



**ANA CLÁUDIA ALVES**

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO SISTEMA  
RESPIRATÓRIO E DO CORAÇÃO DO JACARÉ-  
DO-PANTANAL (*Caiman yacare*, DAUDIN 1802)  
PROVENIENTE DE ZOOCRIADOURO**

**LAVRAS – MG**

**2014**

**ANA CLÁUDIA ALVES**

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E DO  
CORÇÃO DO JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caiman yacare*, DAUDIN  
1802) PROVENIENTE DE ZOOCRIADOURO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Prof. Raimundo Vicente de Sousa

**LAVRAS– MG  
2014**

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Coordenadoria de Produtos e  
Serviços da Biblioteca Universitária da UFLA**

Alves, Ana Cláudia.

Descrição morfológica do sistema respiratório e do coração do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, DAUDIN, 1802) proveniente de zoológico / Ana Cláudia Alves. – Lavras : UFLA, 2014.

77 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2014.

Orientador: Raimundo Vicente de Sousa.

Bibliografia.

1. Réptil. 2. Réptil - Anatomia. 3. Réptil - Histologia. 4. Jacaré-do-pantanal. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 597.98

**ANA CLÁUDIA ALVES**

**DESCRIÇÃO MORFOLÓGICA DO SISTEMA RESPIRATÓRIO E DO  
CORÇÃO DO JACARÉ-DO-PANTANAL (*Caimanyacare*, DAUDIN  
1802) PROVENIENTE DE ZOOCRIADOURO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2014.

Profa. Dra. Cristina Delarete Drummond - UFLA

Profa. Dra. Fernanda Radicchi Campos Lobato de Almeida - UFMG

Prof. Dr. Henrique Ribeiro Alves de Resende - UFLA

---

Prof. Dr. Raimundo Vicente de Sousa  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2014**

*Dedico este trabalho a Deus, razão da minha existência, e a minha Família, razão da  
minha persistência, por  
ajudarem-me na construção do meu caráter  
e por fazerem de mim quem sou.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais João Bosco e Marilene, meus maiores exemplos de vida, por estarem sempre presentes e pelo amor, apoio e dedicação dispensados em todos os momentos.

Aos meus queridos irmãos, Júlio César e Paulo Roberto, e ao meu namorado, Danilo, por toda cumplicidade, amor, incentivo e disponibilidade sempre que preciso.

À toda minha família e amigos pela torcida constante.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias e ao DMV/UFLA, pela oportunidade.

A todos os colegas, com os quais pude dividir experiências durante o mestrado, em especial aos colegas Matheus Ferreira e Thiago Araújo.

À COOCRIJAPAN e ao professor João Vicente Neto, por todo apoio e por disponibilizarem o material para este estudo.

Aos professores Henrique Resende, Cristina Delarete e aos colegas Daniel Brum e João Cotrim, os quais foram fundamentais na elaboração deste trabalho.

Aos funcionários dos laboratórios do setor de morfologia do DMV/UFLA, Marcos e Vanessa, pelo apoio, companhia e disponibilidade constantes.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Raimundo, não só pelo empenho na revisão deste trabalho, mas por toda dedicação e atenção a mim dispensadas durante o curso.

Por fim, agradeço a Deus por tudo o que sou e que já consegui até hoje!

## **RESUMO**

Com este estudo objetivou-se descrever os aspectos anatômicos e histológicos do sistema respiratório e do coração do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), proveniente de zoológico. Para tanto, estudou-se 13 exemplares da espécie, os quais foram perfundidos e conservados em solução de formaldeído a 10% e submetidos às técnicas anatômicas específicas. O sistema respiratório e o coração foram separados e amostras colhidas e submetidas a procedimentos histológicos específicos. Macroscopicamente a laringe apresenta três cartilagens, uma tireoide e duas aritenoides; a traqueia é constituída por anéis cartilagenosos completos e incompletos, e divide-se em dois brônquios principais que penetram nos pulmões e se ramificam em vestígios de brônquios secundários; os pulmões não apresentam lobação, sendo constituídos por parênquima esponjoso; o coração é tetracavitário, e além de dois átrios e dois ventrículos, apresenta uma estrutura denominada cone arterial, do qual emergem os vasos da base do coração; foram identificadas duas aortas, direita e esquerda, sendo que a esquerda emerge do ventrículo direito e se comunica com o tronco sistêmico direito por meio do forame de Panizza. Histologicamente a porção condutora do aparelho respiratório apresenta, de forma geral, epitélio pseudoestratificado colunar ciliado, com células produtoras de muco; a laringe, traqueia e brônquios apresentam peças de cartilagem hialina constituindo suas paredes; o parênquima pulmonar é trabecular, altamente vascularizado; e o coração possui epicárdio, miocárdio e endocárdio típicos. Concluímos que a histologia do sistema respiratório e coração, no jacaré-do-pantanal, é semelhante à de outras espécies de répteis. Contudo, anatomicamente apresentam particularidades importantes, as quais representam, possivelmente, adaptações que permitiram a perpetuação da espécie.

Palavras-chave: Réptil. Anatomia. Histologia. Jacaré-do-pantanal.

#### **ABSTRACT**

The aim of this work is to describe anatomical and historical aspects of a respiratory system and the heart of the *Caiman yacare* from a crocodile breeding center. For this purpose, we have chosen and further studied 13 specimens which were perfused and preserved in a 10% formaldehyde solution and they were subjected to the specific anatomical techniques. Both the respiratory system and the heart were separated; their samples were collected and submitted to the specific histological procedures. Macroscopically, there are three laryngeal cartilages, one thyroid and two arytenoids. Trachea consists of a cartilaginous semicircle and the circle rings. It is divided into two main bronchi penetrating into lung bronchi and tracing the secondary branches. Lungs' lobation is not made of a spongy parenchyma. The heart is four-chambered and besides two atria and two ventricles; there is a structure called arterial cone from which the great vessels of the heart emerge. There were identified two aortas, left and right. The left aorta emerges from the right ventricle and communicates with the systemic trunk through the Foramen of Panizza. From a histological point of view, the conductive parts of the respiratory system are made of ciliated pseudostratified columnar epithelium with mucus-producing cells. The walls of the larynx, trachea and bronchi are formed of a hyaline cartilage. The lung parenchyma is trabecular and highly vascularized. The heart is typically composed of the parts such as epicardium, myocardium and endocardium. According to these observations, it is assumed that the histology of respiratory system and the heart in case of "*Jacaré of Pantanal*" is similar to other species of reptiles. However, there are some anatomic particulars, which possibly represent the adaptations allowing the perpetuation of the species.

Keywords: Reptile. Anatomy.Histology.Jacaré-do-pantanal.

## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1	Representação esquemática do ciclo reprodutivo do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Fonte: COOCRIJAPAN (2013).....	16
Figura 2	Representação esquemática da cadeia produtiva do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Fonte: COOCRIJAPAN (2013).....	18
Figura 3	Representação esquemática do coração de crocodiliano, via de saída e as principais artérias; as setas indicam padrão de fluxo de sangue em condições normais, a seta pontilhada indica o fluxo de sangue durante a diástole. Ventrículo esquerdo (LV); aorta direita (RAo); aorta dorsal (DA); artéria subclávia direita (RS); artéria carótida comum (CCA); ventrículo direito (RV); artérias pulmonares direita e esquerda (LPA e RPA ); aorta esquerda (LAo ); artéria celíaca (CoA). Fonte: Axelsson et al. (1996).....	23
Figura 4	Vista ventral do saco pericárdico (SC), fígado (F) e esterno (E) do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ).....	36
Figura 5	Ligamento de tecido fibroso ( <i>gubernáculo cordis</i> ), ancorando o ápice do coração ao saco pericárdio, no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ).....	36
Figura 6	Coração do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). 1 – Vista ventral. 2 – Corte transversal dos ventrículos. Cone arterial (CA); átrio direito (AD); ventrículo direito (VD); ventrículo esquerdo (VE), septo interventricular (SIV).....	38
Figura 7	Vista ventral do coração e dos vasos da base no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ), Cone arterial (CA); átrio direito (AD); ventrículos (V); ventrículo direito (VD); ventrículo esquerdo (VE); artéria aorta direita (AAD), artéria pulmonar direita (APD); artéria subclávia direita (ASD); artéria subclávia esquerda (ASE); artéria aorta esquerda (AAE); artéria pulmonar esquerda (APE).....	39
Figura 8	Evidenciação do forame de Panizza (seta larga), no coração do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Artéria aorta esquerda (AAE);tronco	

	pulmonar (TP); ventrículo direito (VD); válvula semilunar (seta fina).....	41
Figura 9	Artérias aortas dorsal (seta larga), abdominal (seta fina) e anastomose entre elas (seta curtal), presentes no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ).....	43
Figura 10	Cortes histológicos transversais do cone arterial no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). 1 – Corte próximo à base dos ventrículos. 2 – Evidenciação do início de uma das divisões do tronco sistêmico direito (aumento de 100x). 3 – Corte em região dorsal ao corte 1. Tronco sistêmico direito (TSD); artéria aorta esquerda (AAE); tronco pulmonar (TP). Coloração HE.....	44
Figura 11	Corte histológico transversal da parede do cone arterial do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Túnica íntima (TI); túnica média (TM); fibras elásticas (setas pretas);fibras musculares lisas (setas brancas). Coloração: Tricrômico de Masson. Aumento de 200x.....	45
Figura 12	Corte histológico do ventrículo do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Projeções da parede (seta preta) para o interior da cavidade ventricular (CV); miocárdio (MC); endocárdio (ED). Coloração HE. Aumento de 40x (1) e 100x (2).....	46
Figura 13	Fibras musculares cardíacas em corte histológico do ventrículo do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Núcleos centrais (N); estriações transversais (setas). Coloração HE. Aumento de 400x.....	47
Figura 14	Cartilagem hialina (CH) em corte histológico da transição entre os ventrículos e o cone arterial, no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Coloração HE. Aumento de 100x.....	48
Figura 15	Laringe do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ), vista lateral. Cartilagem tireóidea (T); traqueia (Tq); osso hioide (H); esôfago (E)...	49
Figura 16	Entrada da laringe (seta branca) no jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Estruturas corniculadas correspondentes às cartilagens aritenoides (A); palato duro (PD).....	50

Figura 17	Vista ventral (1) e dorsal (2) da traqueia do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ), com evidenciação dos anéis incompletos.....	51
Figura 18	1 – Vista ventral da região cranial da cavidade celomática do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Traqueia (T); região da divisão da traqueia (seta branca); brônquios principais (BP). 2 – Brônquio principal intrapulmonar. Vestígios de brônquios secundários (VBS).....	53
Figura 19	Corte histológico transversal da laringe do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Cartilagem hialina (CH), cavidade da laringe (CL); fibras musculares (setas). Coloração HE. Aumento de 40x.....	54
Figura 20	Fibra muscular estriada esquelética, em corte histológico da laringe do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Estriações transversais (seta). Coloração HE. Aumento de 400x.....	55
Figura 21	Corte histológico transversal da laringe do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Invaginações compostas por células produtoras de muco (setas); cavidade da laringe (CL). Coloração HE. Aumento de 40x.....	55
Figura 22	Corte histológico longitudinal da laringe do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Cartilagem hialina (CH); Fibras musculares esqueléticas (FM). Coloração HE. Aumento de 40x.....	56
Figura 23	Corte histológico transversal da porção da traqueia cranial do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). 1 - Evidenciação da região dorsal, onde não há cartilagem hialina (aumento de 40x). 2 – evidenciação do epitélio (aumento de 200x). Tecido conjuntivo denso não modelado (TCD); lúmen traqueal (L); cartilagem hialina (CH); limite da peça de cartilagem hialina (seta larga); células caliciformes formando invaginações no epitélio (setas finas). Coloração HE.....	58
Figura 24	Corte histológico transversal da porção média da traqueia do Jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). 1 - Evidenciação da projeção da parede para o lúmen da traqueia (aumento de 40x). 2 – Células caliciformes (setas) em invaginações no epitélio (aumento de 200x). Cartilagem hialina (CH); tecido conjuntivo denso não modelado (TCD).	

	Coloração PAS/Hematoxilina.....	59
Figura 25	Corte histológico transversal da porção caudal da traqueia do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Células caliciformes em invaginações no epitélio (setas largas); capilares sanguíneos (setas finas), cartilagem hialina (CH). Coloração HE. Aumento de 200x.....	60
Figura 26	Corte histológico transversal da região da divisão da traqueia do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). A cartilagem hialina desta região é, no centro do corte histológico, comum para os brônquios principais. Coloração HE. Aumento de 40x.....	61
Figura 27	Corte histológico transversal de brônquio principal do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Cartilagem hialina (CH); epitélio pseudoestratificado, colunar, ciliado, com células produtoras de muco (Ep); Tecido conjuntivo denso não modelado (TCD). Coloração PAS/Hematoxilina. Aumento de 100x.....	62
Figura 28	Vista dorsal (1) e ventral (2) dos pulmões do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ), com evidenciação do ligamento pulmonar. Pulmão esquerdo (PE); pulmão direito (PD); projeção apical (PA).....	64
Figura 29	Cortes transversais do pulmão do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Pulmão multicameral com aspecto esponjoso. Canais tubulares (CT)...	67
Figura 30	Corte histológico do pulmão do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Fibras musculares lisas (setas) na entrada das unidades de troca gasosa (UT). Coloração HE. Aumento de 40x.....	68
Figura 31	Corte histológico do pulmão do jacaré-do-pantanal ( <i>Caiman yacare</i> ). Unidade de troca gasosa (UT) com parede delgada composta por muitos capilares sanguíneos (exemplificados pelas setas) e revestida de epitélio simples pavimentoso. Coloração HE. Aumento de 100x.....	69

## SUMÁRIO

C:\Users\SEVEN\Desktop\Dissertação Ana C. fev-2014\Pós-

defesa\Disseratação FINAL - Ana Cláudia Alves.docx - \_Toc384037628

1 INTRODUÇÃO .....	13
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
2.1 Considerações sobre a espécie <i>Caiman yacare</i> .....	15
2.2 Morfologia do coração em répteis .....	19
2.3 Morfologia da laringe, traqueia e brônquios em répteis .....	25
2.3 Morfologia dos pulmões em répteis .....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	32
3.1 Animais e obtenção do material experimental .....	32
3.2 Procedimentos para descrição anatômica .....	33
3.3 Procedimentos para descrição histológica .....	34
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	35
4.1 Morfologia do coração .....	35
4.2 Morfologia da laringe traqueia e brônquios .....	48
4.3 Morfologia dos pulmões .....	62
5 CONCLUSÃO .....	70
REFERÊNCIAS .....	71

## 1 INTRODUÇÃO

O jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, Daudin 1802) é um réptil, de alta densidade populacional, encontradas nas planícies do norte e leste da Bolívia e oeste do Brasil, desde o sul da Amazônia até o Paraguai e norte da Argentina. Tem ampla distribuição no Pantanal Mato-Grossense, cuja região se caracteriza pela existência de uma grande variedade de macroambientes. Esses animais habitam ambientes aquáticos diversos, como lagoas de água doce, salinas, corixos, rios, brejos, cujas proporções e estabilidade são variáveis de região para região (CAMPOS et al., 2010; SANTOS, 1997).

Desde a década de 90 o jacaré-do-pantanal tem despertado interesse econômico, principalmente na região centro-oeste do Brasil, onde vários produtores se credenciaram junto ao IBAMA, obtendo licenças para operar criadouros comerciais, passando então este a ser criado em ambientes fechados (MOURA et al., 1999; MOURÃO, 2000). Entretanto a espécie vem sendo manejada tanto em sistemas de criação fechados quanto abertos. A criação em sistema fechado, denominada *Farming*, é de alto custo de manutenção e consiste em manter adultos reprodutivos e criar os jovens até o abate. Já a criação em sistema aberto, denominada *Ranching*, consiste na coleta de ovos ou jovens oriundos da natureza, posterior devolução ao ambiente natural de uma parcela dos jovens e criação dos animais até o abate (CAMPOS, 2004a).

A utilização sustentada da vida silvestre tem sido considerada como uma ferramenta importante para a conservação dos ambientes naturais e da preservação da biodiversidade (CAMPOS, 2004a). A racionalização do processo produtivo na criação de jacaré viabiliza o aproveitamento da carne, agregando maior valor à atividade comercial, melhorando o uso desse recurso natural e evidenciando a natureza sustentável da criação (ALEIXO et al., 2011).

Tendo em vista a busca do equilíbrio ecológico por meio da criação racional desta espécie, bem como o grande potencial econômico associado a essa criação em cativeiro, pesquisas à cerca desta espécie são de grande importância. Na literatura há ainda poucos estudos disponíveis envolvendo o jacaré-do-pantanal, especialmente no que diz respeito aos aspectos anatômicos e histológicos. Diante disso é importante definir e priorizar projetos que contribuam para a geração de conhecimento técnico-científico em relação à espécie, promovendo ainda mais seu crescimento.

Desta forma o presente estudo tem por objetivo geral descrever os aspectos anatômicos e histológicos do sistema respiratório e do coração do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*, DAUDIN 1802) criado em zoológico. Espera-se que a este possa facilitar a atuação dos profissionais envolvidos na cadeia produtiva do jacaré-do-pantanal, a fim de colaborar com a conservação e preservação da espécie, bem como com o seu aproveitamento econômico.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Considerações sobre a espécie *Caiman yacare*

De acordo com o *Crocodile Specialist Group* (CSG, 2013) a espécie *Caiman yacare*, pertence ao Gênero *Caiman*, à Família *Aligatoridae*, à Ordem *Crocodylia* e à Classe *Reptilia*. Os primeiros répteis apareceram cerca de 320 milhões de anos atrás, surgidos dos anfíbios, sendo que os mamíferos e aves foram evoluindo, a partir dos répteis, muitos anos mais tarde.

A espécie *Caiman yacare* é um crocodiliano, ovíparo, pecilotérmico e carnívoro, e sua dieta, em diferentes *habitats* do pantanal mato grossense, é constituída por insetos e peixes (SANTOS et al., 1996). Em zoológicos são utilizadas rações à base de vísceras moídas de bovinos (pulmão e baço), complementadas com *premix* mineral e vitamínico, normalmente recomendados para suínos.

A taxa metabólica dos crocodilianos varia de um décimo a um terço daquela de aves e mamíferos de peso comparável, embora a eficiência de conversão alimentar tenda a ser semelhante nessas três classes. O custo metabólico de manutenção diária mais baixo dos répteis resulta em um maior período requerido para atingir tamanho de abate (DAWSON, 1971).

Ao contrário das aves e mamíferos, os crocodilianos são incapazes de manter a temperatura corporal constante por meios fisiológicos. Esta, em adultos desta espécie e na natureza, varia de 25 a 30°C, devido às variações ambientais, entre as estações fria e quente (CAMPOS; COUTINHO; MAGNUSSON, 2003; CROCODILE SPECIALISTY GROUP, CSG, 2013). Silva e Costa (2005) observaram que o *Caiman yacare* admite mudanças de postura corporal em seu habitat, com o objetivo básico de termorregulação.

