

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**COMPARAÇÃO DE TRAQUEIA E SIRINGE DE PERDIZ  
(*Rhynchotus rufescens*), MARITACA (*Psittacara  
leucophthalmus*), CARCARÁ (*Caracara plancus*),  
SERIEMA (*Cariama cristata*) E URUBU-DE-CABEÇA-  
PRETA (*Coragyps atratus*)**

**ELTON LUÍS RITIR OLIVEIRA**

**Botucatu – SP  
junho de 2023**

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA

**COMPARAÇÃO DE TRAQUEIA E SIRINGE DE PERDIZ  
(*Rhynchotus rufescens*), MARITACA (*Psittacara  
leucophthalmus*), CARCARÁ (*Caracara plancus*),  
SERIEMA (*Cariama cristata*) E URUBU-DE-CABEÇA-  
PRETA (*Coragyps atratus*)**

**ELTON LUÍS RITIR OLIVEIRA**

Tese apresentada junto ao Programa de  
Pós-Graduação em Animais Selvagens para  
a obtenção do título de Doutor.

**Orientador:** Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

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

Oliveira, Elton Luís Ritir.

Comparação de traqueia e siringe de perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), carcará (*Caracara plancus*), seriema (*Cariama cristata*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) / Elton Luís Ritir Oliveira. - Botucatu, 2023

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

Orientador: Bruno Cesar Schimming

Capes: 20604025

1. Anatomia. 2. Aves - Vocalização. 3. Histologia.  
4. Tomografia.

Palavras-chave: Anatomia; Aves; Histologia; Tomografia;  
Vocalização.

Nome do autor: **Elton Luís Ritir Oliveira**

**TÍTULO: COMPARAÇÃO DE TRAQUEIA E SIRINGE DE PERDIZ  
(*Rhynchotus rufescens*), MARITACA (*Psittacara leucophthalmus*),  
CARCARÁ (*Caracara plancus*), SERIEMA (*Cariama cristata*) E URUBU-DE-  
CABEÇA-PRETA (*Coragyps atratus*)**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Bruno Cesar Schimming

Orientador

Departamento de Biologia Estrutural e Funcional

Instituto de Biociências – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dr. Fabrício Singaretti de Oliveira

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal

FCAV – UNESP – JABOTICABAL

Profa. Dra. Letícia Rocha Inamassu

Departamento de Cirurgia Veterinária e Reprodução Animal

FMVZ – UNESP – BOTUCATU

Prof. Dr. Leandro Luís Martins

Departamento de Anatomia

UEL – LONDRINA

Prof. Dr. Danilo de Souza Pimentel

Departamento de Anatomia

UFAL - ALAGOAS

Data da defesa: 29/06/2023

## AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A Deus, pelo dom da vida.

À minha família, principalmente aos meus pais Elielton e Olgineide, por serem minha base, meu apoio e por tudo que sou hoje.

Ao professor Giuliano Lesnau, que com seus ensinamentos, durante minha graduação, me fez desenvolver paixão pela anatomia.

Aos meus amigos do CEMPAS, Shoiti, Eduardo, Erick, Gabriel, Carime, Ana Júlia, Mylena e Bruno, por todo o companheirismo e ajuda durante a realização da pesquisa.

Ao Marcos, Rô e Rinaldo, por toda a amizade e apoio durante a realização da parte prática desta pesquisa.

Ao Silvio e Silvinho por me ensinarem sobre fotografias para a pesquisa.

Ao Gelson, Carlão e Fernanda Zuliani pela grande ajuda com a realização da parte histológica do trabalho.

À Professora Maria Jaqueline Mamprim, Jeana e todo o setor de radiologia, por possibilitarem as imagens tomográficas dos animais para esta pesquisa.

Aos professores Antônio Chaves de Assis Neto, Luiz Fernando Tirapelli e Danuta Pulz Doiche, por aceitarem se disponibilizar como suplentes para a defesa.

Aos professores Fabrício Singaretti de Oliveira, Leandro Luís Martins, Letícia Rocha Inamassu e Danillo de Souza Pimentel, por aceitarem participar da banca de defesa.

Ao Professor Bruno Schimming, que sou muito grato por toda paciência, amizade, confiança e oportunidade de ter sido seu orientado novamente.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Secção paramediana da cavidade nasal de galinha.....	5
<b>Figura 2.</b> Desenho esquemático das cartilagens laríngeas de galinha.....	6
<b>Figura 3.</b> Vista ventral do pescoço dissecado de galinha, evidenciando a traqueia.....	8
<b>Figura 4.</b> Desenho esquemático da siringe.....	9
<b>Figura 5.</b> Vista dorsal dos pulmões de maritaca ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ).....	11
<b>Figura 6.</b> Vista lateral dos sacos aéreos de galinha.....	12
<b>Figura 7.</b> Perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> ) .....	13
<b>Figura 8.</b> Maritaca ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ).....	13
<b>Figura 9.</b> Carcará ( <i>Caracara plancus</i> ).....	14
<b>Figura 10.</b> Seriema ( <i>Cariama cristata</i> ).....	15
<b>Figura 11.</b> Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> ).....	15
<b>Figura 1.</b> Imagem histológica da siringe de maritaca ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ) (A), corada em HE, perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> ) (B), corada em Tricrômio de Masson, e seriema ( <i>Cariama cristata</i> ) (C) corada em HE.....	23
<b>Figura 2.</b> Imagem da siringe de maritaca ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ) (A), perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> ) (B) e seriema ( <i>Cariama cristata</i> ) (C) nas vistas ventral (V), dorsal (D) e caudal (C).....	24
<b>Figura 3.</b> Histologia da parede da traqueia de maritaca (A), perdiz (B) e seriema (C), parede da siringe de maritaca (D), perdiz (E) e seriema (F), pessulo de perdiz (G) e seriema (H), e membrana timpaniforme medial de perdiz (I) e seriema (J).....	27
<b>Figura 1.</b> Imagens tomográficas no corte transversal de carcará ilustrando as mensurações (linhas tracejadas), realizadas no lúmen traqueal (a), parede traqueal (b) e siringe (c).....	40
<b>Figura 2.</b> Imagens anatômicas e tomográficas no corte dorsal demonstrando o trajeto traqueal (setas e chaves), laterodorsal à direita na perdiz (a,b), lateral direita na maritaca (c,d) e lateral esquerda no carcará (e,f). As setas indicam porção inicial e final do trajeto traqueal e as chaves porção média.....	42

**Figura 3.** Imagens tomográficas nos cortes transversais de perdiz (1), maritaca (2) e urubu (3), demonstrando o trajeto traqueal (seta) com início no aspecto ventral do pescoço em todas as aves (a1, a2, a3), com a porção média localizada no aspecto laterodorsal à direita em uma perdiz (b1), lateral à direita na maritaca (b2) e lateral à esquerda no urubu (b3), e com a porção final também no aspecto ventral do pescoço de todas as aves (c1, c2, c3). Corte “a” (na altura do osso supraoccipital), corte “b” (porção media do trajeto traqueal) e corte “c” (entrada do celoma).....43

**Figura 4.** Imagens tomográficas nos cortes transversais ilustrando a bifurcação bronquial, seta amarela demonstra o brônquio principal esquerdo de um carcará (a); maritaca (b); perdiz (c); seriema (d); urubu (e).....44

**Figura 5.** Imagens tomográficas no corte transversal e anatômica demonstrando a topografia da siringe na maritaca, a) scout; b) siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja).....44

**Figura 6.** Imagens tomográficas no corte transversal e anatômica demonstrando a topografia da siringe na perdiz. a) scout; b) siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja).....45

**Figura 7.** Imagens tomográficas no corte transversal e anatômica mostrando a topografia da siringe em carcará. a) scout; b) siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja e B).....45

**Figura 8.** Imagens tomográficas no corte transversal e anatômica demonstrando a topografia da siringe em seriema. a) scout; b) siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja).....46

**Figura 9.** Imagens tomográficas no corte transversal e anatômica de um urubu. a) scout; b) traqueia (T), c) imagem anatômica da traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja).....46

**Figura 10.** Imagens da traqueia e/ou siringe em carcará (a-b), seriema (c-d) e urubu (e-f), demonstrando os músculos esternotraqueal, representado pela cor azul nos cortes anatômicos e pelas setas amarelas nos cortes tomográficos, e traqueolateral, representado pela cor amarela nos cortes anatômicos. Note um

único músculo esternotraqueal no urubu. As figuras g e h representam a ausência do músculo esternotraqueal em maritaca e perdiz. Na maritaca há os músculos siringeanos representados pela cor laranja.....47

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Média $\pm$ desvio padrão do diâmetro luminal (cm) da traqueia e siringe em perdiz, carcará, maritaca, urubu e seriema analisado através da tomografia computadorizada.....	47
<b>Tabela 2.</b> Média $\pm$ desvio padrão da espessura da parede (cm) da traqueia e siringe em perdiz, carcará, maritaca, urubu e seriema analisado através da tomografia computadorizada.....	48

## LISTA DE ABREVIações

<b>cm</b> .....	centímetro
<b>g</b> .....	grama
<b>HE</b> .....	hematoxilina-eosina
<b>kVp</b> .....	pico de quilovoltagem
<b>kg</b> .....	quilo
<b>mA</b> .....	miliampere
<b>ml</b> .....	mililitro
<b>mm</b> .....	milímetro
<b>µm</b> .....	micrômetro

# SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>1</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>2</b>
<b>CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>3</b>
<b>REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
1. ANATOMIA AVIÁRIA .....	4
1.1. Sistema respiratório das aves .....	4
1.1.1. Cavidade nasal .....	4
1.1.2. Laringe.....	5
1.1.3. Traqueia.....	7
1.1.4. Siringe.....	8
1.1.5. Pulmões.....	10
1.1.6. Sacos aéreos .....	11
2. CARACTERÍSTICAS BIOLÓGICAS DAS AVES DESTE ESTUDO.....	12
2.1. Perdiz ( <i>Rhynchotus rufescens</i> ) .....	12
2.2. Maritaca ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ) .....	13
2.3. Carcará ( <i>Caracara plancus</i> ) .....	14
2.4. Seriema ( <i>Cariama cristata</i> ) .....	14
2.5. Urubu-de-cabeça-preta ( <i>Coragyps atratus</i> ).....	15
3. REFERÊNCIAS .....	16
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 1.....</b>	<b>19</b>
RESUMO.....	19
1. INTRODUÇÃO.....	20
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	21
2.1. Animais.....	21
2.2. Estudos anatômicos e hisotológicos .....	21
3. RESULTADOS.....	22
3.1 Elementos esqueléticos da siringe .....	22
3.2 Musculatura da siringe.....	22
3.3 Histologia .....	25
4. DISCUSSÃO.....	28
<b>5. REFERÊNCIAS .....</b>	<b>32</b>
<b>ARTIGO CIENTÍFICO 2.....</b>	<b>36</b>

