

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

JOSHUA BENJAMÍN ANDRÉS POLANCO STUART

DESCRIÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO DO JABUTI-PIRANGA
(*Chelonoidis carbonaria*, SPIX, 1824). ASPECTOS RADIOGRÁFICOS,
TOMOGRÁFICOS E ANATÔMICOS

BOTUCATU - SP

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

JOSHUA BENJAMÍN ANDRÉS POLANCO STUART

DESCRIÇÃO DO SISTEMA RESPIRATÓRIO DO JABUTI-PIRANGA (*Chelonoidis carbonaria*, SPIX, 1824). ASPECTOS RADIOGRÁFICOS, TOMOGRÁFICOS E ANATÔMICOS

Orientador: Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Animais Selvagens, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Animais Selvagens.

BOTUCATU - SP

2017

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.
DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CÂMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: ROSANGELA APARECIDA LOBO-CRB 8/7500

Polanco Stuart, Joshua Benjamín Andrés.

Descrição do sistema respiratório do jabuti-piranga
(*Chelonoidis carbonaria*, Spix, 1824) : aspectos
radiográficos, tomográficos e anatômicos / Joshua Benjamín
Andrés Polanco Stuart. - Botucatu, 2017

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Medicina Veterinária
e Zootecnia

Orientador: Bruno Cesar Schimming

Capes: 50501003

1. Quelônio. 2. Aparelho respiratório. 3. Radiografia. 4.
Anatomia. 5. Tomografia.

Palavras-chave: Quelônios; Sistema respiratório; anatomia;
radiografia; tomografia computadorizada.

Joshua Benjamín Andrés Polanco Stuart

Título: Descrição do sistema respiratório do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*, Spix, 1824). Aspectos radiográficos, tomográficos e anatômicos

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

Orientador

Departamento de Anatomia

IBB – UNESP - Botucatu

Profa. Dra. Maria Jaqueline Mamprim

Membro

Departamento de Reprodução Animal e Radiologia Veterinária

FMVZ – UNESP - Botucatu

Prof. Dr. Fabrício Singaretti de Oliveira

Membro

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal

FCAV – UNESP – Jaboticabal

Data da Defesa: 12 de dezembro de 2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho aos meus pacientes, especialmente aos quelônios que têm sido a minha inspiração para trabalhar com animais selvagens desde o começo da minha profissão. Dedico também ao meu país, Venezuela, para que um dia possa te ver livre novamente.

AGRADECIMENTOS

A Deus e a minha família, pelo amor incondicional e por me acompanhar e apoiar durante essa aventura que se chama “Vida”.

Ao meu país, Venezuela, por ter me visto crescer e por ter me ensinado a valorizar até as coisas mais simples da vida.

Aos meus amigos e irmãos da Venezuela, Tatiana, Zulay, Natasha, Sr. Marco, Tete, Guido, Joslin, Eluzai, Karen, Yessica, Frank, Carmen, Rosmilvis, Leonardo, Karina, Vanessa, Angélica, Gilberto e a muitos outros mais. Os levo no meu coração sempre.

Aos meus amigos e irmãos do Brasil, Raphael, Maíra, Josiane e Isabella, que se tornaram minha família num país que me acolheu com um filho.

À minha namorada, Laurita, obrigado pelo amor e apoio durante essa fase da minha vida, te conhecer tem sido uma grande experiência de vida, te amo.

À família venezuelana que me adotou no Brasil, Isamery, Wismar, Luis Manuel e Alanis. Serei eternamente agradecido.

A todas aquelas pessoas maravilhosas que tenho conhecido no Brasil e que tenho o privilégio de chamar Amigos; Alan, Camila, Maria, Maria Laura e a muitos outros mais.

Ao meu orientador, o Professor Bruno Cesar Schimming, pela oportunidade de realizar o Mestrado, pelo apoio dado durante o mesmo e pela compreensão que implica ser um estudante estrangeiro. Obrigado por acreditar em mim.

À Professora Maria Jaqueline Mamprim, pelo apoio, carinho, amizade e disponibilidade durante todo o Mestrado.

Às pós-graduandas e amigas do setor de Diagnostico por Imagem, Letícia e Jeana, lhes agradeço a amizade, apoio e constância durante a realização do meu Mestrado. À Maria pela sua ajuda neste trabalho.

Ao técnico do setor de Diagnóstico por Imagem que opera o tomógrafo, Heraldo, agradeço o seu tempo e disposição.

Às residentes do setor de Diagnóstico por Imagem, Isis, Fernanda, Wil e Fernandinha, obrigado pela amizade e os gratos momentos que compartilhamos durante esses dias de trabalho nesse setor.

À Professora Noeme Rocha e ao setor de patologia veterinária, Pela ajuda no estudo anatômico deste projeto de pesquisa.

Ao National Institute of Science and Technology of Science of Wildlife Science Center (WSC) (Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia - Ciência dos Animais Selvagens/INCT-CAS), no qual faz parte o Centro de Medicina e Pesquisa de Animais Selvagens (CEMPAS), UNESP - Campus Botucatu.

Aos amigos da família CEMPAS, em especial ao Raphael, Elton, Mariana, Luna, André, Ramiro, Maíra, Caio, Professora Sheila e Carlinhos. A amizade foi uma das maiores conquistas da pós-graduação.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Análise descritiva das variáveis obtidas pela tomografia computadorizada do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*).....50

Tabela 2. Mensurações obtidas pela tomografia computadorizada dos jabuti-piranga (*Chelonoidiscarbonaria*).....61

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diferenciação morfológica entre o *Chelonoidis denticulada* e o *Chelonoidis carbonaria* (Fonte: Hagan, 1968).....7

Figura 2. Musculatura que auxilia na respiração dos testudines. (Fonte: Bennett 2011)..... 10

LISTA DE ABREVIATÖES

3D – Imagem tridimensional

C. carbonaria (espécie) – Chelonoidis carbonaria

HU (unidade de medida tomográfica) – Hounsfield

Kg – Kilograma

Mg – Miligrama

RM – Ressonância magnética

TC – Tomografia computadorizada

Cm – Centímetros

DV – Dorsoventral

Ccau – Craniocaudal

Ld – Lateral direita

CCC – Comprimento curvilíneo da carapaça

LCC – Largura curvilínea da carapaça

VP – Volume pulmonar

CBD – Comprimento do brônquio direito

CBE – Comprimento do brônquio esquerdo

COMP – Comprimento

Min – Mínimo

Max – Máximo

DP – Desvio padrão

IC – Intervalo de confiança

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO I. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	4
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	6
2.1 Jabuti-piranga (<i>Chelonoidis carbonaria</i>).....	6
2.2 Sistema respiratório de répteis	8
2.2.1 Anatomia da laringe, traqueia, brônquios e pulmões em répteis.....	10
2.3 Diagnóstico por imagem em quelônios	13
2.3.1 Radiografia.....	13
2.3.2 Ultrassonografia.....	15
2.3.3 Tomografia Computadorizada.....	16
2.3.4 Ressonância Magnética.....	17
3. OBJETIVO.....	18
4. REFERÊNCIAS.....	19
 CAPÍTULO II. ARTIGO CIENTÍFICO.....	 29
Resumo.....	31
Introdução.....	32
Material e Métodos.....	33
Resultados.....	36
Discussão.....	50
Referências.....	55
Anexos.....	60

POLANCO, J. B. A. Descrição do sistema respiratório do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*, Spix, 1824). Aspectos radiográficos, tomográficos e anatômicos. 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

RESUMO

O diagnóstico de diversas doenças em quelônios é um desafio para o clínico, pois a presença de casco e plastrão impedem um exame físico detalhado com ausculta e palpação. Exames de imagem como radiografia e tomografia computadorizada (TC) têm provado serem benéficos para se chegar ao diagnóstico, prognóstico e planos de tratamento em numerosas espécies animais. Assim, este estudo teve como objetivo identificar e descrever as estruturas constituintes do sistema respiratório em jabuti-piranga, por meio da tomografia computadorizada, radiografia digital e, dissecações e secções anatômicas. Para tanto, foram utilizados 12 exemplares de jabutis-pirangas (*Chelonoidis carbonaria*), adultos (machos e fêmeas), sendo 10 animais vivos e hígidos e, dois mortos. As estruturas que compõem o sistema respiratório nestes animais compreenderam a glote, a traqueia, os brônquios e os pulmões. Não se observou a presença da cartilagem epiglote. A TC permitiu observar a parte intrapulmonar dos brônquios, a qual foi acompanhada por grandes vasos sanguíneos. Os pulmões apresentaram parênquima com aspecto reticulado, sem lobações. Cada pulmão possuía uma pequena estrutura localizada junto aos polos cranial e caudal. Estas estruturas foram identificadas nos cortes tomográficos e reconstruções 3D. Sugere-se que estas dilatações poderiam ser estruturas não respiratórias, comparável aos sacos aéreos das aves. De todas as técnicas usadas, a TC mostrou-se mais eficaz para a identificação das estruturas anatômicas. Assim, sugerimos o uso da tomografia para um melhor atendimento clínico de animais selvagens com alterações respiratórias.

Palavras-chave: quelônios, sistema respiratório, radiografia, anatomia, tomografia computadorizada.

POLANCO, J. B. A. Description of the respiratory system of *Chelonoidis carbonaria*, Spix, 1824. Radiographic, tomographic and anatomical features. 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

Abstract

The diagnosis of several diseases in chelonians is a challenge for the clinician, because a detailed physical examination with auscultation and palpation is difficult due the presence of hull and plastron. Imaging analysis such as radiography and computed tomography (CT) have been shown to be beneficial for diagnosis, prognosis and treatment in numerous animal species. Thus, this study aimed to identify and describe the structures of the respiratory system in red-footed tortoises, through computed tomography, digital radiography and anatomical dissections and sections. Twelve specimens of red-footed tortoises (*Chelonoidis carbonaria*) were used. The animals were adults and of both sexes. The respiratory structures in these animals comprised the glottis, trachea, bronchi and the lungs. The presence of epiglottic cartilage was not observed in the animals studied. CT allowed the observation of the intrapulmonary part of the bronchi, which was accompanied by large intrapulmonary blood vessels. The lungs presented a reticulated parenchyma, without lobulations. Each lung had a small structure located near the cranial and caudal poles. These structures were identified in tomographic sections and 3D reconstructions and these could suggest that these dilatations could be non-respiratory structures, comparable to the air sacs of birds. Of all the techniques used, CT was more effective for the identification of anatomical structures, suggesting the use of tomography for better clinical care of wild animals with respiratory diseases.

Key-words: chelonians, respiratory system, radiography, anatomy, computed tomography.

CAPÍTULO 1

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1- INTRODUÇÃO

Os animais selvagens têm despertado cada vez mais o interesse dos pesquisadores. O conhecimento da anatomia e fisiologia destes animais oferece benefícios aos médicos e cirurgiões veterinários no diagnóstico definitivo, prognóstico e determinação do melhor tratamento (MACKEY et al., 2008).

Segundo Rivera (2003) e Cubas e Baptistotte (2007), as tartarugas surgiram há cerca de 200 milhões de anos e pertencem ao grupo de répteis vivos mais primitivos. Os quelônios pertencem à classe *Reptilia*, a qual está dividida em quatro ordens: *Testudines* (quelônios), *Crocodylia* (crocodilianos) *Squamata* (serpentes e lagartos) e *Rhynchocephalia* (tuatara) (RIVERA, 2003). A ordem *Testudines* é representada por aproximadamente 346 espécies, 75 gêneros distribuídos em 14 famílias, sendo três famílias pertencentes à subordem *Pleurodira* e as demais, à subordem *Cryptodira* (UETZ, 2016). A ordem *Testudines* surgiu durante o período Triássico e seus representantes desenvolveram um modo de vida característico e bem sucedido, com poucas modificações, ao contrário de muitos animais. A presença do casco é o principal fator do seu sucesso, o que teria limitado a diversidade do grupo (SOUZA, 2006; RENOUS et al., 2008).

Estima-se que mais da metade das espécies de quelônios conhecidos estão ameaçados de extinção, devido ao impacto da degradação ambiental e a influência humana (RHODIN et al., 2017). Há seis principais causas de ameaças dos répteis e, estas estão relacionadas às pressões humanas, como por exemplo, degradação do habitat, introdução de espécies invasoras, poluição, doenças, uso insustentável e mudanças climáticas (ZULAUF, 2000; NORTON, 2005; MARTINS; MOLINA, 2008).

Segundo o levantamento realizado por Bérnils (2014), por meio da Sociedade Brasileira de Herpetologia, no Brasil existem cerca de 36 espécies de quelônios, distribuídos nos seus diversos ecossistemas terrestres e aquáticos, sendo 29 da água doce, 05 marinhos e 02 terrestres.

As espécies do gênero *Chelonoidis* (quelônios terrestres) ocorrem em toda América do Sul, com exceção do Chile e Uruguai (VINKE et al., 2008). O *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824), conhecido como jabuti-piranga ou jabuti-

dos-pés-vermelhos, é um animal terrestre, de corpo compacto, membros locomotores cilíndricos e robustos, próprios para suportar o pesado casco e caminhar em ambientes rústicos, distribuído amplamente pelo território brasileiro (O'MALEY, 2005; CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007). Esta espécie tem grande importância na questão conservacionista por ser um excelente dispersor de sementes, em razão de seu hábito de não mastigar os alimentos, a porcentagem de sementes viáveis nas suas fezes é bastante elevada, mesmo com seu trânsito gastrointestinal normalmente lento (STRONG; FRAGOSO, 2006).

Os répteis vêm ganhando destaque devido à adaptação ambiental, beleza exótica e comportamento manso, tendo um aumento no interesse de aquisição como animais de companhia (MATIAS et al., 2006). Por sua beleza, mansidão, adaptabilidade e fácil reprodução em cativeiro, o *C. carbonaria* vem se tornando cada vez mais comum como animal de estimação, embora seja, para isso, alvo de comércio ilegal e contrabando (NUNES et al., 2010; VOGHT et al., 2015). Entretanto, a falta de conhecimento sobre criação tem levado a erros de manejo, comprometendo a saúde e o seu bem-estar (NUNES et al., 2010). Tal fato corrobora com o dado de que o *C. carbonaria* é o quelônio mais criado em cativeiro no país e representa uma expressiva casuística de atendimento na clínica de animais silvestres (MATIAS et al., 2006).

A criação ilegal sem licença específica destes répteis, associada à falta de boas práticas de higiene, coloca em risco a saúde animal e humana, preocupando setores de saúde pública, pois os animais silvestres são reservatórios de enfermidades com potencial zoonótico, um exemplo disso é a Salmonelose, considerada emergente e isolada em 12,36% dos jabutis-piranga oriundos do comércio ilegal na Bahia (NUNES, 2007).

Estudos em quelônios sobre mortalidade indicam que fígado, rins, pulmões e coração são os principais órgãos afetados nas doenças mais comuns destas espécies. Se tratando do sistema respiratório, as estruturas do sistema respiratório inferior são as afetadas com mais frequência (PENNINCK et al., 1991).

O diagnóstico das diversas doenças respiratórias em quelônios é um desafio para o clínico, devido à presença da carapaça e plastrão que impedem um exame físico detalhado como ausculta e palpação. Os pulmões e a parte

celomática da traqueia e brônquios são contidos por estas estruturas, o que dificulta a avaliação deste sistema (ANDERSON, 1972; MURRAY, 1996; MCARTHUR; WILKINSON, 2004).

Tendo em vista a busca de conhecimentos para o diagnóstico clínico, a conservação e o equilíbrio ecológico do *Chelonoidis carbonaria*, pesquisas sobre esta espécie são de grande importância. Na literatura, há ainda poucos estudos disponíveis envolvendo o jabuti-piranga e outros quelônios brasileiros, especialmente no que diz respeito às descrições anatômicas e da imagenologia em geral. Diante disso é importante definir e priorizar projetos que contribuam para geração de conhecimento técnico-científico em relação a estes répteis. Desta forma, o presente estudo objetiva fornecer dados e descrições tomográficas, radiológicas e anatômicas do sistema respiratório do jabuti-piranga em cativeiro. Este conhecimento proverá subsídios ao cotidiano de clínicos, cirurgiões e pesquisadores, permitindo que estes obtenham um melhor êxito no diagnóstico das alterações e das anormalidades que possam acometer o sistema respiratório da espécie.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*)

O *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) pertence à classe *Reptília*, subclasse *Anasida*, ordem *Testudines*, subordem *Cryptodira*, família *Testudinidae* e gênero *Chelonoidis*, e é comumente chamado de jabuti-piranga, jabuti-de-patas-vermelhas (SCHIMIDT-NIELSEN, 1999; VOUGHT et al., 2015).

A atual denominação *Chelonoidis* veio substituir a nomenclatura *Geochelone*, que anteriormente era utilizada para este gênero, devido à confusão criada nos últimos 30 anos dentro da família *Testudinidae*; por isso, a diferenciação entre as espécies foi realizada através das características morfológicas e da análise genética (LE et al., 2006). No Brasil, ocorrem duas espécies deste gênero, *Chelonoidis carbonaria* (jabuti-piranga ou jabuti-de-patas-vermelhas) e *Chelonoidis denticulata* (jabuti-tinga ou jabuti-de-patas-amarelas), ambos distribuídos amplamente pelo território brasileiro (CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007).