O jacaré-do-pantanal habita ambientes aquáticos e, assim como todos os crocodilianos, são essencialmente ativos na água, mas a locomoção terrestre é

comum para os que vivem em áreas que secam periodicamente (CAMPOS, 2004a; SANTOS, 1997).

Os jacarés deslocam-se na terra em grupos, principalmente na estação seca de agosto a dezembro. Durante esta estação, os jacarés enterraram-se debaixo de folhas e galhos e na lama, ao redor das poças, devido às condições de estresse hídrico, o que pode influenciar na distribuição da população e, possivelmente, na sobrevivência dos indivíduos. O comportamento de enterrar na lama e na floresta pode interferir nas estimativas de densidades populacionais por contagens diretas (CAMPOS, 2004b).

O ciclo reprodutivo desta espécie na natureza está representado na Figura 1.

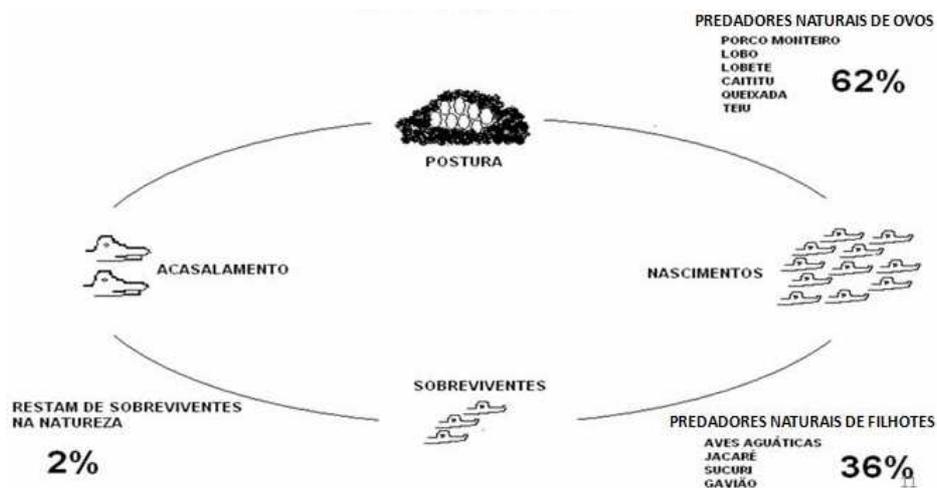


Figura 1 Representação esquemática do ciclo reprodutivo do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*).

Fonte: Cooperativa de Criadores de Jacaré do Pantanal, COOCRIJAPAN (2013).

No início da década de 90, as populações de *Caiman yacare* foram consideradas reduzidas no Brasil, Bolívia, Paraguai e Argentina, devido à caça ilegal generalizada durante as décadas de 1970 e 1980. A caça furtiva não é mais

um problema, mas a destruição do habitat, a construção de hidrelétricas e assoreamento de rios continuam a afetar populações de jacarés, principalmente no Brasil (CAMPOS et al., 2010).

Na década de 80, o preço das peles estava em alta no mercado internacional e, a cada ano, centenas de milhares de peles saíam ilegalmente do Pantanal para suprir grande parte do mercado internacional (MOURÃO, 2000). Em fevereiro de 1990, o Ibama publicou portaria específica, a Portaria nº 126, para regulamentar a produção de jacaré-do-pantanal (BRASIL, 1990), determinando cotas de extração de ovos em ninhos encontrados na natureza e estabelecendo o modelo em ciclo aberto (*Ranching*) como o ‘modelo oficial’ para o jacaré-do-pantanal.

No mundo em geral, os crocodilianos estão sendo aproveitados economicamente de três formas: *wild harvest* - manejo extensivo na natureza, geralmente seguindo critérios de extração e monitoramento e sendo considerado como forma de utilização com fins de conservação da espécie e de seus *habitats* naturais; *ranching* - os ovos ou filhotes são apanhados na natureza, uma parcela é devolvida à natureza, afim de garantir a manutenção da espécie, e os outros são criados até o tamanho de abate, deixando apenas a reprodução na natureza e *farming* - sistema fechado, no qual a criação engloba todo o ciclo reprodutivo da espécie. Contudo, poucos criadores optam por essa última prática de manejo, pelo alto custo da manutenção das matrizes e dos jovens (CAMPOS, 2004a; VERDADE, 2004; COUTINHO; CAMPOS, 2006).

Dessa forma, a criação de jacaré-do-pantanal tem se consolidado no estado do Mato Grosso como atividade alternativa e legal para as propriedades rurais na área de ocorrência natural da espécie, coibindo a caça predatória e colaborando na preservação da mesma (ALEIXO et al., 2011). E, segundo Rieder et al. (2004), é uma atividade promissora ecológica e economicamente, em especial na região do Pantanal, uma vez que vários produtos do jacaré

encontram mercado, sendo a pele um produto com potencial financeiramente rentável.

Caldwell (2010) confirma que as exportações de peles de jacaré-do-pantanal pelos principais países produtores aumentaram notavelmente durante o período de 1999 a 2008. Nos anos de 2007 e 2008, ocorreu aumento em relação ao período de 2003 a 2006, sendo os principais importadores o México e os Estados Unidos.

Em se tratando de qualidade do couro/pele, Jacinto et al. (2008) comentam que o sistema de criação adotado pelos criatórios comerciais interfere na formação de placas calcificadas no interior das peles, resultando em peles com osteodermos mais ou menos suscetíveis ao ataque químico e, conseqüentemente, couros com diferentes graus de maciez.

A cadeia produtiva do *Caiman yacare* é apresentada na Figura 2.

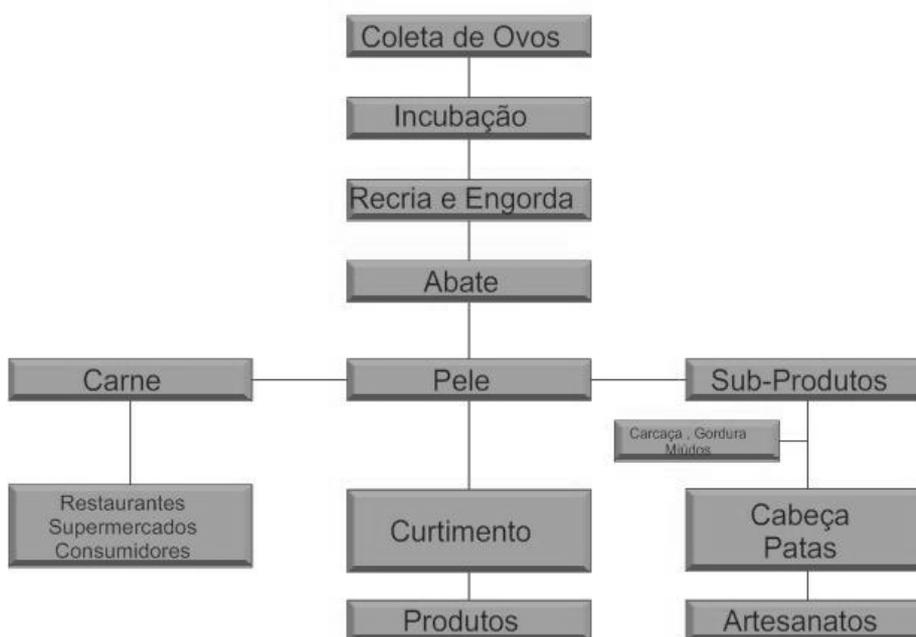


Figura 2 Representação esquemática da cadeia produtiva do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*).

Fonte: COOCRIJAPAN (2013).

Sabe-se que, assim como a pele, a carne de jacaré tem apresentado grande potencial econômico. Portanto, vários estudos veem sendo realizados para caracterizar este tipo de carne (VICENTE NETO et al., 2006; RODRIGUES et al., 2007; VICENTE NETO et al., 2007; COSSU et al., 2007; AZEVEDO et al., 2009; VICENTE NETO et al., 2010).

No entanto, o potencial econômico da carne do jacaré-do-pantanal não está relacionado somente ao consumo de carne *in natura*, mas também de carne processada. Romanelli, Caseri e Lopes Filho, (2002) consideraram a viabilidade técnica de se elaborar derivados de carne de jacaré como forma alternativa de consumo e observaram aprovação acima de 50% para quatro formas de processamento (tipo hambúrguer, enlatado, defumada e tipo apresuntado). Romanelli; Schmidt (2003) apresentaram outra forma de aproveitamento do jacaré-do-pantanal, quando concluíram, em estudo sobre aproveitamento de vísceras para elaboração de farinha de carne, que o uso de vísceras desta espécie é viável como fonte alternativa de nutrientes para incorporação nas formulações de ração animal.

De acordo com as considerações sobre a espécie em questão, é notável que se trate de uma espécie de grande potencial econômico, portanto é importante descrever aspectos de sua morfologia para promover um conhecimento mais consolidado sobre ela. Por ser uma espécie explorada comercialmente, na forma de abate e consumo, é importante conhecer sua morfologia, a fim de auxiliar os profissionais da inspeção a detectarem situações anormais que podem estar associadas a possíveis alterações.

## **2.2 Morfologia do coração em répteis**

### **Anatomia**

O coração, nos répteis, se encontra ventralmente no interior da cavidade pericárdica, sem união com o pericárdio, salvo os pontos de entrada e saída dos

vasos (ROMER, 1966). Porém Jacobson (2007) menciona que, em alguns grupos, o ápice do coração está ancorado ao pericárdio por um ligamento, o *gubernáculo cordis*.

A localização do coração dos répteis varia entre espécies. Em lagartos da família *Agamidae* e iguanas, o coração está localizado ao nível da cintura escapular. Em lagartos (*Varanus* spp.), é mais caudal e em crocodilo e lagartos-monitores a localização é mais central, no sentido craniocaudal (MITCHELL, 2009).

Assim como nos peixes pulmonados e anfíbios, o coração dos répteis não crocodilianos apresenta três câmaras, uma vez que o septo interventricular é incompleto, permitindo a mistura de sangue saturado de oxigênio e de dióxido de carbono. A quantidade e o local desta mistura variam nos animais de acordo com as circunstâncias. Não é desejável, por exemplo, enviar sangue hipoxigenado aos pulmões em situações de apneia (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

Nos répteis, grande parte do miocárdio do ventrículo apresenta aspecto esponjoso. Alguns não possuem artérias coronárias para fornecer oxigênio a esta estrutura e o coração recebe seu suprimento de oxigênio diretamente do sangue circulante. Dessa forma, a mistura de sangue oxigenado com sangue não oxigenado no ventrículo incompletamente dividido também é necessária para a oxigenação de todo o órgão (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

O coração dos répteis não crocodilianos é, portanto, formado por um pequeno seio venoso, dois átrios e ventrículos incompletamente separados (STORER, 1998; HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). Nos répteis não crocodilianos, o ventrículo apresenta três subcâmaras: a *pulmonale cavum*, mais ventral, estendendo cranialmente para a artéria pulmonar; a *arterioso cavum* e a *venoso cavum*, ambas dorsais que recebem o sangue dos átrios direito e esquerdo

e se comunicam pelo canal interventricular (KIK; MITCHELL, 2005; COLVILLE; BASSERT, 2010).

Já o coração dos crocodilianos é composto por quatro câmaras, tendo o septo interventricular completo (MITCHELL, 2009). Esta divisão anatômica entre ventrículos em crocodilos permite uma circulação pulmonar de baixa pressão e uma circulação sistêmica de pressão elevada, como nos mamíferos (GREENFIELD; MORROW, 1961; GRIGG; JOHANSEN, 1987).

No *Crocodylus niloticus* a cavidade do ventrículo esquerdo é considerada *arterioso cavum* e a cavidade do ventrículo direito representa tanto a *venoso cavum* quanto a *pulmonale cavum*. A parede muscular do ventrículo esquerdo é mais potente e mais espessa do que do direito e as aurículas direita e esquerda se abrem nos ventrículos direito e esquerdo, respectivamente (KHALIL; ZAKI, 1964).

Os répteis, em geral, apresentam também uma estrutura na extremidade cranial do coração, chamada cone arterial, que é dividido em três troncos arteriais, um pulmonar e dois sistêmicos, direito e esquerdo (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

Nos crocodilianos, a artéria aorta esquerda (circulação sistêmica) e o tronco pulmonar (circulação pulmonar) derivam do ventrículo direito. A artéria aorta direita (circulação sistêmica) surge a partir do ventrículo esquerdo. As entradas das artérias aortas apresentam válvulas semilunares. Na base da parede que separa as aortas direita e esquerda, imediatamente dorsal às válvulas semilunares, há uma pequena abertura, o forame de Panizza, que permite a passagem do sangue de um lado para o outro (KHALIL; ZAKI, 1964; GRIGG; JOHANSEN, 1987; SHELTON; JONES, 1991; AXELSSON et al., 1996; REESE, 2000; HICKS, 2002; COLVILLE; BASSERT, 2010).

O forame de Panizza foi observado na primeira descrição do sistema cardiovascular do crocodilo, publicado em 1833 por Bartolomeo Panizza, que

estudou a espécie *Crocodylus lucius*, hoje *Alligator mississippiensis*. Estudos posteriores em outras espécies de crocodilos confirmaram este achado (GOODRICH, 1919; GREENFIELD; MORROW, 1961; GRIGG; JOHANSEN, 1987; FRANKLIN; AXELSSON, 1994; AXELSSON; FRANKLIN, 1997).

Greenfield e Morrow (1961) concluíram que, em *Alligator mississippiensis*, em condições normais, o sangue presente no ventrículo direito passa praticamente todo para o tronco pulmonar e somente no final da sístole uma pequena parte de sangue venoso é ejetado para a aorta esquerda. Nessas condições, a principal origem do sangue fornecido à aorta esquerda é a aorta direita, através do forame de Panizza e o preenchimento da aorta esquerda acontece durante a diástole, pois, durante a sístole, o forame está coberto pela cúspede da válvula semilunar da aorta direita. Grigg e Johansen (1987) chegaram às mesmas conclusões em *Crocodylus porosus* e acrescentaram que a válvula entre o ventrículo direito e a aorta esquerda permanece fechada devido ao gradiente de pressão entre as circulações pulmonar (menor pressão) e sistêmica (maior pressão).

Contudo, a explicação anatômica da origem da aorta esquerda a partir do ventrículo direito, em crocodilianos, está relacionada com o fato de que, durante o mergulho ou em outra situação de apneia, em que a oxigenação está comprometida, o sangue do ventrículo direito pode ser desviado da circulação pulmonar para a circulação sistêmica. Dessa forma, a aorta esquerda levaria sangue hipoxigenado para as porções caudais do corpo e o coração, o cérebro e as porções craniais continuariam a receber sangue hiperoxigenado que ainda estaria sendo ejetado pelo ventrículo esquerdo, via artérias carótida comum, subclávias e coronárias, presente em crocodilianos (GRIGG; JOHANSEN, 1987).

Em estudo de angioscopia de alta resolução (AXELSSON et al., 1996), em crocodilos, foi observada a presença de um conjunto único de válvulas no

ventrículo direito, denominada “cog-teeth-like”, ventral às válvulas semilunares bicúspides entre o ventrículo direito e tronco pulmonar (Figura 3). Segundo os autores, além do aumento da resistência pulmonar, a dinâmica das válvulas “cog-teeth-like” gera uma oportunidade única de controlar ativamente a resistência da via de saída pulmonar, criando pressão intraventricular necessária para iniciar o desvio da circulação pulmonar para a sistêmica (aorta esquerda).

A Figura 3, obtida do trabalho de Axelsson et al. (1996), esquematiza o coração dos crocodilianos.

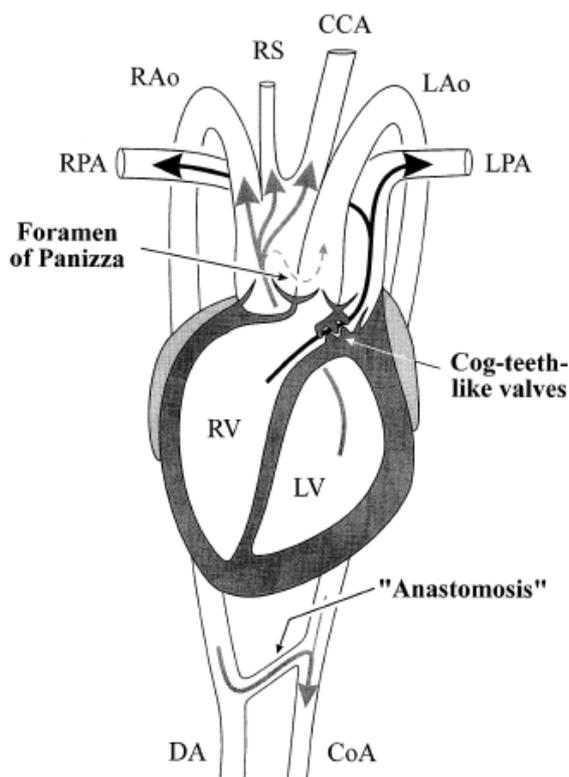


Figura 3 Representação esquemática do coração de crocodiliano, via de saída e as principais artérias; as setas indicam padrão de fluxo de sangue em condições normais, a seta pontilhada indica o fluxo de sangue durante a diástole. Ventrículo esquerdo (LV); aorta direita (RAo); aorta dorsal (DA); artéria subclávia direita (RS); artéria carótida comum (CCA); ventrículo direito (RV); artérias pulmonares direita e esquerda (LPA e RPA ); aorta esquerda (LAo ); artéria celíaca (CoA) . Fonte: Axelsson et al. (1996).

Axelsson et al. (1996) também observaram que as válvulas aórtica esquerda não são capazes de cobrir o forame de Panizza durante qualquer parte

do ciclo cardíaco, o que apoiou a hipótese de um fluxo reverso no forame de Panizza (da aorta esquerda para a aorta direita). Segundo eles, isso garantiria suprimento de sangue para a circulação coronária e cefálica durante inatividade completa do lado esquerdo do coração, que pode ocorrer em caso de submersão muito prolongada.

### **Histologia**

Informações referentes à descrição histológica do coração de répteis são escassos na literatura. A maioria dos trabalhos sobre coração reptiliano limita-se ao estudo das características anatômicas e, principalmente, fisiológicas do coração.

De uma forma geral, em vertebrados, o coração é um órgão muscular cuja parede é composta de endocárdio, miocárdio (predominante) e epicárdio. A espessura e a composição da parede variam, sendo mais espessa nos ventrículos e mais fina nos átrios (ROMER, 1966; BACHA; BACHA, 2003).