RESUMO.....	36
1. INTRODUÇÃO.....	37
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	38
2.1. <i>Animais</i> .....	38
2.2. <i>Estudos tomográficos</i> .....	39
2.3 <i>Estudos anatômicos</i> .....	39
3. RESULTADOS.....	40
3.1 <i>Traqueia</i> .....	40
3.1.1 <i>Trajeto</i> .....	40
3.1.2 <i>Diâmetro luminal traqueal e bronquial</i> .....	41
3.2 <i>Siringe</i> .....	41
3.3 <i>Músculos</i> .....	41
4. DISCUSSÃO.....	48
5. REFERÊNCIAS .....	51
<b>ANEXOS .....</b>	<b>56</b>

**OLIVEIRA, E.L.R. Comparação de traqueia e siringe de perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), carcará (*Caracara plancus*), seriema (*Cariama cristata*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). Botucatu, 2023. 57p. Tese (Doutorado em Animais Selvagens – Anatomia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.**

## **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi descrever a anatomia da traqueia e siringe de perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), carcará (*Caracara plancus*), seriema (*Cariama cristata*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). Foram utilizados cinco exemplares adultos de cada espécie. As aves foram divididas em dois grupos, um destinado a estudos anatômicos e histológicos, com perdizes, maritacas e seriemas, e outro a estudos tomográficos, com perdiz, maritaca, carcará, seriema e urubu-de-cabeça-preta. A anatomia e corte histológico das siringes evidenciou sua classificação como traqueal na maritaca e traqueobronquial na perdiz e seriema. Dimorfismo sexual na siringe das espécies estudadas esteve ausente, provavelmente pelo fato de estar associado ao canto destas, que é igual entre machos e fêmeas. Nas imagens tomográficas o trajeto traqueal foi avaliado no plano transversal e dorsal, todas as aves apresentaram trajeto inicial no aspecto ventral do pescoço, diferenciando em sua porção média entre as espécies e retornando à posição ventral na entrada do celoma. A siringe foi observada em todas as espécies estudadas exceto no urubu. Os dados obtidos, por meio desta pesquisa, serão úteis para identificação das anormalidades das espécies estudadas. Ademais, a tomografia computadorizada da traqueia se torna útil para definir, através do diâmetro luminal mais estreito, a espessura ideal do tubo traqueal a ser usado.

**Palavras-chave:** anatomia; aves; vocalização; histologia; tomografia.

**OLIVEIRA, E.L.R. Comparison of traquea and syrinx of red-winged tinamou (*Rhynchotus rufescens*), white-eyed parakeet (*Psittacara leucophthalmus*), crested caracara (*Caracara plancus*), red-legged seriema (*Cariama cristata*) and black vulture (*Coragyps atratus*). Botucatu, 2023. 57p. Tese (Doutorado em Animais Selvagens – Anatomia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Universidade Estadual Paulista.**

## **ABSTRACT**

The aim of this study was to describe the anatomy of the trachea and syrinx of red-winged tinamou (*Rhynchotus rufescens*), white-eyed parakeet (*Psittacara leucophthalmus*), crested caracara (*Caracara plancus*), red-legged seriema (*Cariama cristata*), and black vulture (*Coragyps atratus*). Five adult specimens of each species were used. The birds were divided into two groups, one destined for anatomical and histological studies, with tinamous, parakeets and seriemas, and the other for tomographic studies, with tinamous, parakeets, caracaras, seriemas and vultures. The anatomy and histological section of the syrinx evidenced its classification as tracheal in the parakeet and tracheobronchial in the tinamou and seriema. Sexual dimorphism in the syrinx of the studied species was absent, probably because it is associated with their song, which is the same between males and females. In the tomographic images, the tracheal path was evaluated in the transverse and dorsal planes, all birds presented an initial path in the ventral aspect of the neck, differing in its middle portion between the species and returning to the ventral position at the entrance of the coelom. The syrinx was observed in all studied species except in the vulture. The data obtained through this research will be useful for identifying the abnormalities of the studied species. Furthermore, computed tomography of the trachea is useful to define, through the narrower luminal diameter, the ideal thickness of the tracheal tube to be used.

**Key words:** anatomy; bird; histology; vocalization; tomography.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), carcará (*Caracara plancus*), seriema (*Cariama cristata*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) são espécies encontradas na avifauna brasileira e, apesar de possuírem ordens, hábitos e características anatômicas distintas, são classificados como aves selvagens terrestres (Sick, 1997).

Nas aves, a traqueia é composta por anéis cartilagosos completos e firmemente arranjados, a qual acompanha o esôfago através do pescoço, podendo ser palpada pelo lado direito (Lovette & Fitzpatrick, 2016). Não há pregas vocais e a produção de voz ocorre pela siringe, uma especialização na bifurcação traqueal (Singh, 2018). Na siringe, membranas timpânicas altamente elásticas encontradas entre cartilagens e músculos especializados vibram para produzir ondas sonoras quando o ar é passado por elas (Lovette & Fitzpatrick, 2016). Os músculos da siringe produzem os diferentes sons no canto de um pássaro, alterando a tensão das membranas e o diâmetro da passagem restrita na siringe (Marler & Slabbekoorn, 2004). Além de arranjos musculares complexos, as aves canoras têm estruturas adicionais de siringe: uma cartilagem mediana chamada na bifurcação dos brônquios chamada de pessulo e uma membrana semilunar que se estende do pessulo para a cavidade da siringe (Lovette & Fitzpatrick, 2016).

Sabendo-se da abundância de aves no território brasileiro que ainda não possuem estudos científicos relacionados à anatomia da traqueia e siringe, este estudo tem por objetivo caracterizar e comparar as estruturas da traqueia e siringe entre as espécies estudadas, investigando sua anatomia, histologia e tomografia. Sendo assim, a caracterização da traqueia e siringe de cada espécie poderá servir como base para estudos e procedimentos em aves de suas respectivas ordens.

# REVISÃO DA LITERATURA

## 1. Anatomia aviária

### 1.1. Sistema respiratório das aves

#### 1.1.1. Cavidade nasal

A localização das narinas varia consideravelmente entre as espécies; por exemplo, na galinha são localizadas na base do bico (König et al., 2016; Singh, 2018). São suspensas por uma folha de pele córnea, o opérculo (King, 1986; Singh, 2018), ou recobertas por uma cera espessa, como nos psitacídeos (Singh, 2018) e nos pombos (König et al., 2016). As narinas levam até a cavidade nasal, a qual é dividida pelo septo mediano, assim como nos mamíferos, em ampla comunicação com a orofaringe por meio da coana (McLelland, 1990).

As cavidades nasais são comprimidas lateralmente e se estendem até as órbitas (Figura 1) (Singh, 2018). A concha rostral é um cone que aponta frontalmente, não possui forma de pergaminho, mas sim forma de um C, em corte transversal (König et al., 2016). A extremidade caudal desta concha nasal está totalmente fechada por uma placa achatada de cartilagem, em ângulos retos com a parede da cavidade nasal (King, 1986, Singh, 2018). A concha média é a maior das conchas (King, 1986). Em corte transversal, ela tem o formato de um pergaminho com uma e meia voltas, ou no máximo, duas voltas (King, 1986), que ainda se comunica com a cavidade nasal (Singh, 2018). A concha caudal possui seu interior não ligado à cavidade nasal, mas ao divertículo do seio infraorbital (King, 1986; Singh, 2018). Esse seio se localiza na cavidade nasal dentro da qual se abre por meio de um ducto estreito, posicionado de tal forma que a drenagem natural é impedida (McLelland, 1990). A parede do seio é fina e localizada diretamente na tela subcutânea rostral e ventral ao olho, onde pode ser identificada por sua flexibilidade à palpação; pode ser aberta, e qualquer exudato que se acumula em muitas doenças pode ser drenado (König et al., 2016). Todas essas conchas desempenham um papel importante na olfação, filtração e termorregulação (König et al., 2016; Singh, 2018). O ducto nasolacrimal, relativamente largo, se abre dentro da cavidade nasal,

ventralmente à concha média (McLelland, 1990). O seio infraorbital é particularmente bem desenvolvido em psitacídeos, nos quais se posiciona superficial e ventromedialmente à órbita (Singh, 2018). Possui numerosos divertículos e também se comunica com o saco aéreo cervicocefálico em sua extensão caudal (König et al., 2016; Singh, 2018). A alongada glândula nasal se estende à frente, a partir da parte dorsal da órbita, na parede lateral da concha rostral (König et al., 2016). A glândula é amplamente conhecida como glândula do sal, pois secreta uma solução hipertônica de cloreto de sódio em espécies marinhas (e poucas outras); é ela que permite às aves marinhas beberem água salgada (Singh, 2018).

