



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E PRODUÇÃO ANIMAL NA
AMAZÔNIA

NATACHA CINTIA FERREIRA FERNANDES

RAMOS AÓRTICOS E *RETE MIRABILE* DOS MEMBROS LOCOMOTORES DE
Choloepus didactylus

BELÉM

2021

NATACHA CINTIA FERREIRA FERNANDES

**RAMOS AÓRTICOS E *RETE MIRABILE* DOS MEMBROS LOCOMOTORES DE
*Choloepus didactylus***

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, para obtenção do Título de Mestre.

Área de Concentração: Saúde e Meio Ambiente

Orientador: Prof^a. Dr^a. Ana Rita de Lima

BELÉM

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas da Universidade Federal Rural da Amazônia
Gerada automaticamente mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F363r Fernandes, Natacha Cintia Ferreira
Ramos aórticos e rete mirabile dos membros locomotores de *Choloepus didactylus* /
Natacha Cintia Ferreira Fernandes. - 2021.
50 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) - Programa de PÓS-GRADUAÇÃO em Saúde e Produção
Animal na AMAZÔNIA(PPGSPAA), Campus Universitário de Belém, Universidade Federal
Rural Da Amazônia, Belém, 2021.

Orientador: Profa. Dra. Ana Rita de Lima

1. Preguiça-real. 2. artérias. 3. morfologia animal. 4. dissecação. 5. variação anatômica.
I. Lima, Ana Rita de, orient. II. Título

CDD 571.31

NATACHA CINTIA FERREIRA FERNANDES

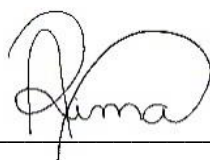
RAMOS AÓRTICOS E *RETE MIRABILE* DOS MEMBROS LOCOMOTORES DE

Choloepus didactylus

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia como parte das exigências do Curso de Mestrado em Saúde e Produção Animal na Amazônia, área de concentração Saúde e Meio Ambiente, para obtenção do título de Mestre.

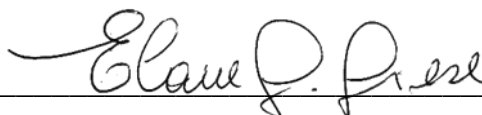
Aprovado em 01 de abril de 2021

BANCA EXAMINADORA



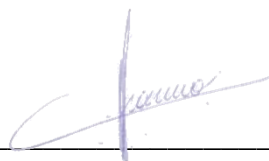
Prof^a. Dr^a. Ana Rita de Lima – Orientadora

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof^a. Dr^a. Elane Guerreiro Giese – 1^o Examinador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof^a. Dr^a. Érika Branco – 2^o Examinador

Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA



Prof^a. Dr^a. Elen Yasmin Eguchi Mesquita – 3^o Examinador

Universidade da Amazônia – UNAMA

Dedico este trabalho aos meus pais Maria e Irineu Fernandes que apesar da vida humilde que tiveram sempre me ensinaram que a educação era o caminho certo a ser seguido. Tudo é por vocês!

AGRADECIMENTOS

Gratidão primeiramente a Deus, pois sem Ele para me dar saúde neste ano tão difícil, nada disso seria possível. Agradeço por todas as bênçãos alcançadas na minha jornada até aqui.

Agradeço imensamente aos meus pais. À minha mãe Maria, que compreende a importância dos estudos em minha vida e sempre me apoia quando alcanço mais um degrau na vida acadêmica. Ao meu pai Irineu, agradeço por ser fonte de serenidade, inspiração e tranquilidade nos momentos mais turbulentos; por ser meu maior incentivador e admirador.

Aos meus irmãos, Jade e Nickolas, vocês são minha motivação diária, a minha força nos momentos de dificuldade. Vocês são meu orgulho!

Ao meu amor, Renato, obrigada por ser esse noivo tão incentivador e por sempre acreditar na minha capacidade, mesmo quando nem eu acredito. Obrigada também por toda a paciência nos momentos de ausência por conta do trabalho e estudos.

À minha orientadora Prof^a Dr^a Ana Rita, agradeço por todos os ensinamentos ao longo destes 2 anos. Não consigo expressar toda a gratidão por cada minuto disponibilizado para me orientar. À professora Érika Branco, obrigada por todas as orientações, toques e dicas, para que o trabalho pudesse sair cada vez melhor.

Aos amigos do HOVET, em especial à Márcia Figueiredo, por toda compreensão nos momentos em que precisei me ausentar para cumprir carga horária do programa. Ao Jeanderson, Salomão, Dona Miriam, Iago e Mateus, agradeço por ficarem no meu lugar nos momentos de ausência. À equipe do SDI, agradeço pelos exames realizados.

As amigas do laboratório, Jéssica e Elisa, obrigada pelas horas que tiraram do tempo de vocês para me ajudarem.

À equipe do bosque, obrigada pela disponibilização dos animais deste estudo. Ao LHEA, gratidão pela liberação do uso do laboratório e pelo uso do aparelho de microscopia eletrônica de varredura.

RESUMO

Choloepus didactylus, conhecida como preguiça real, é encontrada no norte do Brasil e da América Latina. Entretanto, com a destruição dos habitats desses animais, eles são encontrados com maior frequência em áreas urbanizadas necessitando de cuidados veterinários. Esses cuidados envolvem conhecimentos básicos como anatomia e fisiologia dos sistemas vasculares, para o sucesso de procedimentos clínico-cirúrgico nestas espécies. Nesta dissertação, identificamos e descrevemos a origem dos principais ramos aórticos e o *Rete mirabile* dos membros locomotores de *Choloepus didactylus*. Para isto, seis espécimes de *Choloepus didactylus* tiveram suas artérias preenchidas por látex, dissecadas e fixadas em formaldeído a 10%, bem como, tiveram fragmentos retirados para análise por microscopia de luz e de varredura. Nesta espécie, o arco aórtico apresentou duas ramificações, o tronco braquiocefálico e a artéria subclávia esquerda. A porção inicial da aorta abdominal apresentou quatro ramificações diferentes quando comparado à própria espécie e a outros mamíferos, além de peculiaridades nas artérias adrenais, renais e ilíacas. A microscopia da *rete mirabile* revelou uma artéria muscular sendo circundada por artérias musculares de menor calibre, veias, nervos e tecido linfático, unidos por tecido conjuntivo. Diante do exposto, *Choloepus didactylus* possui ramos aórticos distintos quando comparados a membros da mesma Superordem. A descrição das diferentes ramificações da porção inicial do abdômen tem importância em procedimentos clínico-cirúrgicos e não demonstraram ter relação com sexo ou idade dos animais. Além disso, sugere-se que a *rete mirabile* seja uma fonte de armazenamento sanguíneo durante contrações musculares prolongadas e um eficiente termorregulador.

PALAVRAS-CHAVE: Preguiça-real; artérias; morfologia animal; dissecação; variação anatômica.

ABSTRACT

Choloepus didactylus, known as two-toed sloths, is found in northern Brazil and Latin America. However, because of the destruction of these animals' habitats, they are found more frequently in urbanized areas in need of veterinary care. This care involves basic knowledge such as anatomy and physiology of vascular systems for the success of clinical-surgical procedures in these species. In this dissertation, we identify and describe the origin of the main aortic branches and the *Rete mirabile* of the locomotor members of *Choloepus didactylus*. For this, six specimens of *Choloepus didactylus* had their arteries filled with latex, dissected and fixed in 10% formaldehyde; also, they had fragments removed for analysis by light and scanning microscopy. In this species, the aortic arch had two branches, the brachiocephalic trunk and the left subclavian artery. The initial portion of the abdominal aorta showed four different branches when compared to the species itself and to other mammals. Moreover, the specimen had peculiarities in the adrenal, renal and iliac arteries. Microscopy of the *rete mirabile* revealed a muscular artery being surrounded by smaller muscular arteries, veins, nerves and lymphatic tissue, joined by connective tissue. Given the above, *Choloepus didactylus* has distinct aortic branches when compared to members of the same Superorder. The description of the different ramifications of the initial portion of the abdomen is important in clinical-surgical procedures and has not been shown to be related to the sex or age of the animals. Finally, the *rete mirabile* is suggested to be a source of blood storage during prolonged muscle contractions and an efficient thermoregulator.

KEYWORDS: Two-toed sloths; arteries; animal morphology; dissection; anatomical variation.

SUMÁRIO

1 CONTEXTUALIZAÇÃO	8
1.1 Caracterização do problema	10
1.2 Morfofisiologia de <i>Choloepus didactylus</i>	12
1.3 Ramos aórticos	14
1.4 <i>Rete mirabile</i>	16
2 OBJETIVOS	18
2.1 Objetivo geral	18
2.2 Objetivos específicos.....	18
3 REFERÊNCIAS	19
4 AORTIC BRANCHES AND <i>RETE MIRABILE</i> OF THE LOCOMOTOR MEMBERS OF TWO-TOED SLOTH (<i>Choloepus didactylus</i>)	24
ABSTRACT	25
INTRODUCTION	26
MATERIAL AND METHODS	27
RESULTS	28
Macroscopic analysis	28
Branches of the thoracic aorta.....	28
Branches of the abdominal aorta.....	30
<i>Rete mirabile</i>	34
Microscopic analysis	35
DISCUSSION	39
REFERENCES	44

1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A Superordem Xenarthra é considerada a mais variada dentre os mamíferos pois agrupa animais de morfologias, comportamentos e habitats bem diferentes. Neste grupo se encontram os tamanduás, tatus e preguiças divididos em 4 famílias, 13 gêneros e 29 espécies (TIRIRA, 1999).

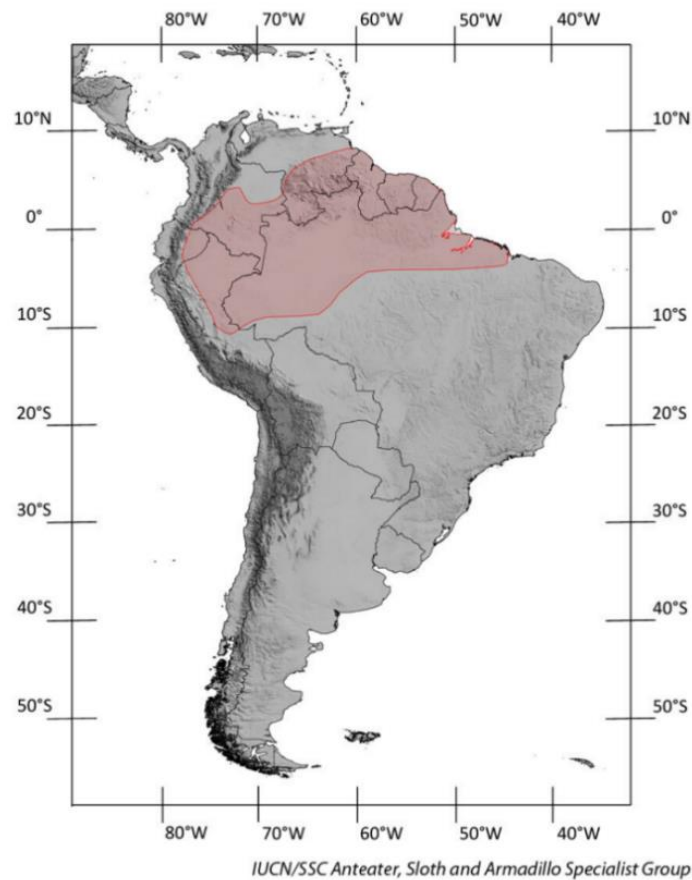
Choloepus didactylus, também conhecida como preguiça-real ou unau é a maior espécie da família Megalonychidae e apresenta como uma de suas principais características somente dois dedos nos membros torácicos. Atualmente apresentam apenas um gênero, o *Choloepus*, e duas espécies *C. didactylus* e *C. hoffmanni* (MIRANDA; RÖHE; VAZ, 2015). De acordo com Gotch (1979), a palavra *Choloepus* tem origem grega e significa pés mutilados, possivelmente é uma comparação à preguiça de 3 dedos.

Na lista de espécies ameaçadas de extinção, *C. didactylus* se encontra na categoria Menos Preocupante, frente a sua ampla distribuição, sua população e sua grande ocorrência em áreas protegidas. Devido ficarem no alto de dosséis, imóveis, esses animais não são caçados como tatus e tamanduás, sua caça se dá provavelmente de maneira oportunista (CHIARELLO; PLESE, 2014).

Anteriormente, os ancestrais dos Xenarthra chegaram a América do sul no período Paleoceno, e as preguiças se distribuem hoje em florestas tropicais da América Central e do Sul (DINIZ; OLIVEIRA, 1999).

Atualmente, habitantes das florestas úmidas, *C. didactylus* possui hábitos noturnos e solitários, unindo-se aos seus parceiros apenas na época do acasalamento (TIRIRA, 1999; AGUILAR; SUPERINA, 2015). Não é uma espécie endêmica ao Brasil, sendo encontrada no Bioma Amazônia (Oeste do estado do Maranhão ao longo do Rio Amazonas/Solimões) que abrange os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Rondônia, Roraima, Maranhão, Pará e até no Mato Grosso (PAGLIA et al, 2012). Além disso, pode ser encontrada ao leste dos Andes, Venezuela, Guianas, Equador, Peru e ao sul da Colômbia (Figura 1) (SUPERINA et al., 2010).