As principais diferenças morfoanatômicas dos *C. carbonaria* em relação aos *C. denticulata* são a presença de escamas vermelhas ou alaranjadas nos membros e cabeça, escudos epidermais no plastrão de formatos diferentes e escamas pré-frontais pequenas e segmentadas (Figura 1) (SENNEKE; TABAKA, 2003).

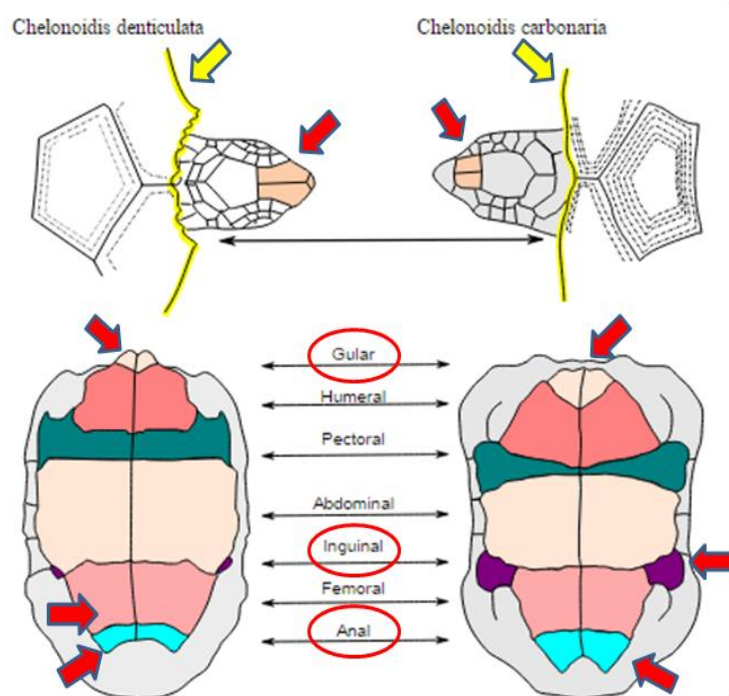


Figura 1. Diferenciação morfológica entre o *Chelonoidis denticulata* e o *Chelonoidis carbonaria*. Observe as diferenças morfológicas entre as principais placas dérmicas entre as espécies (setas). Adaptado de Hagan (1968).

Os animais da espécie *C. carbonaria* são considerados animais de porte médio, com o comprimento da carapaça raramente excedendo 50 cm, sendo mais comum entre 30 e 40 cm (BARROS et al., 2012). São animais terrestres, de corpo compacto, membros locomotores cilíndricos e robustos, próprios para suportar o pesado casco e caminhar em ambientes rústicos (O'MALEY, 2005; CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007). No Brasil, esta espécie ocorre nos biomas do Cerrado, Amazônia, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica (VOGHT et al., 2015).

Estes quelônios em vida livre são, de modo geral, onívoros. Alimentam-se principalmente de folhas, flores, frutos, gramíneas, invertebrados, carcaça e

outros alimentos que encontram no solo. Em razão do hábito alimentar, a espécie apresenta grande importância na questão conservacionista por ser um eficiente dispersor de sementes. Caracterizam-se por apresentarem um casco enegrecido contrastando com as marcações amareladas em suas placas córneas e membros com brilhantes pigmentações avermelhadas (MOLINA et al., 2001; CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007). O dimorfismo sexual nessa espécie é muito evidente. O macho geralmente é mais largo, a cauda é mais longa e o plastrão é consideravelmente mais côncavo quando comparado com as fêmeas (MOLINA et al., 2001; VINKE et al., 2008).

O jabuti-piranga é provavelmente o quelônio que é mais mantido em cativeiro como animal de estimação, devido a fatores culturais e amplo comércio ilegal (MATIAS et al., 2006). Em alguns casos são até utilizados em projetos de zooterapia com crianças e idosos, por ser um animal tranquilo, ideal para ser usado em hospitais, asilos e escolas (RODRIGUES et al., 2012).

Estudos em quelônios sobre mortalidade indicam que fígado, rins, pulmões e coração são os principais órgãos afetados nas doenças mais comuns destas espécies (PENNINCK et al., 1991). Por isso, deve-se ter conhecimento das particularidades anatômicas, fisiológicas e patológicas com a finalidade de melhorar a acurácia diagnóstica e clínica nestas espécies.

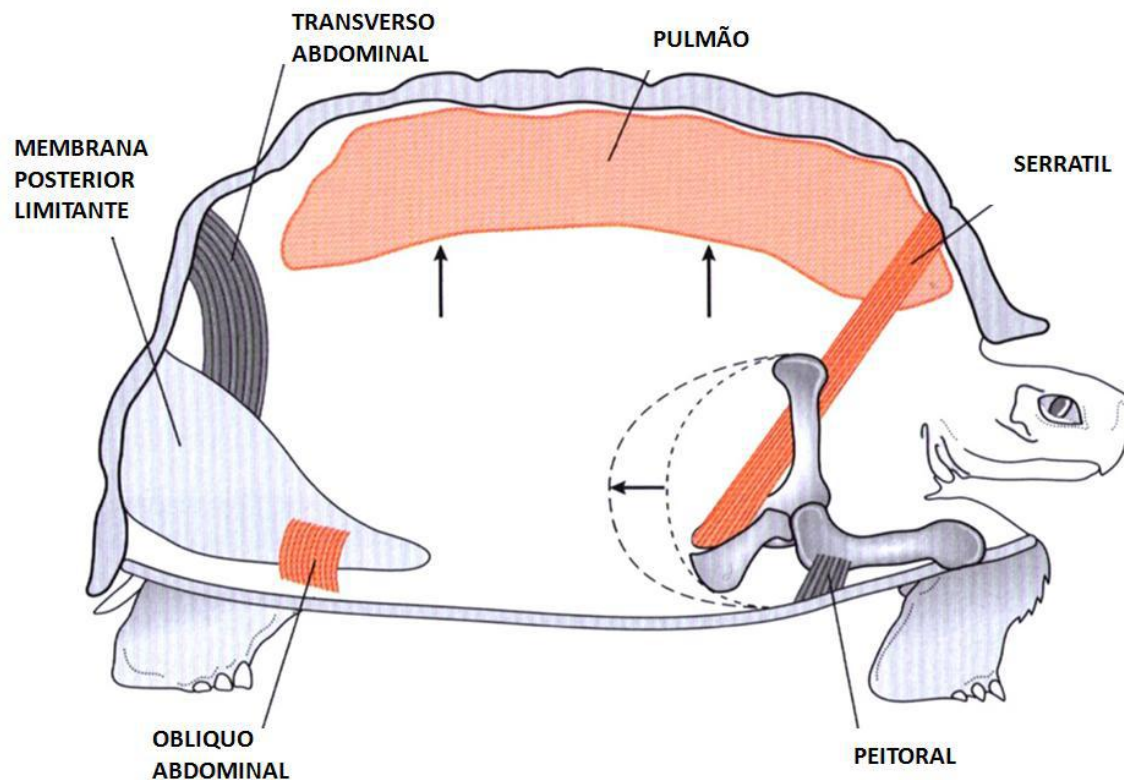
2.2. Sistema respiratório de répteis

Répteis, aves e mamíferos apresentam a aspiração como mecanismo de ventilação pulmonar, representando uma inovação evolutiva nos amniotas. Esse mecanismo faz com que ocorra uma diminuição de pressão na cavidade pleuroperitoneal, expandindo os pulmões, resultando na inspiração (BRAINERD, 1999). Apesar de todos os répteis apresentarem o mecanismo de aspiração, a classe Reptilia é caracterizada pela diversidade do sistema respiratório entre suas diferentes ordens, tanto em relação à morfologia dos pulmões como à mecânica respiratória (KLEIN; CODD, 2010).

Segundo Lyson et al. (2013), a ordem Testudines possui algumas características exclusivas que a torna um objeto de estudo interessante para

investigações sobre o sistema respiratório. Primeiramente, a parede corpórea é representada por um casco rígido. Esse casco ou carapaça é formado dorsalmente pela fusão das costelas e da coluna vertebral juntamente com uma ossificação dermal (osteodermos) (LYSON et al., 2013), o que, somado à perda dos músculos intercostais durante o desenvolvimento embrionário, inviabiliza a ventilação costal (LYSON et al., 2014). Além disso, o casco rígido exerce restrição ao aumento do volume da cavidade pleuroperitoneal (JACKSON, 1979).

Segundo Bennett (2011), uma das diferenças mais importantes entre o sistema respiratório dos répteis quando comparado ao dos mamíferos é a ausência da árvore brônquica e alvéolos. Os locais onde ocorrem as trocas gasosas nos répteis são pequenas criptas chamadas de *ediculi* e *faveoli*. As costelas dos testudines, apesar de não terem função na ventilação pulmonar, auxiliam na estabilização do tronco durante a locomoção, ao passo que a ventilação dos pulmões é realizada a partir da ação de músculos hipaxiais associados aos membros (GANS; HUGHES, 1967; LANDBERG et al., 2003; LANDBERG et al., 2009; LYSON et al. 2014). Durante a expiração, ocorre a contração do músculo transverso abdominal fazendo com que as vísceras sejam movidas para a região dorsal, exercendo, dessa maneira, pressão sobre os pulmões, resultando na saída do ar. Posteriormente, segue-se a inspiração, na qual ocorre o relaxamento do músculo transverso abdominal e a contração do músculo oblíquo abdominal, que, ao contrair-se, aumenta o volume da cavidade pleuroperitoneal, fazendo com que os pulmões se expandam e ocorra a entrada de ar (Figura 2) (GANS; HUGHES, 1967; GAUNT; GANS, 1969; BENNETT, 2011).



Vermelho = músculos da inspiração

Cinza = músculos da expiração

Figura 2. Musculatura que auxilia na respiração dos testudines. Fonte: Bennett (2011).

2.2.1 Anatomia da laringe, traqueia, brônquios e pulmões em répteis

Nos répteis, exceto nas serpentes, a laringe é composta pelas cartilagens cricoide e aritenoide, unidas ao aparelho hioideo (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). 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). Bennett (2011) salienta que em quelônios, a traqueia é curta, com anéis cartilagosos completos e flexíveis, que permitem ao animal fazer a retração da cabeça. A bifurcação traqueal ocorre na região cervical dos quelônios, e mais caudal em outros répteis, normalmente próximo à base do coração (COLVILLE; BASSERT, 2010). Os brônquios nos répteis, por sua vez, penetram no pulmão correspondente na face medial ou próximo à extremidade cranial, porém nunca no ápice (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). Na tartaruga

verde (*Chelonia mydas*), o brônquio principal, originado da bifurcação da traqueia, entra em cada pulmão medialmente no polo cranial e segue no sentido caudal pelo parênquima pulmonar, originando brônquios secundários, de diâmetros diferentes (SALOMON e PURTON, 1984). Contudo, em grande parte dos répteis, o brônquio continua no interior do pulmão sem outras subdivisões (HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

Répteis formam um grupo intermediário entre as aves e mamíferos em termos de estrutura pulmonar e, como particularidade, seus pulmões apresentam acentuado aspecto esponjoso em virtude da grande constituição fibrosa (RILEY et al., 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.

Os pulmões dos répteis são estruturas grandes e a 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 (SCHUMACHER, 1997; HILDEBRAND; GOSLOW, 2006). 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).

As regiões não respiratórias na maioria dos pulmões multi-câmara dos testudines criam uma dilatação pulmonar flexível que colapsa durante a retração da cabeça e dos membros (GANS; HUGHES, 1967; DUNCKER, 2004), por sua vez, o parênquima pulmonar distribuído homogeneamente sem regiões pulmonares não respiratórias, pode ser encontrado em quelônios dos gêneros *Chelydra*, *Macrolemys* e *Chelonia*, os quais não conseguem retrair a cabeça e membros dentro do casco (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).

A diversidade morfológica dos pulmões dos répteis influencia a mecânica respiratória e o custo metabólico de ventilar os pulmões (PERRY, 1983), o que, por sua vez, pode resultar em diferentes padrões de respiração (PAGES, 1990). Em relação à morfologia, os pulmões dos répteis podem ser do tipo unicameral, paucicameral (ou transicional) ou multicameral. O tipo unicameral é encontrado em serpentes e alguns lagartos, paucicameral em iguanas e multicameral em testudines, crocodilos e Anguimorpha (PERRY, 1998). Além dos diferentes tipos de pulmões, o epitélio respiratório pode ser do tipo faveolar, edicular ou trabecular, distribuído de forma homogênea ou heterogênea nos pulmões, e os brônquios podem estar presentes ou ausentes (PERRY, 1998).

Os pulmões com diversas repartições (multicameraias) ao longo de suas paredes, característicos de répteis maiores, são importantes para manter uma proporção adequada da área de 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; DUNKER, 1978; HILDEBRAND; GOSLOW, 2006).

Em relação à morfologia interna dos pulmões, os Testudines possuem pulmões multicameraias, com um brônquio intrapulmonar reforçado por cartilagem e não ramificado, também existe um septo pós-pulmonar localizado ventralmente em relação aos pulmões (PERRY, 1998). Este septo, que surge durante o desenvolvimento embrionário, separa a cavidade pleural da peritoneal, restringindo os pulmões à cavidade pleural, preso dorsalmente na carapaça com mesopneumonios dorsais (LAMBERTZ et al., 2010). Mesmo todos Testudines possuindo pulmões multicameraias, ainda assim existe diversidade em relação à morfologia interna dos pulmões, tais como o número de câmaras laterais, mediais, ventrais e dorsais, bem como à extensão do septo pós-pulmonar aderido aos pulmões (LAMBERTZ et al., 2010). Em algumas espécies, o septo cobre totalmente os pulmões e em outras, parcialmente, o que pode, por sua vez, influenciar a mecânica ventilatória do sistema respiratório desses animais. O septo pós-pulmonar pode conter músculo estriado, sugerindo que também pode auxiliar no controle da

flutuabilidade (GEORGE; SHAH, 1959; DUNCKER, 2004). No entanto, é importante reconhecer que as homologias e origens do músculo dentro do septo pós-pulmonar permanecem duvidosas (LAMBERTZ et al., 2010).

2.3 Diagnóstico por Imagem em quelônios

O diagnóstico por imagem em répteis pode ser muitas vezes, um desafio devido às características anatômicas existentes dentro de cada ordem e às diferenças quando comparado com mamíferos e aves. Por isso, o conhecimento da fisiopatologia das doenças é fundamental para escolha do melhor exame e sua interpretação (SILVERMAN; JANSSEN, 2006; SCHUMACHER; TOAL, 2001). O diagnóstico por imagem inclui uma variedade de exames e técnicas importantes (SILVERMAN; JANSSEN, 2006; MITCHELL, 2010). Cada uma das modalidades existentes se complementa e deve ser utilizada quando possível, pois, permite auxiliar o médico veterinário para que ele chegue a um diagnóstico ou indique os possíveis diagnósticos diferenciais (GUMPENBERGER; HENNINGER, 2001). Em alguns casos, estes são pouco utilizados no auxílio de diagnóstico na clínica médica de répteis (SILVERMAN; JANSSEN, 2006). Mitchell (2010) citou que muitas vezes isto se deve ao custo e à disponibilidade do exame. Segundo Mackey et al. (2008), existem na atualidade diversas técnicas diagnósticas imaginológicas na medicina veterinária que podem ser utilizadas nos répteis, porém a utilização destas se vê limitada pelos escassos estudos anatômicos da normalidade e da padronização das imagens.

2.3.1. Radiografia

Atualmente, a radiografia, sem dúvida, ainda é a ferramenta que auxilia o médico veterinário na pesquisa de várias enfermidades e a sua relação custo-benefício faz dessa modalidade a primeira escolha para avaliação de muitas espécies animais e principalmente na triagem dos mesmos. Mesmo quando se procura agrupar animais por similaridade dentro de cada grupo, encontramos incalculáveis variações anatômicas (PINTO, 2007). Os quelônios, em geral, apresentam um desafio maior devido à presença da carapaça, o que

prejudica a visualização dos órgãos internos (SCHUMACHER; TOAL, 2001). A intensidade e o tempo de exposição podem variar para cada equipamento, tipo de filme, região avaliada e a experiência do profissional (RÜBEL et al., 1991; CUBAS; BAPTISTOTTE, 2007).

O exame radiográfico é uma ferramenta que dá uma visão geral da anatomia, tamanho, formato e localização das estruturas do objeto, gerando uma imagem bidimensional e mostrando o contorno das estruturas; no entanto, é importante levar em consideração que a composição do tecido afeta a absorção dos raios X e, conseqüentemente, a produção da imagem radiográfica do paciente (SCHUMACHER; TOAL, 2001; THRALL; WIDMER, 2002; HAN, 2007). Em quelônios, esta ferramenta diagnóstica auxilia na detecção de alterações morfológicas ou de radiopacidade, porém apresenta limitações no que se diz respeito a informações da arquitetura interna de órgãos e na detecção de efusão celomática (SCHUMACHER; TOAL, 2001).