O epicárdio compõe a camada mais externa, é coberto por epitélio simples pavimentoso típico das membranas serosas (mesotélio), sob o qual se encontra tecido conjuntivo fibroelástico. O miocárdio é o tecido muscular estriado cardíaco, fixados ao tecido conjuntivo denso não modelado, rico em colágeno, do esqueleto fibroso cardíaco. O endocárdio é a camada que reveste internamente os átrios e ventrículos e é constituído pelo endotélio, um epitélio simples pavimentoso, e por tecido conjuntivo fibroelástico subendotelial (GARTNER; HIATT, 2007). Nas saídas das cavidades existem válvulas cardíacas, consideradas extensões do endocárdio e compostas, portanto, de tecido conjuntivo coberto por endotélio (BACHA; BACHA, 2003).

As regiões cardíacas, bem como a base da aorta, o tronco pulmonar e o septo interventricular são sustentados pelo esqueleto cardíaco. Este pode ser de tecido conjuntivo denso desordenado, fibrocartilagem, cartilagem hialina ou

osso, e varia com a idade e entre espécies e indivíduos (BACHA; BACHA, 2003).

Segundo Jacobson (2007), em répteis o revestimento do endocárdio é contínuo com o endotélio dos grandes vasos da base do coração, assim como em outros vertebrados. Ele menciona que o miocárdio dos átrios, em répteis, é mais fino que do ventrículo que, por sua vez, é menos compacto do que em mamíferos e aves, com feixes musculares organizados em direções diferentes e separados por espaços, trabéculas e sulcos que se estendem para o lúmen. Portanto, o miocárdio externo é compacto e o interno esponjoso. Ele ainda ressalta que há relativamente pouco tecido conjuntivo no ventrículo.

Rezende (2011) relata que o miocárdio esponjoso (ou medular) recebe seu suprimento de oxigênio através do sangue que banha a superfície interna das câmaras cardíacas, enquanto o miocárdio compacto (ou cortical) recebe o sangue rico em oxigênio a partir da circulação coronária. Blessing e Reiner (1975) relataram a presença de miocárdio esponjoso e compacto no jacaré-tinga (*Caiman sclerops*), porém não observaram esta diferença entre eles.

De acordo com Buchanan (1956) as fibras musculares no miocárdio do lagarto *Leiopisma grande* são estriadas, uni ou multinucleadas. Os núcleos se encontram em posição axial dentro das fibras, e sua forma e tamanho podem variar. Tanto em átrio, quanto em ventrículos, as fibras são normalmente agrupadas em pequenos feixes, sem qualquer tecido fibroso ao redor.

### **2.3 Morfologia da laringe, traqueia e brônquios em répteis**

#### **Anatomia**

Nos répteis, a laringe é composta pelas cartilagens crinoide e aritenoide unidas ao aparelho hioideo (exceto nas serpentes). Já Reese (2000) relatou que, nos crocodilos, a estrutura da laringe consiste de três cartilagens, duas referentes

às aritenóides nos mamíferos, e a terceira representando as cartilagens tireóide e cricóide dos mamíferos, sendo a epiglote ausente nestes animais. Gans e Clark (1976) mencionaram que, nos crocodilianos, a glote está posicionada imediatamente ventral à cavidade nasal.

A presença de pregas vocais é observada somente em alguns lagartos. Contudo, muitos répteis sibilam quando o ar passa lentamente por meio da glote, parcialmente fechada, em cuja margem pode existir prega erétil, produtora de sons (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006; COLVILLE; BASSERT, 2010).

A traqueia e brônquios dos répteis são mais longos do que nos anfíbios e são sustentados por anéis cartilagosos completos e/ou incompletos, sendo estes últimos abertos dorsalmente (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). A bifurcação traqueal ocorre na região cervical dos quelônios, e mais caudal em outros répteis, normalmente próximo à base do coração (COLVILLE; BASSERT, 2010).

Segundo Maina (1989), a traquéia da cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*) contém anéis cartilagosos incompletos, surge na cavidade da faringe e entra no hilo do pulmão. Devido à ausência do pulmão esquerdo nesta espécie, a traqueia não se bifurca, sendo impossível distingui-la da parte extrapulmonar do brônquio. Situação semelhante é observada nas espécies *Amphisbaena vermicularis* e *A. microcephala*, pertencentes à ordem *Squamata*, nas quais o tubo traqueal penetra na face medial do pulmão esquerdo, em sua porção cranial, sem se ramificar. Observa-se a presença de peças cartilagosas em forma de ferradura, sendo que a face dorsal do segmento em contato mais próximo com o esôfago não apresenta cartilagem (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Nos crocodilianos, a maioria dos anéis traqueais é fechada, porém, uma pequena quantidade é aberta em sua face dorsal. Estas aberturas são maiores, próximo à laringe. A traquéia é reta e apresenta divisão vertical curta antes de sua divisão em brônquios principais. Esta divisória é em parte membranosa. O

número dos anéis traqueais varia não somente entre espécies, mas também entre indivíduos. O jacaré-americano (*Alligator mississippiensis*) apresenta de 50 a 60 anéis traqueais (REESE, 2000).

O brônquio nos répteis, por sua vez, penetra em seu pulmão correspondente na face medial ou próximo à sua extremidade cranial, porém nunca no ápice (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). Na tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) o brônquio principal, surgido da bifurcação da traqueia, entra em cada pulmão medialmente no polo cranial e segue no sentido caudal pelo parênquima pulmonar, diminuindo de diâmetro até terminar em ramos finos na porção caudal do pulmão. Inúmeros ramos (brônquios secundários), de diâmetros diferentes, surgem a partir do brônquio principal (SOLOMON; PURTON, 1984). Contudo, em grande parte dos répteis, o brônquio continua no interior do pulmão sem outras subdivisões (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

No crocodilo-do-nilo (*Crocodylu niloticus*) (PERRY, 1988) e em *Amphisbaena vermicularise* *A. microcephala* (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013) foi relatado que o lúmen bronquial funde-se ao lúmen pulmonar pela carência de cartilagem e desaparecimento dos tecidos que delimitam o brônquio, dando lugar às trabéculas que formam o parênquima pulmonar.

### **Histologia**

Nas espécies *Amphisbaena vermicularise* *A. microcephala*, pertencentes à ordem *Squamata*, a laringe é um segmento curto com parede composta por peças cartilaginosas hialinas irregulares, unidas entre si por tecido conjuntivo frouxo, sem formar anéis. O epitélio de revestimento é pseudoestratificado colunar, com células ciliadas e células produtoras de muco e está apoiado em uma espessa lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, com cinco ou mais camadas de fibroblastos (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

O tubo traqueal, nestas duas espécies, é composto por anéis incompletos de cartilagem hialina e apresenta três tipos de epitélios: cúbico simples, pavimentoso simples e pseudoestratificado prismático com células ciliadas e produtoras de muco. Eles estão apoiados sobre uma fina lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo. As peças cartilaginosas são de cartilagem hialina com matriz basófila mais densamente corada ao redor dos condrócitos. A serosa é composta por mesotélio sobre espessa camada de tecido conjuntivo frouxo, vascularizado (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013). Maina (1989) também menciona a presença de epitélio ciliado intercalado com células secretoras e células escamosas lisas na cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*), sendo os anéis traqueais incompletos ligados no dorso por uma membrana, a qual se torna grande e vascularizada e com favéolos (unidades de trocas gasosas) superficiais quando próximo ao pulmão.

Na espécie jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), o epitélio traqueal também é colunar pseudoestratificado ciliado com células caliciformes. A lâmina própria é vascularizada, contém folículos linfáticos e é constituída por tecido conjuntivo frouxo com muitas fibras reticulares. Entre a mucosa e submucosa encontram-se fibras elásticas intercaladas entre feixes de colágeno. A camada submucosa é de tecido conjuntivo semelhante ao encontrado na lâmina própria e não apresenta glândula serosa ou mucosa. Abaixo da submucosa está o pericôndrio das cartilagens traqueais, que formam anéis incompletos de cartilagem hialina. Na região onde o anel traqueal é dorsalmente incompleto, há evaginação da camada mucosa e submucosa para o lúmen traqueal (SANTOS et al., 2011).

Quanto aos brônquios, nas espécies do gênero *Squamata* e na tartaruga-verde (*Chelonia mydas*), eles tornam-se mais vascularizados e sofrem redução gradativa do tecido cartilaginoso à medida que se aprofundam no pulmão. O revestimento epitelial é semelhante ao da traqueia, no entanto, os capilares

sanguíneos são abundantes sob as células epiteliais das áreas sem cartilagem e, mesmo nas áreas com cartilagem, os capilares estão presentes (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013; SOLOMON; PURTON, 1984).

### **2.3 Morfologia dos pulmões em répteis**

#### **Anatomia**

Os pulmões dos répteis são grandes e sua anatomia difere consideravelmente entre as espécies. A maioria das espécies de serpentes tem apenas um pulmão direito funcional, sendo que outro pode estar reduzido ou ser rudimentar (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006, SCHUMACHER, 1997). As cobras têm um pulmão alongado com porção cranial respiratória e porção caudal composta por um saco aéreo, que não participa das trocas gasosas (MAINA, 1989; SCHUMACHER, 1997). Essas dilatações não respiratórias podem ser caudais e ventrais e são encontradas também em tartarugas, cágados, alguns lagartos e crocodilos (DUNCKER, 2004).

A parte cranial do pulmão geralmente é compartimentalizada em câmaras menores, é mais vascularizada e mais rígida do que a parte caudal (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). A extensão da parte respiratória do pulmão e do saco aéreo depende do ambiente em que os animais vivem e da exigência de reserva de ar para uma eficiente troca gasosa, por exemplo, durante um mergulho prolongado (SCHUMACHER, 1997).

Répteis formam um intermediário entre aves e mamíferos em termos de estrutura pulmonar e, como particularidade, seus pulmões apresentam acentuado aspecto esponjoso em virtude de sua grande constituição fibrosa (RILEY; HILL; HUCHZERMEYER, 1997; RILEY; HENDERSON, 1999; POWELL; HOPKINS, 2004). Solomon e Purton (1984) observaram que cada pulmão da

tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) constitui uma massa esponjosa coberta por uma pleura pulmonar espessa e sem sinal de lobação.

Existem três tipos pulmonares distintas nos répteis. O pulmão unicameral, mais primitivo, presente em serpentes e alguns lagartos, composto por uma porção cranial de tecido envolvido na troca gasosa e outra caudal, não vascular, como sacos aéreos. O pulmão paucicameral, intermediário, com características dos pulmões unicameral e multicameral, mais evidente em iguanas e camaleões. E o pulmão multicameral, presente em quelônios, alguns lagartos e crocodilianos, que se divide em muitos compartimentos (COLVILLE; BASSERT, 2010).

Os pulmões com diversas e repartições ao longo de suas paredes, característico de répteis maiores, são importantes para manter uma proporção adequada da área da superfície dos pulmões em relação ao peso do corpo. As repartições podem ser esparsas ou densas, rasas ou profundas e uniforme ou irregularmente distribuídas (PERRY; DUNCKER, 1978; HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

Maina (1989) descreveu o sistema pulmonar na cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*) compreendendo somente o pulmão direito, que se estende por todo o comprimento da cavidade celomática. A região faveolar (porção respiratória) consiste de um tubo de ar central que se abre radialmente para o tecido respiratório entre septos primários bem desenvolvidos. A partir do septo primário surgem septos secundários, que por sua vez dão origem a septos menores e mais profundos, definindo as aberturas para o favéolo (unidade de troca gasosa) e continuando como septos interfaveolar.

Nos crocodilianos os pulmões possuem tamanhos iguais, são relativamente pequenos e localizados na porção cranial da cavidade celomática junto com o fígado e o coração, separados da porção caudal da cavidade celômica pelo pseudodiafragma, o qual muda de posição de acordo com o

movimento do fígado e intestino, auxiliando dessa forma na inspiração e expiração (JACOBSON, 2007).

Perry (1988), estudando o crocodilo-do-nilo (*Crocodylus niloticus*), descreveu que o pulmão, juntamente com o coração, grandes vasos e o esôfago, ocupam a porção cranial da cavidade celomática. Estão limitados lateralmente pelas costelas e pelos músculos intercostais, medialmente pelo mediastino e ventralmente pelas costelas esternais. E que a base de cada pulmão se apoia no fígado e o vértice cranial se estende ventralmente na base do pescoço. Segundo ele, nessa espécie, os pulmões são multicamerais, consistindo de número variável de câmaras, as quais se ligam ao brônquio intrapulmonar independentemente.

### **Histologia**

Histologicamente o pulmão é constituído por um tecido conjuntivo de fibras elásticas finas e o sangue hipoxigenado chega à unidade de troca gasosa através de uma rede capilar (REESE, 2000).

O pulmão das espécies da ordem *Squamata* se organiza em trabéculas. Na margem das trabéculas primárias, que estão em contato com o lúmen pulmonar, observam-se conjuntos de músculos lisos arranjados em forma de feixes. Estes são revestidos predominantemente por epitélio pseudoestratificado colunar com células ciliadas abundantes e células produtoras de muco. Feixes menores de músculos lisos são encontrados também nas margens de algumas trabéculas secundárias e terciárias, porém no revestimento destas não se encontram células ciliadas, nem produtoras de muco. Os capilares são abundantes sob o epitélio que reveste as trabéculas (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Em tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e em cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*), a parede do septo faveolar apresenta epitélio escamoso

simples e consiste de capilares sanguíneos suportados por tecido conjuntivo frouxo constituído, principalmente, por fibrócitos, fibroblastos, fibras colágenas e fibras elásticas. Pequenos aglomerados de células ciliadas e mucosas estão distribuídos ao longo dos septos falveolares. Células musculares lisas também estão presentes ao longo de todo o eixo da trabécula, assim como vênulas e arteríolas preenchidas por eritrócitos (SOLOMON; PURTON, 1984; MAINA, 1989).

Segundo Jacobson (2007), em corte transversal, o parênquima dos pulmões de cobras apresenta unidades de troca também separadas por um septo de tecido conjuntivo contendo vasos sanguíneos e agregados linfóides ocasionalmente. No final do lúmen de cada septo, e em torno de cada unidade de troca, há um feixe de células musculares lisas. Este é coberto por células epiteliais cubóides, cilíndricas, ciliadas, células epiteliais secretoras não ciliadas e células basais.

A camada serosa que recobre o pulmão, em espécies da ordem *Squamata*, é formada por tecido conjuntivo frouxo contendo vasos sanguíneos e linfáticos e feixes de nervos sob epitélio pavimentoso simples (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Animais e obtenção do material experimental**

Este projeto está associado a outro mais amplo, intitulado “Características físico-químicas, microbiológicas e sanitárias da carcaça, carne e pele de jacarés-do-pantanal (*Caiman yacare*) submetidos à alimentação com diferentes tipos de rações”, o qual está vinculado à Escola Agrotécnica Federal de Cárceres (MT), financiado pela FAPEMAT (Fundação de Amparo à Pesquisa

do Estado de Mato Grosso), aprovado e identificado pelo Processo nº 0277/06. Os animais utilizados no presente estudo faziam parte deste projeto.

O trabalho foi conduzido nos Laboratórios de Anatomia e Citologia e Histologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA. Para tanto, foram utilizados treze (13) animais da espécie *Caima nyacare* (Daudin 1802), sendo seis (6) de tamanho e peso médios de 60 cm e 2,5 kg respectivamente, quatro (4) de 95 cm e 4,5 kg em média e três (3) animais adultos de 115 cm e 10,0 kg em média, oriundos de zoológico registrado pelo IBAMA – MT sob o nº 1/51/92/0197-0 e localizado no município de Cáceres – MT.

Os animais foram abatidos em Cáceres – MT, em Frigorífico específico para jacarés, dentro dos padrões higiênicos sanitários e das condições de pré-abate determinados pela legislação vigente. Após o abate os animais foram perfundidos, com solução de formoldeído a 10%, e em seguida encaminhados para o setor de morfologia do DMV/UFLA.

Na ocasião do recebimento dos animais, o comitê de ética no uso de animais no âmbito da UFLA ainda não estava em funcionamento, portanto, houve manifestação favorável por parte de uma comissão local do DMV/UFLA.

### **3.2 Procedimentos para descrição anatômica**

Os animais previamente perfundidos com solução de formoldeído a 10% foram armazenados em cuba contendo a mesma solução, por período de aproximadamente 20 (vinte) dias, até que fossem totalmente fixados, para então serem dissecados. Este procedimento foi realizado utilizando-se técnicas anatômicas, com auxílio de material cirúrgico. A cada etapa da dissecação as estruturas observadas foram identificadas, nominadas, registradas em meio

fotográfico digital e mensuradas. Posteriormente, iniciou-se a descrição do sistema respiratório e do coração.

Para o estudo do coração e vasos da base, foram canuladas as artérias carótidas primárias no pescoço e, por elas, perfundida solução de látex corado. No coração, realizou-se a identificação da localização deste na cavidade celomática, bem como de suas câmaras.

Para a descrição do aparelho respiratório foram observadas a localização e forma das estruturas que o compõem, desde as narinas até os pulmões. Quanto aos pulmões, foi verificada e descrita a disposição destes órgãos no interior da cavidade celomática.

### **3.3 Procedimentos para descrição histológica**

Os animais, previamente fixados e conservados em solução de formaldeído a 10%, foram selecionados de acordo com o grau de conservação, visando a melhor preservação das características histológicas dos tecidos.

Foram coletadas amostras da laringe, traqueia, brônquios principais, pulmão e coração, totalizando 36 amostras. Estas, posteriormente, foram conservadas em álcool 70% e processadas para a confecção de lâminas histológicas de acordo com os procedimentos de rotina, com inclusão em parafina, microtomia (cortes de 5µm) e coloração com Hematoxilina/Eosina (HE), PAS/Hematoxilina e Tricrômico de Masson. Foram montadas, em média, três (3) lâminas de cada amostra, contendo dois (2) cortes em cada lâmina.

Estas foram observadas em microscópio de luz *Olympus CX21*, e nelas identificadas as características histológicas dos órgãos em questão. Em seguida procedeu-se o registro das imagens em meio digital, utilizando-se microscópio trinocular *Olympus CX31* com câmera *Olympus SC30* acoplada.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Morfologia do coração

#### **Anatomia**

O coração do jacaré-do-pantanal é encontrado dentro do saco pericárdico e está centralizado na cavidade celomática (Figura 4), assim como descrito por Mitchell (2009), que menciona a localização central do coração de crocodilianos. No presente estudo, o saco pericárdico e o coração estão delimitados caudalmente pelas bordas do fígado, ventralmente pela musculatura do abdômen e dorsalmente pelos pulmões.

Romer (1966) menciona que o coração, nos répteis, é uma estrutura ventral, na cavidade celomática e se encontra dentro da cavidade pericárdica, sem união com as estruturas que o rodeiam, salvo os pontos de entrada e saída dos vasos. Contudo, com presente trabalho, foi possível observar pregas ligamentosas do pericárdio unindo-se ao coração, como por exemplo, na Figura 5, que evidencia um ligamento no ápice do coração. Concordando com o que foi mencionado por Jacobson (2007) sobre a presença deste tipo de ligamento, o *gubernáculo cordis*, ancorando o coração em alguns répteis.

