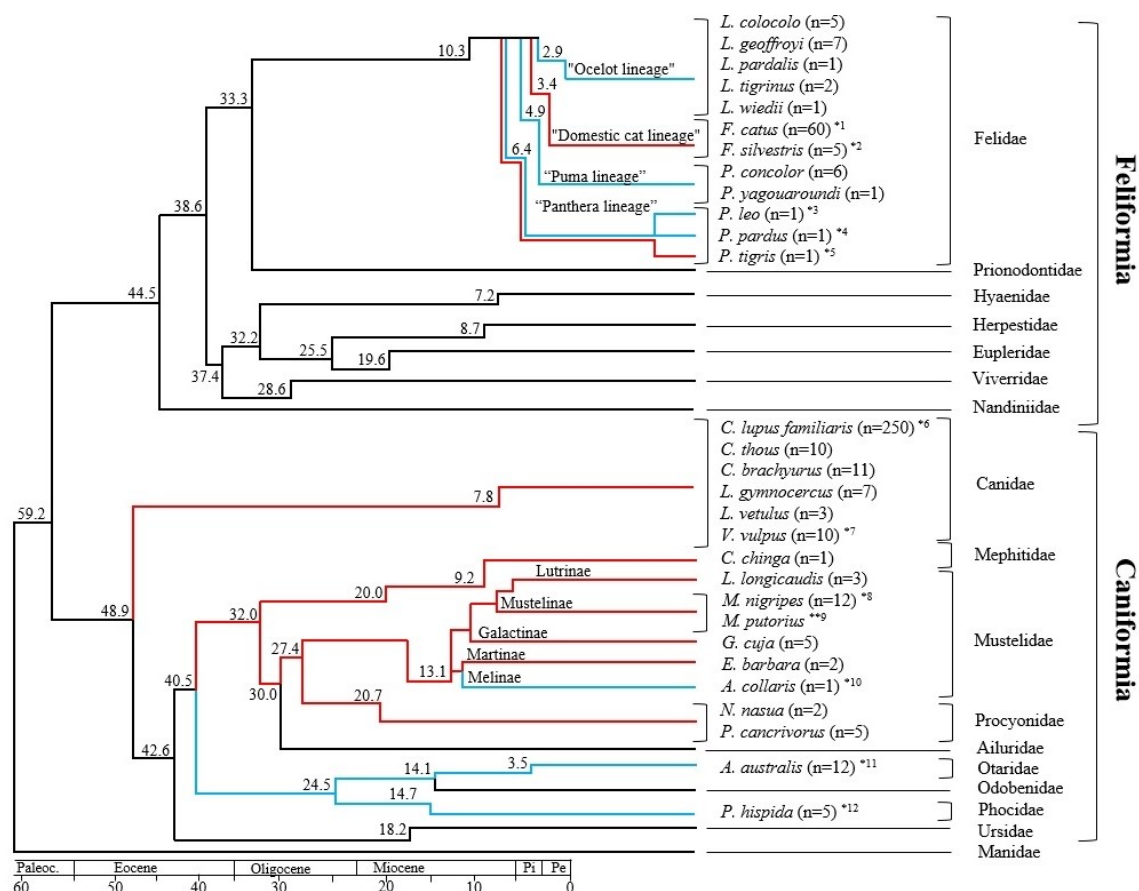
Famílias	Fêmeas			Machos		
	Ramos para VE	Ramos para VD	Total de ramos ventriculares	Ramos para VE	Ramos para VD	Total de ramos ventriculares
Felidae (n=23)	10.0	9.1	19.1	9.8	11.1	20.9
Canidae (n=31)	12.4	7.5	19.9	12.2	7.4	19.6
Mustelidae (n=10)	11.0	5.3	16.3	8.9	5.6	14.4
Procyonidae (n=7)	7.8	5.0	12.8	9.0	6.5	15.5

Não houve diferença significativa do número de ramos entre os sexos ($p > 0.05$).

A correlação linear entre o número de ramos para cada ventrículo revelou $r = 0,95$ para os procionídeos, $r = 0,70$ para os canídeos, $r = 0,35$ para os mustelídeos, $r = 0,33$ para os felídeos.

A figura 5 sumariza o padrão de circulação coronariana encontrado nas espécies do presente estudo e nas espécies cuja descrição encontra-se disponível na literatura e as relações evolutivas na ordem Carnívora.

Figura 5 – Fluxograma adaptado de Eizirik et al. (2010) com as relações evolutivas das principais espécies da ordem Carnivora, em que a circulação coronariana foi estudada



Os desmembramentos para formação de novas famílias foram numerados sequencialmente em anos para referenciar a proximidade filogenética em determinada Era. A coloração das linhas no fluxograma representa o padrão de dominância coronariana observado para uma família ou linhagem (vermelho para dominância esquerda, azul para padrão equilibrado e preto para os grupos em que não foram encontradas informações). As espécies cuja dominância foi descrita na literatura têm o nome seguido por asterisco junto a um número arábico sobrescrito. *¹ Borelli (2014); *² Hadziselimovic et al. (1974); *³ Marques (1962); *⁴ Zhang et al. (2008); *⁵ Pérez; Lima (2007); *⁶ Andretto et al. (1973); *⁷ Hadziselimovic et al. (1974); *⁸ Truex et al. (1974) ; *⁹ Evans; An (2014); *¹⁰ Zhang et al. (2008); *¹¹ Perez et al. (2008); *¹² Smodlaka et al. (2009). O número de espécimes estudados está indicado em parênteses (*n*). O trabalho realizado por *⁹ Evans; An (2014) não relatou sobre a quantidade de animais utilizados na pesquisa.