Figura 1 - Distribuição geográfica de *Choloepus didactylus* no Brasil e na América Latina.



Fonte: Chiarello & Plese (2014).

Outro fator importante na caracterização dessa espécie é a coloração e o tamanho. *Choloepus didactylus* varia de uma coloração marrom até um esverdeado; o tom esverdeado é comum em animais de vida livre por conta de algas que vivem em seus pelos. A coloração do ventre é mais clara em comparação ao dorso e animais jovens tendem a apresentar pelagens mais escuras e macias (ADAM, 1999). Ademais, o peso desta espécie pode variar entre 4,1 e 8,5 kg e o seu comprimento varia de 63 a 88 cm (Figura 2) (GILMORE; DUARTE; DA-COSTA, 2008; AGUILAR; SUPERINA, 2015).

A preguiça de dois dedos possui pelos da região ventral de seu pescoço na mesma coloração que o pelo de seu peitoral, ao mesmo tempo que são longos e finos comparados aos da região dorsal e ombros (ADAM, 1999).

Figura 2 - Espécime adulto de *Choloepus didactylus*.



Fonte: Gilberto Nascimento (Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7124-mamiferos-choloepus-didactylus-preguica-real>).

1.1 Caracterização do problema

O avanço da urbanização e destruição de áreas rurais para transformação de florestas em pastos vêm provocando a destruição de habitat, facilitando a ação de predadores, aumentando o risco de doenças e a introdução de espécies exóticas (ALBUQUERQUE, 2017). Devido a destruição dos habitats de preguiças, elas ficam em condições de vulnerabilidade, estando predispostas a ataques de predadores e escassez de alimentos (MIRANDA, 2018). Em consequência, elas cada vez mais são encontradas em áreas urbanizadas, necessitando de cuidados veterinários (SILVA; DUARTE; DA-COSTA, 2005; LIMA *et al.*, 2012).

Em relação ao risco de doenças, estas podem ser de caráter zoonótico ou não, e vêm sendo discutidas no meio científico por apresentarem potencial epidêmico e endêmico (CARRIJO; LIMONGI, 2019). Vários destinos cercam a vida de animais silvestres que perdem seus habitats: podem morrer, ser soltos de forma inadequada

ou encaminhados para órgãos onde são reabilitados e devidamente destinados (CATÃO-DIAS, 2008).

Por outro lado, segundo Moreno e Plese (2006), na Amazônia Colombiana os principais motivos de resgates de preguiças são: atropelamento, descargas elétricas e animais perdidos de seus habitats. O comportamento arborícola das mesmas, faz elas se aproximarem de áreas urbanizadas e postes de alta tensão; por isso, acidentes com descargas elétricas são comuns (LIMA *et al.*, 2012).

Além disso, as preguiças, de maneira geral, são consideradas presas fáceis do comércio ilegal de animais silvestres. Os traficantes fazem uso de tranquilizantes para tornar o animal atrativo aos olhos dos compradores, além de costumeiramente lixar as unhas e dentes destes animais (PLESE, 2014).

De acordo com Messias *et al.* (2001) e Plese, Moreno & Rodríguez (2008), devido a manipulação que esses animais sofrem na captura, transporte, cativeiro e abandono, alguns apresentam enfermidades como traumatismos e desordem digestivas que são consequência das condições inadequadas a que são submetidos. Ainda, as preguiças filhotes e jovens são as mais atendidas em centros de recuperação pois são alvos do tráfico e posse ilegal (RIÑANO; VILLAMIZAR; RICO, 2016).

Desse modo, apesar da crescente expansão da clínica de animais silvestres, o atendimento médico ainda é um desafio (SANTOS *et al.*, 2017). A escassez de informações anatômicas e fisiológicas pode dificultar a prática clínica efetiva e procedimentos cirúrgicos (SILVA, 2013). Portanto, não é incomum o relato de intervenções cirúrgicas realizadas de maneira inadequada, resultando em prognóstico desfavorável devido ao desconhecimento da anatomia de animais silvestres (FRANCESCHI *et al.*, 2009).

Neste contexto, o conhecimento sobre anatomia, fisiologia e particularidades das espécies silvestres por parte de médicos veterinários auxilia na rapidez do atendimento clínico e cirúrgico, bem como no manejo. Então, o conhecimento do sistema circulatório e sua dinâmica é de grande valor neste cenário e pode ser o diferencial para o sucesso da conservação de animais selvagens uma vez que extrapolar a anatomia de outras espécies pode apresentar risco grave à saúde (BRANCO *et al.*, 2017).

A justificativa desta pesquisa se deve ao fato da necessidade de conhecer sobre os ramos arteriais de *Choloepus didactylus*, a fim de contribuir com acessos clínicos e cirúrgicos, entender o papel das artérias para a biologia dessa espécie, além de enriquecer a literatura.

1.2 Morfofisiologia de *Choloepus didactylus*

As preguiças passam a maior parte de suas vidas agarradas às árvores e para isso usam seus pés e mãos especializados a fim de manter uma conexão firme com os galhos (NYAKATURA; PETROVITCH; FISCHER, 2010). Para conseguir se sustentar tanto tempo nos altos sem descer ao solo, elas possuem algumas particularidades. Por exemplo, a vesícula urinária da preguiça real é capaz de armazenar em média 800 ml de urina (entre 340 a 1600 ml ou 178 ml/kg), permitindo que a eliminação fisiológica aconteça somente a cada 3 a 8 dias (BLACK *et al.*, 2019).

Além disso, estes mamíferos apresentam taxas metabólicas reduzidas em 40 a 60% em comparação com o esperado para suas massas corpóreas, isso se deve à redução natural de sua massa muscular em razão de seu estilo de vida sedentário (GILMORE; DA-COSTA; DUARTE, 2000). Em virtude disso, a temperatura corporal de preguiças é menor quando comparado a outros mamíferos, e varia entre 32,7° a 35,5°C (MCNAB, 1985).

De maneira geral, a baixa temperatura corporal desta espécie é fator decisivo para sua distribuição geográfica visto que elas não só sofrem variação de temperatura de acordo com o ambiente como também possuem pouca tolerância a baixas temperaturas. Dentre elas, *C. didactylus* tem maior condução térmica quando comparada a *Bradypus variegatus*, pois a segunda possui uma camada extra de pelos abaixo dos pelos mais grosso (GILMORE; DA-COSTA; DUARTE, 2000).

Sobre a alimentação de preguiças, este também parece ser fator que influencia no metabolismo basal diminuído desta espécie (GILMORE; DA-COSTA; DUARTE, 2000), pois na natureza esses mamíferos se alimentam de uma dieta rica em fibras e com baixa quantidade de energia e carboidratos solúveis (CHIARELLO, 2008).

Bradypus variegatus apresentam uma dieta mais seletiva e composta por 99% de folhas. Por outro lado, *C. didactylus* apresentam uma dieta mais variada, além das plantas, elas se alimentam de insetos, pássaros e pequenos répteis (CHIARELLO, 2008). Assim como, em cativeiro, são incluídas em sua dieta: frutas, vegetais, preparações comerciais de animais de companhia e ovos cozidos (AGUILAR; SUPERINA, 2015).

Ainda, de acordo com McKenzie, Ernst & Taranu (2005), as preguiças não bebem água, em vez disso elas retiram água da digestão de folhas frescas. Entretanto, *C. didactylus* devem ter sempre água disponível (MESSIAS *et al.*, 2001).

Apesar de pertencerem a mesma Superordem Xenarthra, os animais deste grupo apresentam anatomia e metabolismo completamente distintos. Carvalho *et al.* (2014), ao compararem morfologicamente o intestino de preguiça de coleira (*Bradypus torquatus*), tatu-verdadeiro (*Dasypus novemcinctus*) e tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*) concluíram que estes animais se assemelham mais a espécies de outras famílias que apresentam hábito alimentar semelhante do que com os espécimes da própria família.

Além disso, elas apresentam algumas diferenças entre si, por exemplo, a *Choloepus* difere da *Bradypus* pois possui grandes dentes caniniformes (semelhante ao dente canino nos carnívoros), os quais são utilizados em sua defesa (PLESE; CHIARELLO, 2014).

De acordo com Pauli *et al.* (2014), algumas espécies de animais possuem estilo de vida restrito, é o exemplo daqueles que forrageiam plantas em árvores pois eles precisam ser pequenos e leves para se equilibrarem no alto dos dosséis, por outro lado, o corpo limita a capacidade digestiva para processar matéria vegetal, rica em fibras e pobre em nutrientes digeríveis.

Para superar tais restrições, os herbívoros arbóreos, como as preguiças, desenvolveram adaptações anatômicas, fisiológicas e comportamentais, tais como, órgãos digestórios pré-gástricos, taxas metabólicas reduzidas e preferências alimentares restritas, respectivamente (PAULI *et al.*, 2014).

Estas adaptações anatômicas assemelham morfologicamente as preguiças aos ruminantes, pois são consideradas mamíferos poligástricos por desenvolverem

câmaras fermentadoras precedidas de estômago químico. Enquanto a porção pré-pilórica de seu estômago apresenta porção mecânica e química, semelhante às aves (MESQUITA *et al.*, 2020).

1.3 Ramos aórticos

Os grandes vasos torácicos nos animais domésticos incluem a aorta ascendente, o arco aórtico, aorta descendente, o tronco braquiocefálico, as artérias subclávias, artérias carótidas comum, artérias torácicas internas, artérias axilares, artérias cervicais superficiais, os troncos costocervicais e as artérias pulmonares (BEZUIDENHOUT, 2013; SEBASTIAN-MARCOS *et al.*, 2019).

A aorta tem sua origem no ventrículo esquerdo e em sua parte inicial, chamada de bulbo da aorta, são formados os seios, acima das três válvulas das valvas da aorta, onde se originam as artérias coronárias direita e esquerda. A aorta se curva cranial, dorsal e caudalmente penetrando no pericárdio até atingir a parte ventral das vértebras torácicas ao nível da sétima vértebra (DYCE; SACK; WENSING, 2019).

Nas grandes espécies, os ramos a surgirem na aorta são as artérias subclávias e as carótidas comum que se unem e formam um tronco curto e único chamado tronco braquiocefálico (DYCE; SACK; WENSING, 2019). Em cães, este é o primeiro ramo a surgir dando origem a artéria carótida comum esquerda e ao final se ramifica em artéria carótida comum direita e artéria subclávia direita (EVANS; DE LA HUNTA, 1994).

O segundo ramo que emerge do arco aórtico de cães é a artéria subclávia esquerda. A partir das artérias subclávias, surgem ramificações para irrigação do tórax, cabeça, pescoço e membros torácicos (EVANS; DE LA HUNTA, 1994). Entretanto, variações anatômicas vasculares são frequentemente observadas e documentadas na literatura, em todas as espécies (PEREIRA, 2019).

Na espécie canina, por exemplo, Sebastian-marcos *et al.* (2019) registraram três tipos de ramificações do arco aórtico. No primeiro padrão de ramificação, as artérias carótidas comum surgem de um mesmo ponto; no segundo modelo, as

artérias carótidas surgem distantes uma das outras; e no último tipo de ramificação, essas artérias emergem de um tronco comum, o tronco bicarotídeo.

Na sequência, o arco aórtico se curva dorsalmente passando a ser chamado de aorta torácica. Esta, emite as artérias intercostais dorsais, a partir do quarto ou quinto espaço intercostal e continuam caudalmente (EVANS; DE LA HUNTA, 1994). A aorta torácica segue, então, até o hiato aórtico diafragmático (DYCE; SACK; WENSING, 2019).

Após passar pelo hiato diafragmático, a aorta adentra a cavidade abdominal e passa a ser chamada de aorta abdominal. A partir de então, esta emite ramos arteriais para irrigação dos órgãos abdominais. O tronco celíaco é um dos vasos mais largos e o primeiro a surgir. Este possui três ramos: a artéria hepática, artéria gástrica esquerda e a artéria esplênica que são responsáveis por nutrir o fígado, estômago e baço, respectivamente (LE POMMELLETT *et al.*, 2018).

O segundo ramo a emergir da aorta abdominal é a artéria mesentérica cranial, ela surge caudal e separado do tronco celíaco (EVANS; DE LA HUNTA, 1994). Entretanto, variações anatômicas são comuns entre os ramos do tronco celíaco, sejam eles bifurcados ou isolados, ou até mesmo destes com a artéria mesentérica cranial. Quando este último ocorre, recebe o nome de tronco celiacomesentérico (LE POMMELLETT *et al.*, 2018).

As próximas artérias a deixarem a aorta abdominal são as artérias frênicoabdominais, em pares, elas surgem entre a artéria mesentérica cranial e as artérias renais, e se dividem em artéria frênica caudal e artéria abdominal cranial (GHOSHAL, 1986). A primeira, irriga o diafragma até sua parte esternal, enquanto a segunda, fornece ramos para irrigação dos músculos sublombares, gordura renal e glândula adrenal (CULAU; AZAMBUJA; CAMPOS, 2008).

Outro ramo a surgir na aorta abdominal é a artéria renal. Em cães, estas emergem em níveis diferentes, sendo à direita mais cranial que a esquerda. Em seguida, origina-se da aorta, um par de artérias que recebe o nome de artéria ovárica nas fêmeas e artéria testicular nos machos. O calibre desta artéria varia conforme tamanho, posição e tortuosidade do útero (EVANS; DE LA HUNTA, 1994).