Para se realizar um exame radiográfico de qualidade é preciso conhecer a composição do objeto, posicionar o objeto de forma correta, manter uma distância entre o foco e filme, respeitar a distância entre filme e objeto, e calibrar o aparelho de forma correta (THRALL; WIDMER, 2002; HAN, 2007). Os principais fatores que atrapalham na realização de exames em répteis são tamanho, agitação, agressividade e condição física (RÜBEL et al., 1991). Norton (2005) sugeriu que antes da realização do exame radiográfico em quelônios seja realizada a limpeza do casco para retirada de possíveis estruturas radiopacas. Geralmente a captação de imagens através do exame radiográfico nestas espécies e em outros répteis ocorre realizando exames do corpo todo em três projeções: dorsoventral, laterolateral e craniocaudal (RÜBEL et al., 1991; HERNANDEZ-DIVERS, 2006; RIVERA, 2008; FARROW, 2009; BENNETT, 2011; SCHUMACHER, 2011). Para realização da projeção dorsoventral o paciente pode ser colocado diretamente sobre o chassi ou sobre a mesa bucky (SILVERMAN; JANSSEN, 2006).

O exame radiográfico do trato respiratório é de grande valor, pois ele gera boas imagens (HERNADEZ-DIVERS, 2006; SCHUMACHER, 2011). O pulmão recobre todos os órgãos e por isso é possível visualizá-lo em todas as três projeções (RÜBEL et al., 1991; HERNANDEZ-DIVERS, 2006). Na projeção craniocaudal os pulmões devem aparecer simétricos, há sobreposição com as

outras estruturas na projeção laterolateral e, na projeção dorsoventral, a visualização só é possível em animais obesos ou com alterações pulmonares significativas (RÜBEL et al., 1991).

A principal alteração pesquisada nos testudines é a pneumonia, pois esta é a alteração mais comum e que pode afetar um ou ambos pulmões (FARROW, 2009). A alteração radiográfica observada é a de consolidação pulmonar, caracterizada pelo aumento da densidade do parênquima pulmonar (RÜBEL et al., 1991; FARROW, 2009). O aumento da densidade pulmonar pode caracterizar fibrose e neoplasia, por isso sempre é necessário realizar mais de uma projeção (HERNADEZ–DIVERS, 2006).

Com exceção do pulmão, os órgãos celomáticos não são facilmente diferenciados a menos que estejam calcificados, preenchidos por ar ou quando apresentam conteúdo radiopaco (SCHUMACHER; TOAL, 2001). O sistema digestório e seu conteúdo são responsáveis pela radiopacidade da cavidade celomática. Nele observa-se pouca quantidade de gás e, frequentemente são observadas pedras como conteúdo gástrico ou intestinal, conferindo aspecto granular (PINTO, 2007).

Estudos da anatomia radiográfica normal de espécies de quelônios têm sido realizados como o de Valente et al. (2007), que comparou os achados de TC, osteologia, cortes anatômicos e dados histológicos do esqueleto apendicular da tartaruga marinha *Caretta caretta*, bem com o estudo no *Chelonoidis carbonaria* realizado por Bortolini et al. (2011), que comparou os achados anatômicos, radiográficos e de TC do esqueleto apendicular desta espécie.

2.3.2. Ultrassonografia

A ultrassonografia (US) é um método de diagnóstico por imagem seguro, que facilita uma maneira não invasiva de analisar o interior do animal. Apesar das diversas pesquisas publicadas na área de animais selvagens, ainda existem limitações para seu uso, principalmente por causa do grande número de espécies e das particularidades anatômicas e fisiológicas destas. Esta técnica pode ser realizada em quelônios, aplicando o transdutor na região cervical, axilar e inguinal, podendo diagnosticar cálculos císticos, doenças

hepáticas, acúmulos de fluido celomático, gestação e condição reprodutiva do paciente (GUMPENBERGER; HENNINGER, 2001; AUGUSTO, 2007).

Estudos ultrassonográficos do *Chelonoidis carbonaria* têm sido realizados como o de Dadalto (2017), que comparou os achados de ultrassom, TC e dopplerfluxométrico renal desta espécie, bem como o estudo realizado por Bonateli (2017), que realizou a avaliação ecocardiográfica na mesma espécie.

2.3.3. Tomografia Computadorizada

A utilização de tomografia computadorizada (TC) tem-se difundido cada vez mais como uma técnica não invasiva na rotina clínica e de curta duração (GUMPENBERGER; HENNINGER, 2001; MACKEY et al., 2008), pois o tórax, abdome e o aparelho musculoesquelético podem ser avaliados perfeitamente quanto ao tamanho, forma e densidade pela análise das Unidades Hounsfield (HU) (GUMPENBERGER; HENNINGER, 2001). A TC em cortes em planos longitudinais e dorsais, e imagens tridimensionais que esta técnica propicia, é uma excelente forma de investigar e distinguir diferentes tipos de tecidos e estruturas do sistema respiratório em quelônios (ZEHTABVAR et al., 2014).

O diagnóstico das alterações respiratórias em quelônios está baseado em estudos radiográficos, porém no exame radiográfico do sistema respiratório existe a sobreposição de estruturas, tais como plastrão e carapaça, que dificultam o diagnóstico preciso destas alterações (PINTO, 2007). Segundo Mackey et al. (2008), estudos revelam que a TC demonstrou lesões que o exame radiográfico não havia indicado, com riqueza de detalhes como tamanho e forma das diferentes estruturas que conformam esse sistema, além de demonstrar a anatomia interna sem sobreposição de estruturas adjacentes.

Os estudos referentes à anatomia, fisiologia e doenças dos quelônios são escassos, sendo que os estudos em *Chelonoidis carbonaria* estão se iniciando e com poucas referências sobre a espécie (CARVALHO, 2004). Podem ser citados alguns trabalhos anatômicos com Testudines que abordam a anatomia descritiva e radiográfica (DE SOUZA et al, 2000; WYNEKEN, 2001). Existem poucos estudos sobre TC em quelônios (RAITI; HARAMATI, 1997; RAITI, 1998; WINEKEN et al., 2000; ABOU MADI, 2004; ARENCIBIA et

al., 2005; VALENTE, 2007; BONELLI, 2013; BORTONELI, 2013) e ainda menos trabalhos sobre descrições anatomotomográficas do sistema respiratório de testudines (VALENTE, 2007; SABER; KAMAL, 2010; ZEHTABUAR; TOOTIAM, 2014). Não entanto, nenhum deles estudou especificamente *C. Carbonaria*.

2.3.4. Ressonância Magnética

A ressonância magnética (RM) é uma técnica de imagem não-invasiva que hoje constitui um dos principais pilares da imagem pré-clínica e clínica. A capacidade da RM em descrever os tecidos moles em espécimes inteiros *ex vivo*, bem como *in vivo* com altas resoluções, e a ausência de radiação ionizante resultou na ampla aplicação desta técnica em diagnósticos humanos e animais. Infelizmente, os sistemas de ressonância magnética são dispositivos caros e a sua disponibilidade é ainda bem restrita em alguns lugares (ZIEGLER et al., 2011).

Imagens com contraste de tecido mole superior à obtida para as técnicas de imagem convencionais podem ser produzidas por meio de ressonância magnética. Ao usar a RM, pode-se chegar ao diagnóstico de uma série de alterações, que não podem ser visualizadas por técnicas de imagem radiográfica. Infelizmente, custos elevados e longos períodos de exame limitam o uso de ressonância magnética na rotina veterinária (STRAUB; JURINA, 2001).

Segundo Mackey, et al. (2008) métodos de imagem cada vez mais avançados são introduzidos no tratamento de animais exóticos para melhorar a precisão diagnóstica, determinar o prognóstico e selecionar o tratamento ideal. A maioria desses métodos já foram utilizados em animais de companhia, mas eles precisam ser modificados para o uso em pequenos mamíferos e répteis devido a diferenças de anatomia e fisiologia.

O interesse dos proprietários de animais de estimação em tomografia computadorizada (TC) e RM para animais exóticos aumentou, embora os proprietários tenham maior probabilidade de optar pela TC devido ao menor custo e maior disponibilidade do procedimento. A TC provê a reconstrução de imagens em 3D e a visualização de alterações iniciais que não podem ser

detectadas por radiografia (MACKEY et al., 2008). No entanto, a dose de radiação ionizante gerada por um scanner de TC é muito maior que a emitida por uma máquina de raios-X e, a este respeito, a ressonância magnética, que não usa radiação ionizante, oferece uma vantagem considerável sobre a TC. Devido à crescente disponibilidade de scanners de RM em medicina veterinária, incluindo clínicas privadas, a RM é um método de imagem que poderia se considerar ideal para animais selvagens (CROFT et al., 2004).

A RM tem potencial com uma ferramenta eficaz para a medicina de répteis e tem sido usada em quelônios e serpentes na prática clínica. A radiografia tem um potencial diagnóstico limitado em quelônios devido ao baixo contraste entre tecidos moles e escamas da carapaça. Embora a ressonância magnética permita uma avaliação mais detalhada das estruturas dos tecidos moles do que a radiografia, ainda não é uma técnica usual devido ao custo (STRAUB; JURINA, 2001). A RM de alto campo parece ser um método vantajoso em tartarugas porque é, de longe, mais eficaz em exames transversais de órgãos internos do que a TC (ARANCIBIA et al., 2012). Há alguns estudos sobre RM em quelônios (STRAUB; JURINA, 2001; CROFT et al., 2004; VALENTE, 2006; ARANCIBIA et al., 2012; GLODEK et al., 2016), porém não há relatos para o *C. Carbonaria*.

3. OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi descrever os constituintes do sistema respiratório do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) por meio de técnicas radiográficas, tomográficas e de dissecações anatômicas.

4. REFERÊNCIAS

- ABOU-MADI, N. et al. Diagnosis of Skeletal Injuries in Chelonians Using Computed Tomography. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 35, n. 2, p. 226-231, 2004.
- ANDERSON, S. C. Synopsis of the turtles, crocodiles and amphibaenians of Iran. *Proceeding California Academy of Sciences*, v. 4, n. 41, p. 501-528, 1972.
- ARENCIBIA, A. et al. CT and cross-sectional anatomy of the normal head of the loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Research in Veterinary Science*, v. 81 n. 2, p. 165-169, 2006.
- ARENCIBIA, A; HIDALGO, M. R.; VÁZQUEZ, J. M. Sectional anatomic and magnetic resonance imaging features of the head of juvenile loggerhead sea turtles (*Caretta caretta*). *American Journal of Veterinary Research*, v. 73, n. 8, p. 1119-1127, 2012.
- AUGUSTO, A. Q. Ultrassonografia. In: CUBAS, Z. S; SILVA, J. C. R; CATÃO DIAZ J. L. *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. 1. ed., São Paulo: Rocca, 2007. p. 879-895.
- BARROS, M. S. et al. Morphological variations and sexual dimorphism in *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824) and *Chelonoidis denticulata* (Linnaeus, 1766) (Testudinidae). *Brazilian Journal of Biology*, v. 72, n. 1, p. 153-161, 2012.
- BENNETT, T. The Chelonian respiratory system. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 14, n. 2, p. 225-239, 2011.
- BÉRNILS, R. S. *Lista brasileira de répteis*. São Paulo: Sociedade Brasileira de Herpetologia, 2014. Disponível em: <http://www.sbherpetologia.org.br/imagens/LISTAS/2014.0307mudancastaxonomicas.pdf>. Acesso em: 7 abr. 2017.

BONATELLI, S. P. **Avaliação ecocardiográfica modo-b, modo-m e dopplerfluxométrica em *Chelonoidis carbonaria* (Spix,1824)**. 2017. 61 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2017.

BONELLI, M. A. et al. Quantitative computed tomography of the liver in juvenile green sea turtles (*Chelonia mydas*). *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 44, n. 2, p. 310-314, 2013.

BORTOLINI, Z. **Descrição anatomotomográfica do esqueleto apendicular de *chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824)**. 2011. 90 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2011.

BRAINERD, E. L. New perspectives on the evolution of lung ventilation mechanisms in vertebrates. *Experimental Biology Online*, v. 4, n. 2, p. 11-28, 1999.

CARVALHO, R. C. **Topografia vértebro-medular e anestesia espinal em jabutis das “patas vermelhas” *Geochelone carbonaria* (Spix, 1824)**. 2004. 128 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

CROFT, L. A.; GRAHAM, J. P.; SCHAF, S. A. Evaluation of magnetic resonance imaging for detection of internal tumors in green turtles with cutaneous fibropapillomatosis. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, v. 225, n. 9, p. 1428-1435, 2004.

CUBAS, Z. S.; BAPTISTOTTE, C. Chelonia (Tartaruga, Cágado, Jabuti). In: CUBAS, Z. S; SILVA, J. C. R; CATÃO DIAZ J. L. *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*. 1. ed., São Paulo: Rocca, 2007, p. 86-119.

COLVILLE, T. P.; BASSERT, J. M. *Anatomia e fisiologia clínica para medicina veterinária*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 543 p.

DADALTO, C. R. **Estudo tomográfico, ultrassonográfico e dopplerfluxométrico renal de jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonarius*, Spix, 1824).** 2017. 77 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu. 2017.

DE SOUZA, A. M.; MALVASIO, A.; LIMA, L. A. B. Estudo do esqueleto *Trachemys dorbignyi* (Duméril & Bibron) (Reptilia, Testudines, Emydidae). *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 17, n. 4, p. 1041-1063, 2000.

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

FARROW, C. S. Turtles. In: *Veterinary Diagnostic Imaging Birds, Exotic pets, and Wildlife*. 1. ed. Missouri: Mosby, 2009. cap. 34, p. 403-413.

GANS, C.; HUGHES, G. M. The mechanism of lung ventilation in the tortoise *Testudo graeca* Linne. *The Journal of Experimental Biology*, v. 47, p. 1-20, 1967.

GAUNT, A. B.; GANS, C. Mechanics of respiration in the snapping turtle, *Chelydra serpentina* (Linné). *Journal of Morphology*, v. 128, p.195-227, 1969.

GEORGE, J. C.; SHAH, R. V. The structural basis of the evolution of the respiratory mechanism in Chelonia. *The Journal of Animal Morphology and Physiology*, v. 1, p. 1-9, 1959.

GUMPERNBERGER, M.; HENNINGER, W. The use of computed tomography in avian and reptile medicine. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 10, n. 4; p.174-180, 2001.

HAGAN, J. W. Differentiating *Geochelone denticulata* and *Geochelone carbonaria*. 1968. Disponível em: <<https://tortoise.org/archives/carbdent.html>>. Acesso em: 7 set. 2017.

HAN, C. M. Obtenção de qualidade radiográfico In: HAN, C. M.; HURD, C. D. *Diagnóstico por imagem para a prática veterinária*. 3. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 10-58.

HERNANDEZ-DIVERS, S. J. Reptile radiology: techniques, tips and pathology. *The North American Veterinary Conference*, p.1626-1630, 2006.

HILDEBRAND, M; GOSLOW, G. *Análise da estrutura dos vertebrados*. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2006. 637p.

JACKSON, D. C.; PRANGE, H. D. Ventilation and gas exchange during rest and exercise in adult green sea turtle. *Journal of Comparative Physiology*, v. 134, p. 315-319, 1979.

KLEIN, W.; COOD, J. R. Breathing and locomotion: comparative anatomy, morphology and function. *Respiratory Physiology & Neurobiology*, v. 173, p. 26-32, 2010.

LAMBERTZ, M.; BÖHME, W.; PERRY, S. F. The anatomy of the respiratory system in *Platysternon megacephalum* Gray, 1831 (Testudines: Cryptodira) and related species, and its phylogenetic implications. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 156, p. 330-336, 2010.

LANDBERG, T.; MAILHOT, J. D.; BRAINERD, E. L. Lung ventilation during treadmill locomotion in a terrestrial turtle, *Terrapene Carolina*. *The Journal of Experimental Biology*, v. 206, p. 3391-3404, 2003.

LANDBERG, T.; MAILHOT, J. D.; BRAINERD, E. L. Lung ventilation during treadmill locomotion in a semi-aquatic turtle, *Trachemys scripta*. *The Journal of Experimental Biology*, v. 311, n. 8, p. 551-562, 2009.

LE, M. et al. A molecular phylogeny of tortoises (Testudines: Testudinidae) based on mitochondrial and nuclear genes. *Molecular Phylogenetics and Evolution*, v. 40, p. 517-531, 2006.

LYSON, T. R. et al. Evolutionary origin of the turtle shell. *Current Biology*, v.23, p.1-7, 2013.

LYSON, T. R. et al. Origin of the unique ventilator apparatus of turtles. *Nature Communications*, v. 5, n. 5211, p. 1-11, 2014.

MACKEY, E. B. et al. Clinical technique: application of computed tomography in zoological medicine. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v.7, p.198-209, 2008.

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*, v. 167, p. 31, 1989.

MARTINS, M; MOLINA, F. B. Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In: MACHADO, A. B. M; DRUMMOND, G. M; PAGLIA, A. P. *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção*. 1. ed. Brasília: Fundação Biodiversitas, 2008. p. 327-334.

MATIAS, C. A. R. et al. Aspectos fisiopatológicos da retenção de ovos em Jabuti-piranga (*Geochelone carbonaria* Spix, 1824). *Ciência Rural*, v. 36, n. 5, p. 1494-1500, 2006.

MCARTHUR, S.; WILKINSON, R.; MEYER, J. *Medicine and surgery of tortoises and turtles*. Oxford: Blackwell, 2004. p.187-238.

MITCHELL, M. A. Managing the reptile patient in the veterinary hospital: establishing a standards of care model for nontraditional species. *Journal of Exotic Pet Medicine*, v. 19, n. 1, p. 56 -72, 2010.