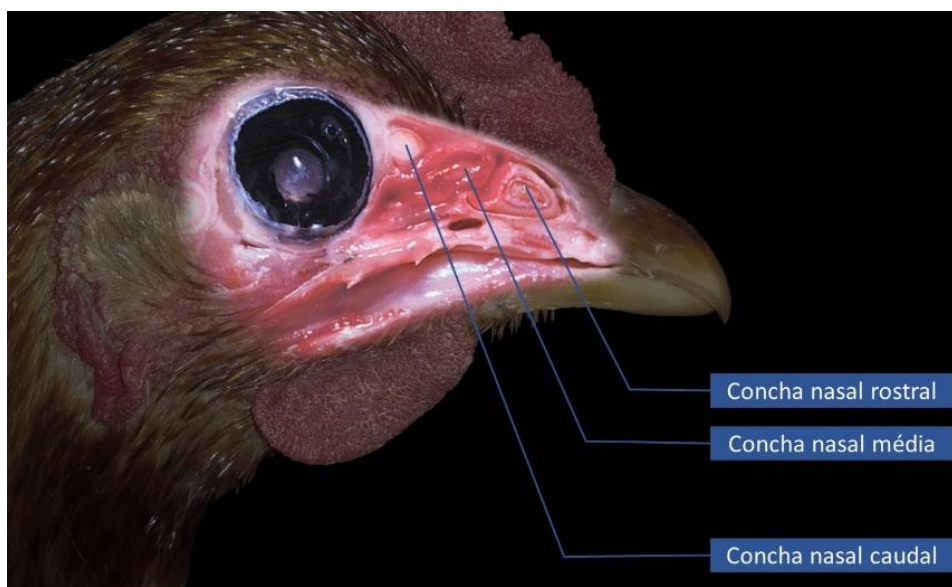


Figura 1 – Secção paramediana da cavidade nasal de galinha (Adaptado de König et al., 2016)

### 1.1.2. Laringe

Conforme Singh (2018), a laringe ocupa uma elevação no assoalho da orofaringe e está caudal à língua. É suspensa pelas cartilagens cricoide e aritenoides, que diferem notadamente das encontradas em mamíferos, mas ocupam posições similares (Figura 2) (König et al., 2016; Singh, 2018). As aritenoides se articulam com a parte rostródorsal da anular cricoide (König et al., 2016). A cartilagem procricoide é mediana, dorsal e pequena e tem formato de vírgula, com um corpo rostral e uma parte caudal (McLelland, 1990). Lateral e

dorsalmente ao corpo possui facetas que se articulam com os corpos das cartilagens aritenoides esquerda e direita, formando a articulação procricoaritenóidea (Singh, 2018).

A cartilagem procricoide, na ave adulta, está quase que totalmente ossificada (White, 1986). A glote, formada pelas aritenoides, fecha a entrada da laringe por ação muscular reflexa, prevenindo que partículas de alimento e outros corpos estranhos atinjam as vias aéreas inferiores (König et al., 2016; Singh, 2018). Apesar do estreitamento da glote, é possível entubar a traqueia em aves grandes de cativeiro, pois como não há pregas vocais, a produção da voz ocorre na siringe, uma especialização na bifurcação traqueal (McLelland, 1990; Singh, 2018).

Dois músculos da laringe, o dilatador muscular e o constritor muscular glótico, são responsáveis pela abertura e fechamento da glote (König et al., 2016; Singh, 2018). A elevação da laringe é alcançada pela ação do músculo cricoioideo, enquanto a contração dos músculos traqueais atrai a laringe ventralmente (McLelland, 1990). A principal função da laringe é impedir o acesso de matérias estranhas às vias aéreas mais profundas através do fechamento reflexo da glote, já que ela não contribui para a fonação (König et al., 2016).

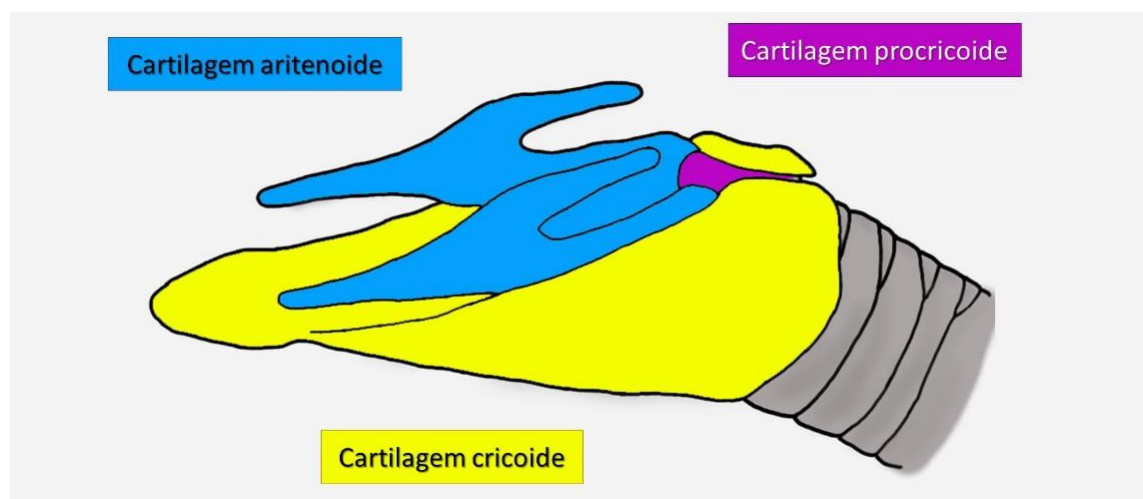


Figura 2 – Desenho esquemático das cartilagens laríngeas de galinha (Adaptado de Gethie, 1976)

### 1.1.3. Traqueia

A morfologia da traqueia já foi descrita em algumas aves, como, por exemplo, a codorna japonesa (*Coturnix coturnix japonica*) (Çevik-Demirkan et al., 2007), pombo (*Columba livia*) (Casteleyn et al., 2017) e galinha (King, 1986; König et al., 2016; Singh, 2018).

A traqueia é composta por anéis cartilagosos completos e firmemente arranjados, sua extremidade cranial está situada na linha média ventral ao esôfago, ao qual está afixada por tecido conjuntivo (Figura 3) (McLelland, 1990). Após alguns centímetros ela passa para o lado direito do pescoço, ventralmente ao esôfago e ventrolateralmente às vértebras cervicais (Singh, 2018). À medida em que se aproxima da abertura cranial do celoma ela retorna para a linha média, ficando o inglúvio em seu lado direito, e penetrando a seguir na cavidade torácica (King, 1986; Singh, 2018). Em espécies de pescoço longo, por exemplo, em cisnes silvestres e garças, é muito mais longa do que o pescoço e forma uma alça que é acomodada em uma escavação do esterno na entrada do tórax (Singh, 2018). A traqueia se bifurca em dois brônquios primários dorsalmente à base do coração, que adentram a superfície ventral dos pulmões após um trajeto curto (McLelland, 1990). Em pinguins, um septo mediano divide a traqueia em tubos direito e esquerdo, tornando muito mais fácil a intubação errônea de um brônquio primário (Singh, 2018).

A mucosa traqueal é revestida por epitélio ciliado pseudoestratificado, incluindo células colunares altas, células basais estreitas e células caliciformes (König et al., 2016). Funcionando como pequenas glândulas intraepiteliais, as células caliciformes secretoras de mucina formam pequenas criptas na mucosa. (König et al., 2016; Singh, 2018). O epitélio é sustentado por uma lâmina própria contendo glândulas seromucosas, folículos linfóides e tecido linforreticular difuso (König et al., 2016).

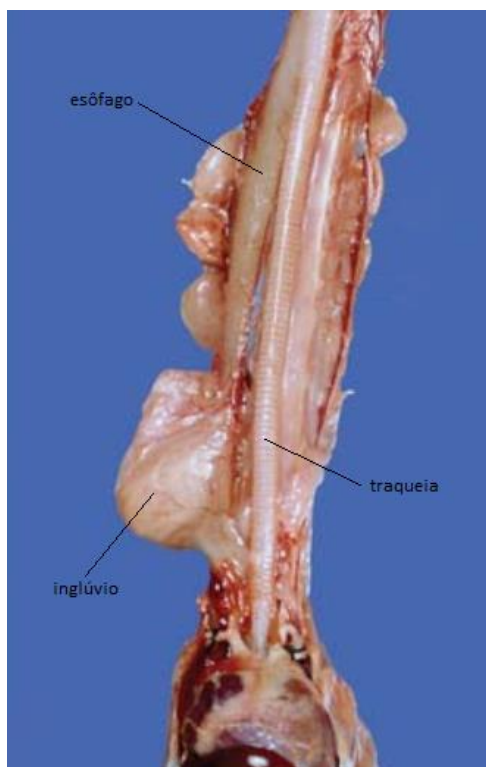


Figura 3 – Vista ventral do pescoço dissecado de galinha, evidenciando a traqueia (Singh, 2018).

#### 1.1.4. Siringe

A morfologia apresentada pela siringe já foi descrita em várias aves, como avestruz (*Struthio camelus*) (Yildiz et al., 2003), pato Mallard (*Anas platyrhynchos*) (Frank et al., 2007), passeriformes e columbidae (Warner, 1972a; 1972b), bútio-rabo-canela (*Buteo rufinus*) (Kabak et al., 2007), codorna japonesa (Çevik-Demirkan et al., 2007), tucano-toco (*Ramphastos toco*) (Silva et al., 2020) e galinha (King, 1986; König et al., 2016; Singh, 2018).

A siringe é o órgão sonoro das aves (King, 1986). Para elas, a vocalização tem grande importância para marcação territorial, reconhecimento de familiares, socialização da prole para fêmeas e atração de fêmeas para os machos (Marler & Hamilton, 1966; Gorissen & Eens, 2005).

A siringe está situada na bifurcação da traqueia, para dentro dos brônquios primários esquerdo e direito, imediatamente dentro da entrada do celoma e suspensos dentro do saco aéreo clavicular, e sua característica mais notável é um marcante estreitamento lateral (King, 1986). No frango, os últimos anéis traqueais são considerados parte da siringe, já os anéis subsequentes não

estão mais completos, pois são unidos em uma ou ambas extremidades para uma ponte mediana conhecida como pessulo (Figura 4) (König et al., 2016). Em psitacídeos, o pessulo está ausente (Singh, 2018). Estendendo-se cranialmente ao pessulo há uma prega da mucosa denominada membrana semilunar (König et al., 2016).

Juntos, os componentes cartilagosos da siringe formam o tímpano (Singh, 2018). As membranas timpaniformes lateral esquerda e direita se estendem do tímpano para o lado lateral das cartilagens brônquicas (König et al., 2016). Membranas timpaniformes mediais emparelhadas passam do pessulo para o aspecto medial (incompleto) das cartilagens brônquicas (McLelland, 1990; König et al., 2016).