A artéria mesentérica caudal é ímpar e deixa a aorta abdominal na sua face ventral, próximo à divisão terminal desta, dividindo-se após um curto trajeto (MARQUES *et al.*, 2013). Esta é responsável pela irrigação do cólon descendente e reto (EVANS; DE LA HUNTA, 1994).

Os ramos terminais da aorta são as artérias ilíaca externa, ilíaca interna e a sacral mediana. As duas primeiras surgem em pares e são responsáveis pela irrigação do membro pélvico e da pelve, respectivamente (EVANS; DE LA HUNTA, 1994). Enquanto a artéria sacral mediana emerge ímpar, após a bifurcação da aorta, entre as artérias ilíacas internas, sendo responsável pelos ramos sacrais (KOSTOV *et al.*, 2021).

1.4 Rete mirabile

A função da circulação no corpo é o transporte de nutrientes, atendendo às necessidades do organismo, remoção dos produtos de excreção dos tecidos, carreamento de hormônios de uma parte do corpo à outra e manutenção de todos os líquidos teciduais para que aconteça um ambiente apropriado para manutenção da vida. Por sua vez, as artérias transportam o sangue a todo corpo sob alta pressão, devido isso possuem paredes vasculares extremamente fortes permitindo que o sangue flua com rapidez (GUYTON; HALL, 1997).

Rete mirabile é um termo anatômico antigo, em latim, que significa “rede maravilhosa”. Esta rede é formada por artérias e veias com a função de um sistema de troca de calor contracorrente e manutenção da temperatura nos membros numa temperatura menor do que no resto do corpo (O’DEA, 1990).

Em mamíferos arbóreos, a *rete mirabile* encontrada nos membros é altamente desenvolvida, e por isso recebe o nome de “feixe vascular” (O’DEA, 1990). É composta por um arranjo linear de múltiplas artérias e veias em paralelo, como também de nervos, envolvidos por uma bainha fascial (SUCKLING; WALKER, 1969).

Esses mamíferos desenvolveram os feixes devido a postura de se manterem agarrados às árvores por longos períodos. Neste grupo estão as preguiças, lóris e tamanduás (WISLOCKI; STRAUS, 1933; SUCKLING; SUCKLING; WALKER, 1969). Dentre as funções sugeridas para a *rete mirabile*, estão incluídas as funções de reservatório sanguíneo e armazenamento para prevenir a estase sanguínea durante a contração muscular prolongada (ADAM, 1999).

De acordo com LUACES *et al.*, (2011), em tatus, a *rete mirabile*, localizada na cauda, é um ótimo local para punção sanguínea, principalmente em nível de campo onde a anestesia em muitos animais é inviável. É um local de boa irrigação, onde o sangue flui das artérias ou veias, tornando a venopunção rápida, mais fácil, evitando anestésias, mortalidade de animais e estresse excessivo.

Já em mamíferos marinhos, essa estrutura, pode ser encontrada em várias partes do corpo, sendo mais comum nas nadadeiras de pinípedes e nadadeiras caudais de baleias. A rede controla o fluxo sanguíneo no momento do mergulho, exercícios e regula o calor corporal nesses animais. A rede vascular aquece o sangue frio que está saindo da cauda e indo em direção ao centro do corpo e esfria o sangue arterial que está vindo do centro em direção a periferia corporal (CASTELLINI, 2009).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Identificar e descrever a origem das principais artérias que compõe o arco aórtico e as artérias abdominais de *Choloepus didactylus*. Bem como, identificar e descrever a *rete mirabile* dos membros locomotores nesta espécie.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar os ramos colaterais e ramificações do arco aórtico e aorta abdominal de *Choloepus didactylus*;
- Contribuir para estudos anatômicos e clínico-cirúrgicos arteriais de *Choloepus didactylus*;
- Descrever a morfofisiologia da *rete mirabile* dos membros torácicos e pélvicos de *Choloepus didactylus*.

3 REFERÊNCIAS

- ADAM, J. P. Mammalian Species: *Choloepus didactylus*. **American Society of Mammalogists**. n 621, pp. 1-8. 1999.
- AGUILAR, R. F.; SUPERINA, M. Xenarthra. In: MULLER, R. E.; FOWLER, M. E. **Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine**. Missouri: Elsevier, v. 8, p. 355-369, 2015.
- ALBUQUERQUE, P. V. **Ramos do Arco Aórtico e da Aorta Descendente em Bicho-Preguiça (*Bradypus variegatus*, Schinz. 1825)**. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2017.
- BEZUIDENHOUT, A. The heart and arteries. In: EVANS, H.; DE LAHUNTA, A., editors. **Miller's Anatomy of the Dog**. 4th ed. St Louis: Saunders Elsevier; p. 428-504, 2013.
- BLACK, P. A.; KELLER, D. L.; BURTON, M. S.; BISSELL, H. Renal evaluation in *Choloepus didactylus*. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, n 50, v 4, p. 983-987, 2019.
- BRANCO, E.; ARAGÃO, M. B. C.; MARTINS, D. M.; CARMO, D. C.; SANTOS, J. T. LIMA, A. R. O arco aórtico do Saium (*Saguinus niger*) e sua importância no processo de urbanização. **Biotemas**, v. 30, n. 4, p. 95-100, 2017.
- CARRIJO, L. M. P.; LIMONGI, J. E. Zoonoses relacionadas ao trabalho: riscos biológicos associados ao manejo da vida silvestre no bioma Cerrado. **Scientia Plena**, v. 15, n. 10, 2019.
- CARVALHO, M. M.; PIERI, N. C. G.; PEREIRA, K. F.; LIMA, F. C.; CARNIATTO, C. H. O.; MIGLINO, M. A.; RICCI, R. E.; MARTINS, D. S. Caracterização comparativa do intestino das espécies da Ordem Xenarthra. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 49-56, 2014.
- CASTELLINI, M. Thermoregulation. In: PERRIN, W. F.; WURSIG, B.; THEWISSEN, J. M. G. (Ed.). **Encyclopedia of Marine Mammals**. Elsevier, p. 1166-1171, 2009.
- CATÃO-DIAS, J. L. BIOSSEGURANÇA NA REINTRODUÇÃO DE ANIMAIS SILVESTRES NA NATUREZA. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 11, p. 178-81, 2008.
- CHIARELLO, A. G. **Sloth ecology: an overview of field studies**. In Vizcaíno, S. F. Loughry, W. J., editors: *The biology of the Xenarthra*, Gainesville, FL, University Press of Florida, 2008.
- CHIARELLO, A.; PLESE, T. ***Choloepus didactylus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2014: e.T4777A47439542**. 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T4777A47439542.en>. Acesso em: 05 Mar 2020.

CULAU, P. O. V.; AZAMBUJA, R. C.; CAMPOS, R. Ramos colaterais parietais e terminais da aorta abdominal em *Myocastor coypus* (nutria). **Ciência rural**, Santa Maria, v.38, n.4, p. 997-1002, 2008.

DINIZ, L. S. M.; OLIVEIRA, P. M. A. Clinical problems of sloths (*Bradypus* sp. and *Choloepus* sp.) in captivity. **Journal of Zoo and Wildlife Medicine**, V. 30, N. 1, pp. 76-80, 1999.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de Anatomia Veterinária**. 5 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

EVANS, H. E.; DE LA HUNTA, A. **Miller: Guia para dissecação do cão**. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p.121, 1994.

FRANCESCHI, R. C.; STHPP, S.; PEREIRA, M. A. M.; PROVENCÍ, M. Estudo da inervação e vascularização do membro torácico de *Columba livia*. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 46, n. 6, p. 507-514, 2009.

GHOSHAL, N. G. Coração e artérias do carnívoro. In: GETTY, R. (Org.). **Sisson/Grossman: Anatomia dos animais domésticos**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 1497-1550, 1986.

GILMORE, D. P.; DA-COSTA, C. P.; DUARTE, D. P. F. Na update on the physiology of two- and three-toed sloths. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 33, n. 2, p. 129-146, 2000.

GILMORE, D. P.; DUARTE, D. F.; DA COSTA, C. P.: **The physiology of two- and three toed sloths**. In Vizcaíno, S. F.; Loughry, W. J.; editors: *The biology of the Xenarthra*, Gainesville, FL, University Press of Florida. 2008.

GOTCH, A. F. *Mammals: their Latin names explained*. **Blandford Press**, Poole, Dorset, United Kingdom. 1979.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E.; **Tratado de Fisiologia Médica**. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1997.

KOSTOV, S.; SLAVCHEV, S.; DZHENKOV, D.; STOYANOV, G.; DIMITROV, N.; YORDANOV, A. Median sacral artery anterior to the left common iliac vein: From anatomy to clinical applications. A report of two cases. **Translational Research in Anatomy**, v. 21, p. 100101, 2021.

LE POMMELLET, H. M.; SCANSEN, B. A.; MATHYS, D. A.; MOLLENKOPF, D. F.; REEVES, L.; SKINAS, M. L.; PATEL, M. Arterial anomalies of the celiac trunk and median arcuate ligament compression in dogs and cats assessed by computed tomography angiography. **Veterinary Surgery**, v. 47, n. 2, p. 252–260, 2018.

LIMA, D. A. S. D.; LIMA, W. C.; RODRIGUES, M. C.; QUESSADA, A. M.; DOS SANTOS, K. M. M.; DE MOURA, C. R. C.; MAGALHÃES, C. S.; DE SOUSA, J. M.

Trauma elétrico em preguiça de vida livre: relato de caso. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**. 111, (583-584). P, 199-202. 2012.

LUACES, J. P.; ROSSI L. F.; ALDANA MARCOS H. J.; MERANI M. S. The *rete mirabile* of the tail, an effective site for sampling sterile blood from armadillos (Dasypodidae, Xenarthra), **Italian Journal of Zoology**, v. 78, n. 1, p. 63-69, 2011.

MARQUES, I. C. S.; GARCIA FILHO, S. P.; MARTINS, L. L.; LEAL, L. M.; REIS, A. C. G.; MACHADO, M. R. F. Artérias mesentéricas cranial e caudal da paca (Cuniculus paca, L. 1766). **Revista Biotemas**, v. 26, n. 1, p. 165-171, 2013.

MCKENZIE, A. ERNST, G. TARANU, Z. **Behavioural studies and rehabilitation of sloths in Parque Natural Metropolitano**. Smithsonian Tropical Research Institute, Washington, DC, 2005.

MCNAB, B. K. Energetics, population biology, and distribution of Xenarthrans, living and extinct. In: MONTGOMERY, G. G. (ed.). **The Evolution and Ecology of Armadillos, Sloths, and Vermilinguas**. Smithsonian Institution Press, Washington and London, p. 219-232, 1985.

MESQUITA, E. Y. E.; SOARES, P. C.; MELO, L. R.; FREIRE, E. C. B.; LIMA, A. R.; GIESE, E. G.; BRANCO, E. Sloths (*Bradypus variegatus*) as a polygastric mammal. **Microscopy Research & Technique**, v. 8, n. 1, p. 79-88, 2020.

MESSIAS, A.; BERESCA, A. K. C.; MUNAO, L.; ESBÉRARD, C. Order Xenarthra (Edentata) (sloths, armadillos, anteaters). In: M. FOWLER & Z. CUBAS, EDS. **Biology, medicine and surgery of South American wild animals**. Iowa, Iowa State University Press, p. 238–255, 2001.

MIRANDA, F. R.; RÖHE, F.; VAZ, S. M. **Avaliação do Risco de Extinção de *Choloepus didactylus* (Illiger, 1811) no Brasil**. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. ICMBio. 2015. Acesso em: 22 jan 2020. Disponível em: <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/lista-de-especies/7124-mamiferos-choloepus-didactylus-preguica-real.html>.

MIRANDA, M. E. L. C. **Descrição anatômica da artéria carótida externa e seus ramos na Preguiça-comum, *Bradypus variegatus* Schinz, 1985 (mammalia: Pilosa)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Departamento de Biologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2018.

MORENO, S.; PLESE, T. **The Illegal Traffic in Sloths and Threats to Their Survival in Colombia**. Edentata, n. 7, p. 10-68, 2006. Acesso em: 22 jan 2020. Disponível em: <http://www.bioone.org/doi/pdf/10.1896/1413-4411.7.1.64>.

NYAKATURA, J. A.; PETROVITCH, A.; FISCHER, M. S. Limb kinematics during locomotion in the two-toed-sloth (*Choloepus didactylus*, Xenarthra) and its implications for the evolution of the sloth locomotor apparatus. **Zoology**, v. 113, p. 221-234, 2010.

O'DEA, J. D. The mammalian *rete mirabile* and oxigen availability. **Comparative Biochemistry and Physiology**. v. 95A, n. 1, pp. 23-25, 1990.

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.E.; PATTON, J.L. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. 2ª Edição. **Occasional Papers in Conservation Biology**, 6: 1-76. 2012.

PAULI, J. N.; MENDOZA, J. E.; STEFFAN, S. A.; CAREY, C. C.; WEIMER, P. J.; PEERY, M. Z. A syndrome of mutualism reinforces the lifestyle of a sloth. **Proceedings of the Royal Society B**. 281, 2014.

PEREIRA, T. S. B. Variações anatômicas dos ramos do arco aórtico: relato de caso. **Revista da Faculdade de Ciências Médicas de Sorocaba**, Sorocaba, v. 21, n. 1, p. 45-8, 2019.