MOLINA, F. B.; MATUSHIMA, E. R.; MAS, M. Class Reptilia, Order Chelonia (Testudinata) (Chelonians): turtles, tortoise. In: FOWLER, M. E; CUBAS, Z .S. *Biology, medicine, and surgery of south american wild animals*. Iowa: Press. Iowa, 2001. cap. 3, p. 15-25.

NORTON, T. M. Emergency and critical care. Topics in medicine and surgery. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 14, n. 2, p. 106-130, 2005.

NUNES, O. C. **Animais silvestres e zoonoses: o exemplo da salmonelose em jabutis piranga (*Geochelone carbonaria*)**. 2007. 74 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Medicina Veterinária, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.

NUNES, O. C. et al. Isolamento e identificação de *Salmonella* sp. de jabutis-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) oriundos do tráfico de animais silvestres. *Ciência Animal Brasília*, v. 11, n. 1, p. 168-173, 2010.

O'MALEY, B. Tortoise and Turtles. In: *Clinical Anatomy and Physiology of Exotic Species*. 1. ed. Dublin: Elsevier Saunders, 2005. cap. 3, p. 41-55.

PAGES, T.; FUSTER, J. F.; PALACIOS, L. Some mechanical characteristics of the turtle respiratory system of the fresh-water turtle *Mauremys caspica*. *Comparative Biochemistry and Physiology*, v. 97, p. 411-416, 1990.

PENNINCK, D. G. et al. Ultrasonography of the california desert tortoise (*Xerobatis agassizi*): anatomy and application. *Veterinary Radiology*, v. 32, n. 3, p. 112-116, 1991.

PERRY, S. F. Reptilian lungs. Functional anatomy and evolution. *Advances in Anatomy, Embryology and Cell Biology*, v.79, p.1-81, 1983.

PERRY, S. F. Lungs: comparative anatomy, functional morphology, and evolution. In: GANS, C.; GAUNT, A. S. *Biology of reptilian*. New York: Ithaca, 1998. p. 1-92.

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

PINTO, A. C. B. C. F. Radiologia. In: CUBAS, Z. S.; SILVA, J. C. R.; CATÃO-DIAZ, J. L. *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária*, 1. ed. São Paulo: Roca, 2007. p. 896-919.

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

RAITI, P.; HARAMATI, N. Magnetic resonance imaging and computerized tomography of a gravid leopard tortoise (*Geochelone pardalis pardalis*) with metabolic bone disease. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, v. 28, p. 189-197, 1997.

RILEY, J.; HENDERSON, R. J. Pentastomids and the tretapod lung. *Parasitology*, v. 119, p. 89-105, 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*, v. 37, n. 3, p. 207-217, 1997.

RIVERA, S. The Chelonians. In: BALLARD, B.; CHEEK, R. *Exotic animal medicine for the veterinary technician*. 1. ed. Iowa: Blackwell, 2003. p. 129-143.

RHODIN, A. G. J. et al. *Turtles of the world: annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status*. Disponível em: <<http://www.iucn-tftsg.org/checklist/>>. Acesso em: 7 jul. 2017.

RODRIGUES, A. L. B.; MARTINS, M. F.; PIERUZZI, P. A. P. *Estudo da flora intestinal do Jabuti-piranga utilizados em projetos de zooterapia com crianças e*

idosos. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siiicusp>>. Acesso em: 6 jun. 2017.

RÜBEL, A.; KUONI, W.; FRYE, F. L. Radiology and imaging. In: FRYE, F.L. *Reptile care an atlas diseases and treatments*. Neptune city: T. F. H Publications, 1991. v. 1, p. 185-208.

SABER, A. S.; KAMAL, B. M. Computed tomography and 3D reconstruction of the respiratory organs of the egyptian tortoise (*Testudo kleinmanni*). *Journal of Veterinary Anatomy*, v. 3, n. 1, p. 1-15, 2010.

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

SCHIMIDT-NIELSEN, K. Fisiologia animal: adaptação ao meio ambiente. 5. ed. São Paulo: Santos Livraria, 1999. p. 101.

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

SCHUMACHER, J. Respiratory Medicine of Reptiles. *Veterinary Clinics of North America: Exotic Animal Practice*, v. 14, p. 207-224, 2011.

SCHUMACHER, J; TOAL, R. L. Advanced Radiography and Ultrasonography in Reptiles. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 10, n. 4, p. 162-168, 2001.

SENNEKE, D; TABAKA, C. Red-foot tortoise (*Geochelone carbonaria*). Vacaville: World Chelonian Trust, 2003. Disponível em: <<http://www.chelonia.org/Articles/redfootcare.htm>>. Acesso 27 set. 2017.

SILVERMAN, S.; JANSSEN, D. L. Diagnostic imaging. In: MADER, D. R. *Reptile medicine and surgery*. 2. ed. Philadelphia: Saunders, 2006. cap. 29, p. 471-489.

SOUZA, R. A. M. **Comparação de diferentes protocolos terapêuticos na cicatrização de carapaça de tigras-d'água (*Trachemys* sp.).** 2006. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Paraná, Curitiba. 2006.

STRAUB, J.; JURINA, K. Magnetic Resonance Imaging in Chelonians. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine*, v. 10, n. 4, p. 181-186, 2001.

STRONG, J. N.; FRAGOSO, J. M. V. Seed dispersal by *Geochelone carbonaria* and *Geochelone denticulata* in north western Brazil. *Biotropica*, v. 38, n. 5, p. 683-686, 2006.

THRALL, D. E., WIDMER, W. R. Radiation physics, radiation protection, and darkroom theory. In: THRALL, D. E. *Textbook of veterinary diagnostic radiology*. 4. ed. Philadelphia: Saunders, 2002. p. 1-17.

UETZ, P. The EMBL reptile database. 2016. Disponível em: <<http://www.reptile-database.org>>. Acesso em: 7 maio 2017.

VALENTE, A. L. S. et al. Sectional anatomic and magnetic resonance imaging of coelomic structures of loggerhead sea turtles. *American Journal of Veterinary Research*, v. 67, p. 1347-1353, 2006.

VALENTE, A. L. S. et al. Computed tomography of the vertebral column and coelomic structures in the normal loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *The Veterinary Journal*, v. 174, p. 362-370, 2007.

VINKE, S. et al. Chelonian library. Frankfurt: Chimaria, 2008. p.38-53.

VOGHT, R. C. et al. *Avaliação do risco de extinção de Chelonoidis carbonaria (Spix, 1824) no Brasil*. Processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Brasília: ICMBio, 2015. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de>

conservacao/7399-repteis-chelonoidis-carbonaria-jabuti-piranga.html>. Acesso em: 27 set. 2017.

ZEHTABVR, O. et al. Computed tomographic anatomy and topography of the lower respiratory system of the european pond turtle (*Emys Orbicularis*). *Iranian Journal of Veterinary Surgery*, v. 9, n. 2, 2014.

ZIEGLER, A.; KUNTH, M.; MUELLER, S. Application of magnetic resonance imaging in zoology. *Zoomorphology*, v. 130, p. 227-254, 2011.

ZULAUF, W. E. O meio ambiente e o futuro. *Estudos Avançados*, v. 14, n. 39, p. 85-100, 2000.

WYNEKEN, J. *The anatomy of sea turtles*. 1. ed. Miami: U.S. Department of Commerce NOAA Technical Memorandum, 2001. 172 p.

CAPÍTULO 2

ARTIGO CIENTÍFICO

Artigo a ser submetido ao periódico

Anatomia Histologia Embryologia

Instruções para os autores em

[http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/\(ISSN\)1439-0264/homepage/ForAuthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1111/(ISSN)1439-0264/homepage/ForAuthors.html)

Descrição do sistema respiratório do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*, Spix, 1824). Aspectos radiográficos, tomográficos e anatômicos.

RESUMO

O diagnóstico de diversas doenças em quelônios é um desafio para o clínico, pois a presença de casco e plastrão impedem um exame físico detalhado com ausculta e palpação. Exames de imagem como radiografia e tomografia computadorizada (TC) têm provado serem benéficos para se chegar ao diagnóstico, prognóstico e planos de tratamento em numerosas espécies animais. Assim, este estudo teve como objetivo identificar e descrever as estruturas constituintes do sistema respiratório em jabuti-piranga, por meio da tomografia computadorizada, radiografia digital e, dissecações e secções anatômicas. Para tanto, foram utilizados 12 exemplares de jabutis-pirangas (*Chelonoidis carbonaria*), adultos (machos e fêmeas), sendo 10 animais vivos e hígidos e, dois mortos. As estruturas que compõem o sistema respiratório nestes animais compreenderam a glote, a traqueia, os brônquios e os pulmões. Não se observou a presença da cartilagem epiglote. A TC permitiu observar a parte intrapulmonar dos brônquios, a qual foi acompanhada por grandes vasos sanguíneos. Os pulmões apresentaram parênquima com aspecto reticulado, sem lobações. Cada pulmão possuía uma pequena estrutura localizada junto aos polos cranial e caudal. Estas estruturas foram identificadas nos cortes tomográficos e reconstruções 3D. Sugere-se que estas dilatações poderiam ser estruturas não respiratórias, comparável aos sacos aéreos das aves. De todas as técnicas usadas, a TC mostrou-se mais eficaz para a identificação das estruturas anatômicas. Assim, sugerimos o uso da tomografia para um melhor atendimento clínico de animais selvagens com alterações respiratórias.

Palavras-chave: quelônios, sistema respiratório, radiografia, anatomia, tomografia computadorizada.

Introdução

O jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) pertence à ordem *Testudines*, e à família *Testudinidae* (Schmidt-Nielsen, 1999; Vought *et al.*, 2015). Sua distribuição geográfica é ampla em toda América do Sul, com exceção do Chile e Uruguai (Vinke *et al.*, 2008). No Brasil, esta espécie ocorre nos biomas do Cerrado, Amazônia, Pantanal, Caatinga e Mata Atlântica (Voght *et al.*, 2015).

Apesar deste quelônio não estar na lista das espécies ameaçadas de extinção (RHODIN *et al.*, 2017), existe uma pressão antrópica, materializada pela degradação do habitat, introdução de espécies invasoras, poluição, doenças, uso insustentável, tráfico e mudanças climáticas (Zulauf, 2000; Norton, 2005; Martins & Molina, 2008). O *C. carbonaria* vem se tornando cada vez mais comum como animal de estimação, embora seja, para isso, alvo de comércio ilegal e contrabando (Nunes *et al.*, 2010; Voght *et al.*, 2015). Entretanto, a falta de conhecimento sobre sua criação tem levado a erros de manejo, comprometendo a saúde e o seu bem-estar (Nunes *et al.*, 2010). Tal fato corrobora com o dado de que o *C. carbonaria* é o quelônio mais criado em cativeiro no Brasil e representa uma expressiva casuística de atendimento na clínica de animais silvestres (Matias *et al.*, 2006).

O diagnóstico das diversas doenças respiratórias em quelônios é um desafio para o clínico, pois a presença do casco impede um exame físico detalhado com ausculta e palpação, pois os pulmões e a parte celomática da traqueia são contidos pela carapaça e o plastrão, o que dificulta seu exame pelos clínicos veterinários (Anderson, 1972; Murray, 1996; Mcarthur & Wilkinson, 2004).

As técnicas de diagnóstico por imagem não invasivas fornecem informações detalhadas sobre todos os sistemas orgânicos dos animais, no entanto, é essencial o conhecimento anatômico para o reconhecimento de doenças em exames radiográficos e a interpretação das imagens na Tomografia Computadorizada (TC) (Pinto, 2007).

O diagnóstico das alterações respiratórias em quelônios está baseado, geralmente, em estudos radiográficos, porém no exame radiográfico do sistema respiratório existe a sobreposição de estruturas, tais como plastrão e carapaça, que dificultam o diagnóstico preciso destas alterações (Pinto, 2007). Segundo

Mackey *et al.* (2008), estudos revelam que a CT demonstrou lesões que o exame radiográfico não havia indicado, com riqueza de detalhes como tamanho e forma das diferentes estruturas que constituem esse sistema pulmonar, além de demonstrar a anatomia interna sem sobreposição de estruturas adjacentes.

Há poucos estudos sobre o *Chelonoidis carbonaria* e outros quelônios brasileiros, especialmente em relação às descrições anatômicas e da imagenologia em geral. Até o presente momento, há somente uma descrição anatomotomográfica do esqueleto apendicular (Bortolini *et al.*, 2012) e dos rins, realizada recentemente por Dadalto (2017), não havendo dados sobre o sistema respiratório desta espécie. Assim, o objetivo deste trabalho foi descrever o sistema respiratório de jabutis-pirangas, clinicamente saudáveis, criados em cativeiro, por meio de análises anatomotomográficas e radiológicas, a fim de prover subsídios ao cotidiano de clínicos, cirurgiões e pesquisadores, permitindo que estes obtenham um melhor êxito no diagnóstico das alterações e das anormalidades que possam acometer o sistema respiratório desta espécie.

Materiais e métodos

Animais

Foram utilizados 12 jabutis-pirangas (*Chelonoidis carbonaria*), sendo 10 vivos, hígidos e adultos (4 machos e 6 fêmeas). Além disso, foram utilizadas duas carcaças de fêmeas que vieram a óbito por causas alheias a este estudo e não relacionadas a doenças do sistema respiratório. O peso médio dos espécimes foi de $4,7 \pm 0,4$ kg. Os cadáveres destes animais foram utilizados para a realização das dissecações e secções anatômicas. Todos os animais utilizados eram provenientes do Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – UNESP – Botucatu. O presente estudo foi realizado de acordo com os princípios éticos e com a aprovação da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) (protocolo 998/2017) e SISBIO (60707).

Manejo anestésico

Para a realização dos exames radiográficos e tomográficos, os animais vivos foram submetidos a 24 horas de jejum alimentar prévias ao procedimento anestésico. Para a contenção química foi utilizada na indução anestésica, cloridrato de cetamina, na dose de 0,5 mg/kg, associado ao propofol, na dose de 7 mg/kg, por via endovenosa, administrados no seio venoso subcarapaçal. Para a manutenção anestésica foram utilizados os mesmos fármacos, porém, em doses menores; cloridrato de cetamina na dose de 0,2 mg/kg, associado ao propofol na dose de 4 mg/kg por via endovenosa na veia jugular externa. O monitoramento anestésico foi realizado com o auxílio de Doppler cardíaco. Foram monitoradas as frequências cardíaca e respiratória durante todo o procedimento e recuperação anestésica.

Radiografia

Todos os exames imagenológicos de cada animal foram realizados no mesmo dia, visando reduzir a possibilidade de efeitos deletérios relacionados com a anestesia geral. Todas as análises foram feitas com respiração espontânea. Os animais foram posicionados em decúbito ventral, para evitar a compressão das estruturas respiratórias, sobre uma almofada retangular de espuma, com o pescoço e membros estendidos. Isto evitou a sobreposição de imagens e permitiu o posicionamento semelhante à posição anatômica normal desta espécie em estação.

Foi utilizado o equipamento de radiografia digital direta (DR-F; GE Health Care Unit, Brasil), para a obtenção das imagens radiográficas do sistema respiratório. Para isso foram realizadas as incidências dorsoventral (DV), craniocaudal (CCau) e lateral direita (Ld) (com o animal na estativa), com distância de foco filme de 100 cm. O protocolo da técnica radiográfica foi de 60-68 kVp e 4,0 mAs. Após a obtenção das imagens radiográficas, estas foram transferidas e posteriormente acessadas em um sistema de imagem médico PACS (Synapse, Fuji Medical System; Tokyo, Japão).

Tomografia computadorizada (TC)

O equipamento utilizado para obtenção das imagens tomográficas foi um tomógrafo helicoidal “single slice”, de terceira geração da Marca Shimadzu, modelo SCT-7800 TC. Após a realização do “Scout”, selecionaram-se as áreas de interesse para o estudo com cortes contínuos de 1 mm e 2mm em plano axial (perpendicular ao maior eixo do corpo), na direção craniocaudal, utilizando um protocolo de 120 kVp e 130 mA (pitch 2, incremento de 1 – 2mm e tempo de rotação do tubo de 1 segundo), filtro de reconstrução RF2 (tecido mole) e janela W:320 L:35 para reconstrução, MPR e 3D. Também foi utilizado o filtro de endurecimento RF5 PF9 (filtro duro para pulmão) e janela W: 1800 L: - 600 para a avaliação pulmonar.

Devido ao grande tamanho dos indivíduos adultos de *Chelonoidis carbonaria* e limitações do equipamento tomográfico utilizado neste estudo, foram necessários realizar dois cortes tomográficos com espessuras diferentes para a obtenção de imagens de boa resolução e a avaliação das diferentes estruturas do sistema respiratório destes animais. O primeiro corte foi realizado desde a glote até o início da bifurcação traqueal com uma espessura de 1 mm. Posteriormente, foi realizado o segundo corte, com uma espessura de 2 mm, que começou na bifurcação traqueal até o final da carapaça.

As imagens tomográficas foram transferidas para o software Voxar- 3D® versão 6.3 (Toshiba Medical Visualization; Edinburg, Escócia) para a reconstrução de imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal e reconstrução em terceira dimensão (3D) das diferentes estruturas que compõem o sistema respiratório desta espécie de quelônio. As imagens tomográficas bidimensionais obtidas e suas reconstruções tridimensionais foram avaliadas em um sistema de imagem médico PACS (Synapse, Fuji Medical System; Tokyo, Japão) para mensuração do volume pulmonar, comprimento da traqueia e da parte extrapulmonar dos brônquios e calibre traqueal (em nível dos primeiros anéis traqueais). O comprimento da traqueia e dos brônquios direito e esquerdo foram medidos.