As almofadas elásticas do tecido conjuntivo conhecidas como lábios projetam-se das membranas para o lúmen da siringe (König et al., 2016). Durante a fonação, as membranas e os lábios funcionam de maneira semelhante às pregas vocais da laringe dos mamíferos (Marler & Slabbekoorn, 2004). Os músculos siríngicos estão presentes nas aves canoras e ausentes nas aves domésticas (König et al., 2016).

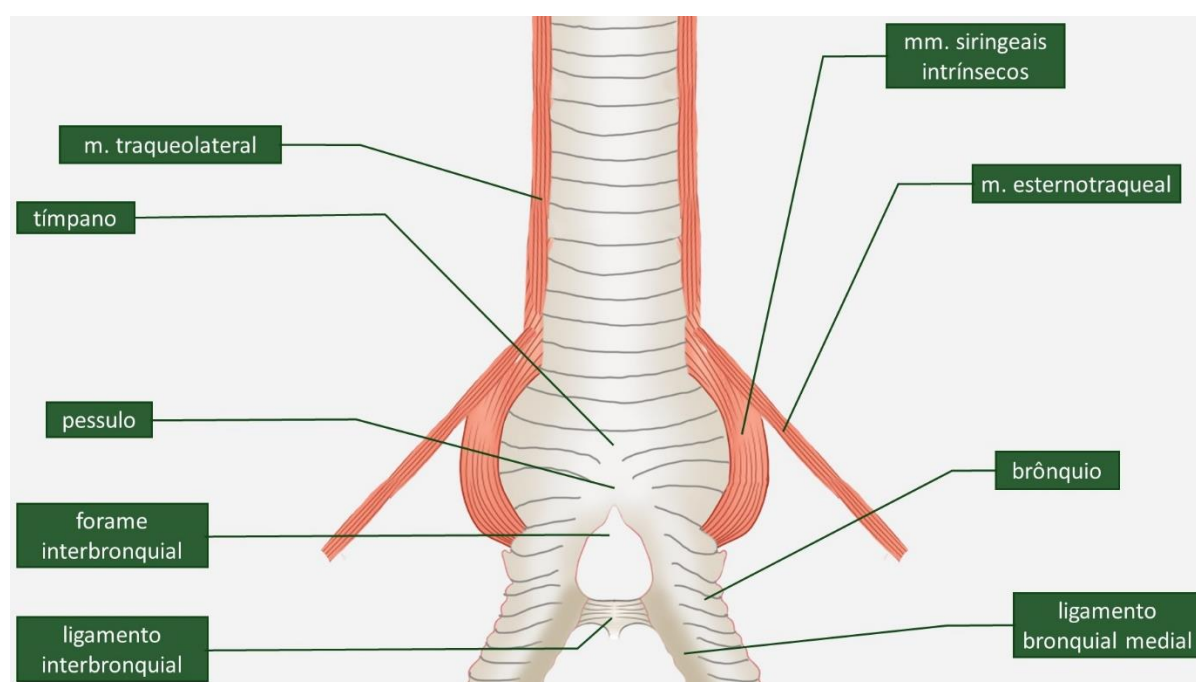


Figura 4 – Desenho esquemático da siringe (Adaptado de Lovette e Fitzpatrick, 2016).

### 1.1.5. Pulmões

Os pulmões das aves são relativamente pequenos, de coloração rosa brilhante e não expansíveis e não apresentam lobação (Figura 5) (König et al., 2016; Singh, 2018). Apresentam-se mais firmes do que os pulmões dos mamíferos por conterem muito mais cartilagem (König et al., 2016). Estão confinados na parte craniodorsal da cavidade corporal, situados próximos e profundamente endentados nas vértebras torácicas e costelas (König et al., 2016; Singh, 2018). Diferentemente dos pulmões dos mamíferos, os pulmões das aves não recobrem as superfícies laterais do coração (McLelland, 1990). A superfície convexa dorsal é moldada à curvatura das costelas; a superfície côncava ventral (septal) se localiza contra o septo horizontal e se volta para o esôfago, o coração e o fígado (Singh, 2018). Os pulmões são levemente fixados à parede corporal e ao septo horizontal que os limita por baixo (McLelland, 1990). Não existe cavidade pleural correspondente a dos mamíferos, pois a capacidade de expansão dos pulmões das aves é insignificante (König et al., 2016; Singh, 2018).

Os brônquios pulmonares são classificados em brônquios primários, brônquios secundários, parabônquios (brônquios terciários) e capilares aéreos (King, 1986; König et al., 2016). Os brônquios primários também são referidos como brônquios de primeira ordem (König et al., 2016). Eles penetram no septo horizontal e passam pelo pulmão até a margem caudal, onde se abrem para os sacos aéreos abdominais (McLelland, 1990; König et al., 2016). Os brônquios secundários, ou brônquios de segunda ordem, são emitidos pelos brônquios primários, e são interconectados por parabônquios, ou brônquios de terceira ordem, que são as unidades funcionais do pulmão aviário (McLelland, 1990; König et al., 2016). Os parabônquios são dispostos em uma matriz paralela de túbulos alongados, dos quais derivam seu nome alternativo de “tubos de ar”, que dentre suas características distintas estão: anastomose um com o outro; suas paredes contêm câmaras chamadas átrios; eles contêm unidades de troca de gás e seu diâmetro é uniforme dentro das espécies (König et al., 2016).

Os capilares aéreos estão intimamente entrelaçados entre capilares sanguíneos, ainda mais numerosos, e não existem túbulos ou tubos com extremidades cegas em qualquer lugar no pulmão das aves (King, 1966; König

et al., 2016). Os capilares aéreos de um parabrônquio estão circundados por septos de tecido conjuntivo e vasos sanguíneos em lóbulos irregulares, principalmente hexagonais; estes septos são incompletos, permitindo a livre anastomose entre os capilares aéreos de parabrônquios adjacentes (King, 1966).



Figura 5 – Vista dorsal dos pulmões de maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) (arquivo pessoal).

#### 1.1.6. Sacos aéreos

Sacos aéreos são cegos, possuem paredes finas (duas células de espessura) e representam ampliações do sistema bronquial que se estendem além do pulmão, numa relação muito próxima às vísceras torácicas e abdominais (Figura 6) (McLelland, 1990). Os divertículos de alguns sacos aéreos entram em vários ossos e até mesmo alcançam espaços intermusculares (König et al., 2016; Singh, 2018).

Os sacos aéreos funcionam para criar um fluxo unidirecional de ar através dos pulmões, o qual é importante para maximizar a extração de oxigênio (McLelland, 1990). Pela evaporação, também ajudam a reduzir a quantidade de calor produzida durante o voo e podem ter papéis subsidiários na produção de som, em demonstrações de cortejo e possivelmente no resfriamento dos testículos (Singh, 2018).

Na galinha há oito sacos aéreos, dois ímpares (saco aéreo cervical e clavicular) e três pares (sacos aéreos torácicos craniais, torácicos caudais e abdominais) (König et al., 2016). Na maioria dos passeriformes, os sacos aéreos torácicos craniais são fundidos ao clavicular, totalizando sete sacos aéreos (Sanches e Godoy, 2014), assim como no peru (King e Atherton, 1970).

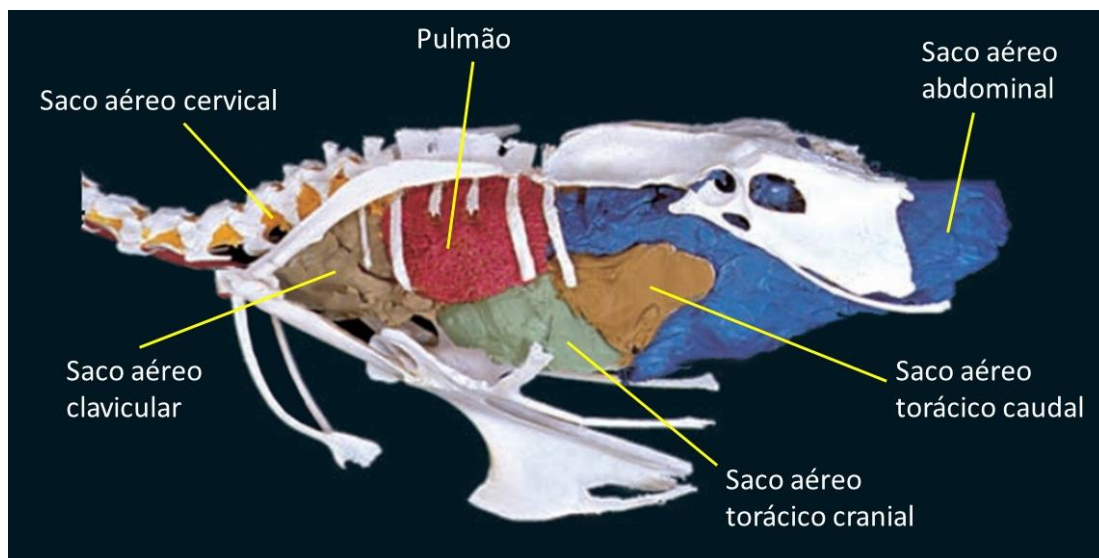


Figura 6 – Vista lateral dos sacos aéreos de galinha (Adaptado de König et al., 2016).

## 2. Características biológicas das aves deste estudo

### 2.1. Perdiz (*Rhynchotus rufescens*)

É uma ave da ordem Tinamiforme e família Tinamidae (Nishida et al., 2018). É adaptada à vida terrestre, frequentando campos e buritizais (Marques, 2014). Possui voo limitado devido às asas relativamente pequenas, mede entre 39 a 43 cm e pesa entre 700 e 1.040g. Assim como os outros tinamiformes, possui hábitos discretos, sendo a sua vocalização, em assobios curtos, utilizada principalmente para o canto territorial (Marques, 2014). Com seu bico forte e curvo, esta ave cava o solo em busca de raízes e tubérculos, alimentando-se ainda de insetos, sendo considerada um animal de hábito alimentar onívoro (Sick, 1997; Nishida et al., 2018). Os machos apresentam uma cor vinácia quando bem nutridos e são os mesmos que chocam os ovos (Sick, 1997).