PLESE, T. **Los perezosos no son osos**. Fundación AIUNAU, CVS – Corporación Autónoma Regional de los Valles del Sinú y San Jorge, Córdoba, Colombia. 55 pp, 2014.

PLESE, T.; CHIARELLO, A. 2014. ***Choloepus hoffmanni***. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T4778A47439751. 2014. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T4778A47439751.en>. Acesso em: 08 Jul 2020.

PLESE, T.; MORENO, S.; RODRÍGUEZ, C. **Estrategia Nacional para la prevención y control al tráfico ilegal de las especies silvestres de perezosos en Colombia**. Bogotá, Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Fundación Unau y Corantioquia, p 24, 2008.

RIAÑO, D. M. D.; VILLAMIZAR, N. P.; RICO, C. I. B. Casuística de perezosos (*Bradypus variegatus* y *Choloepus hoffmanni*) recibidos en la Unidad de Rescate y Rehabilitación de Animales Silvestres (URRAS) de la Universidad Nacional de Colombia entre 2005 y 2010. **Edentata**, 17: 34-40. 2016.

SANTOS, E. R.; BARNI, B. D. S.; COLOMBI, L. A. F.; BRAGA, C. S.; MOMBACH, V. S.; MUCCILLO, M. D. S.; ALIEVI, M. M.; CONTESINI, E. A. Bloqueio de plexo braquial em um bugio-ruivo (*Alouatta guariba*): relato de caso. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Belo Horizonte, v. 69, n. 5, p. 1186-1190, 2017.

SEBASTIAN-MARCOS, P.; FONFARA, S.; BERGEAT, K.; WARREN-SMITH, C.; CASAMIAN-SORROSAL, D. Anatomical anomalies and variations of mains thoracic vessels in dogs: a computed tomography study. **Journal of veterinary cardiology**, n. 21, p. 57-66, 2019.

SILVA, E. M.; DUARTE, D. P. F.; DA-COSTA, C. P. Electrocardiographic studies of the three-toed sloth, *Bradypus variegatus*. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, p. 1885-1888. 2005.

SILVA, S. A. M. **Contribuições para a conservação de *Bradypus variegatus* (preguiça comum): processos históricos e demográficos moldando a**

diversidade nuclear, 2013. 180 f. Tese (Doutorado em Biologia) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SUCKLING, J. A.; SUCKLING, E. E.; WALKER, A. Suggested Function of the Vascular Bundles in the Limbs of *Perodicticus potto*. **Nature**, v. 21, p. 379-380, 1969.

SUPERINA, M.; PLESE, T.; MORAES-BARROS, M.; ABBA, A.M. The 2010 Slot Red List Assessment. **Edentata**, 11 (2): 115-134. 2010.

TIRIRA S., D. **Mamíferos del Ecuador**. Publicación Especial 2. Museo de Zoología. Centro de Biodiversidad y Ambiente, Pontificia Universidad Católica del Ecuador y Sociedad para la Investigación y Monitoreo de la Biodiversidad Ecuatoriana (SIMBIOE), Quito. 1999.

WISLOCKI, G. B.; STRAUS, W. L. JR. On the blood vascular bundles in the limbs of certain edentates and lemurs. **Bulletin of the Museum of Comparative Zoology at Harvard University**, v. 74, p. 3-16, 1933.

4 ARTIGO

Título: AORTIC BRANCHES AND *RETE MIRABILE* OF THE LOCOMOTOR MEMBERS OF TWO-TOED SLOTH (*Choloepus didactylus*)

Autores: FERNANDES, N. C. F.; BRANCO, E.; FREIRE, E. C. B.; LIMA, A. L. S. N.; GIESE, E. G.; MESQUITA, E. Y. E.; LIMA, A. R.

Revista: Anatomia, Histologia, Embryologia

Status: Submetido

Online ISSN: 1439-0264

Fator de Impacto (2021): 1.130

Qualis: B1 na Medicina Veterinária

**AORTIC BRANCHES AND *RETE MIRABILE* OF THE LOCOMOTOR MEMBERS
OF TWO-TOED SLOTH (*Choloepus didactylus*)**

Natacha Cintia Ferreira Fernandes¹, Érika Branco², Elisa Carla Barra Freire³, André Luis de Sousa Nogueira Lima⁴, Elane Guerreiro Giese², Ellen Yasmin Eguchi Mesquita⁵, Ana Rita de Lima^{2*}

¹Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia (PPGSPAA).

²Docente do Instituto de Saúde e Produção Animal (ISPA) na Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) e do Programa de Pós-graduação em Saúde e Produção Animal na Amazônia (PPGSPAA).

³Instituto de Medicina Veterinária (IMV), Universidade Federal do Pará – UFPA, Castanhal, PA, Brasil.

⁴Médico Veterinário Autônomo, Belém, PA, Brasil.

⁵Universidade da Amazônia, Belém, PA, Brasil.

*Correspondence author: arlimavet@gmail.com

ABSTRACT

Choloepus didactylus has reduced metabolism and difficulty in thermoregulation owing to its low body mass, and there are few studies related to the vascularization of abdominal and thoracic organs in these animals. Therefore, we macroscopically describe the arteries that comprise the aortic arch, thoracic aorta, and abdominal aorta. Six specimens were used, which had their arterial systems filled with latex stained in red and were later fixed in 10% formaldehyde, dissected, and fragments of the *rete mirabile* were processed for histological analysis using light and scanning electron microscopy. In this species, the aortic arch has two branches: the brachiocephalic trunk and left subclavian artery. The initial portion of the abdominal aorta presented four different ramifications compared to other species and mammals. In addition to the peculiarities of the adrenal, renal, and iliac arteries. Microscopy of the *rete mirabile* revealed a muscular artery surrounded by smaller muscular arteries, veins, nerves, and lymphatic tissue joined by connective tissue. Thus, the data obtained have clinical and surgical importance, with applicability in procedures involving vascularization of

the thoracic and abdominal organs. In this sense, we suggest that the *rete mirabile* is an efficient thermoregulator because it allows the accumulation of blood and the countercurrent heat exchange, as there is no blood mixing.

KEY WORDS: arteries, blood vessels, dissection, sloths, thermoregulation.

INTRODUCTION

Choloepus didactylus, popularly known as the royal sloth, is a member of the superorder Xenarthra and is characterized by the presence of only two fingers on the forelimbs. This group of placental mammals includes 31 species, including armadillos, anteaters, and sloths (Aguilar & Superina, 2015; Delsuc & Douzery, 2009). Despite the morphological differences, the existing members of this group share two common characteristics: the presence of extra joints in the dorso-lumbar vertebrae, a condition called xenarthria (Delsuc & Douzery, 2009; Gaudin, 1999) and the fusion of the sacrum with the bones of the hip, known as sinsacro (Rezende, Galdos-Riveros, Miglino & Ferreira, 2013).

In addition, these mammals have metabolic rates about 40–60% lower than what is expected for their body mass. This is due to the natural reduction in muscle mass due to their sedentary lifestyle (Gilmore, Da-Costa & Duarte, 2000). Their low metabolism and low temperature vary according to the surrounding environment, and this is an indispensable factor that restricts their distribution. In colder conditions, sloths are poor body thermoregulators, as they have little ability to increase their metabolism due to their low muscle mass (Silva *et al.*, 1996). Therefore, over the years, these species have adapted their body's thermoregulatory mechanisms (O'Dea, 1990).

An example of this is the process of vasodilation and vasoconstriction that arteries and veins promote to facilitate or prevent heat loss, respectively (Braz, 2005). The arteries are responsible for carrying blood to the entire body; those that emerge from the aortic arch are responsible for supplying organs such as the head, neck, thoracic limb, and thoracic cavity of domestic and wild animals (Schimming, Jesus & Filadelpho, 2016).

In domestic animals, the thoracic aorta emerges from the left ventricle, makes a sharp curve dorsally and inclines to form the aortic arch. Then, the aorta reaches the ventral surface of the eighth or ninth thoracic vertebra, runs caudally until it crosses

the diaphragmatic aortic hiatus and enters the abdominal cavity (Shakuntala Rao, Krishna Kishore, Sujatha & Krishna Rao, 2016). Subsequently, this becomes the abdominal aorta and emits branches to supply abdominal organs, adjacent muscles and pelvic limbs (Biihrer, Guimarães, Lopes & Lima, 2015).

The development of an arteriosus plexus in the locomotor limbs has been reported in some individuals of this superorder, such as sloths and anteaters. This plexus is called the *rete mirabile*, but there are insufficient records of its distribution (Castellini, 2009). Despite this, it is known that it contributes to thermoregulation (Scholander & Krog, 1957), being able to reduce the temperature of anatomical structures and their surroundings; therefore, it is essential to know the distribution of these plexuses to understand their functions throughout the body.

The scarcity of anatomical and physiological information can hinder effective clinical practice and surgical procedures in wild animals (Silva, 2013). Therefore, to determine the arteries that supply the main thoracic and abdominal organs and contribute to the clinical and surgical management of the species, a macroscopic morphological description of the aortic branches; macro, and microscopic description of the *rete mirabile* of the locomotor limbs of *Choloepus didactylus* was obtained.

MATERIAL AND METHODS

Six specimens of *C. didactylus* were used: four adults and two young, among them five females, and one male. These animals that had died of natural causes were obtained from the Bosque Rodrigues Alves Jardim Zoobotanical of Amazônia, located in Belém/PA. They were frozen and sent to the Laboratory of Animal Morphological Research (LaPMA) of the Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) under authorization from SISBIO, No. 23401-7.

First, the subjects were thawed in running water and with the aid of basic dissection materials, five subjects had their common carotid arteries dissected for injection of Neoprene 450 latex stained with red pigment to allow arterial visualization. The jugular veins of two specimens were dissected for infusion of Neoprene 450 latex stained with blue pigment for venous visualization of the *rete mirabile*.

Among all the specimens studied, only one did not have an arterial and/or venous system injected with latex, so that it could be used in microscopic analyses. All the injected latex was contrasted with barium sulfate in a 1:1 ratio to visualize the vessels using X-ray. The specimens were fixed with 10% formaldehyde solution

through intramuscular and intracavitary infusions and kept in this solution for a minimum period of seven days.

Dissection was performed through a single incision from the mentonian region to the pubis. In the thorax, the skin, muscles, and ribs were countered, the sternum was removed, and the lungs were hit to gain access to the aorta and its branches. The skin, muscles, and abdominal organs were reflected in the abdomen for better dissection and visualization of the abdominal aorta. All aortic branches were meticulously dissected, identified, and photographed.

In one of the specimens, the skin of the thoracic and pelvic limbs was reflected, and the musculature was dissected until exposure of the *rete mirabile*, where fragments were collected and used for the preparation and analysis of histological slides, stained with hematoxylin-eosin and orcein. Staining with the latter was for visualization of elastic fibers, following the protocol of Tolosa, Rodrigues, Behmer, & Freitas Neto (2003).

Fragments were also collected and fixed for scanning electron microscopy using techniques previously described by Murakami (1974), Watanabe and Yamada (1983), and Ohtani (1987). Microscopic analyses were performed at the Laboratory of Animal Histology and Embryology (LHEA) of the Universidade Federal Rural da Amazônia.

X-ray examinations were performed at the Diagnostic Imaging Sector of the Mário Dias Teixeira Veterinary Hospital, UFRA. Radiographic examinations were performed to identify the origin of the arteries in relation to the vertebrae. For this purpose, a CDK-fixed X-ray device (model XD51 – 20/40), with a capacity of 500 mA and Potter-Bucky anti-diffusion grid, and a digital device (Vita Flex – System Dryview 5950 Laser Imager) were used.

All nomenclature adopted was based on the Veterinary Anatomical Nomenclature (International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature 2017) and Veterinary Histological Nomenclature (International Committee on Veterinary Histological Nomenclature 2017).

RESULTS

Macroscopic analysis

Branches of the thoracic aorta

Dissections of *C. didactylus* specimens revealed that the number of ribs in this species varied between 23 and 24 pairs. From the macroscopic analysis of the thoracic

cavity, it was observed that in all individuals, the aortic arch originated in the left ventricle, at the height between T6–T8, and curved towards the left antimeres. In the heart, the right and left ventricles and right and left atria were externally identified (Figure 1A).

In continuity with the aortic arch, the thoracic aorta followed the interior of the thorax caudally until it reached the aortic hiatus in the diaphragm. The thoracic aorta presented several ramifications, constituting the intercostal arteries, located on the caudal surface of the ribs and ventrally, which were responsible for irrigation of the intercostal muscles and ribs (Figure 1B).