4. DISCUSSÃO

Os dois critérios adotados para estabelecer dominância nos espécimes do presente estudo revelaram predomínio esquerdo em todos os indivíduos da subordem Caniformia (n=49) e padrão equilibrado naqueles da família Felidae (subordem Feliformia, n=23). Embora escassos, os dados da literatura não permitem que essa nítida distinção de padrões coronarianos entre as subordens, observada nos carnívoros neotropicais do presente estudo, seja extrapolada para toda a ordem Carnivora.

Entre as espécies da subordem Caniformia, os cães domésticos tiveram a dominância esquerda bem documentada na totalidade das amostras analisadas por Moore (1930), Oliveira et al. (2011) e Biasi et al. (2013). Contudo, Andretto et al. (1973) relataram a ocorrência de circulação coronariana equilibrada em 6,4% de 250 cães dissecados. Hadziselimovic et al. (1974) referiram dominância esquerda em dez raposas, possivelmente *Vulpes vulpes*, Truex et al. (1974) em doze espécimes de *Mustela nigripes*, e Evans e An (2014) na totalidades de *M. putorius*.

Entretanto, na subordem Caniformia o padrão equilibrado foi relatado em duas espécies pinípedes: na totalidade dos *Pusa hispida* (n = 5) estudados por Smodlaka et al. (2009), e em 66,7% dos espécimes de *Arctocephalus australis* (n = 12) analisados por Perez et al. (2008). Os pinípedes divergiram das demais espécies da ordem Caniformia no Eoceno, há cerca de 40 milhões de anos (EIZIRIK et al., 2010) e parecem ter mantido um padrão de circulação coronariana preferencialmente equilibrado. Em contraposição a superfamília Musteloidea e, principalmente, a família Canidae conservaram uma dominância esquerda bem consistente. Zhang et al. (2008) descreveram um único espécime mustelídeo (*Arctonyx collaris*) com circulação equilibrada.

Dados sobre dominância coronariana das famílias Ailuridae, Odobenidae, Ursidae e Manidae seriam necessários para confirmar em qual ancestral houve a divergência desta característica na subordem Caniformia. Caso a dominância coronariana tenha estreita correlação com a proximidade filogenética, pode-se especular que ailurídeos apresentem dominância esquerda, enquanto odobenídeos, ursídeos e manídeos, um padrão equilibrado. Na hipótese de isto ser confirmado por estudos futuros, a divergência dos padrões de circulação coronarina na subordem Caniformia teria ocorrido no Eoceno há 40,5 milhões de anos.

A circulação coronariana equilibrada observada em todos os felídeos silvestres dissecados no presente estudo difere do que é documentado em felinos domésticos. Biasi et al. (2012) reconheceram o padrão equilibrado em apenas 33,3% de 30 felinos e Borelli (2014), em 18,3% de 60, sendo que a dominância esquerda foi a mais comum em ambas as investigações (63,3% para ambos trabalhos). Em felídeos silvestres, verificou-se dominância coronariana esquerda em cinco gatos-selvagens (possivelmente *Felis silvestris*) (HADZISELIMOVIC et al., 1974) e em um espécime de *Panthera tigris* (PEREZ; LIMA, 2007). Porém, o padrão equilibrado foi descrito em um espécime de *Panthera leo* (MARQUES, 1962) e um *Panthera pardus* (ZHANG et al., 2008).

Pode-se constatar que na família Felidae ocorrem tanto a dominância esquerda como o padrão equilibrado, respeitando uma certa proximidade filogenética entre as espécies. Na subfamília Felinae, o padrão de dominância coronariana parece respeitar a distribuição por linhagens. O presente estudo avaliou espécimes de cinco, dentre as sete espécies da linhagem dos “ocelot”, e o padrão equilibrado foi consistente em todos os indivíduos, embora procedentes de diferentes biomas. O mesmo se repetiu para os sete exemplares das duas espécies que compõem a linhagem dos “Puma”.

Na linhagem dos gatos domésticos, a literatura informa que o *Felis catus* (gato-doméstico) e *Felis silvestris*, divergidos apenas recentemente na história evolutiva, têm predominância da circulação coronária esquerda, ainda que em uma minoria dos gatos domésticos verifique-se o padrão equilibrado (HADZISELIMOVIC et al., 1974; BIASI et al., 2012; BORELLI 2014). Talvez a ampla distribuição do gato doméstico pelo planeta, aliada à interferência humana na expressão de diferentes padrões raciais, possa ter influenciado na variabilidade da circulação coronariana do gato doméstico.

Na subfamília Pantherinae, a dominância equilibrada parece ser mais frequente, ainda que o padrão esquerdo tenha sido descrito em um espécime de *Panthera tigris* (PEREZ; LIMA, 2007). Esta repetição de padrão coronariano dentro das linhagens da família Felidae permite especular que a *Panthera onca* seja o único felídeo neotropical com possibilidade de apresentar dominância esquerda. Entretanto, desconhece-se descrições acerca da circulação coronariana para a espécie.