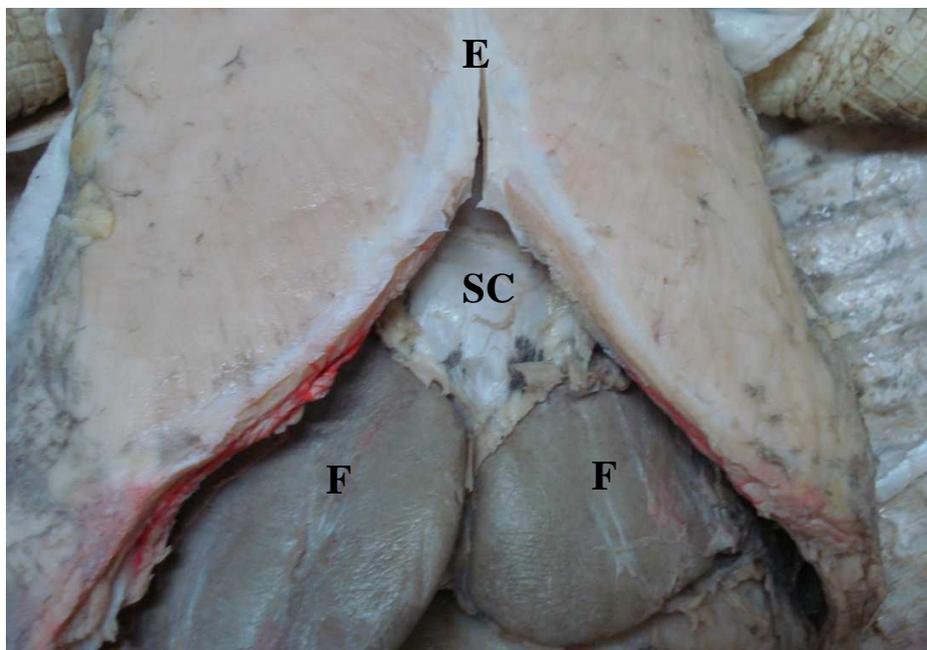


Figura 4 Vista ventral do saco pericárdico (SC), fígado (F) e esterno (E) do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*).



Figura 5 Ligamento de tecido fibroso (*gubernáculo cordis*), ancorando o ápice do coração ao saco pericárdio, no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*).

O coração da espécie em estudo possui um cone arterial e quatro câmaras (átrios e ventrículos direitos e esquerdos), estas últimas com características semelhantes às das encontradas nos mamíferos, com septo interventricular completo (Figura 6), o qual já foi descrito, para crocodilianos, por diversos autores (GOODRICH, 1919; GREENFIELD; MORROW, 1961; KHALIL; ZAKI, 1964; GRIGG; JOHANSEN, 1987; SHELTON; JONES, 1991; FRANKLIN; AXELSSON, 1994; AXELSSON et al., 1996; AXELSSON e FRANKLIN, 1997; REESE, 2000; HICKS, 2002; MITCHELL, 2009).

Tais achados diferem do que ocorre em outros répteis como cobra, lagartos e quelônios, nos quais o septo interventricular é incompleto, resultando na existência de somente três câmaras cardíacas (STORER, 1998; KIK; MITCHELL, 2005; HILDEBRAND; GOSLOW, 2006; MITCHELL, 2009).

Durante as pesquisas, átrios e ventrículos apresentaram-se com parede muscular, sendo a dos átrios muito menos espessa que a dos ventrículos. O átrio direito apresentou-se maior quando comparado ao átrio esquerdo e na parede dos ventrículos foi observado um aspecto esponjoso internamente, comum em répteis (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). A parede do ventrículo esquerdo se apresentou-se pouco mais espessa que a do ventrículo direito (Figura 6). Khalil e Zaki (1964) também descreveram parede mais espessa no ventrículo esquerdo que no direito no crocodilo-do-nilo (*Crocodylus niloticus*).

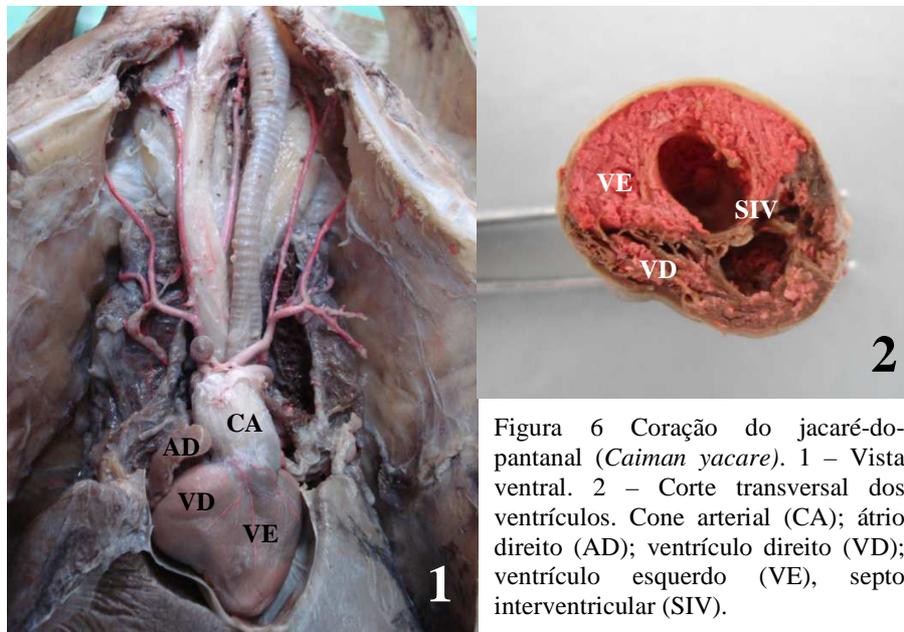


Figura 6 Coração do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). 1 – Vista ventral. 2 – Corte transversal dos ventrículos. Cone arterial (CA); átrio direito (AD); ventrículo direito (VD); ventrículo esquerdo (VE), septo interventricular (SIV).

O cone arterial, no jacaré-do-pantanal, constitui a extremidade cranial do coração e forma uma dilatação sacular, cujo eixo maior dispõe-se crânio-caudalmente. Ele é composto pelo tronco sistêmico direito, pela aorta esquerda e pelo tronco pulmonar. O tronco sistêmico direito emite três importantes vasos: a artéria aorta direita e as artérias subclávias, direita e esquerda e recebe o sangue ejetado do ventrículo esquerdo. Já o ventrículo direito ejeta sangue para o tronco pulmonar, do qual emergem as artérias pulmonares direita e esquerda, e para a artéria aorta esquerda (Figura7).No ventrículo direito são observadas válvulas de saída independentes para a aorta esquerda e para o tronco pulmonar.

A presença do cone arterial em répteis já havia sido mencionada por Hildebrand e Goslow (2006). Diversos autores relatam essa mesma disposição dos vasos da base em crocodilianos (KHALIL; ZAKI, 1964; GRIGG;

JOHANSEN, 1987; SHELTON; JONES, 1991; AXELSSON; FRANKLIN, 1996; REESE, 2000; HICKS, 2002).

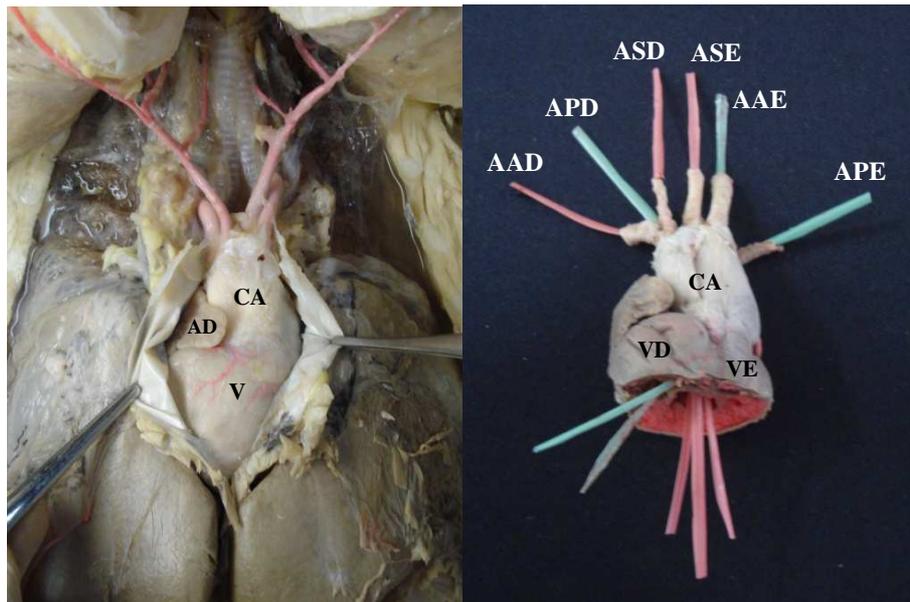


Figura7 Vista ventral do coração e dos vasos da base no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), Cone arterial (CA);átrio direito (AD); ventrículos (V); ventrículo direito (VD); ventrículo esquerdo (VE); artéria aorta direita (AAD), artéria pulmonar direita (APD); artéria subclávia direita (ASD); artéria subclávia esquerda (ASE); artéria aorta esquerda (AAE); artéria pulmonar esquerda (APE).

A artéria subclávia esquerda emite o tronco braquial e continua como artéria carótida primária. A subclávia direita, bem menos calibrosa que a esquerda, emerge do cone arterial em sentido cranial e apresenta logo em seguida uma bifurcação. Medialmente emite a artéria carótida secundária, a qual, ao contrário da sua correspondente, apresenta-se extremamente delgada, correndo cranialmente na parede dorsolateral ao esôfago no qual se distribui.

Lateralmente, e como continuação da artéria subclávia direita, temos o tronco braquial direito.

A nomenclatura dada, no presente estudo, à artéria subclávia esquerda, difere de algumas descrições, que a chamam de artéria carótida comum ou principal, sendo que nestas descrições a artéria subclávia esquerda surge a partir da artéria carótida comum (AXELSSON et al., 1996; REESE, 2000).

O tronco pulmonar é curto, pois logo emite as artérias pulmonares direita e esquerda, as quais penetram nos pulmões respectivos distribuindo-se no parênquima deste órgão. A artéria aorta direita surge do cone arterial no sentido cranial e paralela ao eixo maior do corpo. Logo em seguida apresenta curvatura crânio-dorsocaudal, caracterizando um arco aórtico típico, passando lateralmente ao brônquio direito para então seguir no sentido caudal, ventralmente aos corpos vertebrais, como artéria aorta dorsal. A artéria aorta esquerda forma arco aórtico semelhante ao anterior, do qual difere apenas pelo fato de ser mais lateralizado, e segue entre os dois pulmões, ventralmente à artéria aorta dorsal, constituindo a artéria aorta abdominal. Descrições semelhantes foram relatadas por Reese (2000) e por Axelsson et al. (1996).

No jacaré-do-pantanal foi identificada, na base da artéria aorta esquerda, imediatamente dorsal à válvula que a separa do ventrículo direito, uma prega de forma triangular, cujo vértice encontra-se voltado em direção ao ápice do coração. Esta prega delimita uma passagem em forma de fenda, a qual comunica a artéria aorta esquerda com o tronco sistêmico direito. Esta passagem, assim como a sua continuação para o tronco sistêmico direito, apresenta trajeto retilíneo, ascendente e perpendicular à base do coração, e constitui o forame de Panizza (Figura 8).

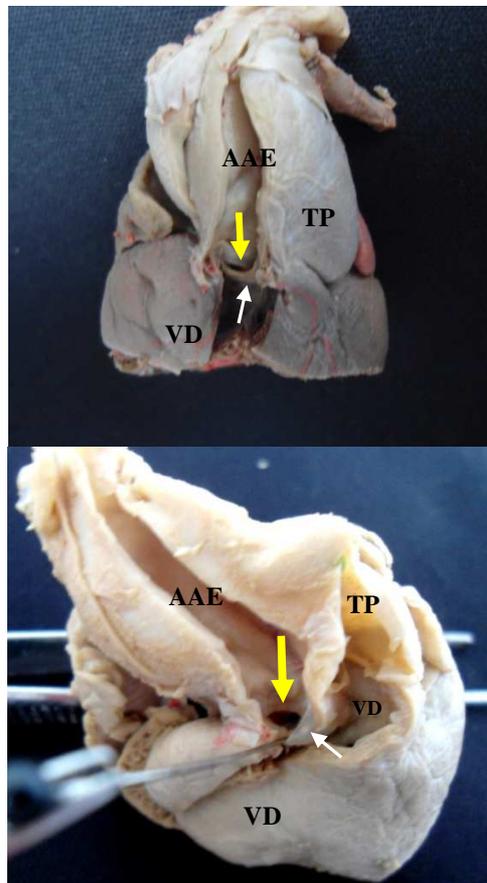


Figura 8 Evidenciação do forame de Panizza (seta larga), no coração do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Artéria aorta esquerda (AAE); tronco pulmonar (TP); ventrículo direito (VD); válvula semilunar (seta fina).

Essa localização do forame de Panizza, no jacaré-do-pantanal, está de acordo com diversos estudos que mencionam encontrá-lo imediatamente dorsal às válvulas semilunares que separam os ventrículos das aortas (KHALIL; ZAKI, 1964; GRIGG; JOHANSEN, 1987; SHELTON; JONES, 1991; AXELSSON et al., 1996; REESE, 2000; HICKS, 2002).

A disposição anatômica das estruturas cardíacas, vistas no presente estudo, serve como base para reforçar as conclusões de Greenfield e Morrow (1961) e Grigg e Johansen (1987) a respeito da dinâmica cardíaca e da função do forame de Panizza. Segundo esses autores, em condições normais, o sangue

presente no ventrículo direito dos crocodilianos passa praticamente todo para o tronco pulmonar, sendo que o forame de Panizza faz com que o sangue proveniente do ventrículo esquerdo atinja a artéria aorta esquerda. É possível que isso ocorra também no jacaré-do-pantanal, uma vez que as saídas para o tronco pulmonar e para a aorta esquerda são independentes. Grigg e Johansen (1987) explicam que a válvula entre o ventrículo direito e a aorta esquerda permanece fechada, em condições normais, devido ao gradiente de pressão entre as circulações pulmonar (menor pressão) e sistêmica (maior pressão).

De acordo com estes autores, a origem da aorta esquerda a partir do ventrículo direito, assim como foi observado no presente estudo, é importante nas situações de apneia, quando a resistência pulmonar e a pressão na circulação pulmonar aumentam. Nessas condições o sangue pode ser desviado para a circulação sistêmica através da aorta esquerda.

As artérias aorta dorsal e abdominal, no jacaré-do-pantanal, se anastomosam no terço médio da cavidade celomática (Figura 9). Segundo Grigg e Johansen (1987) este pode ser um artifício adicional à manobra de desviar o sangue hipoxigenado para a circulação sistêmica, em situações de apneia, aproveitando a tolerância do trato gastrointestinal à baixos teores de oxigênio. Axelsson et al. (1991) acrescentam que essa anastomose também tem função durante as condições de ciclo cardíaco normal, uma vez que o fluxo de sangue através do forame de Panizza seria inadequado para suportar a função do intestino, e que grande parte do fluxo de sangue gastrointestinal é proveniente da aorta direita pela “anastomose”.



Figura 9 Artérias aortas dorsal (seta larga), abdominal (seta fina) e anastomose entre elas (seta curta), presentes no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*).

### **Histologia**

Como visto na descrição anatômica, o cone arterial é composto pelo tronco pulmonar, artéria aorta esquerda e tronco sistêmico direito. O tronco sistêmico direito emerge do ventrículo esquerdo, se divide em diferentes alturas e emite três vasos: artéria aorta direita e artérias subclávias, direita e esquerda. Em corte histológico transversal, próximo à base do coração, o cone arterial apresentou-se dividido em três grandes vasos: o tronco pulmonar, a artéria aorta esquerda, e o tronco sistêmico direito (Figura 10). Nesse corte foi possível identificar o início de uma das divisões que ocorre no tronco sistêmico direito. Em corte transversal em região dorsal à anterior, o tronco sistêmico direito

aparece dividido em dois vasos, sugerindo que a segunda divisão, que resultará na emissão dos três vasos que dele emergem, aconteça em região ainda mais dorsal.

A parede dos vasos que compõe o cone arterial é revestida internamente por uma túnica íntima bem desenvolvida, composta por epitélio simples pavimentoso, o endotélio, apoiado em tecido conjuntivo frouxo. Abaixo desta, observa-se a túnica média constituída de células musculares lisas entremeadas em tecido conjuntivo frouxo com fibras elásticas (Figura 11). Externamente, o cone é envolvido por epitélio simples pavimentoso, sobre uma camada de tecido conjuntivo denso com fibras elásticas, além de vasos sanguíneos e alguns feixes nervosos.

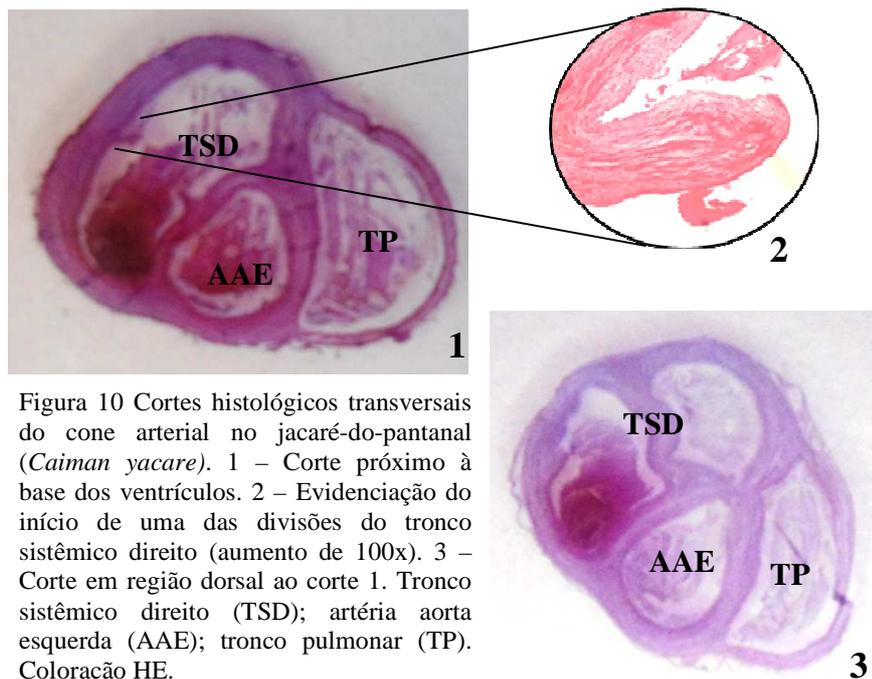


Figura 10 Cortes histológicos transversais do cone arterial no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). 1 – Corte próximo à base dos ventrículos. 2 – Evidenciação do início de uma das divisões do tronco sistêmico direito (aumento de 100x). 3 – Corte em região dorsal ao corte 1. Tronco sistêmico direito (TSD); artéria aorta esquerda (AAE); tronco pulmonar (TP). Coloração HE.