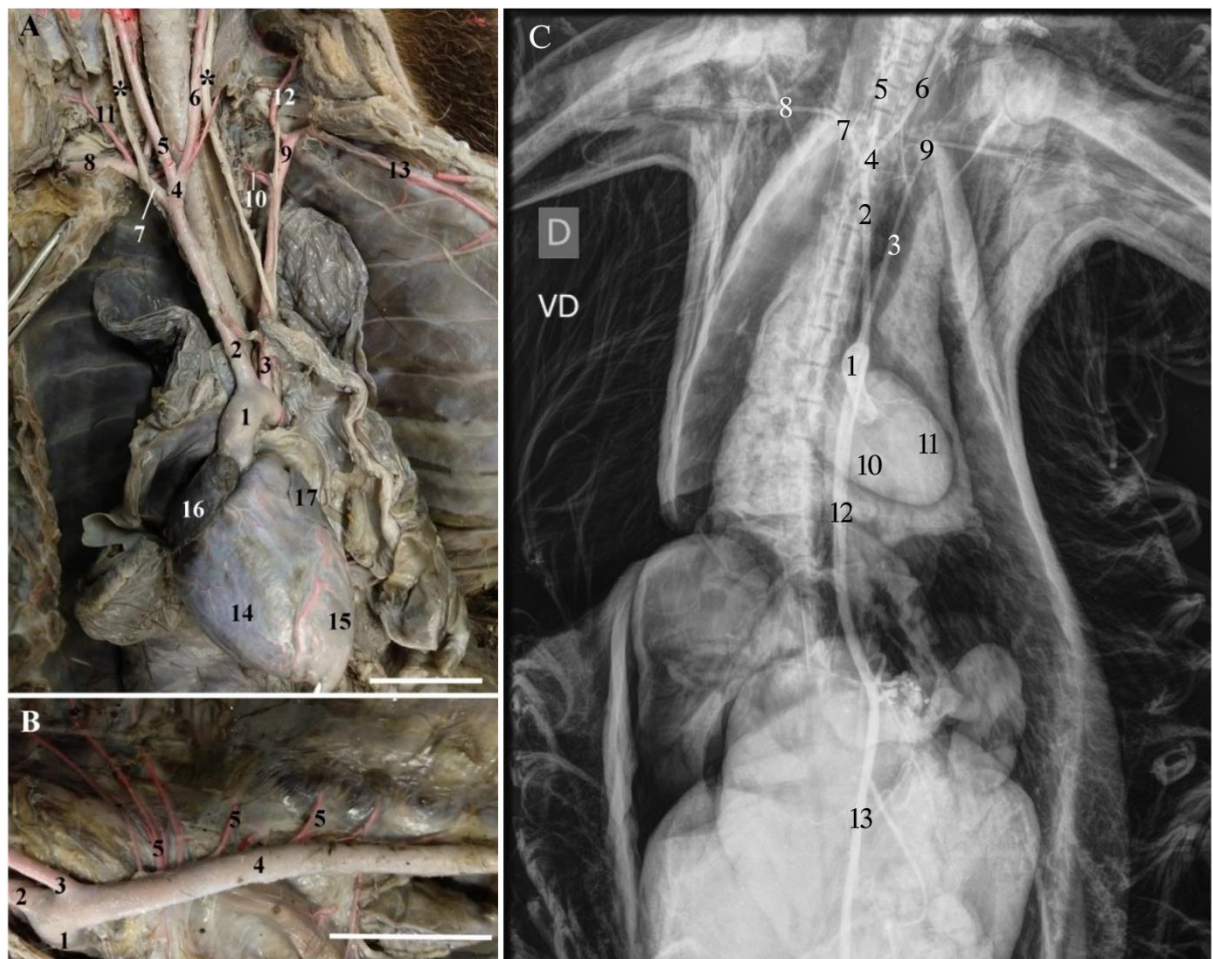
The aortic arch had two branches: the long brachiocephalic trunk, and the left subclavian artery. From the brachiocephalic trunk, we observed the origin of the right subclavian artery and bicarotid trunk (at the T2 level), which in turn gave rise to the right and left common carotid arteries. The right and left subclavian arteries originated from their respective axillary arteries when they entered the axillary space (Figures 1A and 1C).

In addition, the subclavian arteries presented similar branches in both antimeres, namely the vertebral arteries, costocervical trunks, and internal thoracic arteries (Figure 1A).

The left vertebral artery crossed the medial surface of the first rib, disappeared dorsally between the muscles, and was responsible for the irrigation of the cervical vertebrae. The left costocervical trunk was observed distal to the vertebral artery and was responsible for nutrition in the first intercostal space. The left internal thoracic artery exited the left subclavian artery and travelled ventrally inside the chest in a caudal direction (Figure 1A).

Figure 1 - Photomacrographs of the aortic arch of *Choloepus didactylus*. A- We observed the origin of the aortic arch (1), the brachiocephalic trunk (2), the left subclavian artery (3), from the bicarotid trunk (4), from right (5) and left (6) common carotids, from right subclavian artery (7) and right axillary artery (8). Contralaterally, we observed the left axillary (9), left vertebral arteries (10), the right (11) and left (12) costocervical trunks, and we also observed the left internal thoracic (13). In the heart, we can externally identify the right (14), left (15) ventricles, the right (16) and left (17) atria, and following parallel to the carotids, we observe the right and left

vagosympathetic trunk (*). B- Origin of the aortic arch (1), brachiocephalic trunk (2), left subclavian artery (3), thoracic aorta (4) and intercostals arteries (5). C- Radiographic image in ventrodorsal position showing the aortic arch (1), the brachiocephalic trunk (2), followed by the left subclavian (3), bicarotid trunk (4), right (5) and left (6) common carotids, right subclavian (7), right axillary (8) and, contralaterally, left axillary (9), right (10) and left ventricle (11), thoracic aorta (12) and abdominal aorta (13). Scale bar: 2cm.



Branches of the abdominal aorta

On crossing the aortic hiatus between T12 and T14, the thoracic aorta entered the abdominal cavity and became known as the abdominal aorta. This, in turn, gave off branches for vascularization of the abdominal organs. The first branch to appear, in all specimens, was the caudal phrenic artery, which was responsible for irrigation of the diaphragm and emerged immediately below it (Figure 2).

Subsequently, four distinct branches were observed in the initial portion of the abdominal aorta. In three female specimens, the celiac trunk was the first branch to appear, originating at the height of T18, from which we observed the presence of the left gastric artery, splenic artery, and hepatic artery. The next branch was the cranial mesenteric artery, which emerged at the T20 level (Figure 2A and 2B).

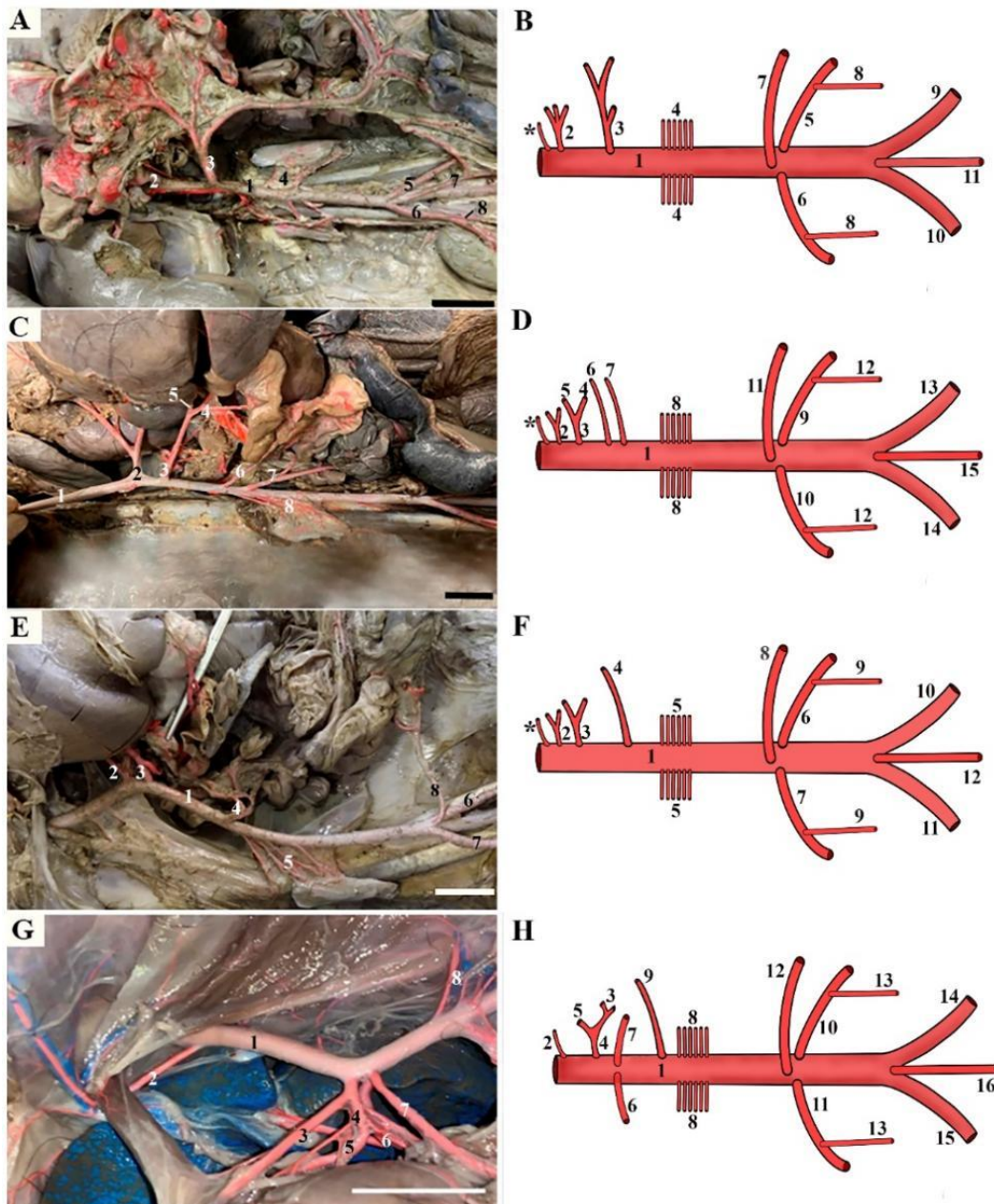
In another female specimen, we observed the gastric artery at T17, appearing before and separated from the celiac trunk (next vertebra), and subsequently, two superior mesenteric arteries. The first was responsible for irrigation of the duodenum, and the second was vascularization of the jejunum, ileum, cecum, and initial portion of the colon, which originated at the levels of T19 and T20, respectively (Figure 2C and 2D).

The fifth specimen, a male, presented with the gastric artery as the first branch at the level of T16, separated from the celiac trunk that appeared shortly after, at the level of the next vertebra. This trunk consisted of the splenic and hepatic arteries, in addition to only one cranial mesenteric artery that appeared at the level of T19 (Figures 2E and 2F).

In the last female specimen, we identified the gastric artery arising separately from the celiac trunk, both at the height of T17. The latter appeared to be divided, from its base, between the hepatic and splenic arteries and, subsequently, only one cranial mesenteric artery, which appeared at the level of T19 (Figures 2G and 2H).

Figure 2 – Photomacrographies (A, C, E, G) and schematic figures (B, D, F, H) of the ramifications of the abdominal aorta in *Choloepus didactylus*. A and B - First model showing inferior phrenic artery (*), abdominal aorta (1), celiac trunk (2), cranial mesenteric artery (3) and adrenals arteries (4). In the pelvic cavity we observed the renal left (5) and right arteries (6), caudal mesenteric artery (7), right ovarian/testicular artery (8), left (9) and right iliac arteries (10) and median sinsacral artery (11). C and D- The second branching model of the abdominal aorta (1) reveals the inferior phrenic artery (*), gastric artery (2), the celiac trunk (3), which branches into hepatic artery (4) and splenic artery (5), two cranial mesenteric arteries (6 and 7) and the adrenals arteries (8). In the pelvic cavity we observed the renal left (9) and right arteries (10), the ovarian/testicular arteries (12) and among them, the caudal mesenteric artery (11). At the end of the aorta, appear the iliac left (13) and right arteries (14) and the median sinsacral artery (15). E and F- The third branching model of the abdominal aorta (1)

presents the caudal phrenic artery (*), gastric artery (2), the celiac trunk (3), the cranial mesenteric artery (4) and the adrenals arteries (5). In the pelvic cavity we observed the renal left (6) and right arteries (7), the ovarian/testicular arteries (9), the caudal mesenteric artery (8), iliac left (10) and right arteries (11) and median sacral artery (12). G and H - The fourth branching model of the abdominal aorta (1) shows caudal phrenic artery (2), gastric artery (4), bifurcated into left (3) and right (5), followed by hepatic artery (6), splenic artery (7), adrenal glands (8), cranial mesenteric artery (9), caudal mesenteric artery (12), renal left (10) and right arteries (11), and, ovarian/testicular arteries (13). In the final portion, the abdominal aorta branches into iliac left (14), right arteries (15) and median sacral artery (16). Scale bar: 2cm.



The pancreatic artery in all analyzed specimens originated from the splenic artery. After the origin of the cranial mesenteric artery, multiple arteries emerged from the abdominal aorta to irrigate the adrenal glands, which in this species were present in a medial position in the abdomen in both antimeres, at a height between T20–T21 (Figure 2E).

The origin of the inferior mesenteric artery was observed next, ventral to the aorta, and was responsible for the irrigation of the final portion of the colon and rectum. We also observed, lateral to the abdominal aorta, close to or at the same level as the inferior mesenteric artery, the right and left renal arteries, which originated cranial to the kidneys since they were located in the pelvic cavity (Figure 3A).