Ainda que a maioria dos espécimes de carnívoros machos tenha porte e área de vida mais abrangente, diferenças na dominância coronariana e no número de ramos ventriculares não foram identificadas na comparação entre machos e fêmeas do presente estudo (CHEIDA; SANTOS 2010). Isto corrobora o observado em carnívoros domésticos como

cães (BIASI et al., 2013) e gatos (RODRIGUES 1997; BIASI et al., 2012; BORELLI 2014) e de outras ordens de mamíferos como em suínos (MOURA JUNIOR et al., 2008) e coelhos da raça Nova Zelândia (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2014a).

Os canídeos apresentaram um número significativamente maior de ramos para o ventrículo esquerdo em comparação com os mustelídeos, os procionídeos e os felídeos. Entre as famílias estudadas, a Canidae é aquela cujos espécimes perseguem suas presas por maiores distâncias (CABRERA, 1960; EWER, 1973; STRAHL et al., 1992; BEISIEGEL, 1999)

Em contrapartida, o número de ramos para o ventrículo direito dos felídeos foi significativamente superior. Isto torna a circulação coronariana equilibrada nesses animais quanto ao número de ramos provenientes de ambas as coronárias, o que pode ser favorável para um tipo de predação que envolve espreita seguida de explosão muscular para a captura de presa, sem perseguição por longas distâncias (KOEHLER; HORNOCKER, 1991; PENTEADO, 2012)

Os procionídeos apresentaram significativamente o menor número total de ramos ventriculares, possivelmente por serem essencialmente onívoros com predileção pela caça de pequenos invertebrados em locais de mata fechada, o que restringi o nível de atividade destes espécimes quando comparado as famílias analisadas (NAKANO-OLIVEIRA, 2002; REIS et al., 2006)

O número de ramos ventriculares originados a partir do RIP variou dentro da subordem Caniformia. O menor número de ramos ocorreu na família Procyonidae (média de 5,6 ramos), seguido da Mustelidae (média de 6,5 ramos). O maior número médio de ramos ventriculares provenientes do RIP ocorreu nas espécies da família Canidae (média 8,7), o que se assemelha ao relatado para o cão doméstico (média de 9,9 ramos) por Oliveira et al. (2011), e doze ramos por Evans e De Lahunta (2013). Entre os espécimes da família Felidae identificou-se uma média de 6,4 ramos, similar ao observado por Monfared et al. (2013) nos felinos domésticos (média 5,7 ramos).

Quando confrontados com outros mamíferos domésticos, pode-se observar que o número médio de ramos ventriculares originados do RIP nos espécimes da ordem Carnivora é inferior aos de suínos domésticos (média 21,8 ramos) (MOURA JUNIOR et al., 2008) e bovinos (média de 12,7 ramos) (CORREIA-OLIVEIRA et al., 2014b). No entanto, esta comparação baseada apenas em número de ramos pode ser funcionalmente pouco informativa, pois o calibre dos vasos deve ser levado em consideração. O coração de bovinos

e suínos tem uma considerável quantidade de gordura epicárdica, o que pode resultar em vasos mais numerosos e menos calibrosos.

O término do RIP em todos os espécimes do presente estudo apresentou-se em nível apical. Esse achado também foi descrito por Oliveira et al. (2011) em 66,7% dos cães domésticos, Monfared et al. (2013) em 48,7% dos felinos domésticos e Moura Junior et al. (2008) em 43,3% dos corações de suínos.

O aparecimento do RS derivado do RIP foi quase uma regra nos espécimes do presente estudo. No entanto, surge em apenas 48 a 60% dos cães domésticos (DONALD; ESSEX, 1954; NOESTELTHALLER et al., 2007). Em dois (4%) *L. geoffroyi* o RS originou-se do RC, conforme encontrado em apenas um cão entre os 125 analisados por Donald e Essex (1954), e em um entre oito coelhos por Bahar et al. (2007). O surgimento do RS como ramificação da ACE não ocorreu no presente estudo, ainda que tenha sido relatado em 19% dos cães (DONALD, ESSEX, 1954).

O número de ramos ventriculares originados do RC oscilou entre um a sete, sendo em média 3,6 ramos nos canídeos, três nos mustelídeos, 2,6 nos procionídeos e 3,5 nos felídeos. No cão doméstico foi descrito como sendo de dois a seis (PIANETTO 1939) ou de três a doze (média de seis ramos) (OLIVEIRA et al., 2011).

O RME foi constatado em 100% dos corações de cães domésticos (OLIVEIRA et al., 2011), de suínos da raça Landrace (MOURA JUNIOR et al., 2008) e de coelhos angorás (BAHAR et al., 2007), em 96,2% dos corações de seres humanos (BAPTISTA et al., 1990), 89,4 a 97% dos felinos domésticos (RODRIGUES 1997; MONFARED et al., 2013) e em apenas 35,5% dos corações de 31 caprinos (PINTO NETO et al., 2009). Em todos estes estudos é descrito como originado invariavelmente do RC da artéria coronária esquerda. Na presente amostragem, foi encontrada em 53 (73,6%) dos corações dissecados, com duas possíveis origens: 77% a partir do RC (observados em 85,7% dos procionídeos, 77,4% dos canídeos, 60% dos mustelídeos e 17,4% dos felídeos); ou a partir da ACD, após originar o RIS, em 52,2% dos felídeos.

O RMD foi identificado em apenas 34 (47,2%) corações dissecados dos carnívoros silvestres, porém é relatado como presente em 100% dos suínos dissecados por Moura Junior et al. (2008), e em 98,7% dos corações felinos avaliados por Monfared et al. (2013). Ainda que o percentual de ocorrência difira, a origem do RMD foi a partir da ACD.