Estudo anatômico

Foi realizada a dissecação e descrição anatômica das estruturas que formam o sistema respiratório (laringe, glote, traqueia, brônquios

extrapulmonares e pulmões). A dissecação foi iniciada pela remoção do plastrão usando uma serra manual, posteriormente foram retiradas cuidadosamente todas as estruturas anatômicas alheias ao sistema respiratório, tendo cuidado de não cortar qualquer destas estruturas, já que estas possuem uma estreita relação e pelas pleuras viscerais com o resto das estruturas da cavidade celomática.

Para estabelecer uma comparação com os diferentes cortes tomográficos, foram realizadas secções anatômicas transversais, com a ajuda de uma serra de fita. Foram utilizadas 2 carcaças frescas de jabutis-pirangas, que no momento do óbito foram congeladas na posição anatômica normal da espécie e, posterior a isso, foram realizadas as secções em fatias de 4 cm. Todos os achados foram documentados e nomeados de acordo com a Nomina Anatomica Veterinaria (INTERNATIONAL COMMITTEE ON VETERINARY GROSS ANATOMICAL NOMENCLATURE, 2012).

Análise estatística

Para as análises estatísticas das mensurações tomográficas foi utilizado o programa computacional GraphPad Prism versão 5.00 (GraphPad Software, San Diego, Califórnia, EUA). As variáveis foram submetidas ao teste de normalidade e análise descritiva, sendo inicialmente submetidas ao teste T não pareado para observar a presença ou ausência de diferença entre os gêneros (machos e fêmeas). Posteriormente foi utilizado o teste T não pareado para determinar se houve diferença entre comprimento das partes extrapulmonares dos brônquios direito (CBD) e esquerdo (CBE), independente do gênero. Foi realizado o teste de correlação de Pearson e em seguida a análise de regressão linear entre comprimento curvilíneo da carapaça (CCC) e comprimento da traqueia, largura curvilínea da carapaça (LCC) e diâmetro da traqueia, CCC e CBD, CCC e CBE, CBD e CBE e, entre as variáveis com o volume pulmonar (VP).

Resultados

Os constituintes do sistema respiratório no jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) compreendem a laringe, traqueia, brônquios e pulmões. A laringe é

a estrutura mais rostral e está localizada caudal à base da língua, na porção caudomedial da cavidade oral que conduz diretamente à traqueia. A laringe e seus músculos são suportados pelo aparelho hioide (Figuras 3B, 3C) e esta formada pela cartilagem aritenoide e as asas da cartilagem tiroide (Figura 3C). Não foi identificada epiglote nesta espécie. Na TC e nas radiografias, a glote foi facilmente identificada, já que se encontrava fechada no momento do *scan* tomográfico e da obtenção da imagem radiográfica (Figuras 3A, 3D, 3E, 8F). A glote desta espécie de quelônio encontrou-se localizada caudomedialmente ao osso quadrado (8F).

A traqueia foi observada caudalmente à glote, acompanhando a linha média do pescoço do jabuti-piranga (Figuras 3C, 4C, 5C, 6D). Posteriormente, a traqueia desvia-se em direção ao lado esquerdo do pescoço, onde cursa até seu término (Figuras 3D, 4A). Esta era formada por anéis cartilagosos completos (Figura 3C, 4A, 4C) e um posicionamento ventral e à esquerda em relação ao esôfago (Figuras 4A, 4C). A bifurcação traqueal ocorre em nível da quinta vértebra cervical, dando origem às partes extrapulmonares dos brônquios esquerdo e direito (Figuras 4C, 5E, 6B, 8D). A traqueia foi facilmente identificada nas projeções radiográficas DV e Ld (Figuras 8D, 8F). A presença de ar limitada pelos anéis cartilagosos que constituem esta estrutura tubular facilitou sua visualização, no entanto, não foi possível a diferenciação entre os anéis traqueias (Figuras 3D, 3E, 4B, 4D, 8D, 8F). Quando avaliada a traqueia usando a broncoscopia virtual 3D, confirmou-se que os anéis traqueias são completos e que a mucosa traqueal tem uma superfície lisa (Figura 5C). O posicionamento da traqueia em relação ao esôfago foi difícil de avaliar na TC, pois o esôfago não possuía conteúdo gasoso no seu lúmen, o que impediu a sua visualização nos cortes tomográficos (Figura 4B). No entanto, com a ajuda das secções anatômicas, foi possível confirmar topograficamente a posição da traqueia em relação ao esôfago descrita anteriormente. O comprimento médio da traqueia foi de $6,67 \pm 0,84$ cm e seu calibre, em nível dos primeiros anéis traqueias, possuía $0,60 \pm 0,11$ cm em média, ao passo que o comprimento médio das partes extrapulmonares do brônquio direito foi de $4,55 \pm 0,91$ cm e do brônquio esquerdo foi $3,72 \pm 0,67$ cm respectivamente.

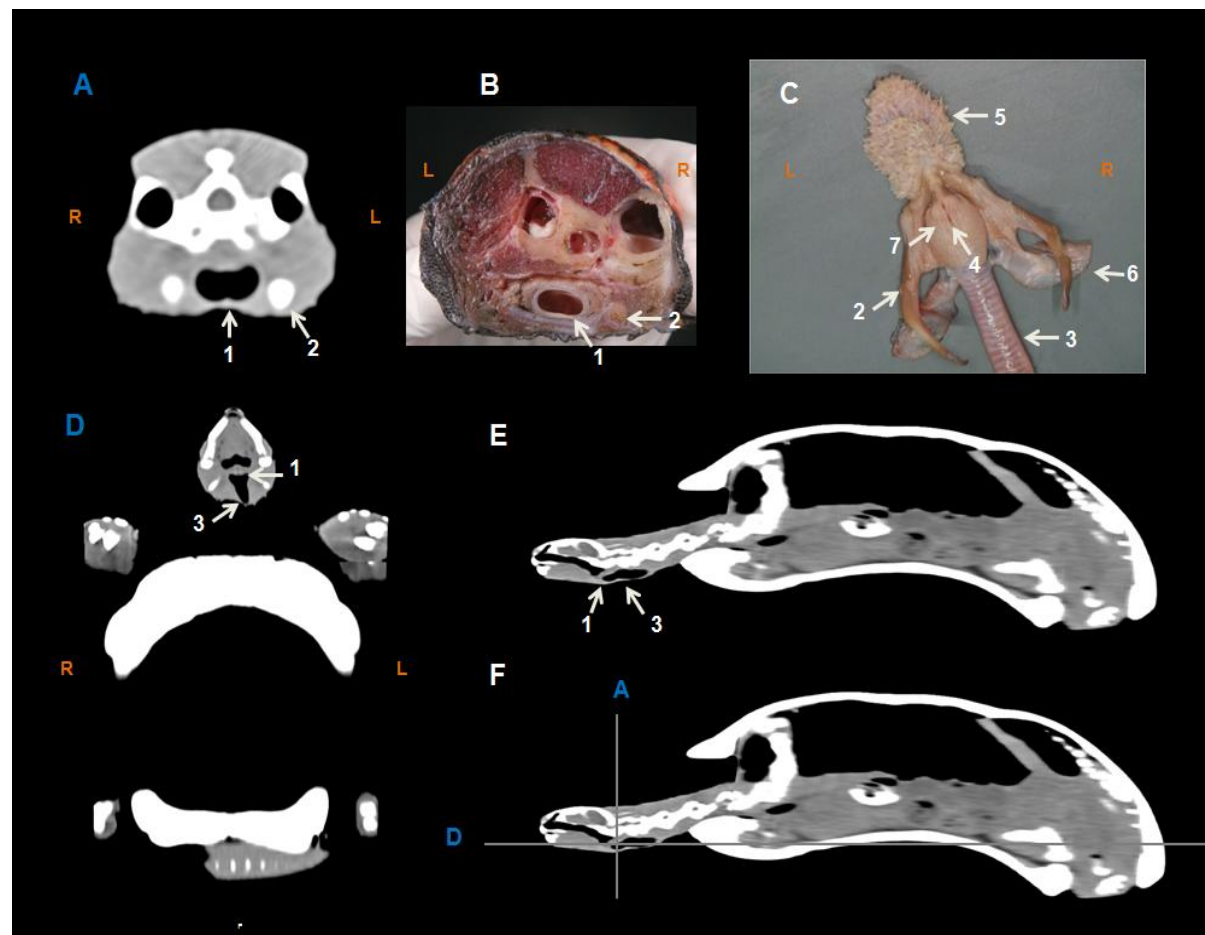


Figura 3. Imagens tomográficas e anatômicas da glote do *Chelonoidis carbonaria*. (A), corte tomográfico transversal (janela de tecidos moles) em região caudal à cabeça (B) corresponde a uma secção anatômica transversal em nível da glote, (C) imagem anatômica da laringe (vista dorsal), (D) corte tomográfico dorsal (janela de tecidos moles), (E) corte tomográfico sagital (janela de tecidos moles), (F) referência para localizar figura A e D. 1, glote; 2, osso hioide; 3, traqueia; 4, abertura da glote; 5, língua; 6, Asas das cartilagem tiroide; 7, cartilagem aritenóide.

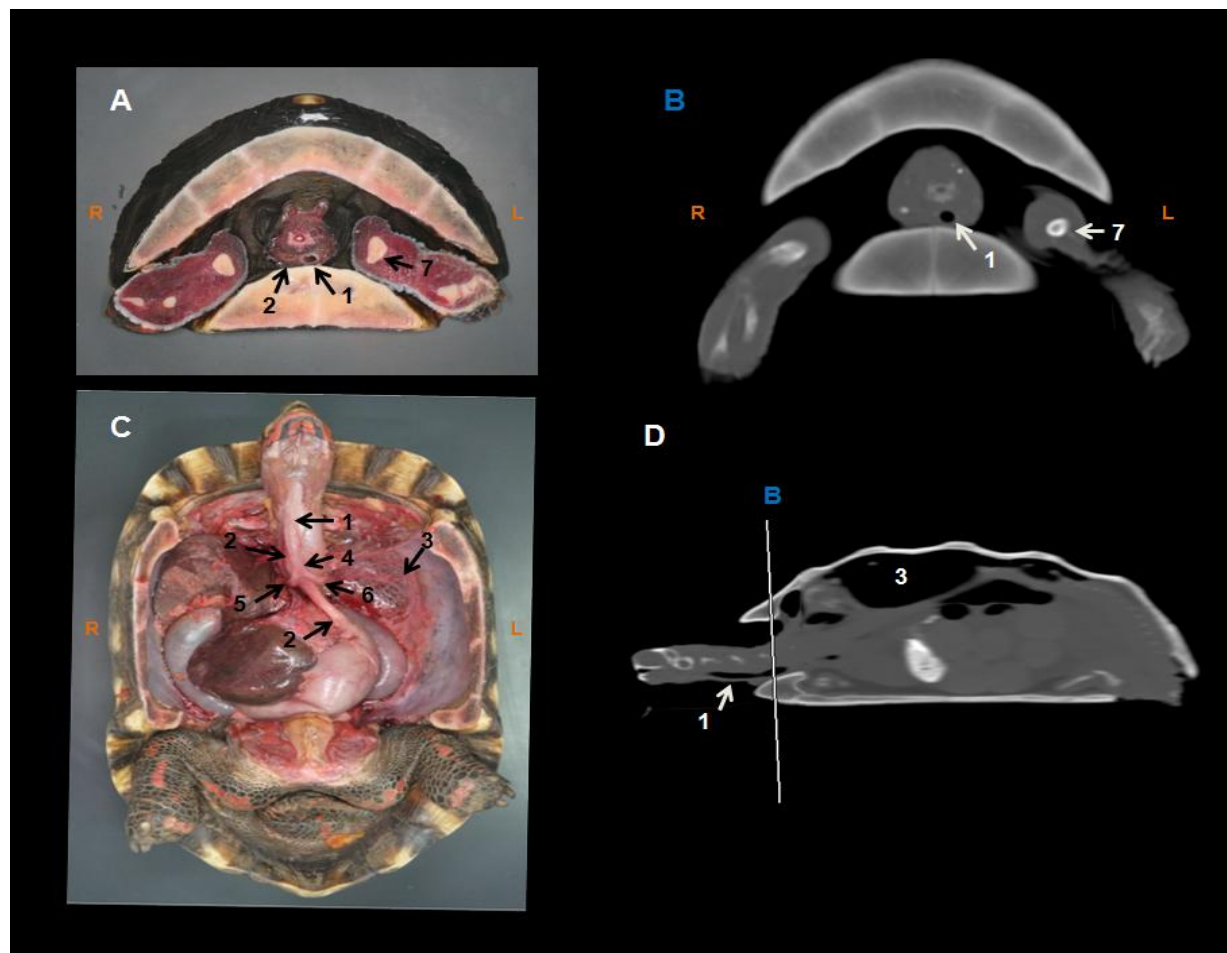


Figura 4. Imagens anatômicas e tomográficas da traqueia do *Chelonoidis carbonaria*. (A) Corresponde a uma secção anatômica transversal (B) corte tomográfico transversal (janela óssea), (C) imagem anatômica do sistema respiratório (Vista ventral), (D) corte tomográfico sagital (janela óssea) / referência para localizar figura B. 1, traqueia; 2, esôfago; 3, pulmão; 4, bifurcação traqueal (carina); 5, parte extrapulmonar do brônquio direito; 6, parte extrapulmonar do brônquio esquerdo; 7, úmero.

Os brônquios penetravam medialmente na superfície ventral dos pulmões, originando a parte intrapulmonar dos brônquios. Os brônquios intrapulmonares foram visualizados nas avaliações tomográficas e secções anatômicas, porém não foram identificadas na dissecação anatômica (Figuras 7A, 7C). Na avaliação tomográfica, estes brônquios intrapulmonares foram acompanhados por dois vasos sanguíneos calibrosos, durante seu curso longitudinal no parênquima pulmonar (Figura 7B, 7C, 7E). Não se observaram ramificações dos brônquios intrapulmonares, apenas câmaras de diferentes formas e tamanhos, formando parte do parênquima pulmonar (Figuras 7A, 7C, 7E). As partes extra e intrapulmonar dos brônquios, bem como os grandes vasos sanguíneos pulmonares foram identificadas claramente na reconstrução 3D pulmonar (Figuras 9A, 9B, 9C).

Os pulmões foram descritos como grandes estruturas rosadas de parênquima com aspecto reticulado que se estendiam dorsalmente, ocupando grande parte da cavidade celomática, desde a região da cintura escapular até a porção cranial da cintura pélvica (Figuras 4A, 6D). A superfície ventral dos pulmões encontrava-se separada das demais estruturas da cavidade celomática por uma membrana fina não muscular que recobria completamente os pulmões, houve dificuldade na identificação desta membrana na dissecação anatômica por causa da fragilidade da mesma (Figuras 6A, 6D). Existe uma estreita relação da superfície dorsal do pulmão com grande parte da coluna vertebral, cabeças das costelas e as placas ósseas que formam a parte dorsal da carapaça (Figura 6C).

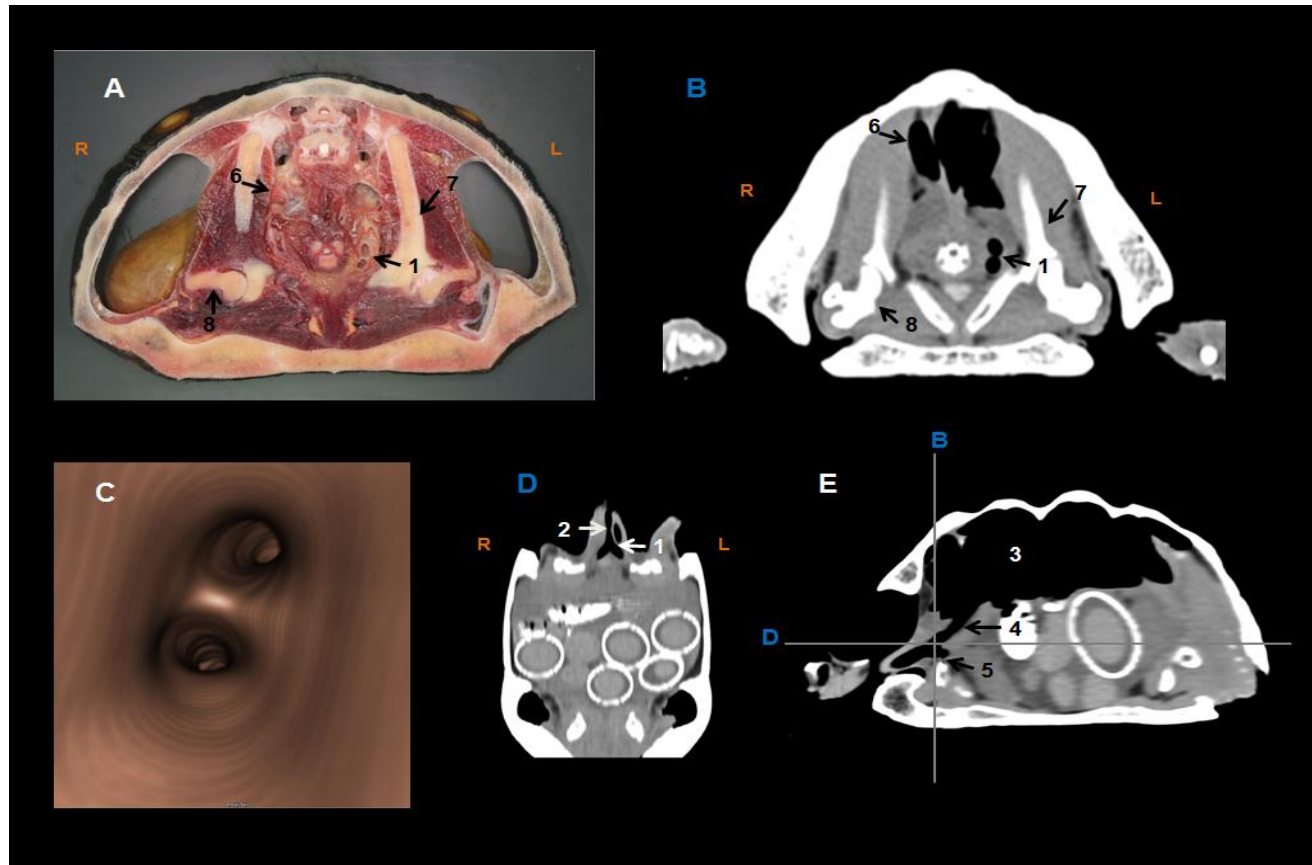


Figura 5. Imagens anatômicas e tomográficas da bifurcação traqueal do *Chelonoidis carbonaria*. (A) Corresponde a uma secção anatômica transversal (B) corte tomográfico transversal (janela de tecidos moles), (C) imagem de broncoscopia virtual (D) Corte tomográfico dorsal (janela de tecidos moles), (E) referência para localizar as figuras B e D. 1, bifurcação traqueal; 2, traqueia; 3, pulmão esquerdo; 4, parte extrapulmonar do brônquio esquerdo; 5, parte extrapulmonar do brônquio direito; 6, estrutura pulmonar cranial; 7, escapula; 8, úmero.