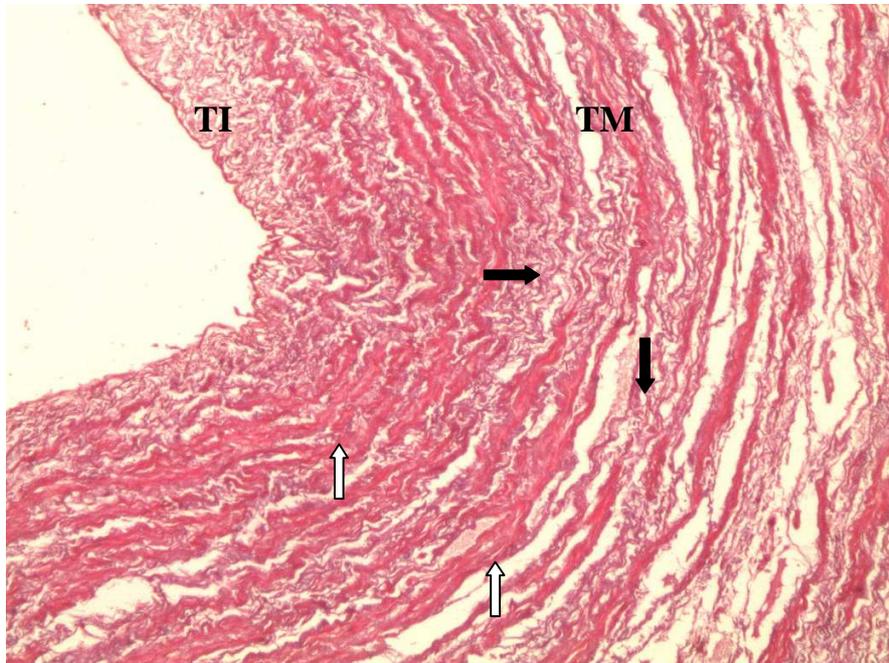


Figura 11 Corte histológico transversal da parede do cone arterial do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Túnica íntima (TI); túnica média (TM); fibras elásticas (setas pretas);fibras musculares lisas (setas brancas). Coloração: Tricrômico de Masson. Aumento de 200x.

No jacaré-do-pantanal, assim como em répteis (JACOBSON, 2007) e vertebrados em geral (ROMER, 1966; BACHA; BACHA, 2003; GARTNER; HIATT, 2007), tanto átrios, quanto ventrículos são compostos por três camadas: epicárdio, miocárdio e endocárdio, com características histológicas semelhantes, a não ser pelo fato da camada de miocárdio ser mais espessa nos ventrículos que nos átrios.

O endocárdio é constituído por epitélio simples pavimentoso (endotélio), sustentado por um delgado feixe de tecido conjuntivo frouxo. O miocárdio e o endocárdio, nos ventrículos, foram visualizados formando projeções para o interior da câmara cardíaca (Figura 12). No miocárdio foi visualizada grande quantidade de fibras musculares cardíacas ramificadas, com núcleo central,

contendo estriações transversais, unidas por discos intercalares (Figura 13). Buchanan (1956) observou, no miocárdio de *Leiopisma grande* (lagarto), fibras musculares estriadas, uni ou multinucleadas, com núcleos em posição axial de forma e tamanho variado. Durante o presente estudo, em um mesmo corte histológico, foram vistas fibras musculares em posição transversal e longitudinal entremeadas. Jacobson (2007) menciona que os feixes musculares, em répteis, são organizados em diferentes direções. No jacaré-do-pantanal, o epicárdio, revestimento externo do coração, é constituído de um epitélio simples pavimentoso, apoiado sobre uma delgada camada de tecido conjuntivo frouxo.

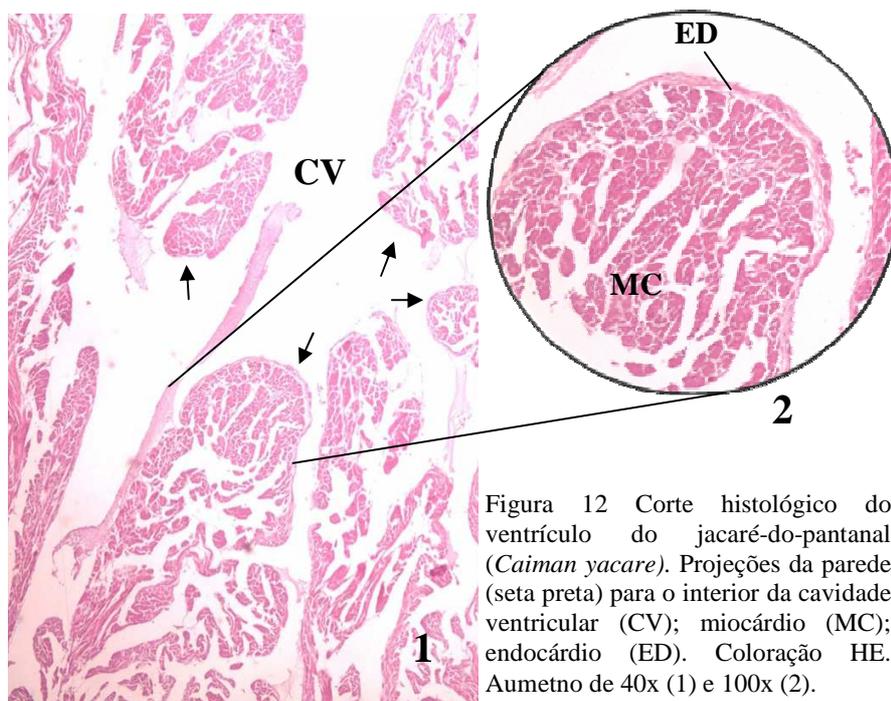


Figura 12 Corte histológico do ventrículo do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Projeções da parede (seta preta) para o interior da cavidade ventricular (CV); miocárdio (MC); endocárdio (ED). Coloração HE. Aumento de 40x (1) e 100x (2).

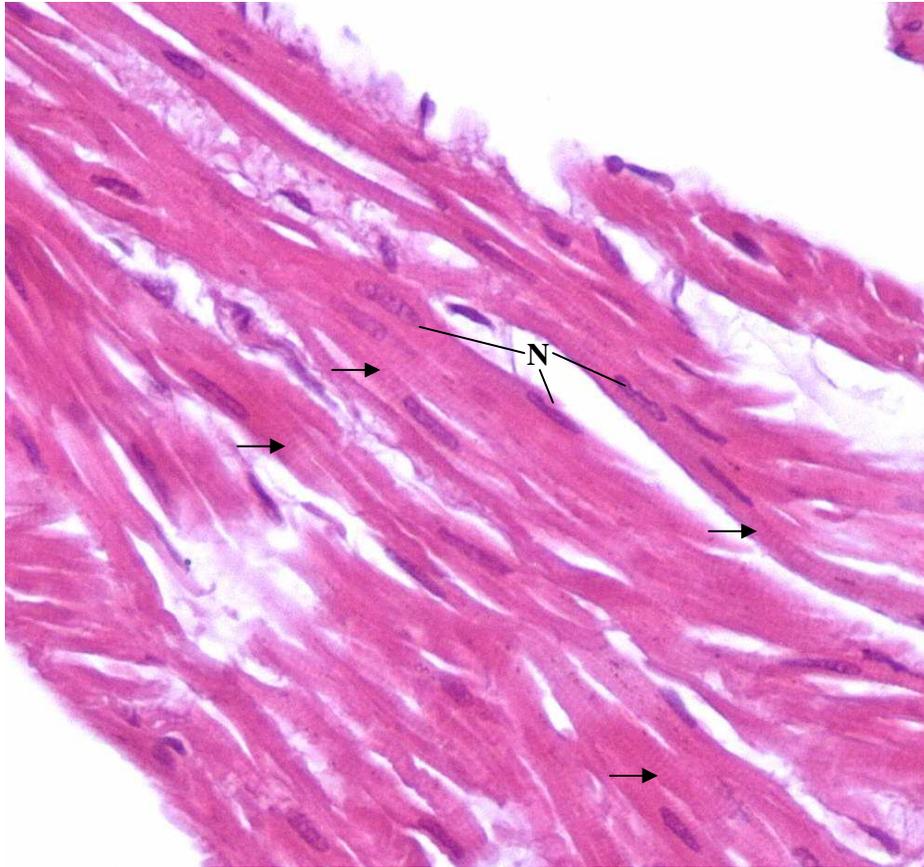


Figura 13 Fibras musculares cardíacas em corte histológico do ventrículo do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Núcleos centrais (N); estriações transversais (setas). Coloração HE. Aumento de 400x.

Em um corte histológico na transição entre o ventrículo e o cone arterial foi visualizada a presença de uma peça de cartilagem hialina (Figura 14) que pode estar envolvida no esqueleto cardíaco, assim como mencionado por Bacha e Bacha (2003).



Figura 14 Cartilagem hialina (CH) em corte histológico da transição entre os ventrículos e o cone arterial, no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Coloração HE. Aumento de 100x.

## 4.2 Morfologia da laringe traqueia e brônquios

### Anatomia

No que se refere ao sistema respiratório do jacaré-do-pantanal, as narinas são a porta de entrada deste, e constituem duas aberturas localizadas rostrodorsalmente à cavidade nasal, com opérculos bem desenvolvidos. A cavidade nasal não possui conchas nasais, ao contrário do observado em mamíferos, mas é semelhante à das aves (COLVILLE; BASSERT, 2010). O ar inspirado chega diretamente à faringe, desembocando nesta por meio de um óstio na porção caudal do palato duro, correspondente às coanas.

Macroscopicamente foi identificada, na laringe do jacaré-do-pantanal, uma cartilagem que corresponde à tireoidea, a qual é desenvolvida e possui forma quadrangular a trapezoide, cuja base está voltada cranialmente. A cada lado desta articula-se estrutura óssea longitudinal, no sentido dorsocaudal, correspondente aos ossos hioides. Medialmente a estes, e imediatamente rostral ao primeiro anel traqueal, localizam-se duas estruturas corniculadas, com seu

ápice voltado para o plano rostral, unidas no plano sagital mediano, correspondentes às cartilagens aritenoides (Figuras 15 e 16). Na espécie em estudo, a cartilagem cricoide parece estar ausente ou fundida à tireoide.

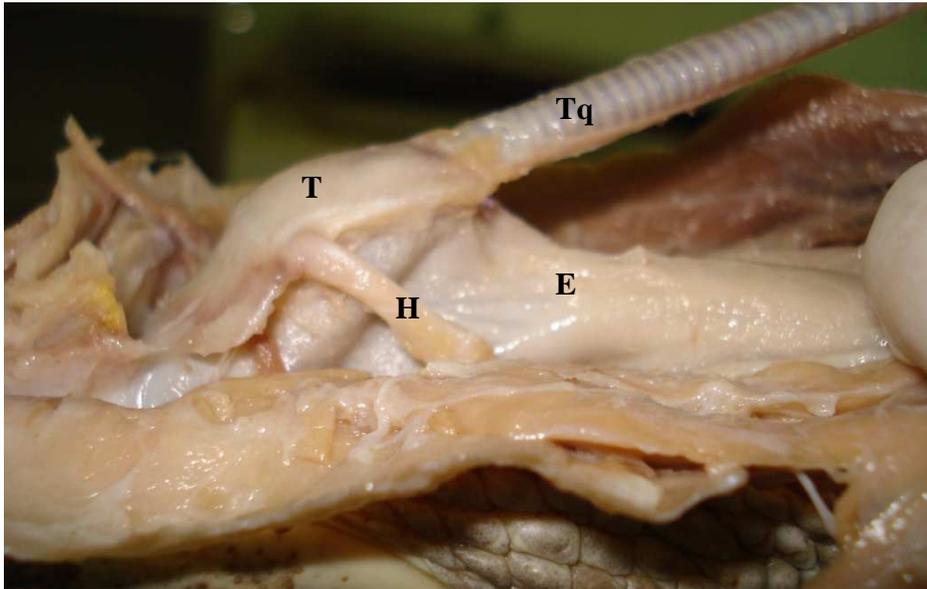


Figura 15 Laringe do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), vista lateral. Cartilagem tireóidea (T); traqueia (Tq); osso hióide (H); esôfago (E).

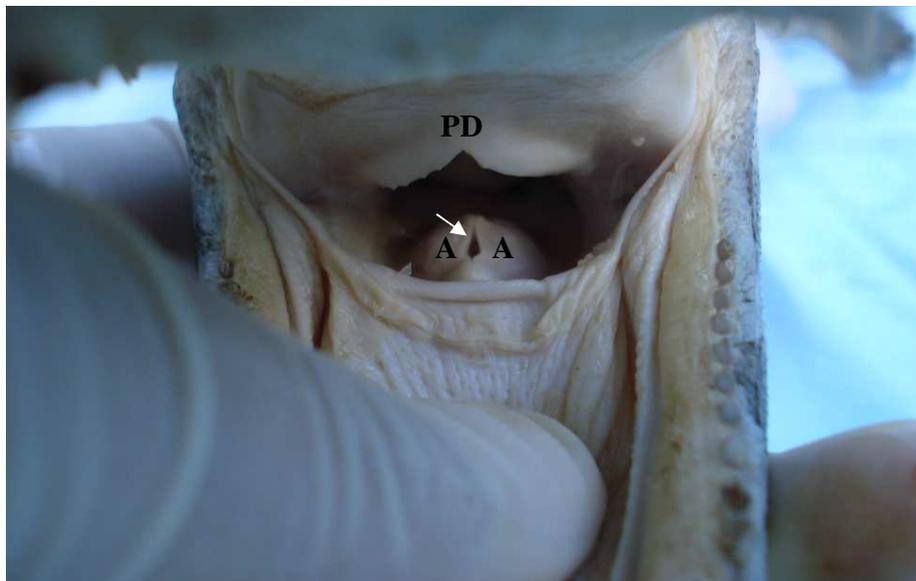


Figura 16 Entrada da laringe (seta branca) no jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Estruturas corniculadas correspondentes às cartilagens aritenóides (A); palato duro (PD).

Hildebrand e Goslow (2006) também relatam que, com exceção das serpentes, as cartilagens da laringe, nos répteis, estão unidas ao aparelho hioideo, porém estes autores consideram que a laringe dos répteis é composta pelas cartilagens cricoide e aritenoide. Já Reese (2000) relata que, na família Crocodylia, a estrutura da laringe consiste em três cartilagens, duas referentes às aritenoides, e a terceira representa a cartilagem tireoide e a cricoide, sendo a última um anel fechado e maior que a primeira e se diferenciando de acordo com a espécie. Nenhum destes autores e nem o presente estudo observaram a presença da epiglote.

A traqueia do jacaré-do-pantanal passa ventralmente ao esôfago e apresenta trajeto retilíneo (Figura 17), assim como mencionado por Reese (2000). Nos espécimes estudados a traqueia possui, macroscopicamente, 45

anéis incompletos dorsalmente e 25 completos, estes últimos presentes caudalmente, a partir da extremidade cranial do esterno, provavelmente para não permitir o colapso da traqueia, devido ao apoio da região peitoral no chão. Reese (2000) menciona a presença de anéis traqueais completos e incompletos em crocodilianos e afirma que o número dos anéis traqueais varia não somente entre espécies, mas também entre indivíduos.

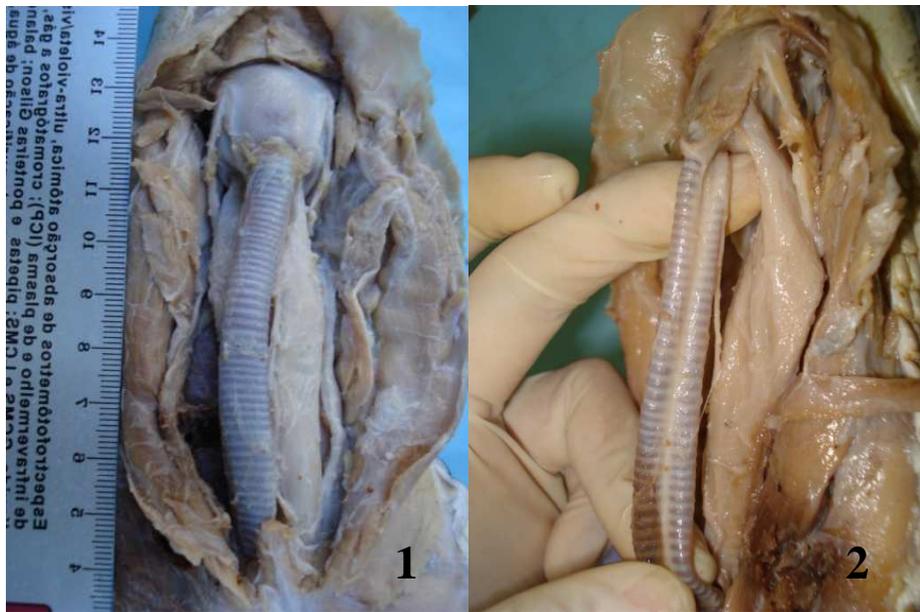


Figura 17 Vista ventral (1) e dorsal (2) da traqueia do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), com evidência dos anéis incompletos.

A traqueia da cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*) e das espécies *Amphisbaena vermicularis* e *A. microcephala*, pertencentes à ordem *Squamata*, não apresentam bifurcação, uma vez que nestas espécies há somente um pulmão. Contudo, assim como no jacaré-do-pantanal, elas apresentam anéis traqueais incompletos dorsalmente, porém estes compõem todo o tubo traqueal (MAINA, 1989; NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Com o presente estudo foi possível observar que, na entrada da cavidade celomática, a traqueia se bifurca em dois brônquios principais. Há um pequeno septo, interna e cranialmente à origem dos brônquios. Caudalmente à sua origem, os brônquios principais correm paralelos no sentido caudal, até a base do coração (Figura 18), quando se divergem, em direção a cada pulmão. Eles penetram a face medial do terço médio do pulmão correspondente, ao lado da artéria pulmonar, assim como elucidado, para répteis, por Hildebrand e Goslow (2006).