O número de ramos ventriculares diretos da ACD variou entre um a oito nos corações analisados dos espécimes da ordem Carnivora. Os espécimes que demonstraram maior

média de RV foram os felídeos (média 5,5), seguido dos canídeos (média 4,7), mustelídeos (média 4,6) e procionídeos (média 4,4). Tal resultado assemelha-se ao descrito em cães domésticos, de 5,8 ramos por Pianetto (1939), e 6,5 ramos por Oliveira et al. (2011), e em felinos domésticos, de 4,7 ramos por Monfared et al. (2013). No entanto, foi menor que o encontrado em suínos, com 9,0 ramos por Moura Junior et al. (2008).

A artéria coronária direita acessória, originada da ACD, seguiu trajeto no sulco coronário e dissipou-se na região do cone arterioso, conforme mencionado por Evans e De Lahunta (2013). Foi identificada em 19 corações dos carnívoros silvestres, tendo maior prevalência nos procionídeos (57,1%), seguidos pelos mustelídeos (40,0%), felídeos (21,7%) e canídeos (16,1%). De acordo com Moore (1930), a artéria coronária direita acessória estava presente em 20% dos corações de 63 cães domésticos.

O RIS terminou predominantemente ao nível do ápice, em 77,8% dos espécimes, constituindo a localização terminal deste ramo em 22 (95,6%) dos felídeos, em oito (80%) dos mustelídeos, em 22 (71%) dos canídeos e em três (42%) dos procionídeos. A terminação apical foi relatada em apenas 21% dos felinos domésticos (MONFARED et al. 2013), 20% dos cães domésticos (OLIVEIRA et al. 2011) e 20% dos suínos (MOURA JUNIOR et al. 2008). Nestes três estudos, a apresentação mais comum era terminar a nível pré-apical, o que ocorreu na maioria (58%) dos procionídeos.

O número de ramos ventriculares do RIS no cão doméstico foi relatado como entre um e oito, com média de 4,1 ramos (OLIVEIRA et al. 2011), ou oito a dez (EVANS; DE LAHUNTA 2013). Estes números são superiores aos encontrados nos espécimes da subordem Caniformia: canídeos (média de 2,77), procionídeos e mustelídeos (um ramo). Nos felinos domésticos foram relatados de um a oito ramos (média 3,6 ramos) por Monfared et al. (2013), enquanto nos felídeos silvestres a média foi superior (5,5 ramos). Tal qual verificado com o número de ramos provenientes do RIP, o número originado pelo RIS também foi inferior em carnívoros silvestres quando comparado a suínos (média 15,7 ramos) (MOURA JUNIOR et al., 2008) e bovinos (8,5 ramos) por Correia-Oliveira et al. (2014b).

A presença de anastomose entre os ramos interventriculares foi descrita em 80% de 30 cães domésticos (BÜLL; MARTINS, 2002) e na totalidade de 25 primatas *Cebus apella* (RADE et al., 2006). Embora em um percentual bem menor (32%), foi identificada a ocorrência desta anastomose nos carnívoros silvestres, sendo 48,4% dos canídeos, 21,7% dos felídeos, 14,3% dos procionídeos, 10% dos mustelídeos e no único mefitídeo dissecado.

Cabe salientar que o comportamento elusivo das espécies carnívoras e as distribuições difusas em áreas de difícil acesso tornam a obtenção de dados para pesquisas em animais desta ordem escassa, lenta e onerosa (SHOSTELL; RUÍZ-GARCIA, 2012). Portanto, a metodologia a partir de espécimes coletados mortos em rodovias desenvolvida no presente estudo mostrou-se adequada para avaliar um aspecto anatômico com importante correlação evolutiva em uma grande diversidade de espécies, sem gerar impacto ambiental ou sofrimento decorrente de capturas.

5. CONCLUSÃO

Conclui-se que, na totalidades dos espécimes estudados foram observadas as artérias coronárias esquerda e direita. Em todos os animais a artéria coronária esquerda emergiu do seio esquerdo do bulbo aórtico, seguiu um curto trajeto e se bifurcou para originar um ramo interventricular paraconal e um ramo circunflexo. O ramo interventricular paraconal percorreu sobre o sulco correspondente em todos os corações, formando um ramo septal próximo à sua origem. A artéria coronária direita surgiu do seio direito do bulbo aórtico e percorreu invariavelmente no sulco coronário. Em todos os espécimes da subordem Caniformia o ramo interventricular subsinuoso originou-se no final do trajeto do ramo circunflexo. Diferentemente, em todos os corações das espécies da família Felidae, a artéria coronária direita percorreu o sulco coronário e emitiu o ramo interventricular subsinuoso.

Pode-se inferir que, entre as espécies neotropicais da subordem Caniformia, há uma dominância coronariana esquerda consistente, enquanto entre as da subordem Feliformia, o padrão mais frequente é o equilibrado. Deduz-se que o tipo de circulação coronariana tenha correlação com a filogenia das espécies carnívoras. São necessárias investigações em uma maior diversidade de famílias da ordem Carnivora, especialmente da subordem Feliformia, para precisar qual ancestral e em que fase da história evolutiva destas espécies ocorreram as divergências no tipo de circulação coronariana

REFERÊNCIAS

ABBOTT, J. A. **Segredos em cardiologia de pequenos animais**. 1. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

ANDRETTO, R.; BORELLI, V.; FERNANDES FILHO, A. Sobre a origem do ramus descendens subsinuus em cães. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 10, p. 5-10, 1973. Disponível em: < <https://www.revistas.usp.br/rfmvzusp/article/view/55325> >. Acesso em: 07 fev. 2018. DOI: 10.11606/issn.2318-3659.v10i1p5-10

BAHAR, S.; OZDEMIR, V.; EKEN, E.; TIPIRDAMAZ, S. The Distribution of the Coronary Arteries in the Angora Rabbit. **Anatomia, histologia, embryologia**, Berlin, v. 36, p. 321–327, 2007. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17845219> >. Acesso em: 25 fev. 2018. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2007.00770.x

BANCHI, A. Morfologia delle arteriae coronariae cordis. **Italian Journal of Anatomy and Embryology**, Firenze, v. 3, p. 87-164, 1904.