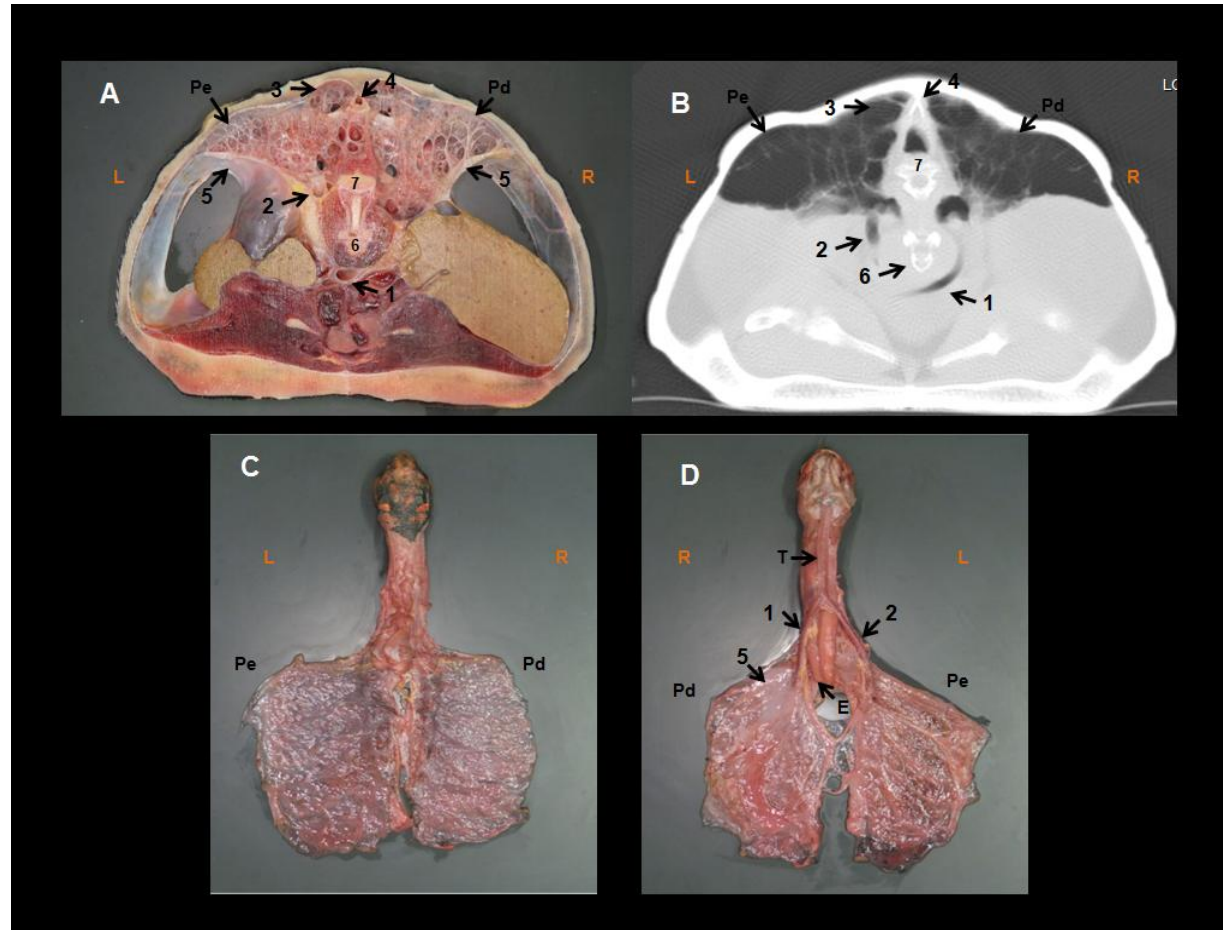


Figura 6. Imagens anatômicas e tomográficas dos brônquios pulmonares do *Chelonoidis carbonaria*. (A) Corresponde a uma secção anatômica transversal (B) Corte tomográfico transversal (janela pulmonar), (C) Imagem anatômica da superfície dorsal dos pulmões. (D) Imagem anatômica do sistema respiratório (vista ventral). 1, parte extrapulmonar do brônquio direito; 2, parte extrapulmonar do brônquio esquerdo; 3, câmaras pulmonares; 4, oitava vértebra cervical; 5, septo pós pulmonar; 6, sexta vértebra cervical; 7, sétima vértebra cervical; E, esôfago; T, traqueia; Pd, pulmão direito; Pe, pulmão esquerdo .

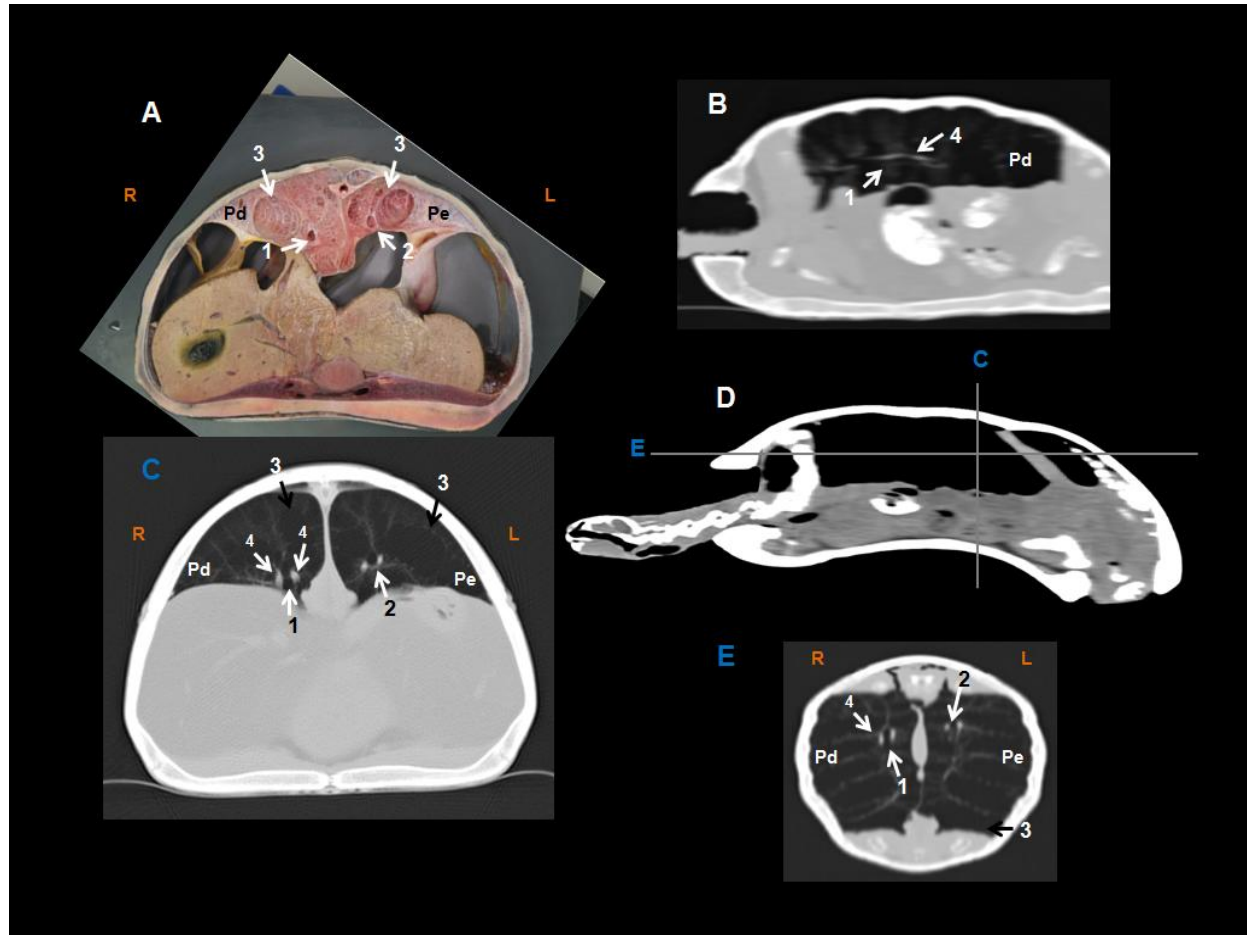


Figura 7. Imagens anatômicas e tomográficas dos pulmões do *Chelonoidis carbonaria*. (A) Corresponde a uma secção anatômica transversal (B) Corte tomográfico sagital (janela pulmonar), (C) Corte tomográfico transversal (janela pulmonar) (D) referência para localizar figuras C e E, (E) Corte tomográfico dorsal (janela pulmonar). 1, parte intrapulmonar do brônquio direito; 2, parte intrapulmonar do brônquio esquerdo; 3, câmaras pulmonares; 4, vasos sanguíneos pulmonares; Pe, pulmão esquerdo; Pd, pulmão direito.

Não foram identificados lobos pulmonares nos pulmões do jabuti-piranga (Figura 6C, 6D). O parênquima foi descrito como fortemente reticulado (Figura 6A, 7A). O volume pulmonar foi calculado mediante a reconstrução tridimensional, sendo $69,04 \pm 15,55 \text{ cm}^3$ em média. Foram observadas áreas hiperdensas na superfície ventral do pulmão na reconstrução 3D, relacionadas ao íntimo contato com as alças intestinais (Figuras 9C, 9E). Cada pulmão possuía uma pequena estrutura localizada, dorsomedialmente, nos pólos cranial e caudal, sem a presença de vasos sanguíneos calibrosos próximos a estas. Estas estruturas foram claramente identificadas na reconstrução 3D, assim como em todos os cortes tomográficos realizados (Figura 9A, 9C, 9F). Tais estruturas foram identificadas sutilmente na projeção radiográfica Ld, não entanto, não foram identificadas na dissecação anatômica. Radiograficamente, o pulmão foi observado como sendo uma estrutura radiolúcida. Nas projeções craniocaudal e lateral direita, foi possível identificar a estreita relação pulmonar com a carapaça e com a maioria dos órgãos da cavidade celomática (Figuras 8E, 8F).

Identificou-se em todos os cortes tomográficos realizados (Figuras 11A, 11B, 11C) uma estrutura hiperdensa de grande comprimento localizada entre os pulmões. A densidade da tal estrutura foi mensurada e confirmou-se que era composta por tecidos moles. Mediante a dissecação anatômica foi possível identificar que se tratava do principal feixe muscular do músculo *retrahens capitis et collique* (retrator da cabeça e pescoço) (Figura 11A).

Em relação à estatística, ao comparar as variáveis entre os gêneros, observou-se diferença significativa (valor $p < 0,05$) do diâmetro da traqueia de $1,54 \pm 0,53 \text{ cm}$ (média $\pm$ DV), com maiores valores nos machos ($6,96 \pm 0,53 \text{ cm}$) do que nas fêmeas ($5,42 \pm 0,95 \text{ cm}$). Desconsiderando o gênero, notou-se que todas as variáveis possuíam distribuição normal, sendo a análise descritiva mostrada na Tabela I. Foi observada diferença significativa (valor $p < 0,05$) entre CBD e CBE, com diferença entre as médias de $0,83 \pm 0,35 \text{ cm}$, sendo o CBD maior que o CBE. Não foi possível observar (valor $p > 0,05$) correlação significativa entre as variáveis estudadas, exceto entre VP e CCC, VP e LCC e, entre CBD e CBE (valor $p < 0,05$). Correlação positiva de grau alto entre VP e CCC (r de Pearson de 0,89) e entre CBD e CBE (r de Pearson de

0,92) e, de grau moderado entre VP e LCC (r de Pearson de 0,69) foi encontrada. Submetendo à análise de regressão linear, obteve-se valores altos do coeficiente de determinação (R^2), indicando que existe uma grande influência de variação entre as variáveis VP e CCC (R^2 0,80) e entre CBD e CBE (R^2 0,85) e, as equações de reta: $CCC = 26,19 + 0,07 \times VP$ e $CBD = 0,62 + 0,45 \times CBE$. Entre VP e LCC foi obtido um R^2 de 0,48 (grau moderado), sendo a equação de reta $LCC = 28,52 + 0,01 \times VP$.

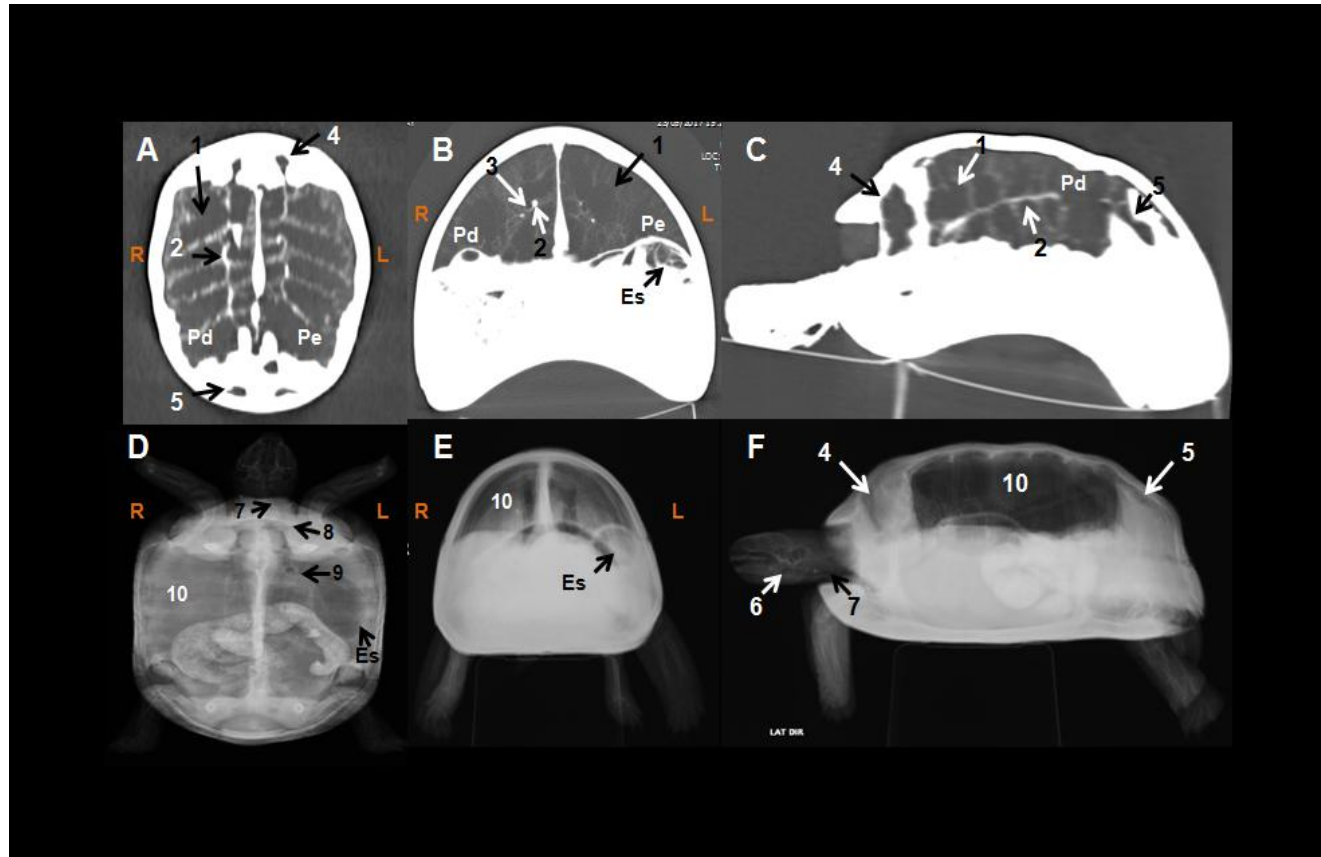


Figura 8. Imagens tomográficas e radiográficas dos pulmões do *Chelonoidis carbonaria*. (A, B, C) correspondes aos cortes tomográficos: dorsal, transversal e sagital (janela pulmonar), (D, E, F) correspondes às projeções radiográficas; dorsoventral, craniocaudal e lateral direita. 1, câmaras pulmonares; 2, vaso sanguíneo pulmonar; 3, parte intrapulmonar do brônquio direito; 4, estrutura pulmonar cranial; 5, estrutura pulmonar caudal; 6, glote; 7, traqueia; 8, carina; 9, entrada do brônquio esquerdo no pulmão; 10, pulmões com sobreposição de estruturas.