Figura 7 - Perdiz (*Rhynchotus rufescens*). (Fonte: wikiaves.com)

## 2.2. Maritaca (*Psittacara leucophthalmus*)

Conhecida também como periquitão-maracanã, é uma ave da ordem Psitaciforme e família Psittacidae (Nishida et al., 2018). Nesta ave predomina a cor oliva, e quando adulta apresenta também manchas vermelhas distribuídas na cabeça e pescoço, medindo cerca de 32 cm da cabeça à cauda (Sick, 1997). Na região periocular, a pele é branca e não há penas (Nishida et al., 2018). Possui alimentação baseada em frutas e sementes e vive aos pares ou em bando, frequentando também áreas urbanas, onde controem seus ninhos em telhados e edifícios (Sick, 1997; Nishida et al., 2018).



Figura 8 - Maritaca (*Psittacara leucophthalmus*). (Fonte: wikiaves.com)

### 2.3. Carcará (*Caracara plancus*)

É uma ave de rapina campestre da ordem Falconiforme e família Falconidae que habita todo o território brasileiro, desde campos abertos e cerrados até zonas urbanas (Franzo et al, 2007). Possui cerca de 56 cm da cabeça à cauda e 123 cm de envergadura (Sick, 1997). Por ser um rapinante, possui características morfológicas para caça ativa, como pés e garras desenvolvidos, presença de bico robusto, curvo e afiado, e posição frontal dos olhos (Sick, 1997; Joppert, 2014). Os pés possuem grossas escamas para proteção contra ferimentos, dedos fortes, com garras curvas e são do tipo anisodáctilos, com três dedos voltados para frente e um dedo opositor posterior (hálux), que geralmente apresenta a garra mais longa (Sick, 1997). Os tendões flexores digitais e suas bainhas apresentam um mecanismo de catraca unidirecional que resiste à extensão digital quando os dedos se flexionam, o que possibilita que a ave agarre firmemente sua presa sem que haja necessidade de esforço muscular prolongado até que a presa esteja morta (Joppert, 2014).



Figura 9 - Carcará (*Caracara plancus*). (Fonte: avesderapinabrasil.com)

### 2.4. Seriema (*Cariama cristata*)

É uma ave da ordem Cariamiforme, campestre, típica do cerrado, de plumagem cinzenta com ligeira tonalidade parda ou amarelada, podendo medir até 70 cm de altura, 90 cm de envergadura e pesar até 1,5 kg (Sick, 1997). Não

possui dimorfismo sexual e seus hábitos alimentares são onívoros, podendo se alimentar de frutas, insetos, pequenos répteis e anfíbios (Nishida et al., 2018).



Figura 10 - Seriema (*Cariama cristata*). (Fonte: wikiaves.com)

#### 2.5. Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*)

É uma ave da ordem Cathartiforme, de penas pretas e cabeça e pescoço nus, cinza-escuros, que facilitam a higiene pessoal (Nishida et al., 2018). Mede até 62 cm de altura, com envergadura de 143 cm e podendo pesar até 1,6 kg (Sick, 1997). É uma ave de hábitos necrófagos, que vive em bando, e não apresenta dimorfismo sexual (Nishida et al., 2018).



Figura 11 - Urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). (Fonte: wikiaves.com)

### 3. REFERÊNCIAS

CASTELEYN, C.; CORNILLIE, P.; VAN CRUCHTEN, S.; VAN DEN BROECK, W.; VAN GINNEKEN, C.; SIMOENS, P. Anatomy of the upper respiratory tract in domestic birds, with emphasis on vocalization. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 47, n. 2, 2018. p. 100-109.

ÇEVİK-DEMIRKAN, A.; HAZIROĞLU, R.M.; KÜRTÜL, I. Gross morphological and histological features of larynx, trachea and syrinx in Japanese quail. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 36, n. 3, 2007. p. 215-219.

SINGH, B. **Dyce, Sack and Wensing's Textbook of veterinary**. 5th ed. Missouri: Elsevier, 2018. p. 786-790.

FRANK, T.; PROBST, A.; KÖNIG, H.E.; WALTER, I. The syrinx of the male mallard (*Anas platyrhynchos*): special anatomical features. **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 36, n. 2, 2007. p. 121-126.

FRANZO, V.S. et al. Análise biométrica do intestino do carcará (*Polyborus plancus*, Miller 1777). **Biotemas**, v. 20, n. 2, jun. 2007. p. 83-88.

GORISSEN, L.; EENS, M. (2005). Complex female vocal behaviour of great and blue tits inside the nesting cavity. **Behaviour**, v. 142, n. 4, 2005. p. 489-506.

JOPPERT, A.M. Accipitriformes, Falconiformes e Strigiformes (Gaviões, Águias, Falcões e Corujas). In: Cubas, Z.S.; Silva, J.C.R.; Catão-Dias, J.L. **Tratado de animais selvagens**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 470-474.

KABAK, M.; ORHAN, I.O.; HAZIROĞLU, R.M. The gross anatomy of larynx, tracheae and syrinx in the long-legged buzzard (*Buteo rufinus*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 36, n. 1, 2007. p. 27-32.

KING, A.S.; ATHERTON, J.D. The identity of the air sacs of the turkey (*Meleagris gallopavo*). **Acta Anatomica**, v. 77, n. 1, 1970. p. 78–91.

KING, A.S. Sistema respiratório das aves. In: Getty.; R.; Sisson, S.; Grossman J.D. **Sisson/Grossman Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. 1764-1793p.

KING, A.S. Structural and functional aspects of the avian lungs and air sacs. **International review of general and experimental zoology**, v. 2, 1966. 171-267p.

KÖNIG H.E.; KORBEL, R.; LIEBICH H. **Avian anatomy – textbook and colour atlas**, 2 ed. Sheffield: 5m Publishing, 2016. p. 122-123.

LOVETTE, I.J.; FITZPATRICK, J.W. **The Cornell lab of ornithology handbook of bird biology**. 3 ed. Oxford: Wiley, 2016. 188p.

MARLER, P.; HAMILTON, W.J. **Mechanisms of animal behavior**. London: Wiley & Sons Inc; 1966. p. 443-467.

MARLER, P.; SLABBEKOORN, H. **Nature's Music – The science of birdsong**. London: Elsevier; 2004. p. 18-19.

MARQUES, M.V.R. Tinamiformes (Codorna, Inhambu, Macuco, Jaó e Perdiz). In: Cubas, Z.S.; Silva, J.C.R.; Catão-Dias, J.L. **Tratado de animais selvagens**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 305-306.

MCLELLAND, J. **A colour atlas of avian anatomy**. Aylesbury: Wolfe Publishing, 1990. p. 95-119.

NISHIDA, S.M.; LOPES, L.F.; BACCHIM, G.T.; BOATO, J.P.S.; PAGNIN, D.; FONSECA, R.C.B.; ANTONELLI, V.R. **Guia de aves Botucatu e São Manuel**. Botucatu: Diagrama, 2018. p. 70-157.

SANCHES T.C.; GODOY S.N. Passeriformes (Canário, Sabiá, Pássaro-preto e Trinca-ferro). In: Cubas, Z.S.; Silva, J.C.R.; Catão-Dias, J.L. **Tratado de animais selvagens**. 2 ed. São Paulo: Roca, 2014. p. 626-628.

SICK, H. **Ornitologia brasileira, uma introdução**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1997. p. 792-912.

SILVA, J.P.; RAHAL, S.C.; CASTIGLIONI, M.C.R.; GONÇALVES, R.A.B.; DOICHE, D.P.; MORESCO, A.; MAMPRIM, M.J.; VULCANO, L.C. Radiography and computed tomography of the heart and lower respiratory tract in toco toucans (*Ramphastos toco*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 49, n. 4, 2020. p. 541-549.

WARNER, R.W. The anatomy of the syrinx in passerine birds. **Journal of Zoology**, v. 168, n. 3, 1972<sup>a</sup>. p. 381-393.

WARNER, R.W. The syrinx in family Columbidae. **Journal of Zoology**, v. 166, n. 3, 1972<sup>b</sup>. p. 385-390.

WHITE, S.S. Laringe. In: Getty.; R.; Sisson, S.; Grossman J.D. **Sisson/Grossman Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1986. 1772-1778p.

YILDIZ, H.; BAHADIR, A.; AKKOÇ, A. A study on the morphological structure of syrinx in ostriches (*Struthio camelus*). **Anatomia, Histologia, Embryologia**, v. 32, n. 3, 2003. p. 187-191.

## ARTIGO CIENTÍFICO 1

Trabalho publicado na revista *Anatomia, Histologia, Embryologia*.

DOI: 10.1111/ah.12940

### MORFOLOGIA DE TRAQUEIA E SIRINGE DE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*), MARITACA (*Psittacara leucophthalmus*) E SERIEMA (*Cariama cristata*). ESTUDO ANATÔMICO E DE MICROSCOPIA DE LUZ

#### Resumo

O objetivo do estudo foi descrever a anatomia macroscópica e microscópica da traqueia e siringe de perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) e seriema (*Cariama cristata*). Foram utilizados cinco exemplares adultos de cada espécie. A anatomia e corte histológico das siringes evidenciou sua classificação como traqueal na maritaca e traqueobronquial na perdiz e seriema. Dimorfismo sexual na siringe das espécies estudadas esteve ausente, provavelmente pelo fato de estar associado ao canto destas, que é igual entre machos e fêmeas. Foi concluído que as aves desta pesquisa possuíam várias características da traqueia e siringe em comum. Ademais, os achados em maritaca corroboram com as pesquisas nos demais psitacídeos. Em relação às técnicas histológicas, é imprescindível sua utilização para a identificação de estruturas da siringe que não podem ser notadas somente pela anatomia macroscópica.

**Palavras-chave:** anéis traqueais; aves; histologia; pessulo.

## 1. Introdução

A siringe é o órgão sonoro das aves (Singh, 2018). Tem grande importância para marcação territorial, reconhecimento de familiares, socialização da prole para fêmeas e atração de fêmeas para os machos (Gorissen & Eens, 2005; Marler & Hamilton, 1966).

A morfologia apresentada pela siringe já foi descrita em várias aves, como avestruz (*Struthio camelus*) (Yildiz et al., 2003), pato Mallard (*Anas platyrhynchos*) (Frank et al., 2007), passeriformes e columbidae (Warner, 1972a; 1972b), bútio-rabo-canela (*Buteo rufinus*) (Kabak et al., 2007), codorna japonesa (Çevik-Demirkan et al., 2007) e galinha (King, 1986; König et al., 2016; Singh, 2018).