BAPTISTA, C. A.; DIDIO, L. J.; TEOFILOVSKI-PARAPID, G. Variation in length and termination of the ramus circumflexus of the human left coronary artery. **Anatomischer Anzeiger**, Jena, v. 171, p. 247-253, 1990. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2080814> >. Acesso em: 01 mar. 2018.

BEISIEGEL, B. M. **Contribuição ao estudo da história natural do cachorro do mato, *Cerdocyon thous*, e do cachorro vinagre, *Speothos venaticus***. 1999. Tese (Doutorado em Psicologia Experimental) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999. Disponível em: < <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47132/tde-10112004-084412/pt-br.php> >. Acesso em: 14 dez. 2019. DOI: 10.11606/T.47.2000.tde-10112004-084412.

BIASI, C. **Aspectos comparativos entre os tipos de irrigação ventricular e do nó sinoatrial em coração de gato**. 2009. 50 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos

Animais Domésticos e Silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: < <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10132/tde-10082010-132707/pt-br.php> >. Acesso em: 04 fev. 2018.

BIASI, C.; BORELLI, V.; BENEDICTO, H. G.; PEREIRA, M. R.; PEREIRA, M. R.; FAVARON, P. O.; BOMBONATO, P. P. Análise comparativa entre a vascularização ventricular e do nó sinoatrial em gatos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 32, n. 1, p. 78-82, 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-736X2012000100013&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 04 fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2012000100013>

BIASI, C.; BORELLI, V.; PRAZERES, R. F.; FAVARON, P. O.; PAVANELLO JUNIOR, V.; ALOIA, T. P. A.; BOMBONATO, P. P. Análise comparativa entre a vascularização arterial ventricular e a do nó sinoatrial em corações de cães. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 1, p. 111-114, jan. 2013. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-736X2013000100020&script=sci_abstract&tlng=pt >. Acesso em: 04 fev. 2018. DOI: 10.1590/S0100-736X2013000100020

BIKNEVICIUS, A. R.; VAN VALKENBURG, B. 1996. Design for killing: craniodental adaptations. In: GITTLEMAN, J. L. **Carnivore behavior, ecology and evolution**. New York: Cornell University Press. 1996. p. 393-428. Disponível em: < <https://www.degruyter.com/view/books/9781501745829/9781501745829-019/9781501745829-019.xml> >. Acesso em: 14 fev. 2019. DOI: 10.7591/9781501745829-019

BORELLI, V. Contribuição ao estudo da vascularização arterial do coração de gatos (*Felis domestica* – Linnaeus 1758). **Journal of the Health Sciences Institute**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 299-303, 2014. Disponível em: < https://www.unip.br/presencial/comunicacao/publicacoes/ics/edicoes/2014/03_jul-set/V32_n3_2014_p299a303.pdf >. Acesso em: 20 fev. 2018.

BÜLL, M. L., MARTINS, M. R. F. B. Study of the arterial coronary circulation in the dog (*Canis familiaris*). **Revista Chilena de Anatomia**, Temuco, v. 20, n. 2, p. 117-123, 2002.

Disponível em: < https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0716-98682002000200001&lng=es&nrm=i&tlng=en >. Acesso em: 20 fev. 2018. DOI: <https://doi.org/10.4067/S0716-98682002000200001>

CABRERA, A.; YEPPE, J. **Mamíferos Sud Americanos – Volume 2**. 2. ed. Buenos Aires: Ediar Editores, 1960

CHAI, N.; PETIT, T.; KOHL, M.; BOURGEOIS, A.; GOUNI, V.; TREHIOU-SECHI, E.; MISBACH, C.; PETIT, A.; DAMOISEAUX, C.; GARRIGOU, A.; GUEPIN, R.; POUCHOLON, J. L.; CHETBOUL, V. Prevalence of valvular regurgitations in clinically healthy captive leopards and cheetahs: a prospective study from the wildlife cardiology (wlc) group (2008–2013). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 46, n. 3, p. 526-533, 2015. Disponível em: < <http://www.bioone.org/doi/abs/10.1638/2014-0155.1?journalCode=zamd> >. Acesso em: 09 fev. 2018. DOI: 10.1638/2014-0155.1

CHEIDA, C. C.; SANTOS, L. B. Ordem Carnivora. In: Reis, N. R.; Perachi, A. L.; Fregonezi M. N.; Rossaneis, B. K. **Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010, p. 463-492.