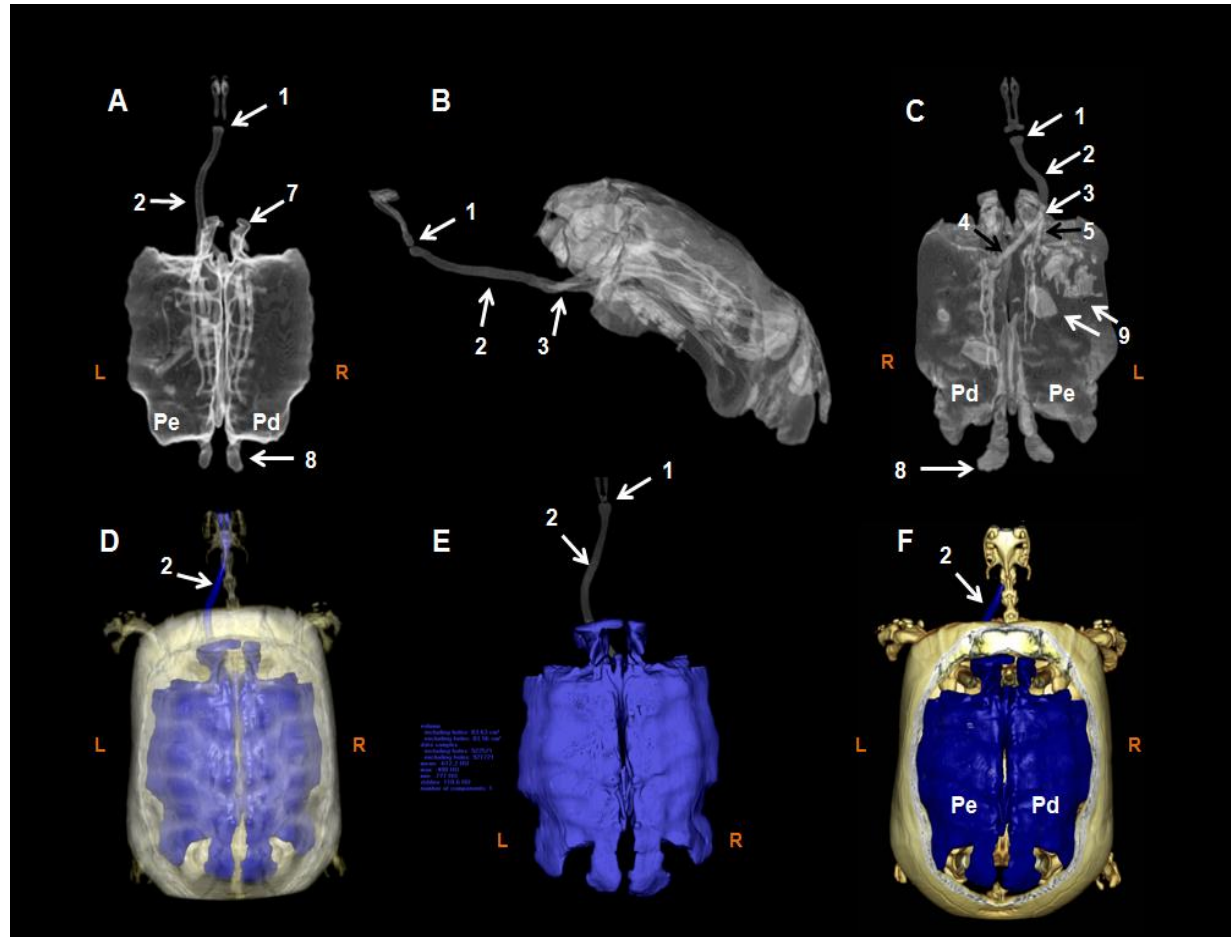


Figura 9. Imagens de reconstrução 3D do sistema respiratório de *Chelonoidis carbonaria*. (A, B, C) correspondes às vistas dorsal, lateral e ventral respectivamente. (D, F) mostrando a posição e sintopia do trato respiratório em relação ao esqueleto. (E) representação do cálculo do volume pulmonar. 1, glote; 2, traqueia; 3, Carina; 4, parte extrapulmonar do brônquio direito; 5, parte extrapulmonar do brônquio esquerdo; 6, vasos sanguíneos pulmonares; 7, estrutura pulmonar cranial; 8, estrutura pulmonar caudal; 9, resquícios de alças intestinais com conteúdo gasoso.

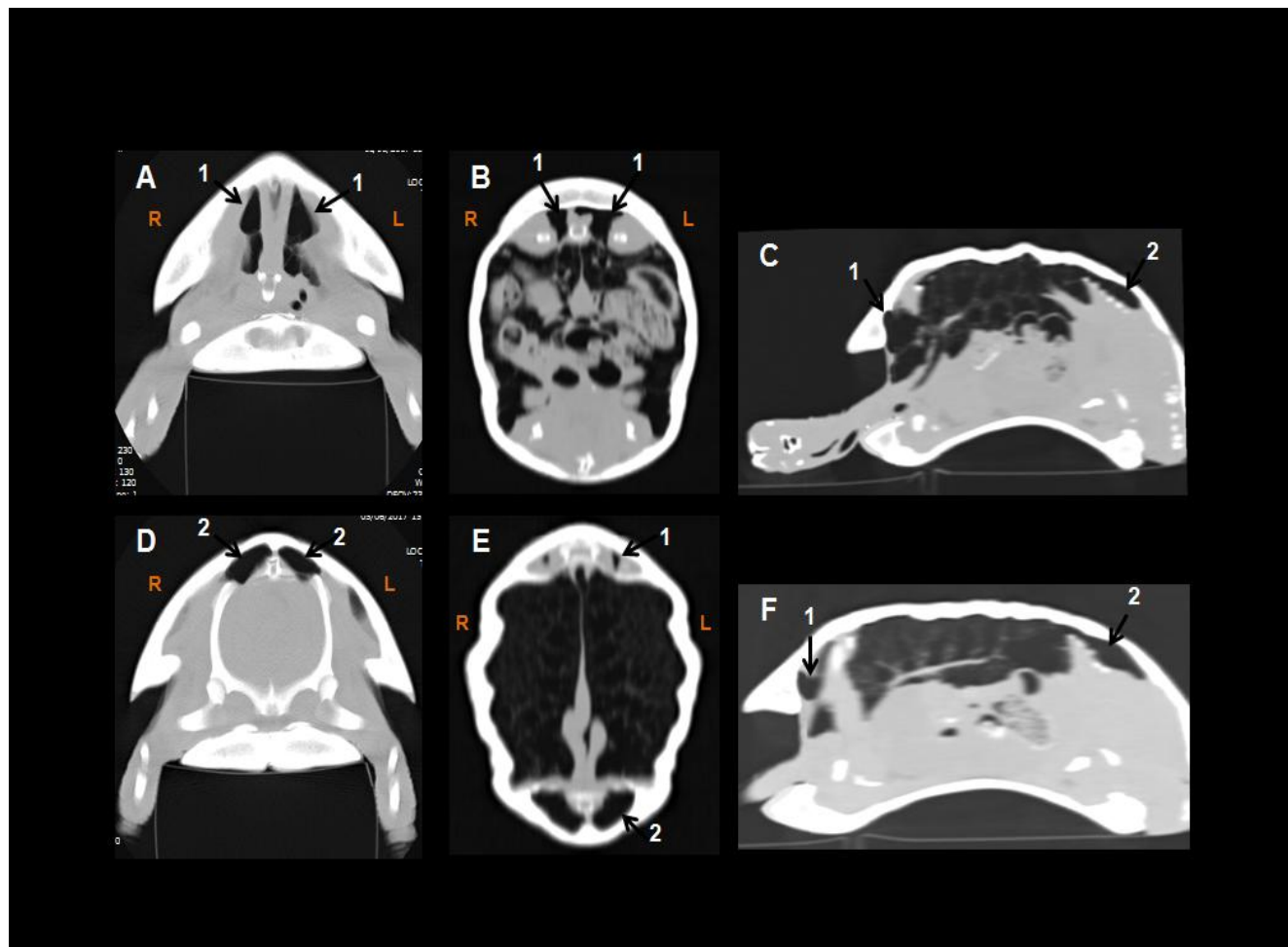


Figura 10. Imagens tomográficas das estruturas craniais e caudais dos pulmões do *Chelonoidis carbonaria*. (A-D) cortes tomográficos transversais (janela de tecidos moles), (B-E) cortes tomográficos dorsais (janela de tecidos moles), (C-F) Cortes tomográficos sagitais (janela de tecidos moles). 1, estruturas pulmonares craniais; 2, estruturas pulmonares caudais.

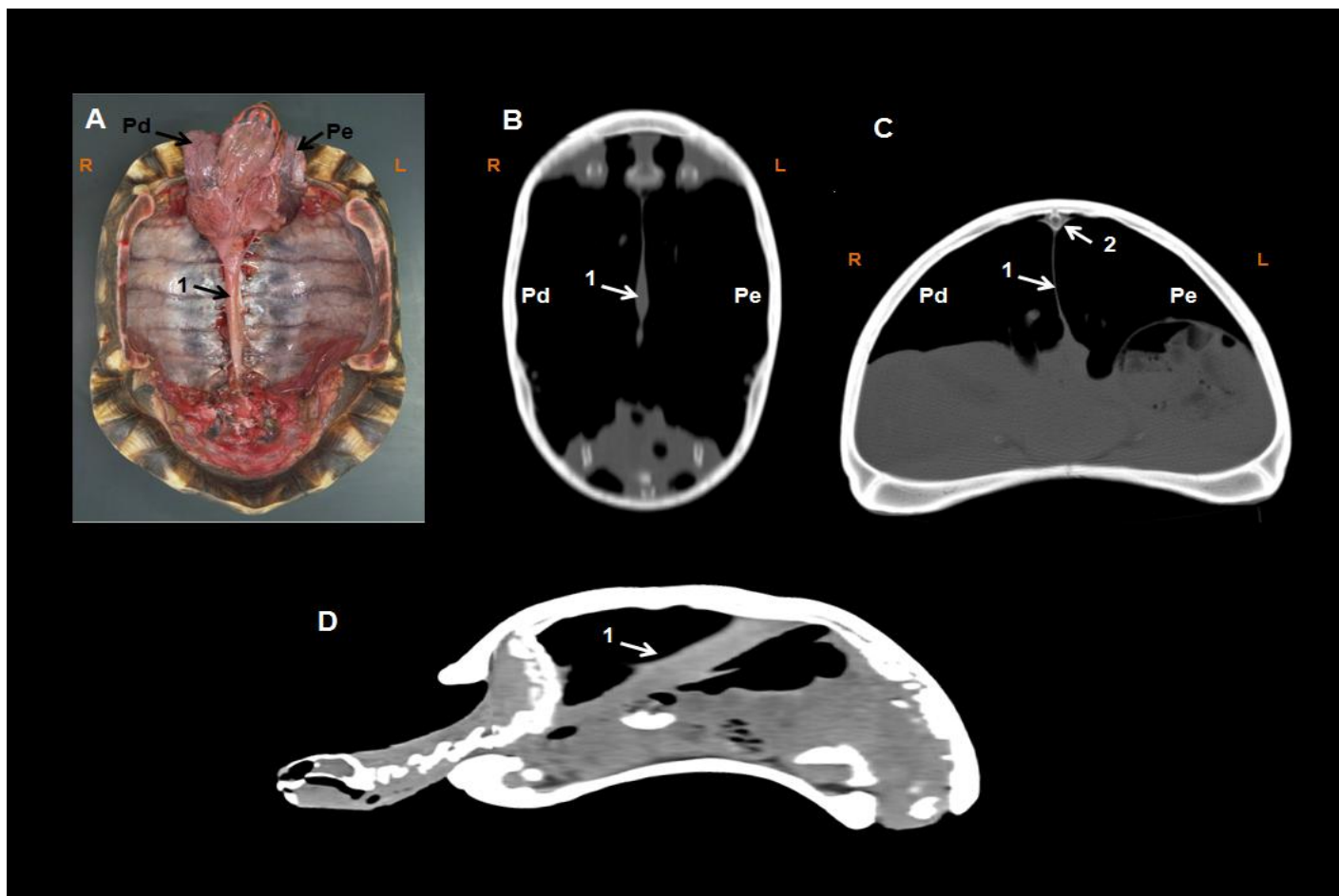


Figura 11. Imagens anatômicas e tomográficas do músculo retrator da cabeça e pescoço do *Chelonoidis carbonaria*. (A) Vista ventral da cavidade celomática (órgãos removidos), (B) corte tomográfico dorsal (janela óssea), (C) corte tomográfico transversal (janela óssea), (D) corte tomográfico sagital (janela tecidos moles). 1, músculo retrator da cabeça e pescoço; 2, vértebra dorsal; Pe, pulmão esquerdo; Pd, pulmão direito.

Tabela I - Análise descritiva das variáveis obtidas pela tomografia computadorizada do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*).

	CCC (cm)	LCC (cm)	COMP. TRAQUEIA (cm)	DIÂMETRO TRAQUEIA (mm)	CBD (cm)	CBE (cm)	VP (cm ³)
Média	35,33	34,89	6,66	6,04	4,55	3,72	69,04
DP	2,29	2,06	0,84	1,11	0,91	0,67	15,55
IC 95%	33,69 – 36,97	33,41 – 36,37	6,05 – 7,26	5,24 – 6,83	3,89 – 5,20	3,23 – 4,20	57,92 – 80,17
Min	31,60	31,30	5,40	4,40	2,80	2,40	51,16
Max	37,70	38,20	7,90	7,51	5,80	4,50	92,97

Sendo DP: desvio padrão, IC: intervalo de confiança, Min: mínimo e Max: Max

Discussão

Este estudo utilizou, pela primeira vez, a tomografia computadorizada para avaliação dos constituintes do sistema respiratório de *Chelonoidis carbonaria*, bem como realizar uma descrição anatomotopográfica detalhada destas estruturas.

A anestesia geral foi necessária para a realização do estudo tomográfico, ao contrário do proposto por Valente *et al.* (2007) que citaram não ser necessário sedar o animal pela curta duração do exame, já que o tomógrafo usado por estes autores era de dezesseis canais. Acreditamos que isto seja relativo, pois depende muito do tipo de tomógrafo e da espécie animal, pois mesmo que o exame seja rápido, o animal deve ficar imóvel durante o tempo de realização do exame.

Os resultados deste estudo concordaram com os relatados para a tartaruga-marinha-cabeçuda (*Caretta caretta*) e jabuti-egípcio (*Testudo kleinmanni*) (Valente *et al.*, 2007; Saber e Kamal, 2010), que indicaram ser o sistema respiratório destas espécies de quelônios composto das seguintes estruturas: laringe, traqueia, brônquios direito e esquerdo e seus respectivos pulmões.

Mayor (2017) descreveu a presença da cartilagem epiglote no *Chelonoidis denticulata*. Resultado diferente foi encontrado em neste estudo, no qual não foi observada a presença desta cartilagem na laringe de *Chelonoidis carbonaria*, embora as duas espécies de jabutis pertençam ao mesmo gênero. A ausência da epiglote tem sido relatada em quelônios (O'Malley, 2005). Na ausência da epiglote, a glote quando fechada é aberta por ação do músculo dilatador da glote (O'Malley, 2005; Devoe, 2010).

A traqueia do jabuti-piranga é composta por anéis cartilaginosos completos, conforme relatado para outros quelônios (Christopher & Hernandez–Divers, 2003; O'Malley, 2005; Valente *et al.*, 2007; Saber & Kamal, 2010; Zehtabvar *et al.*, 2014). A traqueia apresenta posições variáveis nas diferentes espécies de quelônios. Na *Caretta caretta*, esta posicionada ventralmente e a direita do esôfago (Valente, 2007), ao passo que a traqueia do cágado-de-carapaça-estriada (*Emys orbicularis*), encontra-se ventralmente e a esquerda do esôfago (Zehtabvar *et al.*, 2014), similar ao observado no jabuti-piranga.

A respeito do comprimento da traqueia, este foi semelhante ao descrito para a *Emys orbicularis* (Zehtabvar *et al.*, 2014), apesar de serem espécies de hábitos, características morfológicas e famílias diferentes. Em contrapartida, o comprimento da parte extrapulmonar dos brônquios e a diferença do comprimento entre o brônquio direito e esquerdo, observados nesse estudo, foram consideravelmente maiores do que o relatado para aquele cágado. Valente *et al.* (2007), com o uso da broncoscopia virtual 3D descreveram que a mucosa traqueal possui uma superfície lisa, conforme observado no jabuti-piranga.