Os brônquios principais do jacaré-do-pantanal são formados por anéis cartilagenosos completos e ao penetrarem o parênquima pulmonar se dividem em vestígios de brônquios secundários. Estes últimos são curtos, destinados a conduzir o ar para as porções cranial e média do pulmão, enquanto o brônquio principal continua mais profundamente no parênquima pulmonar, levando o ar à porção caudal do pulmão. Os três seguem sem mais ramificações e terminam se fundindo às trabéculas do parênquima pulmonar (Figura 18), assim como visto em crocodilo-do-nilo (*Crocodylus niloticus*) (PERRY, 1988) e em *Amphisbaena vermicularis* e *A. microcephala* (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Hildebrand e Goslow (2006) afirmam que em muitos répteis o brônquio continua no interior do pulmão sem subdivisões, assim como visto para jacaré-do-pantanal. Contudo, na tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) o brônquio principal, surgido da bifurcação da traqueia, segue no sentido caudal pelo parênquima pulmonar e inúmeros ramos (brônquios secundários), de diâmetros diferentes, surgem a partir do brônquio principal (SOLOMON; PURTON, 1984).

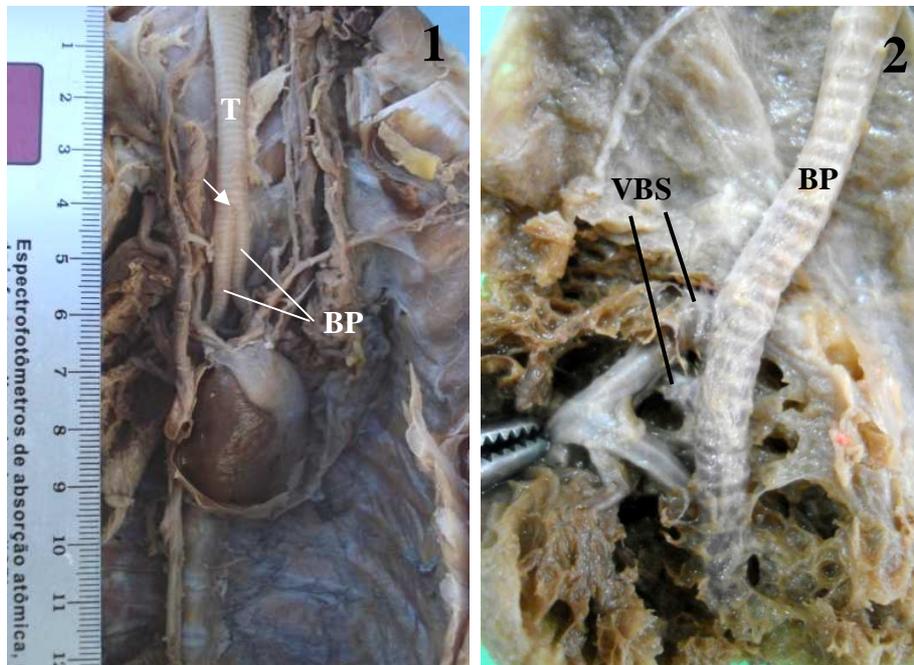


Figura 18 1 – Vista ventral da região cranial da cavidade celomática do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Traqueia (T); região da divisão da traqueia (seta branca); brônquios principais (BP). 2 – Brônquio principal intrapulmonar. Vestígios de brônquios secundários (VBS).

### Histologia

Microscopicamente, em corte transversal da laringe do jacaré-do-pantanal, foi possível identificar uma peça de cartilagem hialina revestida por fina camada de pericôndrio, referente à cartilagem tireoidea. Esta forma a base ventral da laringe e assume formato abaulado nas extremidades e mais estreito na região mediana. Externamente ao pericôndrio foi visualizado tecido conjuntivo frouxo.

Logo dorsal a cartilagem tireoidea, foi visualizada fibras musculares estriadas esqueléticas (Figuras 19 e 20). Esta musculatura, por sua vez, forma um feixe estreito na região mediana e um conjunto de fibras musculares a cada lado

da cavidade da laringe. Esta última se apresentou, em corte transversal, como uma fenda revestida internamente por epitélio bastante pregueado, pseudoestratificado colunar ciliado. Ao longo deste, foram visualizadas invaginações contendo células produtoras de muco (Figura 21). Este epitélio é sustentado pela lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo.

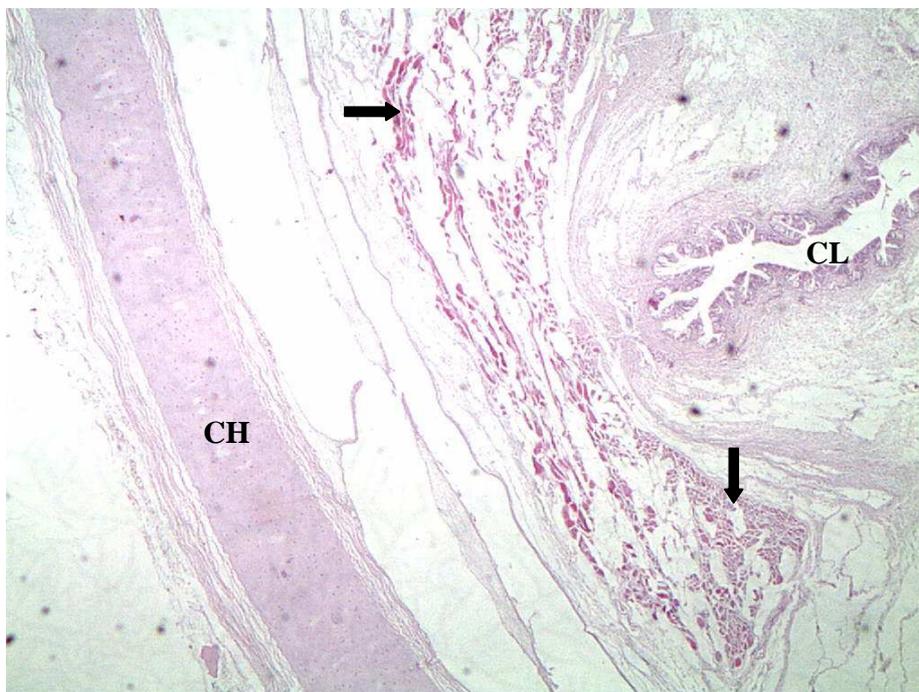


Figura 19 Corte histológico transversal da laringe do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Cartilagem hialina (CH), cavidade da laringe (CL); fibras musculares (setas). Coloração HE. Aumento de 40x.



Figura 20 Fibra muscular estriada esquelética, em corte histológico da laringe do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Estriações transversais (seta). Coloração HE. Aumento de 400x.

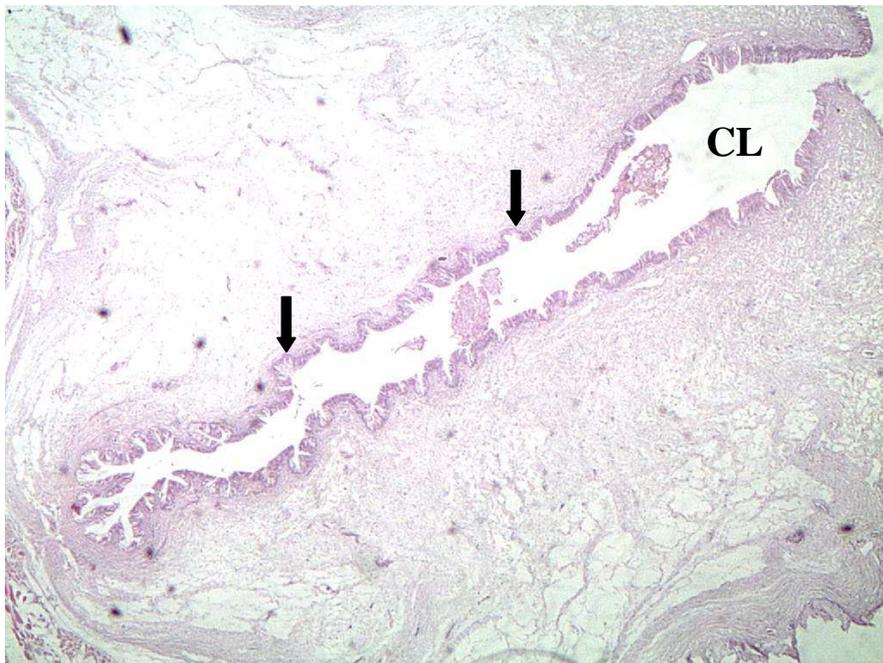


Figura 21 Corte histológico transversal da laringe do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Invaginações compostas por células produtoras de muco (setas); cavidade da laringe (CL). Coloração HE. Aumento de 40x.

Em um corte longitudinal da laringe foi visualizada, além da cartilagem tireoidea, a cartilagem aritenoidea separada da anterior por uma camada de tecido conjuntivo denso não modelado e feixes de musculatura estriada esquelética (Figura 22) e visualizados alguns fascículos nervosos próximos ao feixe de fibras musculares.

Navega-Gonçalves e Silva (2013) também descrevem a presença de cartilagem hialina formando a parede da laringe em espécies da ordem *Squamata*, bem como epitélio de revestimento pseudoestratificado colunar, ciliado, com células produtoras de muco.

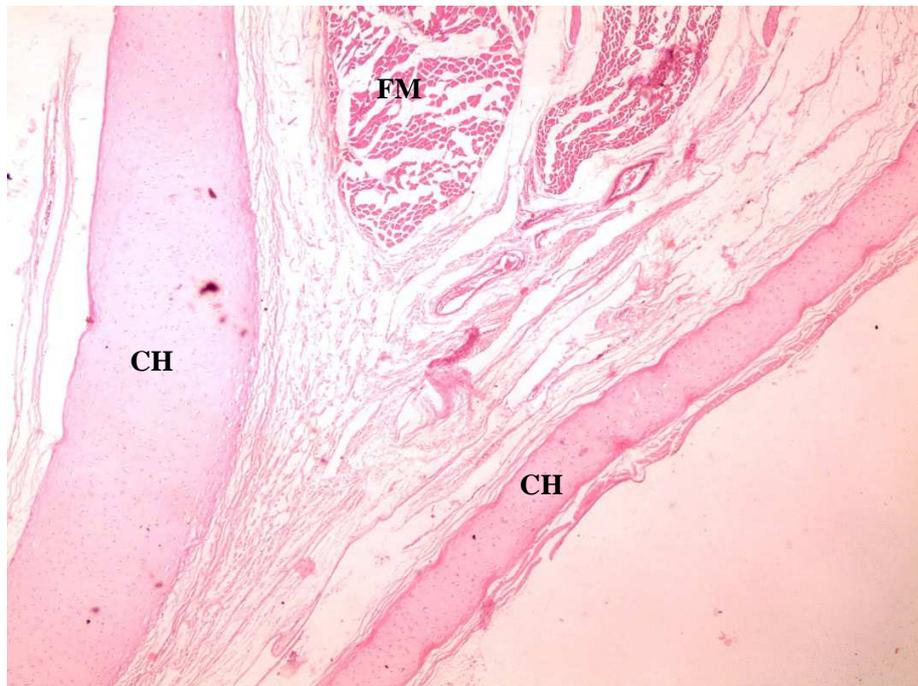


Figura 22 Corte histológico longitudinal da laringe do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Cartilagem hialina (CH); Fibras musculares esqueléticas (FM). Coloração HE. Aumento de 40x.

No que diz respeito a traqueia, foi observado que sua porção cranial é revestida por epitélio de pseudoestratificado colunar, ciliado com células produtoras de muco. Logo abaixo do epitélio há uma lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo, capilarizada. Descrição semelhante foi realizada para o jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*), na qual o epitélio traqueal também é colunar pseudoestratificado, ciliado com células caliciformes. A lâmina própria é vascularizada, contendo folículos linfáticos e é constituída por tecido conjuntivo frouxo (SANTOS et al., 2011). Maina (1989) também mencionou a presença de epitélio ciliado intercalado com células secretoras na cobra mamba-preta (*Dendroaspis polylepis*).

Pastor (1990) observou que, na cobra-de-água-viperina (*Natrix maura*), o epitélio traqueal também é pseudoestratificado, mas com espessura e estrutura diferentes, dependendo da área. As células epiteliais que revestiam a região onde não há cartilagem (anel incompleto) eram cilíndricas, secretoras e ciliadas, enquanto a região cartilaginosa mostrou epitélio achatado, composto por células planas e secretoras.

Abaixo da lâmina própria que sustenta o epitélio, neste estudo, foi visualizada uma peça de cartilagem hialina larga revestida pelo pericôndrio, sendo que este se apresenta mais fino na porção voltada para o epitélio e mais espesso na porção externa. Esta cartilagem assume formato de “C” e a ausência da cartilagem ocorre na região dorsal. A porção onde não há cartilagem apresenta espesso feixe de tecido conjuntivo denso não modelado e na região mediana observa-se um aglomerado mais intenso, fazendo com que a parede se projete para o lúmen traqueal (Figura 23). Característica semelhante foi descrita por Santos et al. (2011), em jacaré-do-papo-amarelo. No epitélio que reveste a região onde não há cartilagem, foram visualizadas invaginações contendo apenas células produtoras de muco (Figura 23).

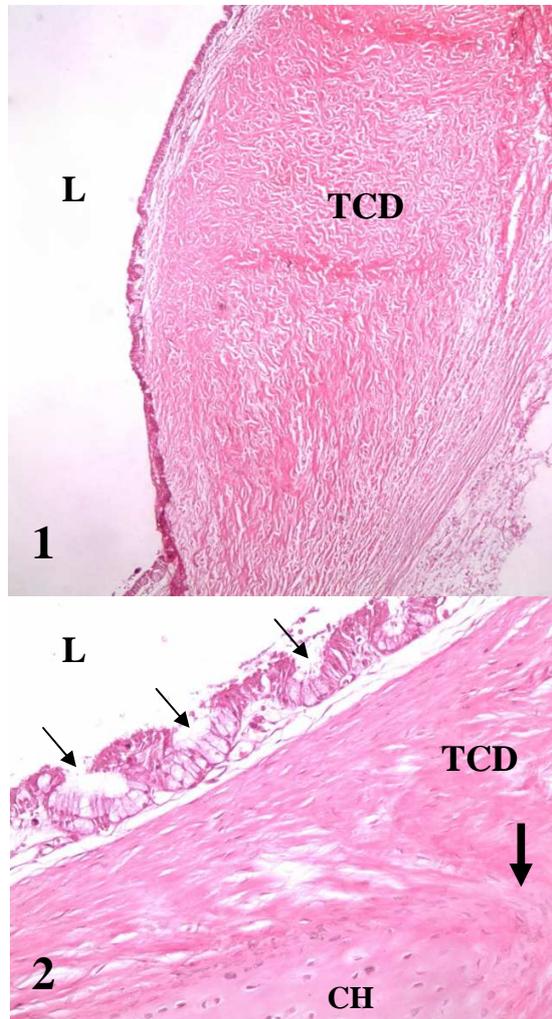


Figura 23 Corte histológico transversal da porção da traqueia cranial do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). 1 - Evidenciação da região dorsal, onde não há cartilagem hialina (aumento de 40x). 2 - evidenciação do epitélio (aumento de 200x). Tecido conjuntivo denso não modelado (TCD); lúmen traqueal (L); cartilagem hialina (CH); limite da peça de cartilagem hialina (seta larga); células caliciformes formando invaginações no epitélio (setas finas). Coloração HE.

Anéis de cartilagem hialina incompletos dorsalmente também foram descritos em espécies da ordem *Squamata*, cobras e jacaré (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013, MAINA, 1989; PASTOR, 1990; SANTOS et al., 2011).

Na porção média da traqueia do jacaré-do-pantanal, foram visualizadas características semelhantes às aquelas descritas para a porção cranial (Figura 24).

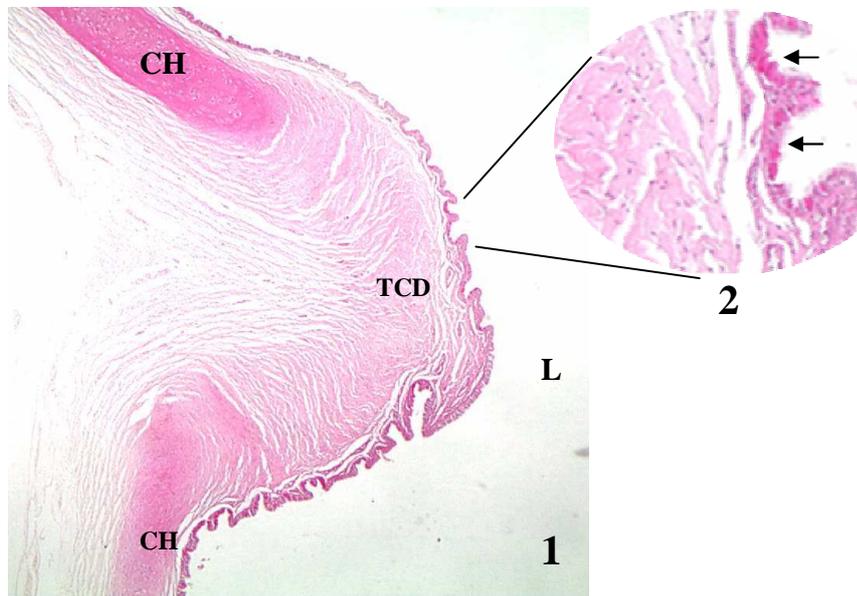


Figura 24 Corte histológico transversal da porção média da traqueia do Jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). 1 - Evidenciação da projeção da parede para o lúmen da traqueia (aumento de 40x). 2 – Células caliciformes (setas) em invaginações no epitélio (aumento de 200x). Cartilagem hialina (CH); tecido conjuntivo denso não modelado (TCD). Coloração PAS/Hematoxilina.

A porção caudal da traqueia, no presente estudo, apresentou peça de cartilagem hialina completa em forma de anel. A mucosa é formada por epitélio semelhante ao descrito para as outras porções da traqueia, porém as invaginações, formadas pelo aglomerado de células produtoras de muco, foram frequentemente visualizadas distribuídas por toda extensão da mucosa. Na lâmina própria da porção caudal foi visualizada vascularização abundante (Figura 25).

A presença de anéis cartilagenosos completos na traqueia do jacaré-do-pantanal está de acordo com o que foi relatado por Reese (2000) para crocodilianos. Porém, difere do que foi observado por Pastor (1990) em cobra-de-água-veperina (*Natrix maura*), e Santos et al. (2011) em jacaré-do-papo-

amarelo (*Caiman latirostris*), nos quais a característica predominante na adventícia é a presença de um anel de cartilagem hialina incompleto.