CHRISTIANSEN, P.; WROE, S. Bite forces and evolutionary adaptations to feeding ecology in carnivores. **Ecology** Washington, v. 88, n. 2, p. 347–358, 2007. Disponível em: < [https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658\(2007\)88\[347:BFAEAT\]2.0.CO;2](https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1890/0012-9658(2007)88[347:BFAEAT]2.0.CO;2) >. Acesso em: 07 fev. 2019. DOI: 10.1890/0012-9658(2007)88[347:BFAEAT]2.0.CO;2

CODEÇO, C., RIBEIRO, K.; FIGUEIRÓ, R.; HONÓRIO, N. Interações ecológicas e doenças transmissíveis. **Oecologia Australis**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 3, p. 588-590, 2010. Disponível em: < <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/7099/0> >. Acesso em: 09 fev. 2018.

CORREIA-OLIVEIRA, M.; HERNANDEZ, J. M. F.; ABIDU-FIGUEIREDO, M.

Morfometria cardíaca e distribuição das artérias coronárias em bovinos mestiços.

Biotemas, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 199-207, jun. 2013. Disponível em: <

<https://periodicos.ufsc.br/index.php/biotemas/article/view/2175-7925.2013v26n2p199> >.

Acesso em: 17 fev. 2018. DOI: 10.5007/2175-7925.2013v26n2p199

CORREIA-OLIVEIRA, M.; OLIVEIRA, I. M. S.; ROZA, M. S.; ABIDU-FIGUEIREDO,

M. Morfometria cardíaca e distribuição das artérias coronárias em coelhos Nova Zelândia

(*Oryctolagus cuniculus*). **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v. 36, p. 159-166,

2014a. Disponível em: < <http://rbmv.org/index.php/BJVM/article/download/506/381> >.

Acesso em: 20 mar. 2018.

CORREIA-OLIVEIRA, M.; MORAES, S. O. S.; GOMES, M. S.; PALHANO, H. B.;

ABIDU-FIGUEIREDO, M. Dominância entre as artérias coronárias em bovinos mestiços.

Revista Brasileira de Ciência Veterinária, Niterói, v. 21, p. 82-85, 2014b. Disponível

em: < <http://periodicos.uff.br/rbcv/article/view/7272> >. Acesso em: 19 mar. 2018. DOI:

10.4322/rbcv.2014.027

DONALD, D. E.; ESSEX, H. E. Pressure studies after inactivation of the major portion of the canine right ventricle. **American Journal of Physiology**, Bethesda, v. 176, p. 155-161,

1954. Disponível em: <

<https://www.physiology.org/doi/10.1152/ajplegacy.1953.176.1.155> >. Acesso em: 15 fev.

2018. DOI: 10.1152/ajplegacy.1953.176.1.155

DRABEK, C. M. Some anatomical aspects of the cardiovascular system of Antarctic seals and their possible functional significance in diving. **Journal of Morphology**, Philadelphia, v. 145, n. 1, p. 85-105, 1975. Disponível em: <

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1111424> >. Acesso em: 15 fev. 2018. DOI:

10.1002/jmor.1051450106

EISENBERG, J. F.; REDFORD, K. H. **Mammals of the neotropics: the central**

neotropics (Ecuador, Peru, Bolivia, Brazil). 1. ed. Chicago and London: The University of Chicago Press, 1999.

EIZIRIK, E.; MURPHY, W. J.; KOEPFLI, K. P.; JOHNSON, W. E.; DRAGOO, J. W.; WAYNE, R. K.; O'BRIEN, S. J. Pattern and timing of diversification of the mammalian order Carnivora inferred from multiple nuclear gene sequences. **Molecular Phylogenetics and Evolution**, San Diego, v. 56, n. 1, p. 49-63, 2010. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20138220> >. Acesso em: 23 fev. 2018. DOI: 10.1016/j.ympev.2010.01.033

ESTRADA, A. H.; GERLACH, T. J.; SCHMIDT, M. K.; SIEGAL-WILLOTT, J. L.; ATKINS, A. L.; VAN GILDER, J.; CITINO, S. B.; PADILLA, L. R. Cardiac evaluation of clinically healthy captive maned wolves (*Chrysocyon brachyurus*). **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, Lawrence, v. 40, n. 3, p. 478–486, 2009. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19746863> >. Acesso em: 23 fev. 2018. DOI: 10.1638/2008-0154.1

EVANS, H.; AN, N. Q. Anatomy of the Ferret. In: FOX, J. G.; MARINI, R. P. **Biology and Diseases of the Ferret**. 3. ed. Nova Jersey: John Wiley & Sons, 2014, p. 23-67. Disponível em: < <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781118782699.ch2> >. Acesso em: 03 jul. 2019. DOI: 10.1002/9781118782699.ch2

EVANS, H. E.; DE LAHUNTA, A. **Miller's Anatomy of the Dog**. 4. ed. St. Louis: Elsevier. 2013.

EWER, R. F. **The carnivores**. 1. ed. New York: Cornell University Press, 1973.

GARDNER, H. M. Case: hypertrophic cardiomyopathy in a lesser panda. **American Association of Zoo Veterinarians**, Yulee, v. 1, n. 1, p. 76, 1985.

HADZISELIMOVIC, H.; SECEROV, D.; GMAZ-NIKULIN, E. Comparative Anatomical investigation on coronary arteries in wild and domestic animals. **ACTA Anatomica**, Basel, v. 90, p. 16-35, 1974. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4446928> >. Acesso em: 29 fev. 2018. DOI: 10.1159/000144324

HARWEL, G.; CRAIG, T. M. Dirofilariasis in a red panda. **Journal of the American Veterinary Medical Association**, Chicago, v. 179, n. 11, p. 1258, 1981. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7328015>>. Acesso em: 02 fev. 2018.