A siringe está situada na bifurcação da traqueia, para dentro dos brônquios primários esquerdo e direito, imediatamente na entrada do celoma e suspensos dentro do saco aéreo clavicular (Singh, 2018). Sua característica mais notável é um marcante estreitamento lateral (King, 1986). Geralmente os últimos anéis traqueais são considerados parte da siringe os anéis subsequentes não estão mais completos (König et al., 2016; Singh, 2018). Em vez disso, eles são unidos em uma ou ambas extremidades por uma ponte mediana conhecida como pessulo (König et al., 2016). Em psitacídeos, o pessulo está ausente (Singh, 2018). Estendendo-se cranialmente ao pessulo há uma prega da mucosa denominada membrana semilunar (König et al., 2016). Juntos, os componentes cartilagosos da siringe formam o tímpano (King, 1986). As membranas timpaniformes lateral esquerda e direita se estendem do tímpano para o lado lateral das cartilagens brônquicas e as membranas timpaniformes mediais emparelhadas passam do pessulo para o aspecto medial (incompleto) das cartilagens brônquicas (König et al., 2016).

A anatomia da siringe possui variações que podem ser classificadas como traqueal (dois músculos siringeais e um par de membranas timpânicas laterais), bronquial (um par de músculos siringeais e um par de membranas timpânicas medial e lateral em cada brônquio) e traqueobronquial (vários pares de músculos siringeais) (Suthers & Hector, 1985; King, 1989).

Tendo em vista a importância da descrição anatômica das diferentes espécies de aves, este trabalho tem como objetivo descrever a anatomia e

histologia da siringe de perdiz (*Rhynchotus rufescens*), maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) e seriema (*Cariama cristata*), por serem espécies nativas do cerrado brasileiro, sem diferenciação do canto entre machos e fêmeas (Nishida et al., 2018; Oliveira, 2022; Martos-Martins, 2022; Legal, 2022).

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Animais**

Foram utilizados cinco exemplares (três machos e duas fêmeas) de Maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), perdiz (*Rhynchotus rufescens*) e seriema (*Cariama cristata*), adultos, obtidos pelo Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu. As aves foram cedidas após o óbito, por causas não inerentes a este estudo. Destaca-se que a metodologia adotada no desenvolvimento do presente trabalho foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP (protocolo nº 1218/2019). O projeto obteve também autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, divisão do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (nº 79874-1).

### **2.2. Estudos anatômicos e histológicos**

Para os estudos anatômicos, as aves foram conservadas em paraformaldeído a 10% por 24 h e, posteriormente, foi realizada a remoção da traqueia e siringe de cada indivíduo, para identificação e comparação das estruturas. A nomenclatura anatômica usada neste estudo seguiu a Nomina Anatomica Avium (Baumel et al., 1993).

Para os estudos histológicos, as aves foram dissecadas e a traqueia com siringe foi removida e fixada em paraformaldeído a 4% por 24 h e submetida à rotina para inclusão em Paraplast™ (Sigma, St. Louis, MO, USA) e microtomia para a obtenção de cortes de 5 µm de espessura, em seguida foram destinados ao estudo histológico. Os cortes histológicos foram corados com hematoxilina e eosina e tricrômico de Masson.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Elementos esqueléticos da siringe**

Todas as aves apresentaram anéis traqueais completos. A siringe foi localizada entre o último anel traqueal e o primeiro anel brônquico esquerdo e direito, dorsalmente ao coração e ventralmente ao esôfago. Os anéis traqueais formaram o tímpano junto com a primeira cartilagem bronquial. O pessulo é uma ponte mediana fundida com o tímpano e foi encontrado apenas na seriema (figura 1C).

Na maritaca foi encontrada a membrana timpaniforme lateral, lateralmente às cartilagens traqueossiringeais e medialmente aos músculos siringeais, percorrendo até o primeiro anel brônquico (figuras 1A, 2A). Na perdiz e na seriema foi encontrada a membrana timpaniforme lateral, medialmente às cartilagens traqueossiringeais laterais, e a membrana timpaniforme medial, medialmente na bifurcação brônquica (figuras 1B, 1C).

Os anéis cartilagosos brônquicos apresentaram-se incompletos, sendo unidos pelo ligamento bronquial medial (figura 2).

#### **3.2. Musculatura da siringe**

A musculatura da siringe consistiu em músculos extrínsecos e intrínsecos. Os músculos extrínsecos foram pareados, sendo o esternotraqueal e traqueolateral. O músculo esternotraqueal se apresentou apenas na seriema (figura 2C). Se originou no esterno e se inseriu em cada lado da traqueia, cranialmente ao tímpano. O músculo traqueolateral se apresentou nas três aves (figura 2). Foi localizado nas superfícies laterais da traqueia e teve aparência fina. Sua origem se deu nas superfícies laterais da laringe e inserção próximo à fixação craniana dos músculos intrínsecos, na maritaca, enquanto na perdiz e seriema se inseriu lateralmente à siringe.

Músculos intrínsecos foram encontrados apenas na maritaca, sendo os músculos siringeanos, localizados lateralmente à siringe e medialmente aos músculos traqueolaterais. Sendo pares, possuíram origem nos últimos anéis traqueais e inserção no tímpano (figuras 1A, 2A).

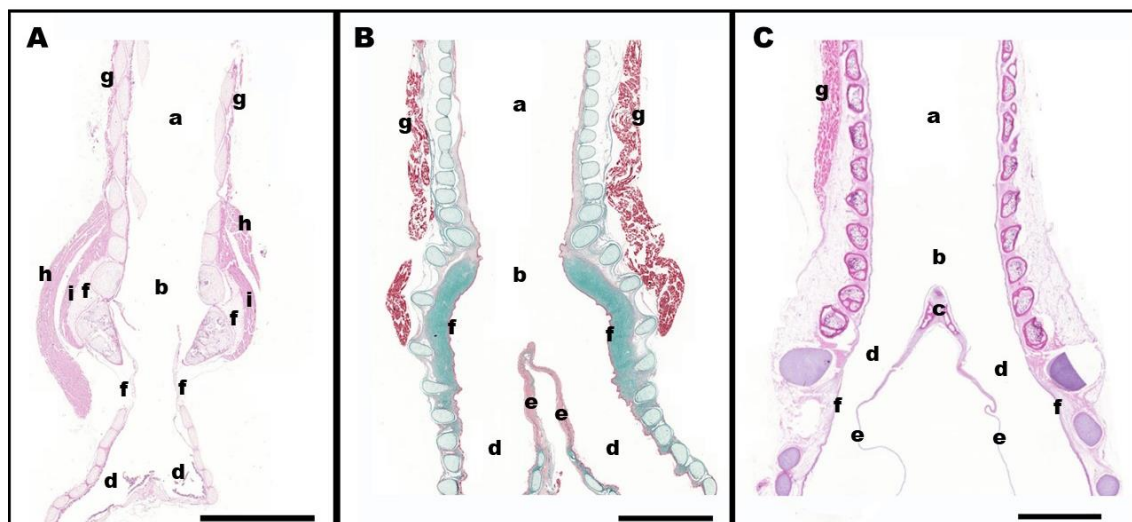


FIGURA 1 – Imagem histológica da siringe de maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) (A), corada em HE, perdiz (*Rhynchotus rufescens*) (B), corada em Tricrômio de Masson, e seriema (*Cariama cristata*) (C) corada em HE. a – traqueia; b – tímpano; c – pessulo; d – brônquio; e – membrana timpaniforme medial; f – membrana timpaniforme lateral; g – músculo traqueolateral; h – músculo siringeal superficial; i – músculo siringeal profundo. Bar = 2000  $\mu$ m.