A posição da carina encontrada no presente estudo é consideravelmente mais cranial do que nas tartarugas marinhas, em que a traqueia se bifurca depois da primeira vértebra dorsal (Valente *et al.*, 2007) e, do cágado *Emys orbicularis*, onde a mesma se bifurca entre a oitava e nona vértebra cervical. No entanto, na *Testudo kleinmanni*, a carina foi identificada mais cranialmente, em nível da segunda a quarta vértebra cervical (Saber & Kamal, 2010), apesar de também ser um quelônio terrestre Criptodyra como a nossa espécie de estudo. A diferença na posição da carina parece estar relacionada com as características morfofuncionais do pescoço observada nos diferentes grupos dos Testudines.

Nos quelônios, a anatomia do trato respiratório inferior tem grande importância clínica, já que os exsudatos inflamatórios particularmente aqueles associados a doenças infecciosas tendem a se acumular nos pulmões, devido ao fato do trato respiratório possuir um aparelho mucociliar primitivo, o que faz com que estes animais não consigam expelir os exsudatos de uma maneira efetiva de seus pulmões (Murray, 1996).

Perry (1989) afirmou que o brônquio intrapulmonar dos quelônios não possui ramificação, em contrapartida, Kiefer e Pees (2011) relataram que o mesmo tem sua trajetória no tecido pulmonar como via aérea central e se ramifica em bronquíolos menores terminais que chegam às câmaras pulmonares, em concordância com o observado no *Chelonoidis carbonaria*. Os vasos sanguíneos que acompanham a parte intrapulmonar do brônquio foram identificados histologicamente, como artéria e veia pulmonares, localizadas, respectivamente, dorsal e ventralmente ao brônquio (Valente *et al.*, 2007). No presente estudo não foi possível observar esta diferenciação. Serão necessários estudos histológicos para a identificação do tipo de vaso sanguíneo que acompanha o brônquio intrapulmonar do *Chelonoidis carbonaria*.

A anatomia pulmonar do jabuti-piranga é comparável à encontrada em outras espécies de Testudines, mas com diferenças no tamanho relativo dos pulmões. Os quelônios terrestres parecem ter muito mais volume pulmonar do que as tartarugas marinhas (Valente *et al.*, 2007). No corte tomográfico transversal em nível da base do coração, em uma tartaruga marinha, os pulmões ocupam apenas o terço dorsal da cavidade celomática (Valente *et al.*, 2007), ao passo que nos quelônios terrestres, os pulmões ocupam cerca de dois terços da altura desta cavidade (Wilkinson *et al.*, 2004), sendo isso semelhante ao achado na nossa espécie de estudo.

Pulmões considerados como grandes estruturas multicamerais, com muitos septos e ricos em parênquima reticulado foi encontrado no jabuti-piranga, o que é similar ao relatado para outros testudines terrestres (Christopher & Hernandez-Divers, 2003; Dunckers, 2004).

Uma das contribuições clínicas mais importantes do exame tomográfico é descrever a relação do sistema respiratório com outros órgãos. Estudos utilizando TC

em tartarugas marinhas (Valente *et al.* 2007) e quelônios terrestres (Saber & Kamal 2010), relataram que os pulmões não eram lobados e o parênquima pulmonar era fortemente reticulado. Estes achados concordaram com o observado em *Chelonoidis carbonaria*.

No presente estudo anatômico, foi observado que os pulmões encontravam-se separados das demais estruturas da cavidade celomática, por uma membrana fina não muscular que recobria completamente os mesmos. Alguns autores como Perry (1983) e Schumacher (2011) constataram a existência desta estrutura, chamada de “septo pós-pulmonar” ou “membrana pleural”, a qual pode recobrir total ou parcialmente os pulmões dependendo da espécie de quelônio. Tal estrutura pode influenciar a mecânica ventilatória, bem como auxiliar no controle da flutuabilidade. Esta membrana não foi descrita nos estudos anatomotomográficos realizados em quelônios (Valente *et al.*, 2007; Saber & Kamal, 2010; Zehtabvar *et al.*, 2014). Não foi possível a visualização deste septo pós-pulmonar nas imagens radiográficas e tomográficas realizadas no jabuti-piranga. Sugere-se que isto ocorreu devido à baixa espessura desta membrana ou devido à limitação do aparelho de TC utilizado.

O músculo retrator da cabeça e pescoço observado nos cortes tomográficos, entre os pulmões do jabuti-piranga, não foi descrito nos estudos anatomotomográficos do sistema respiratório realizados em diferentes espécies de quelônios (Valente *et al.*, 2007; Saber & Kamal, 2010; Zehtabvar *et al.*, 2014). No entanto, a localização deste músculo e a sua estreita relação com os pulmões têm sido descrita claramente na literatura anatômica dos quelônios (Wyneken *et al.*, 2007), o que concorda com o achado no *Chelonoidis carbonaria*.

O volume pulmonar do jabuti-piranga foi calculado com auxílio da reconstrução 3D da TC. Zehtabvar *et al.* (2014) em um estudo tomográfico realizado na espécie *Emys orbicularis*, avaliaram diferenças entre as imagens anatomotomográficas obtidas com o pescoço estendido e retraído deste cágado, revelando como resultado que a retração do pescoço diminui o volume pulmonar, porém, não foi clara a metodologia utilizada, nem apresentaram os dados sobre o volume pulmonar dessa espécie de quelônio. Propomos realizar o cálculo do volume pulmonar do *Chelonoidis carbonaria* e de outras espécies de Testudines, com o pescoço e/ou membros retraídos, com a finalidade de determinar se o

posicionamento destas estruturas anatômicas alteraria o volume pulmonar destas espécies.

Pequenas dilatações pulmonares foram identificadas nos cortes tomográficos e reconstruções 3D descritas neste estudo. Tais dilatações não foram identificadas no estudo anatômico, provavelmente porque os pulmões não encontravam-se insuflados. Sugerimos que estas dilatações pulmonares poderiam ser estruturas não respiratórias, com pouca vascularização, comparável aos sacos aéreos das aves, baseado nos relatos de O'Malley (2005) e Devoe (2010), que afirmaram a presença deste tipo de estruturas nos pulmões em outras espécies de répteis como serpentes e lagartos. Acreditamos que serão necessários mais estudos anatomotomográficos em outras espécies de testudines, para determinar se tais estruturas são uma particularidade do *Chelonoidis carbonaria* ou também estão presentes em outras espécies de quelônios. Recomendamos igualmente a realização de estudos histológicos destas estruturas, com a finalidade de entender a função das mesmas.

A TC e a reconstrução em 3D têm um papel importante no diagnóstico de uma ampla gama de doenças em uma variedade de animais (Garland *et al.*, 2002). Valente *et al.* (2007) fazem referência em relação ao uso da TC para a avaliação do sistema respiratório das tartarugas marinhas e afirmam que esta fornece informações precisas sobre os pulmões e as vias aéreas, em concordância com o observado neste estudo no *Chelonoidis carbonaria*. A comparação com as secções anatômicas foi indispensável em nosso estudo para o reconhecimento das estruturas anatômicas nas imagens da TC. Algumas estruturas celomáticas de tecidos moles, como o esôfago, não puderam ser identificadas nas imagens tomográficas por causa de seu tamanho reduzido, a falta de contraste entre eles e os tecidos circundantes e, as limitações do tomógrafo.

As projeções radiográficas craniocaudais e laterais são normalmente utilizadas para detectar doenças pulmonares no atendimento rotineiro em testudines (Hernandez-Divers, 2006). No entanto, quando associada à fratura da carapaça, a resposta inflamatória local e a superposição do fragmento ósseo geralmente impedem uma avaliação precisa do parênquima pulmonar. Da Silva (2012) afirmou que o exame radiográfico é uma ótima ferramenta na avaliação do sistema

respiratório de *Chelonoidis carbonaria*. Baseado nos resultados observados no presente estudo, discordamos dessa afirmação, pois a radiografia digital não permitiu avaliação mais detalhada e confiável de todas as estruturas respiratórias no jabuti-piranga, pois a tomografia computadorizada evita a sobreposição de estruturas, tanto esqueléticas quanto de tecidos moles, observadas em radiografias. A frequência respiratória lenta destes animais associados ao contraste ar-pulmão propiciou uma visualização detalhada e de alta qualidade dos pulmões e das vias aéreas, sugerindo que esta poderia ser a técnica de eleição para diagnosticar uma grande variedade de doenças pulmonares em quelônios, à semelhança dos pequenos animais.

Referências

Anderson, S.C. (1972). Synopsis of the turtles, crocodiles and amphihaenians of Iran. *Proceeding California Academy of Sciences*, 4, 501-528.

Bortolini, Z., Lehmkuhl, R.C., Ozeki, L.M., Tranquilim, M.V., Sesoko, N.F., Teixeira, C.R., et al. (2012). Association of 3D reconstruction and conventional radiography for the description of the appendicular skeleton of *Chelonoidis carbonaria* (Spix, 1824). *Anatomia Histologia Embryologia*, 41, 445-452.

Christopher, S.H., & Hernandez- Divers, S. (2003). Practical gross pathology of reptiles. *Seminars in avian and exotic pet medicine*, 12, 71-80.

Dadalto, C.R. (2017). Estudo tomográfico, ultrassonográfico e dopplerfluxométrico renal de jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonarius*, Spix, 1824) (Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, 2017).

Da Silva, J.I. (2012). Descrição anatômica e radiográfica dos órgãos celomáticos do jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) (Dissertação de Mestrado, Universidade Vila Velha, 2012).

Devoe, R. (2010). Anatomia e fisiologia de anfíbios e répteis. In T. Colville & J. M. Bassert, (Eds.), *Anatomia e fisiologia clínica para medicina veterinária* (pp. 455-478). Rio de Janeiro: Elsevier Saunders.

Duncker, H.R. (2004). Vertebrate lungs: structure, topography and mechanics - a comparative perspective of the progressive integration of respiratory system, locomotor apparatus and ontogenetic development. *Respiratory physiology and neurobiology*, 144, 111-124.

Garland, M.R., Lawler, L.P., Whitaker, B.R., Walker, I.D.F., Corl, F.M., & Fishman, E.K. (2002). Modern ct applications in veterinary medicine. *Radiographics*, 22, 55-62.

Hernandez-Divers, S.J. (2006). Reptile radiology: techniques, tips and pathology. *The North american Veterinary Conference*, 1626-1630.

Kiefer, I. & Pees, M. (2011). Tomografia computadorizada em répteis. In M.E. Krautwald-Junghanns, M. Pees, S. Reese & T. Tully, (Eds.), *Diagnóstico por imagen en animales exóticos: aves, pequeños mamíferos y reptiles* (pp. 360-363). Barcelona: Multimédica.

Martins, M. & Molina, F.B. (2008). Panorama geral dos répteis ameaçados do Brasil. In A.B.M. Machado, G.M. Drummond, & A.P. Paglia, (Eds.), *Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção* (pp. 327-334). Brasília: Fundação biodiversitas.

Matias, C.A.R., Romão, M.A.P., Tortelly, R., & Bruno, S.F. (2006). Aspectos fisiopatológicos da retenção de ovos em jabuti-piranga (*Geochelone carbonaria* Spix, 1824). *Ciência rural*, 36, 1494-1500.

Mayor, P. (2017). Atlas de anatomía de especies silvestres de la amazonía peruana. Retrieved from 2017, october 12, <http://atlasanatomiaamazonia.uab.cat/>

Mcarthur, S., Wilkinson, R., & Meyer, J. (2004). (Eds.), *Medicine and surgery of tortoises and turtles* (pp. 187-238). Oxford: Blackwell.

Mackey, E.B., Hernandez-Divers, S.J., Holland, M. & Frank, P. (2008). Clinical technique: application of computed tomography in zoological medicine. *Journal of exotic pet medicine*, 7, 198-209.

Murray, M.J. (1996). Pneumonia and normal respiratory function. In D.R. Mader, (Eds.), *Reptile medicine and surgery* (pp.386-405). Philadelphia: Saunders.

International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature (2012). *Nomina Anatomica Veterinaria*. (5th ed.). Hannover: Editorial Committee.

Norton, T.M. (2005). Emergency and critical care. topics in medicine and surgery. *Seminars in avian and exotic pet medicine*, 14, 106-130.

Nunes, O.C., Oliveira, S.S. & Laborda, J.C. (2010). Isolamento e identificação de *salmonella* sp. de jabutis-piranga (*Chelonoidis carbonaria*) oriundos do tráfico de animais silvestres. *Ciência animal brasileira*, 11, 168-173.

O'Maley, B. (2005). *Clinical anatomy and physiology of exotic species* (pp. 41-56). Dublin: Elsevier saunders.

Perry, S.F. (1983). Reptilian lungs. functional anatomy and evolution. Advances in anatomy. *Embryology and cell biology*, 79, 1-81.

Pinto, A.C.B.C.F. (2007). Radiologia. In Z.S. Cubas, J.C.R. Silva, & J.L. Catão-Diaz, (Eds.), *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária* (pp. 896-919). São paulo: Roca.

Rhodin, A.G.J., Iverson, J.B., Bour, R., Fritz, U., Georges, A., Shaffer, H.B., et al. (2017). *Turtles of the world: annotated checklist and atlas of taxonomy, synonymy, distribution, and conservation status*. Retrieved from 2017, july 7, <http://www.iucn-tftsg.org/checklist/>

Saber, A.S., & Kamal, B.M. (2010). Computed tomography and 3D reconstruction of the respiratory organs of the egyptian tortoise (*Testudo kleinmanni*). *Journal of veterinary anatomy*, 3, 1-15.

Schmidt-Nielsen, K. (1999). *Fisiologia animal: adaptação ao meio ambiente* (pp. 101). São paulo: Santos livraria.

Schumacher, J. (2011). Respiratory medicine of reptiles. *Veterinary clinics of north America: exotic animal practice*, 4, 207-224.

Valente, A.L.S., Cuenca, R., Zamora, M.A., & Parga, M.L. (2007). Computed tomography of the vertebral column and coelomic structures in the normal loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *The veterinary journal*, 174, 362-370.

Vinke, S., Vetter, H., Vinke, T., & Vetter, S. (2008). *South American Tortoise* (pp. 38-53). Frankfurt: Chimaria.

Voght, R.C., et al. (2015). Avaliação do risco de extinção de *Chelonoidis carbonaria* (spix, 1824) no brasil. processo de avaliação do risco de extinção da fauna brasileira. Brasília: Icmbio. Retrieved from 2017, september 27, <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/estado-de-conservacao/7399-repteis-chelonoidis-carbonaria-jabuti-piranga.html>

Pinto, A.C.B.C.F. (2007). Radiologia. In Z.S. Cubas, J.C.R. Silva, & J. L. Catão-Diaz, (Eds.), *Tratado de animais selvagens: medicina veterinária* (pp. 896-919). São paulo: Roca.

Wilkinson, R., Hernandez-Divers, S., Lafortune, M., Calvert, I., Gumpen-Berger, M., & McArthur, M. (2004). Diagnostic imaging. In S. McArthur, R. Wilkinson & M. Jean, (Eds.), *Medicine and surgery of tortoises and turtles* (pp. 187-238). Australia: Blackwell publishing.

Wyneken, J., Godfrey, M.H., & Bels, V. (2007). *Biology of turtles* (pp. 169-171). Florida: CRC Press.

Zehtabvr, O., Tootian, Z., & Vajhi, A. (2014). Computed tomographic anatomy and topography of the lower respiratory system of the european pond turtle (*Emys orbicularis*). *Iranian journal of veterinary surgery*, 9, 2.

Zulauf, W.E. (2000). O meio ambiente e o futuro. *Estudos avançados*, 14, 85-100.



ANEXOS

Tabela II - Mensurações obtidas pela tomografia computadorizada dos jabuti-piranga (*Chelonoidis carbonaria*).

Nome	ID	Sexo	CCC (cm)	LCC (cm)	COMP. TRAQUEIA (cm)	DIÂMETRO TRAQUEIA (mm)	CBD (cm)	CBE (cm)	VP (cm³)
Jabuti 01	1	M	37,7	34,9	7,7	7,51	5,8	4,4	85,75
Jabuti 03	2	F	35,3	36,4	6,2	6,61	4,2	3,8	65,10
Jabuti 05	3	M	37,6	36,1	6,2	6,94	4,8	3,4	92,97
Jabuti 06	4	M	37,2	36,0	7,9	7,17	5,4	4,5	83,63
Jabuti 08	5	F	37,3	38,2	5,4	4,41	4,8	4,2	80,90
Jabuti 09	6	F	34,6	33,1	7,7	5,27	2,8	2,4	58,68
Jabuti 10	7	F	31,6	31,3	6,5	4,4	4,2	3,3	54,31
Jabuti 12	8	M	31,7	33,4	6,7	6,25	4,4	3,6	51,16
Jabuti 20	9	F	34,3	33,3	5,9	5,41	3,6	3,2	51,58
Jabuti 21	10	F	36	36,2	6,4	6,45	5,5	4,4	66,34

Sendo ID: Identificação, CCC: Comprimento curvilíneo da carapaça, LCC: Largura curvilínea da carapaça, COMP: Comprimento, CBD: Comprimento do brônquio direito, CBE: Comprimento do brônquio esquerdo e VP: Volume pulmonar.