ICVGAN. International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature. **Nomina Anatômica Veterinária**. 6. ed. Hannover: Editorial Committee; 2017.

KASPER, C. B.; TRINCA, C. S.; SANFELICE, D.; MAZIM, F. D.; TRIGO, T. C. Os carnívoros. In: GONÇALVES, G. L.; Quintela, F. M.; Freitas, T. R. O. **Mamíferos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Pacartes, 2014. p. 161-190.

KOEHLER, G.M.; HORNOCKER, M.G. Seasonal resource use among mountain lions, bobcats, and coyotes. **Journal of Mammalogy**, Lawrence, v. 72, p. 391-396, 1991. Disponível em: < <https://academic.oup.com/jmammal/article-abstract/72/2/391/838413?redirectedFrom=fulltext>>. Acesso em: 12 dez. 2019. DOI: 10.2307/1382112

MARQUES, P. **Alguns aspectos morfológicos comparativos do coração dos mamíferos domésticos**. 1. ed. Lisboa: Tipografia Nunes, 1962.

MONFARED, A. L.; MOOSAVI, S.; BAZDAR, A. The macroanatomy of coronary arteries in the iranian native cats. **Global Veterinaria**, Dubai, v. 10, n. 4, p. 413-416, 2013. Disponível em: < [https://www.idosi.org/gv/gv10\(4\)13/8.pdf](https://www.idosi.org/gv/gv10(4)13/8.pdf)>. Acesso em: 02 fev. 2018. DOI: 10.5829/idosi.gv.2013.10.4.72132

MOORE, R. A. The coronary arteries of the dog. **American Heart Journal**, Saint Louis, v. 5, n. 6, p. 743-749, 1930. Disponível em: < [https://www.ahjonline.com/article/S0002-8703\(30\)90089-0/abstract](https://www.ahjonline.com/article/S0002-8703(30)90089-0/abstract)>. Acesso em: 25 jan. 2018. DOI: 10.1016/S0002-8703(30)90089-0

MOURA JUNIOR, P. C.; VIEIRA, T. H. M.; VIEIRA, S. R. C.; SOBREIRO, D.; RUIZ, C. R.; GABRIELA, C.; WAFAR, G. C.; SILVA, N. C.; WAFAR, N. Estudo anatômico das artérias coronárias de suínos Landrace. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro,

v. 28, p. 103-107, 2008. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-736X2008000200002 >.

Acesso em: 22 mar. 2018. DOI: 10.1590/S0100-736X2008000200002

NAKANO-OLIVEIRA, Eduardo. **Ecologia alimentar e area de vida de carnivoros da Floresta Nacional de Ipanema, Ipero, SP (Carnivora : Mammalia)**. 2002. 97p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, São Paulo, 2002. Disponível em:

<<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315864>>. Acesso em: 1 ago. 2018.

NOESTELTHALLER, A.; PROBST, A.; KONIG, H. E. Branching patterns of the left main coronary artery in the dog demonstrated by the use of corrosion casting technique.

Anatomia, histologia, embryologia, Berlin, v. 36, p. 33-7, 2007. Disponível em: <

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17266665> >. Acesso em: 11 mar. 2018. DOI:

10.1111/j.1439-0264.2006.00711.x

NOWAK, R. M. **Walker's Mammals of the World**. 6. ed. Baltimore: The John Hopkins University Press, 1999.

OLIVEIRA, C. L. S.; DAVID, G. S.; CARVALHO, M. O.; DORNELAS, D.; ARAÚJO, S.; SILVA, N. C.; RUIZ, C. R.; FERNANDES, J. R.; WAFAR, N. Anatomical Indicators of Dominance between the Coronary Arteries of Dogs. **International Journal of Morphology**, Temuco, v. 29, n. 3, p. 845-849, 2011. Disponível em: <

https://www.researchgate.net/publication/288067074_Anatomical_Indicators_of_Dominance_between_the_Coronary_Arteries_of_Dogs >. Acesso em: 22 jan. 2018. DOI:

10.4067/S0717-95022011000300030

PASQUINI, C.; SPURGEON, T.; PASQUINI, S. **Anatomy of Domestic Animals: Systemic & Regional Approach**. 11. ed. Texas: SDZ Publishing, 2007.

PENTEADO, M. J. F. **Área de vida, padrões de deslocamento e seleção de habitat por Pumas (*Puma concolor*) e Jaguatiricas (*Leopardus pardalis*), em paisagem fragmentada do Estado de São Paulo**. 2012. 134 p. Tese (doutorado) - Universidade

Estadual de Campinas, Instituto de Biologia, Campinas, SP, 2012. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/315856>>. Acesso em: 19 ago. 2018.

PÉREZ, W.; KATZ, H.; LIMA, M. Gross heart anatomy of *Arctocephalus australis* (Zimmerman, 1783). **Anatomical Science International**, Carlton, v. 83, n. 1, p. 6-10, 2008. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18402082>>. Acesso em: 22 jan. 2018. DOI: 10.1111/j.1447-073X.2007.00189.x

PEREZ, W.; LIMA, M. Brief description of the cardiac anatomy in a tiger (*Panthera tigris*, Linnaeus, 1758). **Veterinární Medicína**, Praha, v. 52, n. 2, p. 83-86, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/200099909_Brief_description_of_the_cardiac_anatomy_in_a_tiger_Panthera_tigris_Linnaeus_1758_A_case_report>. Acesso em: 22 jan. 2018. DOI: 10.17221/2054-VETMED