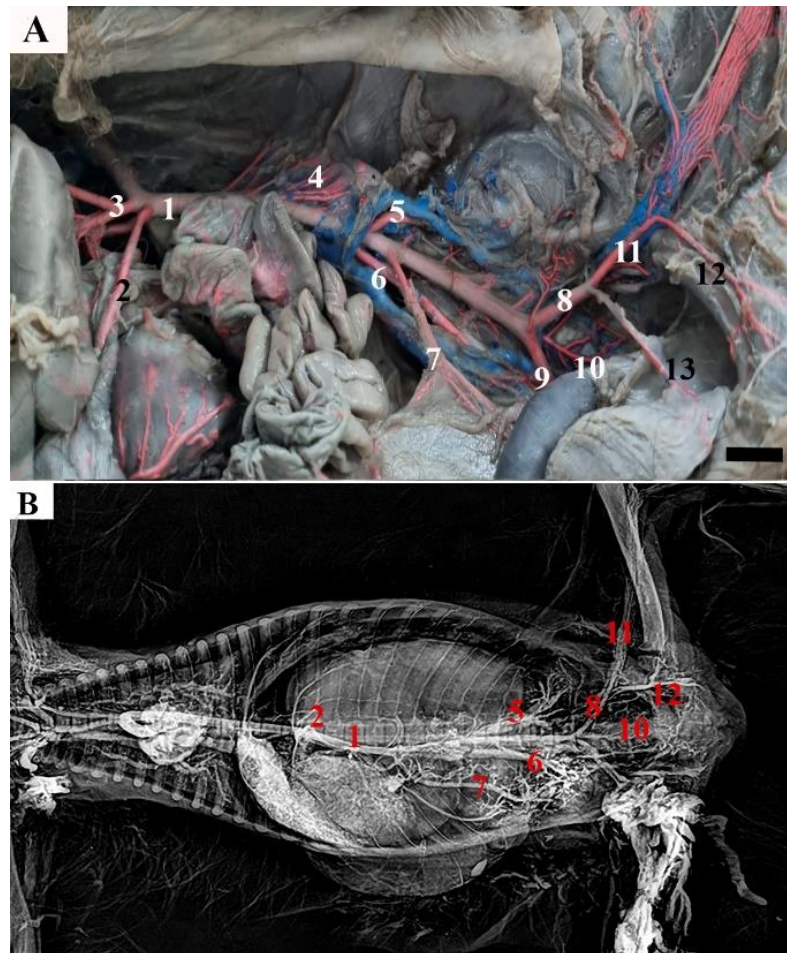
In all specimens, the renal arteries bifurcated or trifurcated when approaching the renal hilum (prehilar branches) and bifurcated again immediately before entering the kidneys. The origin of these arteries occupied a position between T23 and L1 (Figure 3B). The respective testicular or ovarian arteries appeared as branches of the right and left renal arteries (Figure 2A).

In the terminal portion, at the level of L4, the abdominal aorta gave rise to the right and left iliac arteries, and between them and ventral to the aorta, we observed the branch of the median synsacral artery (Figures 3A and 3B).

The iliac arteries branched into three main arteries. The first branch was the umbilical artery, which emitted branches to irrigate the urinary bladder. Then, the inferior gluteal artery which continued dorsally in the pelvis and was responsible for supplying the muscle around the lumbosacral junction, gluteal region, and caudal femoral region. The artery that emerged next was the internal pudendal artery, which was distributed to the pelvic viscera and external genitalia via the sciatic arch. In its continuity, the iliac artery became the femoral artery, which was responsible for the irrigation of the pelvic limb (Figure 3).

Figure 3 – Photomacrographs of the final portion of the abdominal aorta. A – In this image we observe the abdominal aorta (1), splenic (2), gastric (3), adrenals (4), renal left (5) and right (6) and caudal mesenteric arteries (7). In the final portion, the abdominal aorta branched into iliac left (8) and right arteries (9), and median sinsacral artery (10). Iliac branches arteries into umbilical artery (13), inferior gluteal artery, pudenda interna artery (12) and femoral artery (11), respectively. B – Radiographic image in ventrodorsal position showing the abdominal aorta (1), gastric artery (2),

cranial mesenteric artery (7), renal left (5) and right arteries (6), iliac artery (8), median sacral artery (10), femoral artery (11) and internal pudenda artery (12). Scale bar: 1cm.



Rete mirabile

After passing through the axillary space, several thin and parallel muscular arteries surrounded and accompanied the brachial artery, originating the plexus called *rete mirabile* (Figure 4A). This network originated in the dorsal region of the axilla, followed through the medial region of the arm to the elbow region, passed inside the supratrochlear foramen, and branched into muscle arteries to irrigate the forearm region (Figure 4D). This plexus was also surrounded by several medium and small parallel veins from the brachial vein, as well as by fascia and nerves from the brachial plexus (Figure 4B).

In pelvic limb dissections, it was observed that the femoral artery originated from the iliac artery. As in the thoracic limbs, multiple muscular arteries were observed, as

branches of the femoral artery, in addition to parallel veins of smaller caliber, originating from the femoral vein, to compose the *rete mirabile*, which followed through the medial region of the thigh to the knee region (Figure 4C).

Microscopic analysis

Light microscopy of the *rete mirabile* of *C. didactylus* revealed that, in both the forelimbs and pelvic limbs, it is formed by muscular arteries, surrounded by multiple small-caliber muscular arteries, as well as veins, nervous tissue, and lymphatic vessels in close apposition (Figure 5A and B). The muscular arteries presented with well-defined intima, media, and adventitia (Figures 5C and D). In the tunica intima, the internal elastic lamina was identified. In the tunica media, smooth muscle cells and the external elastic lamina were present, and loose connective tissue was identified in the tunica adventitia (Figure 5D).

The veins present in the *rete mirabile* had a thin subendothelial layer in the tunica intima, muscle fibers in the tunica media, and a more developed and collagen-rich adventitial layer (Figure 5C). Nervous tissue was surrounded by the epineurium, and nerve fibers were surrounded by the perineurium (Figure 5F). On the other hand, in the *rete mirabile* of the femoral artery, in addition to what has already been mentioned, we visualized the presence of lymphatic vessels and diffuse lymphoid tissue (Figure 5E).

Scanning electron microscopy (SEM) showed two large brachial plexus nerves close to the brachial artery, surrounded by the epineurium and perineurium (Figure 6A). In addition, it was possible to visualize the beginning of the branching of the brachial artery in the *rete mirabile* (Figure 6A). In this artery, the wavy aspect of the internal elastic lamina was visualized in greater detail, as well as the tunica media composed of smooth muscle fibers in helical layers, and the tunica adventitia, formed by connective tissue (Figure 6B). Furthermore, in SEM, we observed the distribution of muscular arteries, veins, and connective tissue within the *rete mirabile* of the pelvic limb (Figure 6C), indicating the tissue responsible for thermal exchange in this species.

Figure 4 – Photomacrographies of *rete mirabile* in *Choloepus didactylus*. A- *Rete mirabile* (1) from left brachial artery (2). B- A group of arteries and veins that made the *rete mirabile* (1): left brachial artery (2), left brachial vein (3) and arteries and veins

from the *rete mirabile* to irrigate the adjacent tissue (4). C- *Rete mirabile* (1) from left femoral artery (2). left femoral vein (3) and set of arteries and veins leaving the rete mirabile to nourish the adjacent tissue (4). D- *Rete mirabile* of forelimbs in distal portion (1) passed inside the supratrochlear foramen (black arrow) and branching (2) to irrigate the forearm musculature. Scale bar: 2cm.



Figure 5 Photomicrographs of the *rete mirabile* of *Choloepus didactylus*. In A we observe the *rete mirabile* coming from the brachial artery and in B, C, D, E and F from the femoral artery. A- Medium-sized muscular artery (1), in addition to the presence of veins (2) and connective tissue (3). B- We observed the presence of the muscular artery (1) surrounded by smaller muscular arteries (2), in addition to veins (3), nerves (4) and lymphoid tissue (5), among the structures described above we found connective tissue (6). C- Muscular artery arising from the femoral artery (1), small-caliber arteries (2), small-caliber veins (3) and connective tissue (3). D- Muscular artery showing the internal elastic limiting layer (1), the middle layer (2) with its external elastic limiting layer (3) and the adventitial layer (4). E- Diffuse lymphoid tissue (1), lymphatic vessel (2), vein (3) and small-caliber muscular artery (4). F- Small-caliber muscular artery (1), vein (2) and nerve (3) with the presence of epineurium (blue arrow) and perineurium (black arrow). Staining: Orcein (A) and Hematoxylin and Eosin (B, C, D, E and F). Scale bar: A- 200µm, B- 1mm, C- 200µm, D- 50µm, E- 200µm, F- 100µm.

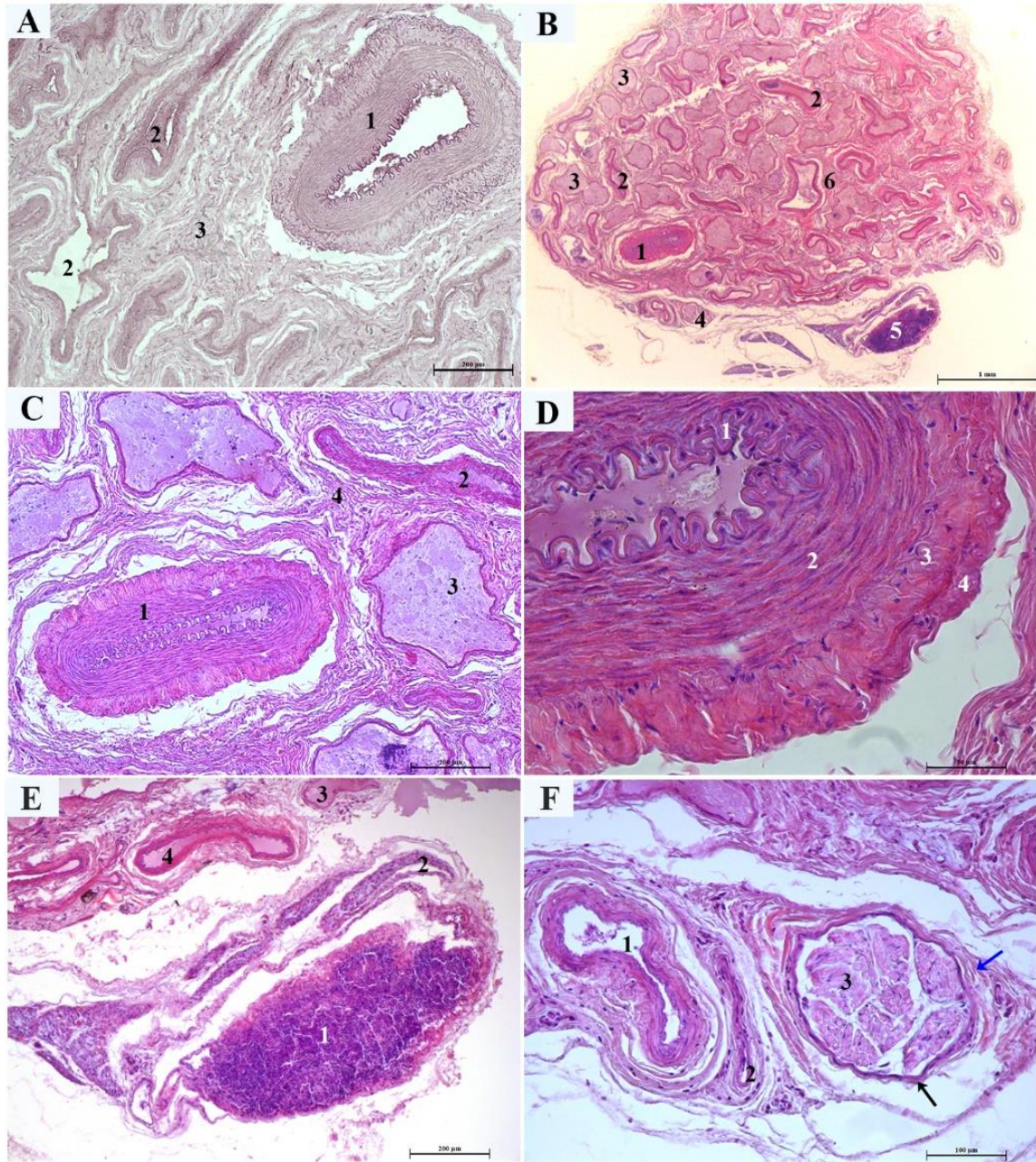
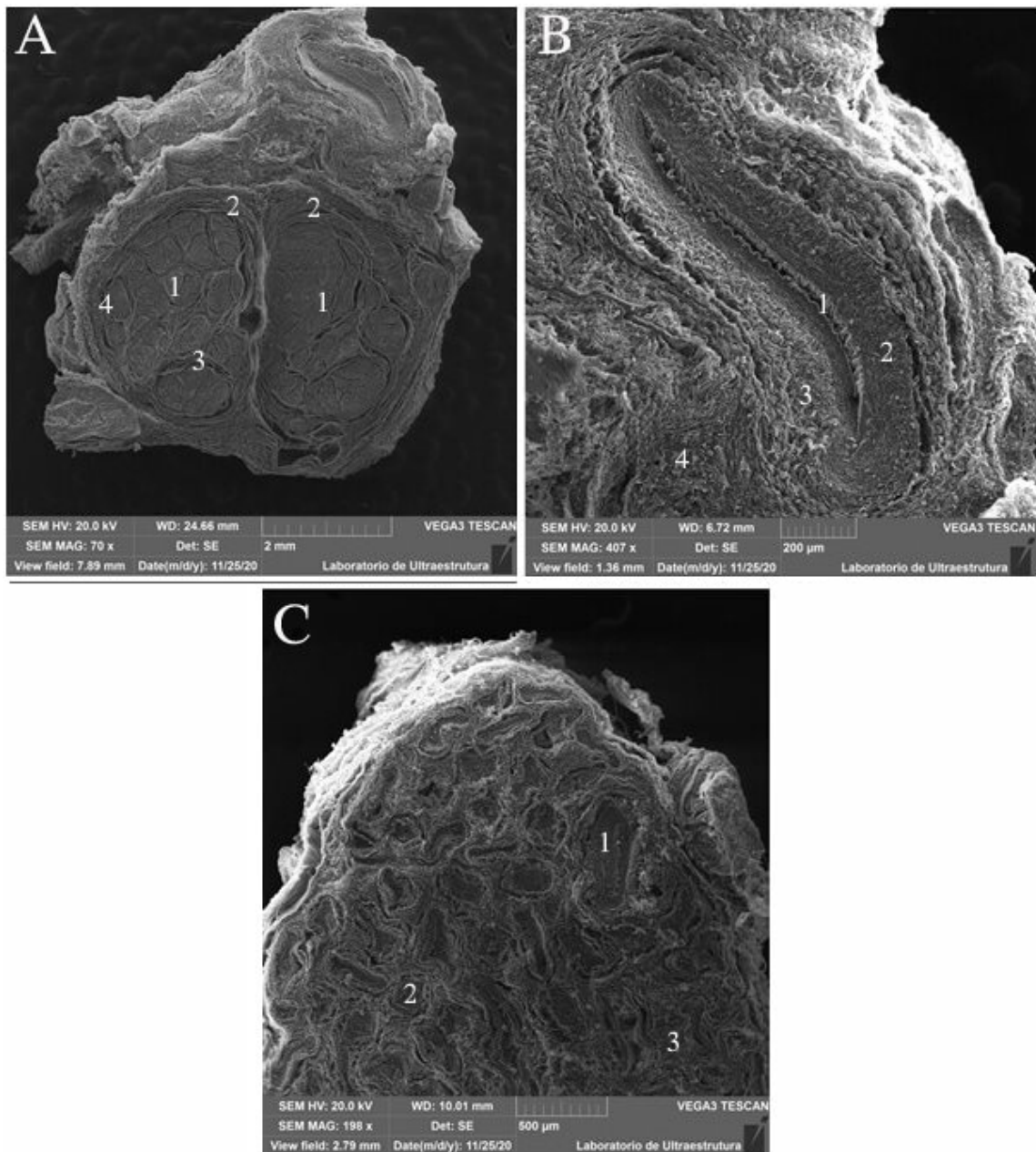