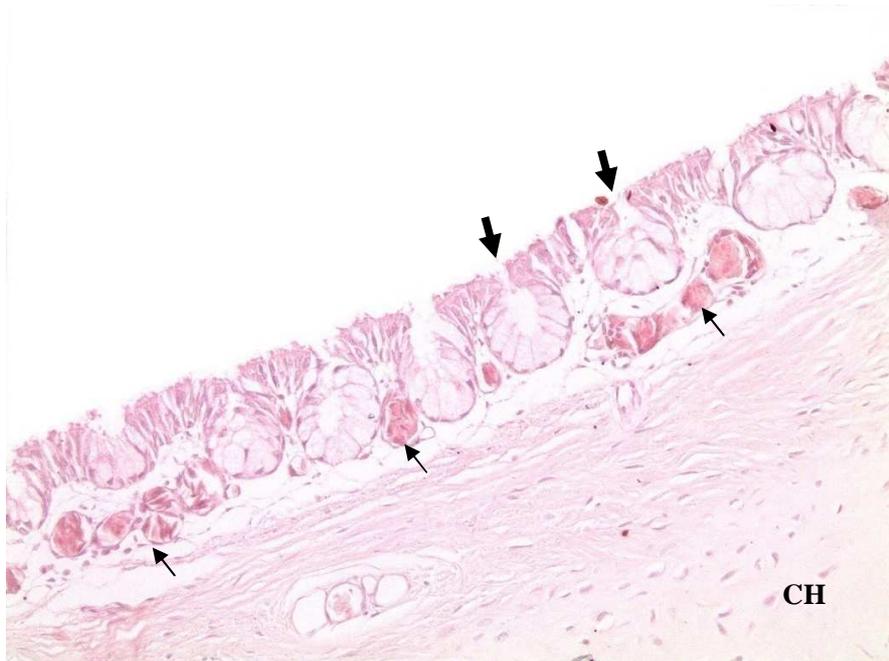


Figura 25 Corte histológico transversal da porção caudal da traqueia do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Células caliciformes em invaginações no epitélio (setas largas); capilares sanguíneos (setas finas), cartilagem hialina (CH). Coloração HE. Aumento de 200x.

A região da bifurcação da traqueia tem características semelhantes às descritas para a traqueia caudal, entretanto a peça de cartilagem hialina foi visualizada em forma de “8”, dividindo a luz traqueal em duas cavidades que darão origem à luz de cada brônquio principal (Figura 26).

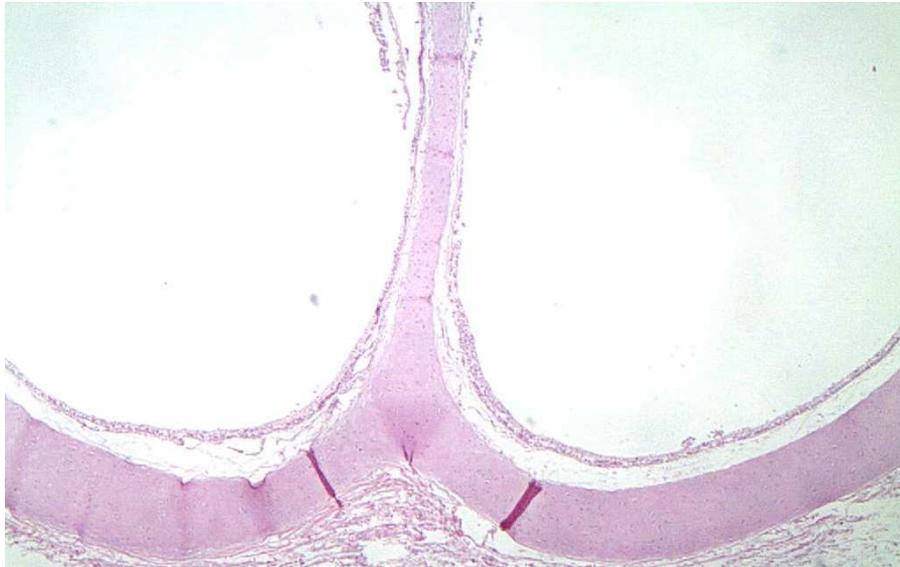


Figura 26 Corte histológico transversal da região da divisão da traqueia do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). A cartilagem hialina desta região é, no centro do corte histológico, comum para os brônquios principais. Coloração HE. Aumento de 40x.

Os brônquios principais, assim como a traqueia, apresentam epitélio de revestimento pseudoestratificado colunar, ciliado com células produtoras de muco. Também, foram visualizadas as invaginações epiteliais formadas pelo aglomerado de células produtoras de muco. Abaixo do epitélio foi visualizada delgada lâmina própria de tecido conjuntivo frouxo bem vascularizado (Figura 27). Características epiteliais semelhantes foram descritas para tartaruga-verde (SOLOMON; PURTON, 1984) e para espécies da ordem *Squamata* (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Abaixo da lâmina própria há um espesso anel de cartilagem hialina, revestido pelo pericôndrio e, externamente, tecido conjuntivo denso não modelado e aglomerados de vasos sanguíneos de pequeno e médio calibre.

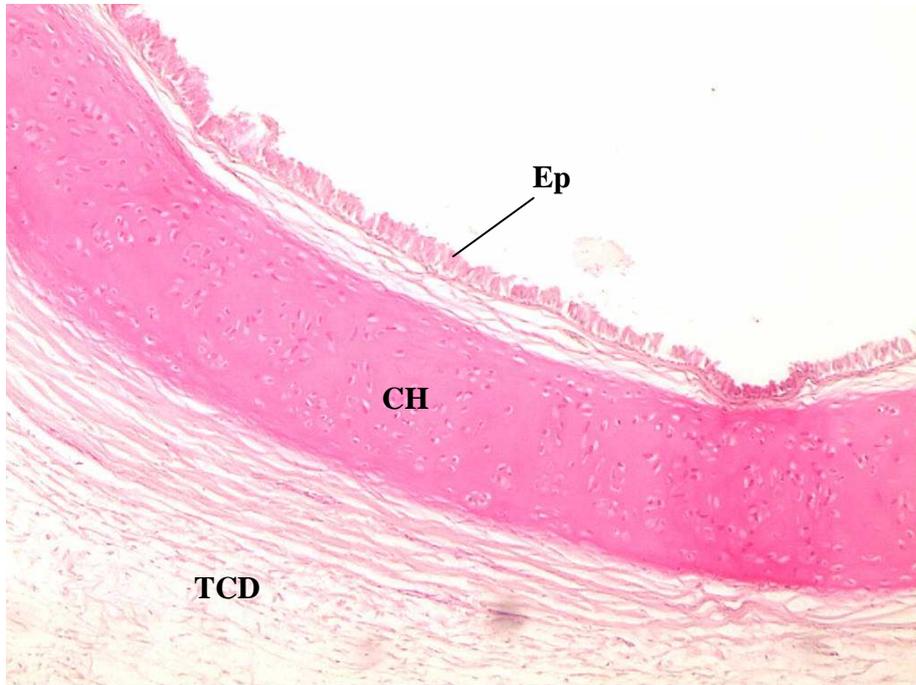


Figura 27 Corte histológico transversal de brônquio principal do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Cartilagem hialina (CH); epitélio pseudoestratificado, colunar, ciliado, com células produtoras de muco (Ep); Tecido conjuntivo denso não modelado (TCD). Coloração PAS/Hematoxilina. Aumento de 100x.

### 4.3 Morfologia dos pulmões

#### Anatomia

Os pulmões do jacaré-do-pantanal estão situados no extremo cranial da cavidade celomática e apresentam formatos diferentes um do outro. Jacobson (2007) menciona localização semelhante para pulmões em répteis.

O pulmão direito apresenta-se mais achatado e longo, se comparado ao esquerdo que, por sua vez, é mais compacto. Esse achado contradiz o que foi relatado por Jacobson (2007), que alega que nos crocodilianos os pulmões possuem tamanhos iguais. Foi possível observar que, em ambos os pulmões, não

se tem divisão de regiões que caracterizem lobação típica. É possível identificar e individualizar somente uma projeção apical em ambos os pulmões (Figura 28), a qual corresponde à porção apical ou ápice dos pulmões de mamíferos (DYCE; SACK; WENSING, 2010). Estrutura semelhante também foi evidenciada por Perry (1988), em crocodilo-do-nilo (*Crocodylus niloticus*), se estendendo ventralmente na base do pescoço. Solomon e Purton (1984) também não observaram sinal de lobação nos pulmões da tartaruga-verde (*Chelonia mydas*) e mencionaram que cada pulmão constitui uma massa esponjosa coberta pela pleura pulmonar espessa.

Já no presente estudo pôde-se identificar, revestindo os pulmões, fina película de tecido conjuntivo correspondente à pleura visceral (pulmonar) encontrada em mamíferos, inclusive formando possíveis ligamentos semelhantes aos de mamíferos. Esta última característica pode ser evidenciada observando-se a face ventral do pulmão esquerdo, na qual se encontra uma prega disposta longitudinalmente (Figura 28), à semelhança do ligamento pulmonar presente em mamíferos (DYCE; SACK; WENSING, 2010).

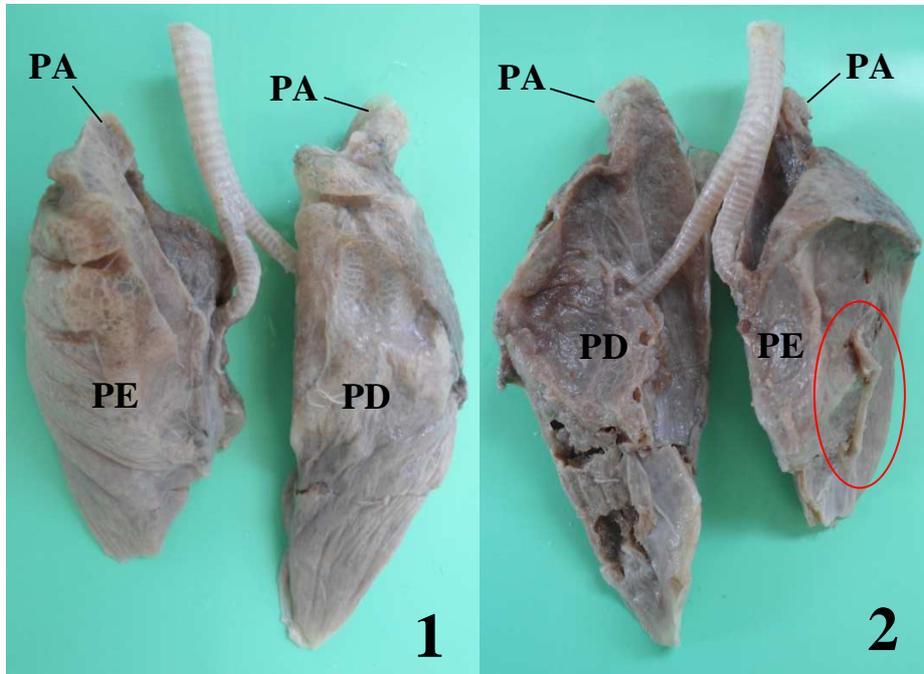


Figura 28 Vista dorsal (1) e ventral (2) dos pulmões do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*), com evidência do ligamento pulmonar. Pulmão esquerdo (PE); pulmão direito (PD); projeção apical (PA).

Para efeito descritivo, ambos os pulmões apresentam uma face côncava, a qual se estende dorso-medialmente, sendo essa mais pronunciada no pulmão esquerdo; e a face ventral, separada da anterior pelas bordas medial e lateral. No pulmão direito estas últimas divergem caudalmente a partir da extremidade caudal do ápice pulmonar até o limite entre o terço médio e o caudal do órgão. A face ventral no pulmão direito apresenta-se predominantemente plana, porém, ligeiramente côncava no terço médio do órgão, região na qual penetra o brônquio principal. Esta concavidade, presente também em parte da porção medial da face dorsomedial do pulmão esquerdo, se deve ao coração e caracteriza-se como "impressão cardíaca".

Ao longo da borda medial da face ventral do pulmão direito encontra-se ainda, dorsalmente ao brônquio principal, uma depressão retangular que se estende desde a extremidade cranial (ápice pulmonar) até a transição entre os terços médio e caudal do órgão, formada pela presença do esôfago, a qual pode ser denominada "impressão esofágica". Este órgão deixa também uma ligeira depressão na porção medial da face dorsomedial do pulmão esquerdo a partir da entrada do brônquio principal, sendo, entretanto, muito mais curta, estreita e menos profunda quando comparada àquela do pulmão direito. Dyce, Sack e Wensing (2010) menciona a presença de impressões nas faces dos pulmões de mamíferos, formadas pelo contato destes com os outros órgãos da cavidade torácica.

O pulmão direito possui o terço caudal mais afilado, assemelhando-se a um cone, cujo ápice corresponde à extremidade caudal do órgão e avança mais caudalmente quando comparado ao esquerdo. No pulmão esquerdo, a porção cranial da face ventral é convexa no sentido mediolateral, enquanto que nos terços médio e caudal apresenta-se predominantemente plana. Tal arranjo permite identificar uma borda disposta mediolateralmente, a qual separa estas regiões, mas se torna incompleta próximo ao extremo lateral do órgão. A face ventral dos terços médio e caudal caracteriza-se como uma base pulmonar típica. Esta região é ligeiramente côncava, assim como a face ventral do terço caudal do pulmão direito, devido ao contato do órgão com a face dorsal do fígado.

O fígado tem papel importante na dinâmica da respiração dos crocodilianos, uma vez que a ventilação pulmonar pode ser produzida quase exclusivamente pelos movimentos do chamado "pistão hepático". Este está envolvido tanto na expiração, quando o fígado é anteriorizado, em direção aos pulmões por ação da musculatura transversa abdominal, quanto na inspiração, quando é puxado caudalmente pela musculatura pseudo-diafragmática (GANS; CLARK, 1976; FARMER; CARRIER, 2000).

Já na porção medial da face dorsomedial do pulmão esquerdo observa-se acentuada depressão, côncava tanto craniocaudalmente quanto mediolateralmente, a qual se estende do ápice pulmonar até a entrada do brônquio principal. Esta depressão é, possivelmente, aquela deixada pelo timo.

O parênquima dos pulmões do jacaré-do-pantanal tem aspecto esponjoso e é multicameral (Figura 29), característica comum em quelônios, alguns lagartos e crocodilianos (PERRY, 1988; COLVILLE; BASSERT, 2010). É possível observar canais tubulares, que se comunicam com o brônquio intrapulmonar, e pelos quais o ar é conduzido. A parede desses canais é formada por diversas trabéculas de formas e tamanhos variados, pelas quais o ar se distribui para a troca gasosa. Essas características são importantes para manter proporção adequada da área de troca gasosa dos pulmões em relação ao peso do corpo, uma vez que os pulmões são relativamente pequenos (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). Tal aspecto esponjoso é comum em répteis, em virtude da constituição fibrosa dos pulmões (RILEY; HILL; HUCHZERMEYER, 1997; RILEY; HENDERSON, 1999; POWELL; HOPKINS, 2004; ROMER, 1966; SOLOMON; PURTON, 1984).

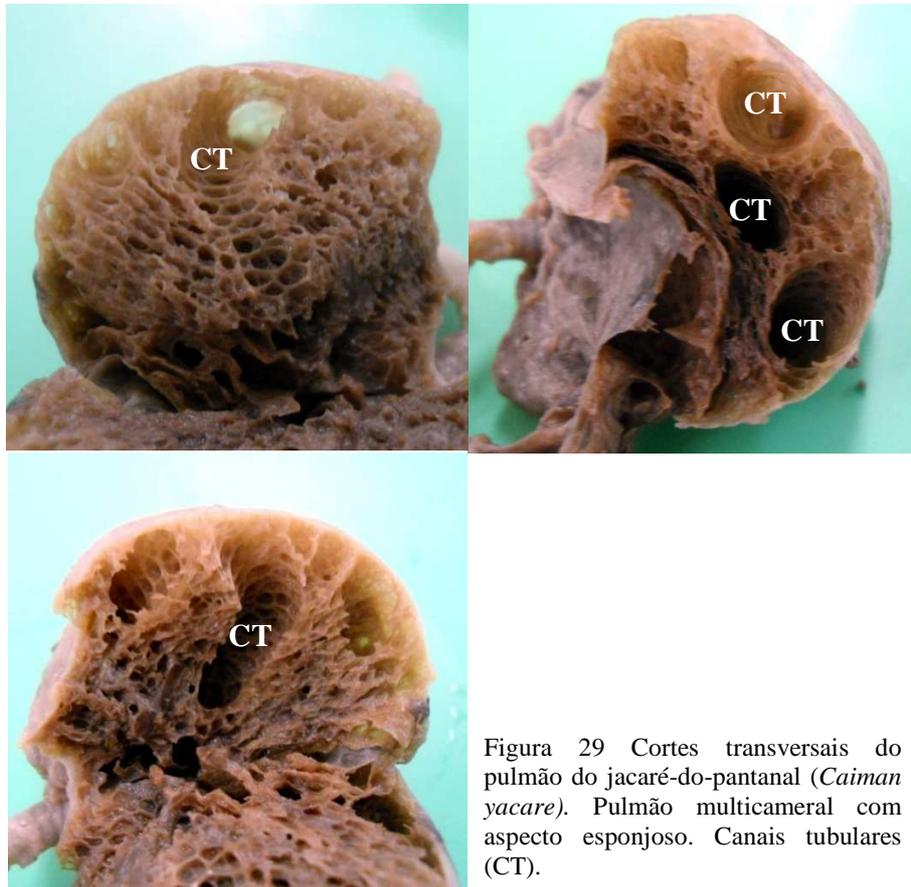


Figura 29 Cortes transversais do pulmão do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Pulmão multicameral com aspecto esponjoso. Canais tubulares (CT).

### **Histologia**

Nos pulmões, foi visualizado o brônquio intrapulmonar, composto por anel de cartilagem hialina, com epitélio de revestimento pseudoestratificado colunar, ciliado, contendo células produtoras de muco. Epitélio semelhante ao encontrado nos brônquios intrapulmonares foi observado nos canais tubulares, que conduzem o ar até as unidades de troca gasosa.

Foram visualizadas células musculares lisas na entrada das estruturas saculares que compõe as unidades de troca gasosa (Figura 30), provavelmente para regular a abertura e o fechamento destas unidades, de acordo com as circunstâncias. Geralmente o revestimento sobre essas fibras musculares é constituído por células cúbicas e células mucosas. Feixes de musculatura lisa com características semelhantes foram descritos para espécies da ordem *Squamata* (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013), para cobras (JACOBSON, 2007) e tartarugas (SOLOMON; PURTON, 1984; MAINA, 1989).