PIANETTO, M. B. The coronary arteries of the dog. **American Heart Journal**, Saint Louis, v. 18 p. 403-410, 1939. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0002870339906666>>. Acesso em: 02 mar. 2018. DOI: 10.1016/S0002-8703(39)90666-6

PINTO NETO, J. L.; LEÃO, C. E. S.; VIEIRA, T. H. M.; LOPES, A. K. M. S.; VIEIRA, S. C. C.; SILVA, N. C.; WAFAR, G. C.; RUIZ, C. R.; WAFAR, N. Indicadores anatômicos de dominância entre as artérias coronárias em caprinos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 46, p. 48-53, 2009. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3vDRpCY9A78J:https://www.revistas.usp.br/bjvras/article/download/26749/28532+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>>. Acesso em: 30 mar. 2018. DOI: 10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2009.26749

RADE, W.; FELIPE PEREIRA, W.; OZANAN CARNEIRO E SILVA, F. Origem, trajeto, distribuição e ramificações ventriculares da artéria coronária direita do macaco prego (*Cebus apella*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 22, p. 133-137, 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6726>>. Acesso em: 04 mar. 2018.

RODRIGUES, M. R. **Morfologia do coração do gato doméstico (*Felis catus*): vascularização arterial e região juncional atrioventricular**. 1997. 134 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Humana e Experimental) - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

SCANSEN, B. A. Coronary Artery Anomalies in Animals. **Veterinary Sciences**, Utrecht, v. 4, p. 20, 2017. Disponível em: < www.mdpi.com/2306-7381/4/2/20/pdf >. Acesso em: 05 mar. 2018. DOI: 10.3390/vetsci4020020

SCHUMMER, A.; WILKENS, H. VOLLMERHAUS, B.; HABERMEHL, K-H. **The circulatory system, the skin and the cutaneous organs of the Domestic Mammals**. 1. ed. Berlin: Verlag Paul Parey, 1981

SHIVELY, M. J. **Veterinary Anatomy: basic, comparative, and clinical**. 1. ed. Texas: Texas A&M University Press, 1984.

SHOSTELL, J. M.; RUIZ-GARCIA, M. An introduction to Neotropical Carnivores. In: RUIZ-GARCIA, M.; SHOSTELL, J. M. **Molecular Population Genetics, Evolutionary Biology and Biological Conservation of Neotropical Carnivores**. Nova York: Nova Science Publishers, 2012. p. 1-36.

SILVA, M. F. M.; SOUZA, W. V.; ALMADA, R. M. F.; CARVALHO, A. D.; SOUZA JÚNIOR, P. Anatomía comparada de los músculos supinador y pronador redondo de tres especies carnívoras silvestres. **Revista Argentina de Anatomía Online**, Buenos Aires, v. 6, p. 117-122, 2015. Disponível em: < <http://www.revista-anatomia.com.ar/archivos-parciales/2015-3-revista-argentina-de-anatomia-online-c.pdf> >. Acesso em: 02 mar. 2018.

SIQUEIRA-BATISTA, R.; GOMES, A. P.; RÔÇAS, G.; COTTA, R. M. M.; RUBIÃO, E. C. N.; PISSINATTI, A. Chagas's disease and deep ecology: The anti-vectorial fight in question. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 677-687, 2011. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21340344> >. Acesso em: 28 fev. 2018. DOI: 10.1590/S1413-81232011000200032

- SMODLAKA, H.; HENRY, R. W.; REED, R. B. Macroscopic Anatomy of the Great Vessels and Structures Associated with the Heart of the Ringed Seal (*Pusa hispida*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, Berlin, v. 38, n. 3, p. 161–168, jun. 2009. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19245671>>. Acesso em: 28 fev. 2018. DOI: 10.1111/j.1439-0264.2008.00896.x
- STRAHL, S. D.; SILVA, J. L.; GOLDSTEIN, I. R. The bush dog (*Speothos venaticus*) in Venezuela. **Mammalia**, Paris, v. 56, p. 9-13, 1992. Disponível em: < <https://www.degruyter.com/view/j/mamm.1992.56.issue-1/mamm.1992.56.1.9/mamm.1992.56.1.9.xml>>. Acesso em: 04 dez. 2019. DOI: 10.1515/mamm.1992.56.1.9
- TILLEY, L. P.; GOODWIN, J. K. **Manual de cardiologia para cães e gatos**. 3. ed. São Paulo: Roca, 2002.
- TRIGO, T. C.; RODRIGUES, M. L. F.; KASPER, C. B. Carnívoros Continentais. In: WEBER, M. M.; ROMAN C.; CÁCERES, N. C. **Mamíferos do Rio Grande do Sul**. Santa Maria: UFSM, 2013. p. 343-404.
- TRUEX, R. C.; BELEJ, R.; GINSBERG, L. M.; HARTMAN, R. L. Anatomy of the Ferret Heart: An Animal Model for Cardiac Research. **Anatomical Record**, Philadelphia, v. 179, p. 411-422, 1974. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4842486>>. Acesso em: 27 jan. 2018. DOI: 10.1002/ar.1091790402
- ZHANG, J.; YU, S-Y.; XIE, M-R.; CHEN, Y-Q.; SHANG, J-K.; ZHANG, H-L. Anatomy of the Coronary Arteries in *Panthera pardus* and *Arctonyx collaris*. **Chinese Journal of Zoology**, China, v. 43, p. 144-149, 2008. Disponível em: < http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-BIRD200803032.htm>. Acesso em: 12 fev. 2018.