Figure 6 - Scanning electron microscopy of the *rete mirabile* of *Choloepus didactylus*. In A and B we observe the *rete mirabile* coming from the brachial artery and in C from the femoral artery. A- We observed the presence of two large nerves (1) originating from the brachial plexus, enveloped by the perineurium (2), epineurium (3) and endoneurium (4), beginning of the branching of the a. brachialis in *rete mirabile*. B- Approximate image of a. brachialis with the internal elastic limiting layer (1), middle layer (2) and adventitia layer (3), surrounded by veins and connective tissue (4). C- *Rete mirabile* of the distal third of the thigh: medium (1) and small (2) muscular arteries,

in addition to veins and connective tissue (3). Scale bars: 2mm (A), 200 μ m (B) and 500 μ m (C).



DISCUSSION

Due to the existence of very old information, with outdated nomenclatures and the scarcity of articles on *C. didactylus*, it was necessary to search for morphological data on other members of the superorder Xenarthra, despite the morphological differences between them, and in the absence of these, we generally used data on mammals.

The branches of the aortic arch in mammals vary greatly, even within the same species, with significant anatomical variation (Santos, Moraes, Malta, Carvalho & Alves Junior, 2004). As described by Albuquerque *et al.* (2018), in *Bradypus variegatus*, three types of aortic arch ramifications were found that differed from the type of ramification found in *C. didactylus*. In the first type, three arteries emerged from the aortic arch: the brachiocephalic trunk, left common carotid artery, and left subclavian artery. In the second, only two branches were emitted from the aortic arch: the first was the right brachiocephalic trunk and left common carotid, and the second was the left subclavian artery. In the third type, there was only one branch of the aortic arch, the bibrachycephalic trunk.

Furthermore, in *B. variegatus* (Albuquerque *et al.*, 2018), the aortic arch started at T4 while in *C. didactylus* it started between T6–T8, a difference that can be explained by the size of the animal and the size of the thorax. Therefore, the morphological difference is large even between members belonging to the same superorder.

On the other hand, the branches of the aortic arch of Tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*) bore closest resemblance to those of *C. didactylus*, as described by Pinheiro, Lima, Pereira, Gomes & Branco (2012). According to the authors, only two arteries emerged from the aortic arch of *T. tetradactyla*, the brachiocephalic trunk, from which the bicarotid trunk and the right subclavian artery originated; and, the left subclavian artery that emerged soon after. In both this species and *B. variegatus*, the aortic arch curved toward the left antimer and gave off several intercostal arteries.

Regarding the abdominal aorta, a morphological difference found in *C. didactylus* was the insertion of the artery that irrigates the diaphragm, which in this species was the first to arise from the passage of the aorta through the aortic hiatus, as found in *B. variegatus* by Albuquerque (2017), where it received the name of phrenic branch; however, it contradicts what has already been reported in dogs (*Canis lupus familiaris*) (Evans & De La Hunta, 1994) and in ocelots (*Leopardus pardalis*) (Pinheiro *et al.*, 2014), because in these species, the phrenic artery has a common origin. In other members of the Xenartra superorder, as in *T. tetradactyla*, it appears in pairs, with the left emerging directly from the abdominal aorta just after the celiac trunk and the right emerging from the aorta, cranial mesenteric artery, or right renal artery (Macedo, Lima, Pereira & Branco, 2013). In Armadillo peba (*Euphractus sexcinctus*), according to a study by Oliveira *et al.* (2019), this artery appeared single, close to the

cranial mesenteric artery, in the left antimere from the abdominal aorta, and travelled to the diaphragm, where it was divided into right and left.

Regarding the origin of the celiac trunk, the model most commonly found in *C. didactylus* corroborates what was identified in *C. lupus familiaris* (Evans & De La Hunta, 1994), cats (*Felis catus*) (Roza, Pestana, Hernandez, Silva & Abidu-Figueiredo, 2009), night monkey (*Aotus azarae infulatus*) (Faria, Branco & Lima, 2016), *L. pardalis* (Pinheiro *et al.*, 2014) and species in general. The trunk appears as the first artery ventral to the abdominal aorta and continues until it trifurcates into the hepatic, gastric, and splenic arteries, followed caudally by the cranial mesenteric artery. In the Black marmoset (*Saguinus niger*) (Andrade, Branco & Lima, 2015), in addition to the arteries that make up the celiac trunk, the cranial mesenteric artery also emerged, forming the celiac mesenteric trunk.

Furthermore, in *B. variegatus*, different models of cranial mesenteric artery distribution were observed. In the study by Alcântara *et al.* (2020), 10% of the animals presented the cranial mesenteric artery as the artery responsible for irrigating the entire intestine, with the caudal mesenteric artery being absent. Another 30% had the insertion of the superior and inferior mesenteric arteries in a single trunk, which, together with the celiac artery, formed the celiac-mesenteric trunk. The other 60% had the superior and inferior mesenteric arteries emerging separately and directly from the aorta, respectively.

Regarding the blood supply to the adrenal gland, it can be supplied by numerous arterial branches, as in *C. didactylus*, by one or more branches, as in *E. sexcintus* (Oliveira *et al.* 2019), sea lion (*Arctocephalus australis*) (Santos *et al.*, 2011), *A. azarae infulatus* (Faria *et al.*, 2016), *S. niger* (Andrade *et al.*, 2015) and Landrace pigs (*Sus scrofa domesticus*) (Carneiro e Silva *et al.*, 2001) or by a single branch, as seen in *L. pardalis* (Pinheiro *et al.*, 2014). In *C. didactylus*, these branches arose directly from the abdominal aorta, but in other species, they could arise from the abdominal aorta, renal artery, or even together with the inferior phrenic artery, for example, in the coypus (*Myocastor coypus*) (Machado *et al.*, 2002). In *E. sexcintus* (Oliveira *et al.* 2019), they originate from the renal arteries.

Souza, Rezende, Mortoza & Ferreira (2010) studied the vascularization of the large intestine of the giant anteater (*Myrmecophaga tridactyla*) and observed that the organ is vascularized directly by the inferior mesenteric artery and that it arises inferior to the left renal artery and is responsible for blood supply to the colon and rectum. This

conformation of the arteries and their irrigation is similar to that found in *C. didactylus* and *B. variegatus* by Alcântara *et al.* (2020). In contrast, in collared sloths (*Bradypus torquatus*) the arterial supply to the small and large intestine was by the common mesenteric artery, since the inferior mesenteric artery did not exist in this species (Ferreira, Rezende, Carvalho, Mortoza & Martins, 2013).

Renal arteries can appear as single or multiple arteries and differ in distribution and arrangement (Santos *et al.*, 2019). In *C. didactylus*, these arose uniquely from the abdominal aorta, similar to what was observed in *B. variegatus* by Santos *et al.* (2019). However, in this second species, no prehililar branches were observed, and there were extensions to the juxtahilar and extrahilar regions, all originating from the hilar region. On the other hand, Machado, Mello, Cunha, Bertoni & Carvalho (2000), in a study on 30 pairs of renal arteries in peccaries (*Tayassu pecari*), found that they were divided into prehililar and hilar regions in approximately 70% and on both sides in 30%, similar to those found in *C. didactylus*.

In the final portion of the abdominal aorta of *C. didactylus*, only a pair of iliac arteries emerged, accompanied ventrally by a median synsacral artery. Similarly, in nutrias (*Myocastor coypus*) only a pair of terminal branches emerged, which were named the common iliac arteries. Subsequently, these arteries give rise to the internal and external iliac arteries, which are distributed to the pelvic viscera and emit the umbilical, deep iliac circumflex, and pudendal-epigastric trunk, respectively (Culau, Azambuja & Campos, 2008).

In *E. sexcintus* (Oliveira *et al.* 2019) the external and internal iliac arteries and the median synsacral artery were found. This was accompanied by two arteries on each side, called the lateral synsacral arteries. In *T. tetradactyla*, the median sacral artery appeared as a branch of the left internal iliac artery in 75% of the animals in the study, while the other 25% had the left external iliac, left internal iliac, and median sacral arteries originating from a common trunk (Macedo *et al.*, 2013).

As in other xenarthers (Alcântara *et al.*, 2020; Carvalho *et al.*, 2014; Ferreira *et al.*, 2013; Souza *et al.*, 2010), *C. didactylus* presents anatomical variations in the abdominal aorta, which directly implies interventions clinical and surgical, since the veterinarian can find peculiarities when performing procedures in the species of this group.

The *rete mirabile*, as described in *C. didactylus*, can also be found in other species. It is present in the arm of the northern anteater (*Tamandua mexicana*)

(Polania-Guzmán & Vélez-García, 2019), the tail of armadillos (*Dasypus hybridus*, *Chaetophractus vellerosus*, *Tolypeutes matacus*, *E. sexcinctus*) (Luaces, Rossi, Aldana Marcos & Merani, 2011) and the swim bladder of some fish (Pelster, 2011). It is known that the *rete mirabile* of arboreal mammals is well developed and is called a vascular bundle, this is because these animals remain in muscle contraction for long periods due to their arboreal lifestyle and use this artifact to prevent blood dispersion and for limb region heat (O'Dea, 1990). Furthermore, the accumulation of blood in the net facilitates energy reserves and favors the slow lifestyle of sloths (Castellini, 2009).

Scholander and Krog (1957) described the brachial arterial network as bundles of thin arteries and veins, parallel and measuring approximately 1 cm in diameter and easily accessible through the medial region of the arm compared to that of the pelvic limb, which is similarly 1 cm in diameter, easy to access, but deeper; this information can be extrapolated to *C. didactylus*.

Thus, according to Stevens (2011), the plexus in mammal's functions as a cooling system in the limbs through countercurrent heat exchange, and it allows the accumulation of oxygen in the region as the arterial blood is concentrated in the *rete mirabile* and venous blood flows through the veins or through a well-developed system of subcutaneous veins. Therefore, we believe that the *rete mirabile* in the limbs allows adequate blood supply for prolonged muscle contraction in *C. didactylus* and reduces the temperature generated during such contractions.

Thus, *C. didactylus* has some variations in the aortic branches compared to other mammals and members of the superorder Xenarthra. Therefore, it is understood that studies of this nature contribute to anatomical data and to a better understanding of the importance of blood vessels in the biology of the species.

Variations in the initial portion of the abdominal aorta of *C. didactylus* are of significant importance from a clinical and surgical point of view, with practical applicability in procedures involving vascularization of the abdominal region. However, future studies based on the frequency of appearance of these vascular variations may elucidate their classifications, considered initially as anatomical variations unrelated to the sex or age of these animals. Further studies of renal morphology are suggested to establish the reason for the need for several prehilary branches in this species, while knowledge of the anatomy of these branches directly interferes with clinical and surgical procedures involving the kidneys.