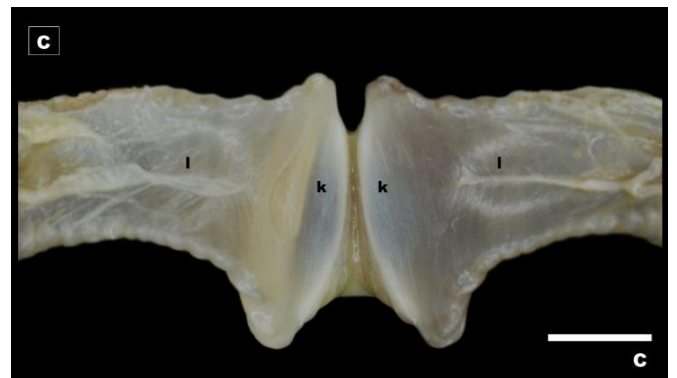
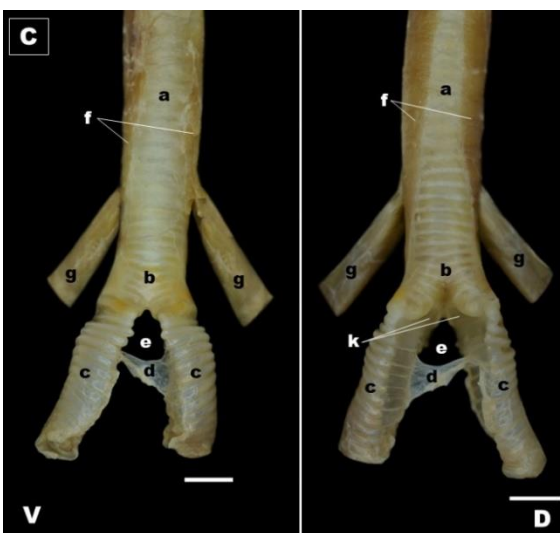
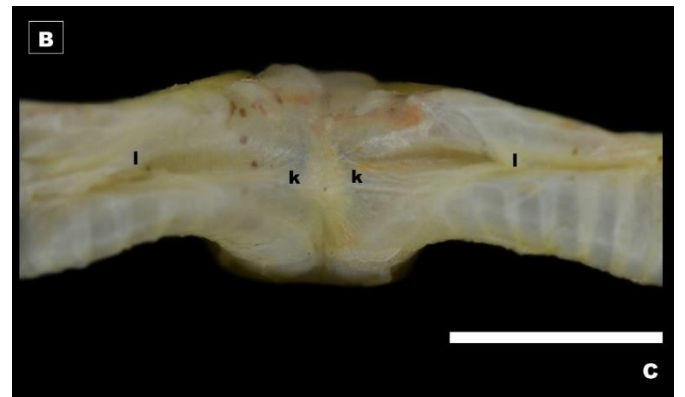
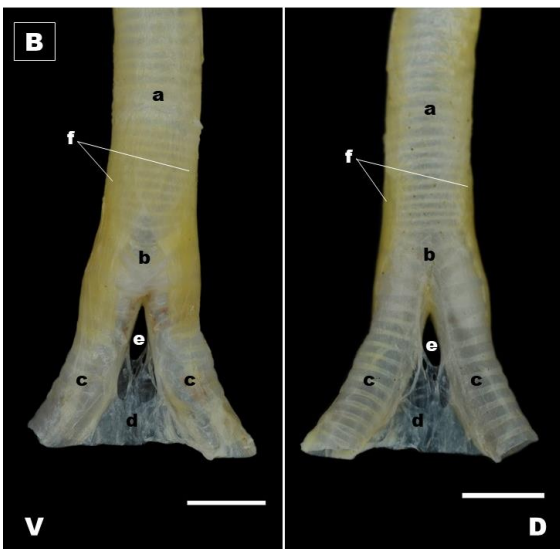
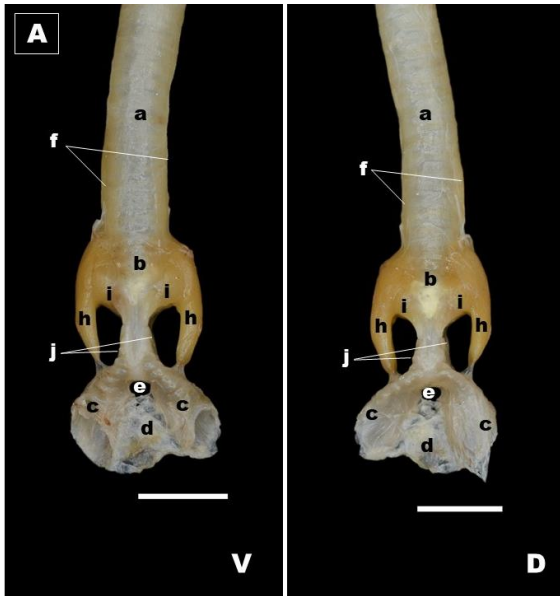


FIGURA 2 – Imagem da siringe de maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) (A), perdiz (*Rhynchotus rufescens*) (B) e seriema (*Cariama cristata*) (C) nas vistas ventral (V), dorsal (D) e caudal (C). a – traqueia; b – tímpano; c – brônquio; d – ligamento interbronquial; e – forame interbronquial; f – músculo traqueolateral; g – músculo esternotraqueal; h – músculo siringeal superficial; i – músculo siringeal profundo; j – membrana timpaniforme lateral; k – membrana timpaniforme medial; l – ligamento bronquial medial. Bar = 0,5 cm.

### 3.3. Histologia

Na perdiz e na seriema, a siringe se caracterizou como sendo do tipo traqueobronquial, já na maritaca se caracterizou como sendo do tipo traqueal.

A túnica adventícia foi constituída por tecido conjuntivo frouxo em maritaca, seriema e perdiz associado a tecido adiposo nas maritacas e seriemas (figuras 3A, 3B, 3C, 3D, 3E, 3F).

A túnica muscular da traqueia foi composta por camada muscular longitudinal nas perdizes, maritacas e seriemas (figuras 3A, 3B, 3C).

A túnica muscular da siringe foi observada nas maritacas e representadas por duas camadas. (figura 3D).

As camadas de submucosa exibiram porção externa composta de tecido conjuntivo frouxo na seriema e maritaca, além de tecido conjuntivo frouxo nas perdizes passando a se tornar tecido conjuntivo denso não modelado entre os anéis traqueais, tanto nas seriemas quanto nas perdizes. Os anéis traqueais eram completamente cartilagosos na perdiz e ossificados com medula óssea até a porção inicial de brônquios na seriema e nos dois últimos anéis traqueais nas maritacas (figuras 3A, 3B, 3C, 3D, 3F).

Ainda, os anéis eram ausentes em região medial cranial aos brônquios, sendo substituídos por tecido conjuntivo denso não modelado e pouco vascularizado, representado pela membrana timpaniforme medial nas seriemas (figura 3J). O mesmo ocorre na porção lateral externa aos dois últimos anéis traqueais até porção inicial da carina, onde é ausente o anel traqueal, permanecendo apenas tecido conjuntivo frouxo, representando a membrana timpaniforme lateral nas maritacas (figura 3D).

Ainda, em especial nas seriemas, a região de parede lateral brônquica evidenciou área focal de tecido conjuntivo denso que se estendeu para a lâmina própria, respectivo à membrana timpaniforme lateral (figura 3F). Já nas perdizes houve camada espessa de tecido conjuntivo denso não modelado em face interior das últimas cartilagens traqueais até o início lateral de brônquios, representando a membrana timpaniforme lateral nesta espécie (figura 3E). Em face medial inicial dos brônquios não apresentou anéis traqueais, sendo substituídos por tecido conjuntivo denso (figura 3I).

A submucosa da porção de carina da seriema exibiu tecido cartilaginoso não demarcado e circundado por tecido conjuntivo denso, respectivo ao pessler (figura 3H). Já nas perdizes essa região foi representada por tecido conjuntivo denso (figura 3G).

A camada epitelial traqueal foi composta por epitélio pseudoestratificado ciliado nas maritacas e nas perdizes, por vezes simples colunar, e cúbico ciliado nas seriemas. Com glândulas calciformes em permissão visto nas três espécies (figuras 3A, 3B, 3C).

A membrana timpaniforme medial é revestida com epitélio cúbico ciliado e a lateral pseudoestratificado colunar ciliado em perdizes, sendo pavimentoso simples nas seriemas e maritacas (figuras 3D, 3E, 3F, 3I).

O epitélio desta membrana voltou a ser predominantemente simples colunar ciliado em brônquios de perdizes e maritaca a cúbico ciliado ao passo que avança para brônquios distais.

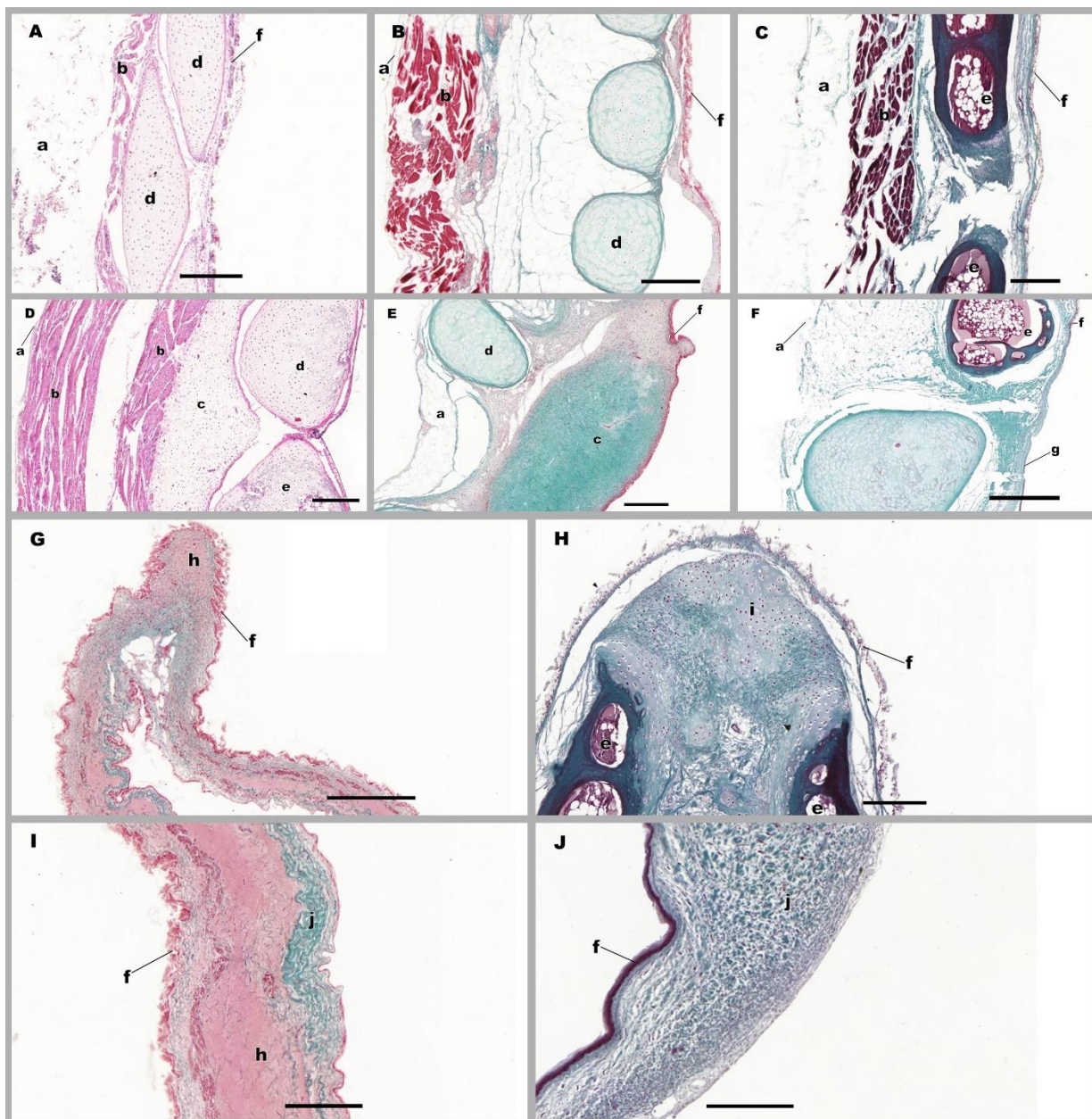


FIGURA 3 - Histologia da parede da traqueia de maritaca (bar=200  $\mu$ m) (A), perdiz (bar=200  $\mu$ m) (B) e seriema (bar=200  $\mu$ m) (C), parede da siringe de maritaca (bar=200  $\mu$ m) (D), perdiz (bar=200  $\mu$ m) (E) e seriema (bar=500  $\mu$ m) (F), pessulo de perdiz (bar=200  $\mu$ m) (G) e seriema (bar=200  $\mu$ m) (H), e membrana timpaniforme medial de perdiz (100  $\mu$ m) (I) e seriema (100  $\mu$ m) (J). a – túnica adventícia; b – camada muscular; c – membrana timpaniforme lateral (tecido conjuntivo frouxo); d – anel traqueal cartilaginoso; e – anel traqueal ósseo; f – camada epitelial; g – membrana timpaniforme lateral (tecido conjuntivo denso); h – tecido conjuntivo frouxo; i – tecido cartilaginoso; j – membrana timpaniforme medial (tecido conjuntivo denso). Coloração em HE em maritaca e Masson em perdiz e seriema.