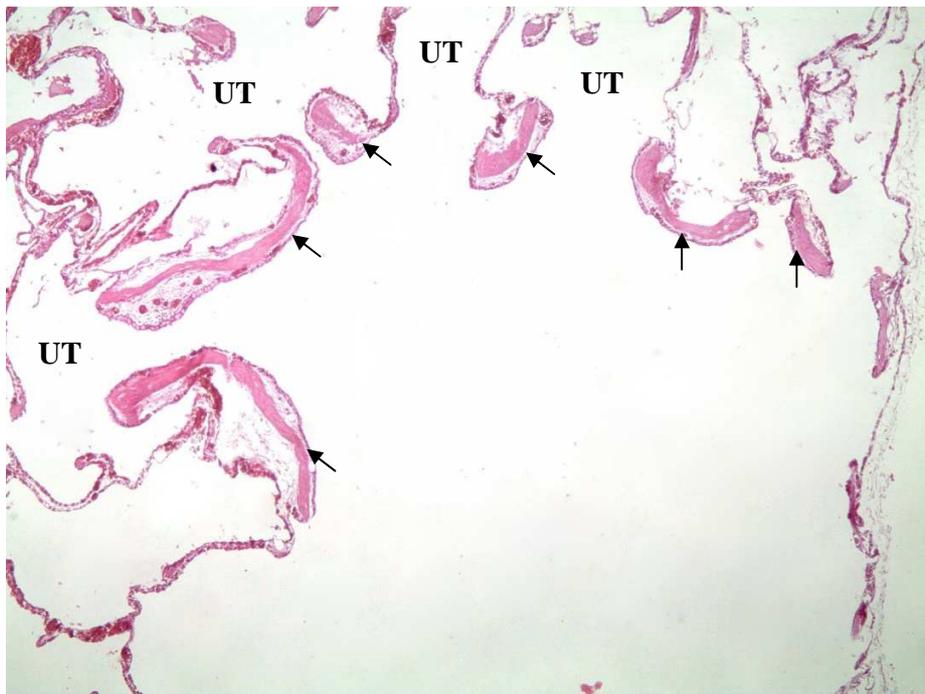


Figura 30 Corte histológico do pulmão do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Fibras musculares lisas (setas) na entrada das unidades de troca gasosa (UT). Coloração HE. Aumento de 40x.

O parênquima pulmonar tem aspecto trabecular, devido ao formato sacular, longo e variado, das unidades de troca gasosa. A parede dessas estruturas saculares é delgada, rica em capilares sanguíneos e revestida por epitélio simples pavimentoso (Figura31). Em tartaruga-verde e cobra mambapreta foi observado epitélio semelhante na parede das unidades de troca e também a presença de capilares sanguíneos sob o epitélio, assim como nas espécies da ordem *Squamata* (SOLOMON; PURTON, 1984; MAINA 1989; NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

Externamente, o pulmão é revestido por epitélio simples pavimentoso e abaixo dele observa-se uma camada de tecido conjuntivo frouxo contendo grande quantidade de fibras elásticas e capilares sanguíneos. Situação semelhante foi vista para *Squamatas* (NAVEGA-GONÇALVES; SILVA, 2013).

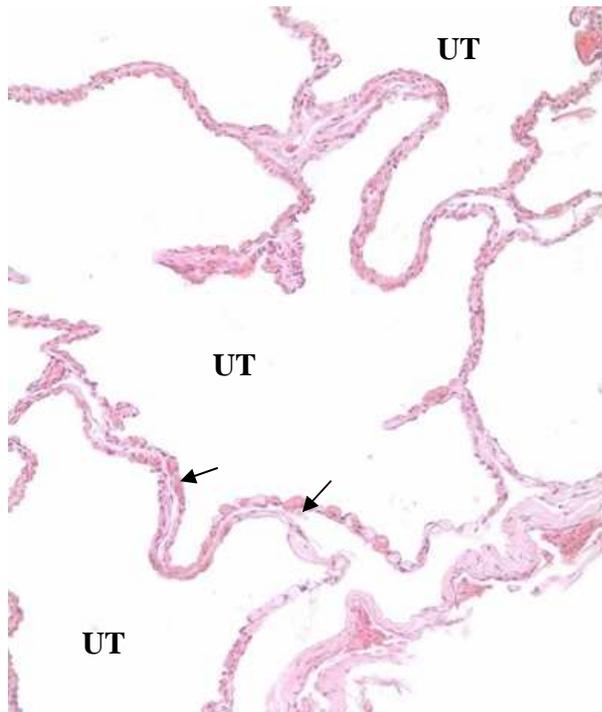


Figura 31 Corte histológico do pulmão do jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). Unidade de troca gasosa (UT) com parede delgada composta por muitos capilares sanguíneos (exemplificados pelas setas) e revestida de epitélio simples pavimentoso. Coloração HE. Aumento de 100x.

## 5 CONCLUSÃO

Concluimos que os aspectos anatômicos do sistema cardiorrespiratório do jacaré-do-pantanal diferem consideravelmente daqueles conhecidos para mamíferos e aves e, até mesmo, de outros répteis, principalmente no que tange ao coração. Consideramos que essas diferenças são adaptações que possibilitaram a sobrevivência da espécie, bem como sua manutenção. Os aspectos histológicos não diferem expressivamente daqueles encontrados em outros répteis.

A descrição do sistema cardiorrespiratório do jacaré-do-pantanal é de grande valia para subsidiar os profissionais envolvidos na inspeção desses animais durante o abate, pois o conhecimento da morfologia normal serve como base para o reconhecimento e julgamento de possíveis alterações. Sendo esse conhecimento importante também para a preservação e conservação da espécie.

## REFERÊNCIAS

ALEIXO, V. M. et al. Histologia, histoquímica e histometria do intestino de jacaré-do-Pantanal criado em cativeiro. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 12, p. 1120-1128, dez. 2011.

AXELSSON, M. et al. Dynamic anatomical study of cardiac shunting in crocodiles using high-resolution angioscopy. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 199, n. 2, p. 359-365, 1996.

AXELSSON, M. et al. Gut blood flow in the estuarine crocodile, *Crocodylus porosus*. **Acta Physiologica Scandinavica**, Oxford, v. 142, n. 4, p. 509-516, Aug. 1991.

AXELSSON, M.; FRANKLIN, C. E. From anatomy to angioscopy: 164 years of crocodilian cardiovascular research, recent advances, and speculations. **Comparative Biochemistry and Physiology Part A: physiology**, Oxford, v. 118, n. 1, p. 51-62, Sept. 1997.

AZEVEDO, I. C. et al. Teste de aceitação e composição centesimal de carne de jacaré-do-papo-amarelo (*Caiman latirostris*) em conserva. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 534-539, 2009.

BACHA, W. L.; BACHA, L. M. **Atlas colorido e histologia veterinária**. 2. ed. São Paulo: Rocca, 2003. p. 91-110/293-319.

BLESSING, M. H.; REINER, D. M. Studies on chromoproteins of cardiac and skeletal muscle of caimans (*Caiman sclerops*). **Pflügers Archives: European journal of physiology**, Berlin, v. 361, n. 1, p. 101-103, 1975.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Portaria nº 126, de 13 de fevereiro de 1990. **Diário Oficial** nº 035, Seção I, p. 3332/33, de 19/02/1990.

BUCHANAN, J. G. The gross and minute anatomy of the heart of the lizard, *Leiopisma grande* (Gray). **Transactions of the Royal Society of New Zealand**, Otago, v. 84, p. 103-120, 1956/1957. Disponível em: <[http://rsnz.natlib.govt.nz/volume/rsnz\\_84/rsnz\\_84\\_01\\_001160.html](http://rsnz.natlib.govt.nz/volume/rsnz_84/rsnz_84_01_001160.html)>. Acesso em: 10 dez. 2013.

- CALDWELL, J. **World trade in crocodilian skins 2006–2008**. Cambridge: UNEP-WCMC/International Alligator and Crocodile Trade Study, 2010.
- CAMPOS, Z. M. S.; COUTINHO, M. E.; MAGNUSSON, W. **Comportamento de termoregulação do jacaré-do-pantanal *Caiman crocodilus yacare***. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 51).
- CAMPOS, Z. **Movimento dos jacarés no pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004a. (INFOTECA-E – Artigo de Divulgação, 44).
- CAMPOS, Z. et al. Yacare Caiman *Caiman yacare*. in crocodiles. In: MANOLIS, S. C.; STEVENSON, P. (Ed.). **Status survey and conservation action plan**. 3<sup>rd</sup> ed. Darwin: Crocodile Specialist Group. 2010. p. 23-28.
- CAMPOS, Z. **Os jacarés de movem em grupos?** Corumbá: Embrapa Pantanal, 2004b. p.1-2. (ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, 60).
- COLVILLE, T. P.; BASSERT, J. M. **Anatomia e fisiologia clínica para medicina veterinária**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. bxxi, 543 p.
- COOPERATIVA DE CRIADORES DE JACARÉ DO PANTANAL. **Levantamento populacional: a cadeia produtiva**. Disponível em: <[http://www.coocrijapan.com.br/index\\_br.asp](http://www.coocrijapan.com.br/index_br.asp)>. Acesso em: 10 maio 2013.
- COSSU, M. E. et al. Carcass and meat characterization of “yacare overo” (*Caiman latirostris*) and “yacare negro” (*Caiman yacare*). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 44, n. 5, p. 329-336, 2007.
- COUTINHO, M.; CAMPOS, Z. **Sistema de criação e Recriade Jacaré, *Caiman crocodilus yacare*, no Pantanal**. 1. ed. Corumbá: MAPA/Embrapa Pantanal, 2006. 3 p. (Comunicado Técnico, 53).
- CROCODILE SPECIALISTY GROUP. **Crocodilianbiology**; crocodilian species; publications. Disponível em: <<http://www.iucncsg.org/>>. Acesso em: 10 maio 2013.
- DAWSON, W. R. Reptiles as research models in comparative physiology: review. **The Journal of the American Veterinary Medical Association**, Schaumburg, v. 154, n. 11, p. 1653-1661, Dec. 1971.

DUNCKER, H. Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics: A comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. **Respiratory Physiology & Neurobiology**, Oxford, v. 144, n. 2, p. 111-124, 2004.

DYCE, K. M.; SACK, W. O.; WENSING, C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. xvi, 834 p.

FARMER, C. G.; CARRIER, D. R. Pelvic aspiration in the American alligator (*Alligator mississippiensis*). **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 203, n. 11, p. 1679-1687, June 2000.

FRANKLIN, C. E.; AXELSSON, M. The intrinsic properties of an in situ perfused crocodile heart. **Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 186, n. 1, p. 269-288, 1994.

GANS, C.; CLARK, B. Studies on ventilation of *Caiman crocodiles* (crocodilia: Reptilia). **Respiration Physiology**, Amsterdam, v. 26, n. 3, p. 285-301, 1976.

GARTNER, L. P.; HIATT, J. L. **Atlas colorido de histologia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007. p. 147-166/235-254.

GOODRICH, E. S. Note on the reptilian heart. **Journal of Anatomy**, London, v. 53, n. Pt 4, p. 298-304, July 1919.

GREENFIELD, L. J.; MORROW, A. G. The cardiovascular hemodynamics of Crocodilia. **Journal of Surgical Research**, New York, v. 1, n. 2, p. 97-103, 1961.

GRIGG, G. C.; JOHANSEN, K. Cardiovascular dynamics in *Crocodylus porosus* breathing air and during voluntary aerobic dives. **Journal of Comparative Physiology B**— biochemical, systematic, and environmental physiology, New York, v. 157, n. 3, p. 381-392, 1987.

HICKS, J. W. The physiological and evolutionary significance of cardiovascular shunting patterns in reptiles. **Physiology**, v. 17, n. 6, p. 241-245, Dec. 2002.

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

JACINTO, M. A. C. et al. Influência do sistema de produção sobre a formação de osteodermos no couro em jacaré do Pantanal (*Caiman yacare*, Daudin). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ/UFLA, 2008.

JACOBSON, E. (Ed.). **Infectious diseases and pathology of reptiles: color atlas and text**. São Paulo: CRC, 2007. p. 1-131.

KHALIL, F.; ZAKI, K. Distribution of blood in the ventricle and aortic arches in reptilia. **Zeitschrift für vergleichende Physiologie**, Berlin, v. 48, n. 6, p. 663-689, 1964.

KIK, M. J. L.; MITCHELL, M. A. Reptile cardiology: a review of anatomy and physiology, diagnostic approaches, and clinical disease. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, WB Saunders, v. 14, n. 1, p. 52-60, Jan. 2005. (Topics in Medicine and Surgery).

MAINA, J. N. The morphology of the lung of the black mamba *Dendroaspis polylepis* (Reptilia: Ophidia: Elapidae). A scanning and transmission electron microscopic study. **Journal of Anatomy**, London, v. 167, p. 31, Dec. 1989.

MITCHELL, M. A. Reptile cardiology. **Veterinary Clinics of North America: exotic animal practice**, Philadelphia, v. 12, n. 1, p. 65-79, 2009.

MOURA, W. L. et al. Aspectos morfológicos e citoquímicos dos glóbulos sanguíneos de *Caiman crocodilus yacare* (Daudin, 1802)(*Reptilia, Crocodylia*). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 36, n. 1, 1999. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-95961999000100009](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-95961999000100009)>. Acesso em: 10 dez. 2013.

MOURÃO, G. M. **Utilização econômica da fauna silvestre no Brasil: o exemplo do Jacaré-do-Pantanal**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2000.p.1-4. (ADM – Artigo de Divulgação na Mídia, 5).

NAVEGA-GONÇALVES, M. E. C.; SILVA, J. R. M. C. Respiratory system of *Amphisbaena vermicularis* and *Amphisbaena amicrocephala* (Squamata, Amphisbaenia, Amphisbaenidae). **Iheringia: sériezoologia**, Porto Alegre, v. 103, n. 1, p. 20-30, 2013.

PASTOR, L. M. A morphological study of the tracheal epithelium of the snake *Natrix maura*. **Journal of Anatomy**, London, v. 172, p. 47, 1990.

PERRY, S. F.; DUNCKER, H. R. Lung architecture, volume and static mechanics in five species of lizards. **Respiration Physiology**, Amsterdam, v. 34, n. 1, p. 61-81, 1978.

PERRY, S. F. Functional morphology of the lungs of the Nile crocodile, *Crocodylus niloticus*: non-respiratory parameters. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 134, p. 99-117, Jan. 1988.

POWELL, F. L.; HOPKINS, S. R. Comparative physiology of lung complexity: implications for gas exchange. **Physiology**, v. 19, n. 2, p. 55-60, 2004.

REESE, A. M. **The alligator and its allies**. Landisville, 1915. Eletronic reprint by Arment Biological, 2000. 229 p. Disponível em: <[http://ix.cs.uoregon.edu/~kent/Stevens\\_and\\_Ernst/reference%20clips/crocodylian/articles/Alligators%20and%20their%20allies.pdf](http://ix.cs.uoregon.edu/~kent/Stevens_and_Ernst/reference%20clips/crocodylian/articles/Alligators%20and%20their%20allies.pdf)>. Acesso em: 15 dez. 2013.

REZENDE, R. **Morfologia do coração da lagartixa *Hemidactylus mabuia* (Moreau Jonnés, 1818) (Squamata: Gekkonidae)**. 2011. 87 p. Dissertação (Mestrado em Biologia Celular e Estrutural) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2011.

RIEDER, A. et al. Relações biométricas de jacarés (*Caiman crocodilus yacare*) criados em sistema de cativeiro, Cáceres, Alto Pantanal, Mato Grosso, Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE RECURSOS NATURAIS E SÓCIO-ECONÔMICOS DO PANTANAL, 4., 2004, Corumbá. **Anais...** Corumbá:Embrapa Pantanal, 2004.

RILEY, J.; HENDERSON, R. J. Pentastomids and the tetrapod lung. **Parasitology**, v. 119, p. S89-S105, 1999.

RILEY, J.; HILL, G. F.; HUCHZERMEYER, F. W. A description of *Agema*, a new monotypic pentastomid genus from the lungs of the African dwarf and slender-snouted crocodiles. **Systematic Parasitology**, Dordrecht, v. 37, n. 3, p. 207-217, July 1997.

RODRIGUES, E. C. et al. Qualidade e composição química de cortes comerciais de carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare*). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 2, mar./abr. 2007.

ROMANELLI, P. F.; CASERI, R.; LOPES FILHO, J. F. Processamento da carne do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*). **Ciência e Tecnologia Alimentar**, Campinas, v. 22, n.1, p. 70-75, jan./abr. 2002.

ROMANELLI, P. F.; SCHMIDT, J. Estudo do aproveitamento das vísceras do jacaré do pantanal (*Caiman crocodilus yacare*) em farinha de carne. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 23, Dec. 2003. Suplemento.

ROMER, A. S. **Anatomía comparada**: vertebrados. 3. ed.[S. l.]: Editorial Interamericana, 1966. p. 209-236/281-310.

SANTOS, C. M. et al. Light microscopic and immunohistochemical study of the trachea of the broad-snouted caiman (*Caiman latirostris*). **Veterinarni Medicina**, v. 56, n. 1, p. 48-54, 2011. Original Paper.

SANTOS, S. A. **Dieta e nutrição de crocodilianos**. Corumbá: EMBRAPA-CPAP, 1997. 59 p.(EMBRAPA-CPAP. Documentos, 20).  
Disponível em: <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC20.pdf>.  
Acesso em: 10 dez. 2013.

SANTOS, S. A. et al. Diets of *Caiman crocodiles yacare* from different habitats in the Brazilian Pantanal. **Herpetological Journal**, London, v. 6, p. 11-117, 1996.

SCHUMACHER, J. Respiratory diseases of reptiles. **Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine**, WB Saunders, v. 6, n. 4, p. 209-215, Oct. 1997.

SHELTON, G.; JONES, D. R. The physiology of the alligator heart: the cardiac cycle. **The Journal of Experimental Biology**, Cambridge, v. 158, n. 1, p. 539-564, 1991.

SILVA, G. M.; COSTA, L. C. M. Descrição dos padrões motores do *Tupinambis merianae* (Duméril & Bilbron, 1839) (Squamata, Teiidae) e do *Caiman crocodilus yacare* (Daudin, 1802) (Crocodylia, Alligatoridae) em cativeiro no Zoológico Municipal de Curitiba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoociências**, Juiz de Fora, v. 7, n. 1, p. 93-109, 2005.

SOLOMON, S.E.; PURTON, M..The respiratory epithelium of the lung in the green turtle (*Chelonia mydas L.*).**Journal of Anatomy**, London, v. 139, n. Pt 2, p. 353, 1984.

STORER, T. I. **Zoologiageral**. 6. ed. rev. aum. São Paulo: Nacional, 1998.

VERDADE, L. M. A exploração da fauna silvestre no Brasil: jacarés, sistemas e recursos humanos. **Biota Neotropica**, Campinas, v. 4, n. 2, p. 1-12, jul. 2004.

VICENTE NETO, J. et al. Avaliação físico química da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) de idades diferentes; Physichistchymistry evaluation of swampland alligator meat (*Caiman yacare* Daudin 1802) of different ages. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 5, p. 1430-1434, 2007.

VICENTE NETO, J. et al. Composição centesimal e colesterol da carne de jacaré-do-pantanal (*Caiman yacare* Daudin 1802) oriundo de zoológico e habitat natural. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 4, p. 701-706, jul./ago. 2006.

VICENTE NETO, J. et al. Fatty acid profiles in meat from *Caiman yacare* (*Caiman crocodiles yacare*) raised in the wild or in captivity. **Meat Science**, v. 85, n. 4, p. 752-758, 2010.