Finally, it is suggested that the *rete mirabile* is a source of blood storage during prolonged muscle contractions, characteristic of the arboreal lifestyle of *C. didactylus*, and is an efficient thermoregulator because the large network of arteries and veins allows countercurrent exchange of heat generated during contractions, as there is no mixing of venous and arterial blood.

REFERENCES

Aguilar, R. F., & Superina, M. (2015). Chapter 39 - Xenarthra. In R. E. Muller, & M. E. Fowler, *Fowler's Zoo and Wild Animal Medicine* (Volume 8, pp. 355-369). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/B978-1-4557-7397-8.00039-6>.

Albuquerque, P. V., Sena, D. G. F., Braz, R. S., Mesquita, E. P., Lacerda, M. A. S., Silva, W. F., Sá, F. B., & Amorim, M. J. A. A. L. (2018). Ramos do arco aórtico e da aorta torácica em bicho-preguiça (*Bradypus variegatus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 70, 1203-1211. <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9963>.

Albuquerque, P. V. (2017). *Ramos do Arco aórtico e da Aorta Descendente em Bicho-Preguiça (Bradypus variegatus, Schinz. 1825)*. [Master's thesis, Rural Federal University of Pernambuco]. VHL Regional Portal.

Alcântara, S. F., Amorim, M. J. A. A. L., Albuquerque, P. V., Miranda, M. E. L. C., Andrade, G. P., & Nascimento, J. C. S. (2020). Intestine vascularization of sloth (*Bradypus variegatus* SCHINZ, 1825). *Acta Veterinaria Brasilica*, 14, 68-72. <https://doi.org/10.21708/avb.2020.14.2.8772>.

Andrade, L. C., Branco, E., & Lima, A. R. (2015). Anatomic study of the collateral branches of the abdominal aorta of primate species *Saguinus niger*. *Anatomia Histologia Embryologia*, 44, 37-42. <https://doi.org/10.1111/ahe.12105>.

Biihrer, D. A., Guimarães, G. C., Lopes, G. C., & Lima, I. G. (2015). Descrição anatômica dos ramos arteriais da aorta torácica e abdominal do quati (*Nasua nasua*)

(Carnivora, Procyonidae). *Biotemas*, 28, 2, 119-124. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2015v28n2p119>.

Braz, J. R. C. (2005). Fisiologia da termorregulação normal. *Revista Neurociências*, 13, 3 (supl-versão eletrônica), 12-17. <https://doi.org/10.34024/rnc.2005.v13.8799>.

Carneiro E Silva, F. O., Severino, R. S., Santos, A. L. Q., Drummond, S. S., Lima, E. M. M., Brito, L. F. C., & Gargalhona, A. G. (2001). Irrigação das glândulas adrenais em suínos da raça Landrace. *Bioscience Journal*, Uberlândia, 17, 25-35. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6387>.

Carvalho, M. M., Pieri, N. C. G., Pereira, K. F., Lima, F. C., Carniatto, C. H. O., Miglino, M. A., Ricci, R. E., & Martins, D. S. (2014). Caracterização comparativa do intestino das espécies da Ordem Xenarthra. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 34, supl. 1, 49-56. <https://doi.org/10.1590/S0100-736X2014001300010>.

Castellini, M. (2009). Thermoregulation. In W. F. Perrin, B. Wursig, & J. M. G. Thewissen, (Eds.), *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp. 1166-1171). Elsevier.

Culau, P. O. V., Azambuja, R. C. & Campos, R. (2008). Ramos colaterais parietais e terminais da aorta abdominal em *Myocastor coypus* (nutria). *Ciência Rural*, Santa Maria, 38, 997-1002. <https://www.scielo.br/j/cr/a/RVCfLGRfxBVsKVMbtYcRcjh/?format=pdf&lang=pt>.

Delsuc, F., & Douzery, E. J. P. (2009). Armadillos, anteaters, and sloths (Xenarthra). In S. B. Hedges, & S. Kumar. *The Timetree of Life*. (pp. 475-478). Oxford University Press.

Evans, H. E., & De La Hunta, A. (1994). *Miller: Guia para dissecação do cão*. (3rd ed.) Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, pp. 121.

Faria, B. M., Branco, E., & Lima, A. R. (2016). Ramos da aorta abdominal de *Aotus azarae infulatus*. *Biotemas*, 29, 2, 69-76. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2016v29n2p69>.

Ferreira, J. R., Rezende, L. C., Carvalho, P., Mortoza, A. R., & Martins, D. S. (2013). Modelo de suprimento sanguíneo do intestino delgado e grosso da preguiça de coleira (*Bradypus torquatus*). *Ciência Rural*, Santa Maria, 43, 1114-1121. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782013000600027>.

Gaudin, T. J. (1999). The morphology of xenarthrous vertebrae (Mammalia, Xenarthra). *Fieldiana: Geology*, 41. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.5269>.

Gilmore, D. P., Da-Costa, C. P., & Duarte, D. P. F. (2000). An update on the physiology of two- and three-toed sloths. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33, 129-146. <https://doi.org/10.1590/S0100-879X2000000200001>.

Luaces, J. P., Rossi, L. F., Aldana Marcos, H. J., & Merani, M. S. (2011). The *rete mirabile* of the tail, an effective site for sampling sterile blood from armadillos (Dasypodidae, Xenarthra). *Italian Journal of Zoology*, 78, 63-69. <https://doi.org/10.1080/11250003.2010.514300>.

Macedo, B. C., Lima, A. R., Pereira, L. C., & Branco, E. (2013). Descrição morfológica dos ramos colaterais da aorta abdominal do tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*). *Biotemas*, 26, 1, 173-180. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2013v26n1p173>.

Machado, G. V., Mello, A. B., Cunha, O., Bertoni, E. S. & Carvalho, M. A. M. (2000). Aspectos anatômicos das artérias renais em queixadas (*Tayassu pecari* Link, 1795). *Brazilian Journal of Veterinary Science*, 7, 1, 5-8. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2015.165>.

Machado, G. V., Romagnolli, P., Souza, J. R., Turquete, V. S., Uliana, S. M., & Silva, M. H. (2002). Suprimento arterial para as glândulas adrenais no Ratão-do-banhado (*Myocastor coypus* Molina, 1782). *Archives of Veterinary Science*, 7, 2, 9-14. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v7i2.3976>.

Murakami, T. (1974). A revised tannin-osmium method for non-coated scanning electron microscope specimens. *Archivum Histologicum Japonicum*, 36, 189–193. <https://doi.org/10.1679/aohc1950.36.189>.

O'Dea, J. D. (1990). The mammalian *rete mirabile* and oxygen availability. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 95, 23-25. [https://doi.org/10.1016/0300-9629\(90\)90004-C](https://doi.org/10.1016/0300-9629(90)90004-C).

Ohtani, O. (1987). Three-dimensional organization of the connective tissue fibers of the human pancreas: A scanning electron microscopy study of NaOH treated tissues. *Archivum Histologicum Japonicum*, 50, 557–566. <https://doi.org/10.1679/aohc.50.557>.

Oliveira, T. A. D., Santee, K. M., Oliveira, T. S., Lopes, B. S., Fontoura, V. G., Oliveira, T. S., Barros, R. A. C., & Silva, Z. (2019). Anatomy of abdominal aorta in Tatu peba (*Euphractus sexcintus* – Linnaeus, 1758): A descriptive and comparative study. *International Journal of Advanced Engineering Research and Science*, 6, 3, 211-218. <https://dx.doi.org/10.22161/ijaers.6.3.27>.

Pelster, B. (2011). BUOYANCY, LOCOMOTION, AND MOVEMENT IN FISHES: Swimbladder function and buoyancy control in fishes. *Encyclopedia of Fish Physiology*, 526-534. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00105-2>.

Pinheiro, L. L., Araujo, E. B., Lima, A. R., Martins, D. M., Melul, R., Souza, A. C. B., Pereira, L. C., & Branco, E. (2014). Os ramos colaterais da aorta abdominal em jaguatirica (*Leopardus pardalis*). *Pesquisa Veterinária Brasileira*, 35, 491-495. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-736X2014000500018>.

Pinheiro, V. L. C., Lima, A. R., Pereira, L. C., Gomes, B. D., & Branco, E. (2012). Descrição anatômica dos ramos colaterais do arco aórtico do tamanduá-mirim (*Tamandua tetradactyla*). *Biotemas*, 25, 2, 133-137. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2012v25n2p133>.

Polania-Guzmán, P. V., & Vélez-García, J. F. (2019). Gross anatomical adaptations of the craniolateral forearm muscles in *Tamandua mexicana* (Xenarthra: Myrmecophagidae): development of accessory muscles and rete mirabile for its arterial supply. *Heliyon*, 5, e02179. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02179>.

Rezende, L. C., Galdos-Riveros, A. C., Miglino, M. A. & Ferreira, J. R. (2013). Aspectos da biologia reprodutiva em preguiça e tamanduá: uma revisão. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, Belo Horizonte, 37, 354-359. <http://cbra.org.br/portal/publicacoes/rbra/2013/rbraod2013.html>.

Roza, M. S., Pestana, F. M., Hernandez, J. M. F., Silva, B. X., & Abidu-Figueiredo, M. (2009). Tronco Celíaco mesentérico em gato. *Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias*, 104, 83-86. http://www.fmv.ulisboa.pt/spcv/edicao/12_2009/83-86.htm.

Santos, A. L. Q., Menezes, L. T., Brito, F. M. M., Kaminishi, A. P. S., Leonardo, T. G., Pimentel, T. L., & D'Aperecida, N. S. (2011). Suprimento arterial das glândulas adrenais de lobo marinho *Arctocephalus australis* Zimmerman, 1783 (Pinnipedia, Otariidae). *PUBVET*, Londrina, 5, 1069. <https://www.pubvet.com.br/artigo/1554/suprimento-arterial-para-as-glancircndulas-adrenais-de-lobo-marinho-arctocephalus-australis-zimmerman-1783-pinnipedia-otariidae>.

Santos, A. L. Q., Moraes, F. M., Malta, T. S., Carvalho, S. F. M., & Alves Junior, J. R. F. (2004). Topografia dos colaterais calibrosos do arco aórtico de um mão-pelada (*Procyon cancrivorus* – Gray, 1865) (Carnivora – Procyoniadae). *Archives of Veterinary Science*, 9, 67-72. <http://dx.doi.org/10.5380/avs.v9i2.4067>.

Santos, F. C., Fonsêca Filho, L. B., Albuquerque, P. V., Nascimento, J. C. S., Alcantara, S. F., Miranda, M. E. C., Andrade, G. P., & Amorim, M. J. A. A. L. (2019). Contribuição ao estudo da anatomia macroscópica dos rins e das estruturas vasculares sanguíneas no hilo renal do bicho-preguiça (*Bradypus variegatus*). *Medicina Veterinária (UFRPE)*, Recife, 13, 571-576. <https://doi.org/10.26605/medvet-v13n4-3667>.

Schimming, B. C., Jesus, L. S. B. S., & Filadelpho, A. L. (2016). Branching pattern of aortic arch in the white-eared opossum (*Didelphis albiventris*). *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, São Paulo, 53, 235-242. <https://doi.org/10.11606/issn.1678-4456.bjvras.2016.82794>.

Scholander, P. F., & Krog, J. (1957). Countercurrent heat exchange and vascular bundles in sloths. *Journal of Applied Physiology*, 10, 405-411. <https://doi.org/10.1152/jappl.1957.10.3.405>.

Shakuntala Rao, N.; Krishna Kishore; Sujatha, K.; Krishna Rao, H. R. (2016). Aortic arch arteries in man and domestic animals: a comparative study. *International Journal of Anatomy and Research*, 4, 3087-3091. <http://dx.doi.org/10.16965/ijar.2016.409>.

Silva, S. A. M. (2013). *Contribuições para a conservação de Bradypus variegatus (preguiça comum): processos históricos e demográficos moldando a diversidade nuclear*. [Doctoral dissertation, University of São Paulo]. <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41131/tde-14102013-154118/pt-br.php>.

Silva, V. L., Lucena, R. L. B. G., Silva, E. M., Viana, F. M. M., Silva, I. G. C., Oliveira Jr, W. M., Sa, V. C. T., Fernandes, D. N., Pinto, A. X. M., Silva Jr, E. D., Duarte, D. P. F., & Da Costa, C. P. (1996). *Influência da temperatura corporal ambiental sobre a temperatura corporal em preguiças Bradypus variegatus*. XI Annual Meeting of the “Federação de sociedades de Biologia Experimental”, Caxambu, MG, Brazil.

Souza, A. L. R., Rezende, L. C., Morteza, A. R., & Ferreira, J. R. (2010). Modelo de suprimento sanguíneo do intestino grosso do tamanduá bandeira (*Myrmecophaga tridactyla*). *Ciência Rural*, Santa Maria, 40, 541-547. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000027>.

Stevens, E. D. (2011). DESIGN AND PHYSIOLOGY OF ARTERIES AND VEINS: The Retia. *Encyclopedia of Fish Physiology*, 1119-1131. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374553-8.00067-8>.

Tolosa, E. M. C., Rodrigues, C. J., Behmer, O. A., & Freitas Neto, A. G. (2003). *Manual de técnicas para histologia: normal e patológica* (pp. 331). Manole.

Watanabe, I., & Yamada, E. (1983). The fine structure of lamellated nerve endings found in the rat gingiva. *Archivum Histologicum Japonicum*, 46, 173–182. <https://doi.org/10.1679/aohc.46.173>.