#### 4. Discussão

Este estudo comparou a anatomia da siringe entre perdiz, maritaca e seriema. Em todas as aves deste estudo ela se apresentou com a mesma topografia. Na perdiz e na seriema, a siringe se caracterizou como sendo do tipo traqueobronquial, assim como no pato Mallard (Mohamed, 2017), ganso (*Anser anser domesticus*) (Hazirolu et al., 2010), bútio-rabo-canela (*Buteo rufinus*) (Kabak et al., 2007), engole-malagueta (*Pycnonotus barbatus*), pomba indígena (*Columba domestica*) (Al-Badri, 2014), galinha d'angola (Bottino et al., 2006), peru (*Meleagris gallopavo*) (Ragab et al., 2016) e ema (*Rhea americana*) (Picasso & Carril, 2013). Em geral passeriformes canoros possuem esse tipo de siringe (Warner, 1972a).

A siringe da maritaca se caracterizou como sendo do tipo traqueal, assim como a de outros psitacídeos (Gaunt & Gaunt, 1985). Contudo isto pode ser uma classificação subjetiva, pois uma vez que a siringe pode não ser muito nítida, a atribuição exclusiva aos tipos traqueal, bronquial ou traqueobronquial é muitas vezes controversa. Há pesquisas que afirmam que psitacídeos possuem siringe do tipo traqueobronquial (Nottebohm, 1976).

Nenhuma das aves estudadas apresentou siringe do tipo bronquial. Alguns exemplos de aves com esta siringe são o guácharo (*Steatornis caripensis*) (Suthers & Hector, 1985), pinguins (Spheniscidae), boca-de-sapo (Podargidae), urutaus (Nyctibiidae), aves das famílias Aegothelidae e Caprimulgidae, várias corujas e alguns cucos (Suthers, 1994). Em algumas dessas espécies, a porção cranial do brônquio é bastante longa e contém anéis cartilagosos completos que implicam algum grau de rigidez, sugerindo que poderia atuar como um filtro ressonante do som da siringe (Suthers, 1994).

Em passeriformes, o pessulo é bem desenvolvido e ósseo, fornecendo uma fixação rígida para as membranas presas à sua base, mas variando muito em sua forma e extensão (Warner, 1972a). Na ema, foi observado que o pessulo é formado por tecido ósseo e cartilaginoso (Picasso & Carril, 2013). No entanto, uma pesquisa em avestruz detectou que seu pessulo é apenas uma estrutura de tecido conjuntivo, provavelmente devido ao avestruz não ser uma ave canora e, portanto, nenhuma estrutura óssea ou cartilaginosa é necessária para manter o pessulo firme (Yildiz et al., 2003). O pessulo da seriema se apresentou bastante

desenvolvido, sendo formado por cartilagem, enquanto na perdiz é substituído por tecido conjuntivo. Na maritaca, o pessulo esteve ausente, o que corrobora com o fato de os psitacídeos não apresentarem esta estrutura (Gaunt & Gaunt, 1985; Singh, 2018).

Forame interbronquial é encontrado em várias aves canoras (Warner, 1972a), engole-malagueta (Al-Badri et al., 2014), pato Mallard (Mohamed, 2017), ema (Picasso & Carril, 2013), bütio-rabo-canela (Kabak et al., 2007) e está ausente no avestruz, provavelmente pelo fato de ser uma ave não canora, já que esse forame ajuda a membrana timpaniforme lateral a vibrar e produzir som (Yildiz et al., 2003). Já a perdiz, maritaca e seriema apresentaram este forame, o que condiz com o fato de possuírem uma considerável vocalização (Martos-Martins, 2022; Oliveira, 2022; Legal, 2022).

Membranas timpaniformes mediais estão situadas na face medial da região rostral de cada brônquio e as membranas timpaniformes laterais estendem-se sobre a área lateral e dorsal entre os anéis cartilagosos traqueosiringeais (Al-Badri et al., 2014). Ambas estão presentes em passeriformes (Warner, 1972a), engole-malagueta, pombo (Al-Badri et al., 2014), ganso (Hazirolu et al., 2010) e peru (Ragab et al., 2016). A perdiz apresentou os dois tipos, enquanto a seriema apresentou apenas as membranas timpaniformes mediais, ambas na mesma localização que as demais aves. Em relação aos psitacídeos, não há consenso no número de membranas funcionais (Gaunt & Gaunt, 1985). Há pesquisas que afirmam que os dois tipos estão presentes (King & McLelland, 1989) e outras que afirmam que as únicas membranas funcionais são as timpaniformes laterais (Gaunt & Gaunt, 1985). Na maritaca foi identificada apenas a membrana timpaniforme lateral.

Músculos siringeais são pareados nos lados esquerdo e direito e se dividem em dois grupos, extrínsecos e intrínsecos (Yildiz et al., 2003). Os músculos extrínsecos, esternotraqueal e traqueolateral, estão presentes na ema (Picasso & Carril, 2013), galinha d'angola (Bottino et al., 2006), guácharo (Suthers & Hector, 1985), ganso (Hazirolu et al., 2010) e columbidae (Warner, 1972b). Tal afirmação corrobora com os achados em seriema.

O músculo esternotraqueal é o único extrínseco na codorna-japonesa (Çevik-demirkan et al., 2007), avestruz (Yildiz et al., 2003). Em psitacídeos isto também é descrito (Gaunt & Gaunt, 1985), porém há uma discordância em

relação à maritaca estudada, pois ela apresenta apenas o músculo traqueolateral, assim como a perdiz.

Em passeriformes, os músculos intrínsecos são poderosos e percorrem de um anel siringeal a outro, regulando a tensão das membranas timpânicas mediais e controlando a configuração da via aérea (Warner, 1972). Na ema, um único par de músculos intrínsecos foi observado, o qual consistiu em bandas musculares largas e finas com trajeto oblíquo, que se estendiam da região dorsal das cartilagens traqueais (imediatamente anterior ao tímpano) para a superfície ventral das três primeiras cartilagens broncossiringeais (Picasso & Carril, 2013). Da mesma forma que foi descrito em psitacídeos (Gaunt & Gaunt, 1985), na maritaca também foram encontrados os músculos siringeais superficiais e profundos, com a mesma topografia.

Espécies que não possuem músculos siringeais intrínsecos funcionais supostamente são capazes apenas de fazer ruídos simples (grunhidos, silvos), tais como cegonhas, abutres do novo mundo, galinhas, gansos e avestruzes (Appel, 1929; Haziroglu et al., 2010; McLelland, 1990; Salomon, 1993; Gill, 1995; Yildiz et al., 2003). Perdiz e seriema também foram exemplos de aves sem estes músculos, porém, diferentemente da perdiz, as vocalizações da seriema são sequências de notas tonais longas, intensas e estruturalmente complexas (Redford & Peters, 1986; Legal, 2022; Martos-Martins, 2022).

Em relação à histologia, foram observadas semelhanças da túnica adventícia das aves deste estudo com a do avestruz (Yildiz et al., 2003), sendo composta de tecido conjuntivo frouxo. A túnica muscular da traqueia e siringe, nas aves deste estudo, foi composta por camada muscular longitudinal, apresentando semelhanças com codorna-japonesa, porém nela também estiveram presentes músculos transversais (Çevik-demirkan et al., 2007). A maritaca foi a única espécie deste estudo que apresentou duas camadas de túnica muscular. As camadas de submucosa apresentaram tecido conjuntivo frouxo em todas as aves do estudo, assim como em avestruz (Yildiz et al., 2003) e codorna-japonesa (Çevik-demirkan et al., 2007).

Nas aves deste estudo, os anéis traqueais apresentaram-se ossificados com medula óssea até a porção inicial de brônquios apenas na seriema e nos dois últimos anéis traqueais nas maritacas. Esta ossificação também é visível

em galinha, gaivota-prateada (*Larus argentatus*) e em passeriformes (Nickel et al., 1992).

Não foi encontrado nenhum dimorfismo sexual na traqueia e siringe de maritaca, perdiz e seriema, assim como pesquisas realizadas em codorna-japonesa (*Coturnix coturnix japonicum*) (Çevik-demirkan et al., 2007), arau-comum (*Uria aalge*), airo de Brünnich (*Uria lomvia*) (Miller et al., 2008), papagaio-do-mangue (*Amazona amazonica*) (Nottebohm, 1976) e galinha (Appel, 1929). O oposto foi observado em pesquisas realizadas com galinha d'angola (*Numida meleagris*) (Bottino et al, 2006), onde o macho apresenta um número de cartilagens craniais e intermediárias mais elevado que as fêmeas, favorecendo assim a sua amplificação do som. Uma pesquisa realizada com pomba-de-colarinho (*Streptopelia decaocto*) (Ballintijn & Cate, 1997) afirmou que a fêmea desta espécie apresenta um aparato vocal reduzido em relação ao macho, além disso, o comprimento e a altura dos brônquios não diferem entre os sexos, mas são bilateralmente assimétricos apenas nos machos. A siringe do pato Mallard (*Anas platyrhynchos*) é caracterizada por um notável dimorfismo sexual, nos machos uma grande bula óssea está presente no lado siringeano esquerdo (Frank et al., 2006; Mohamed, 2017). Acredita-se que esta funciona como câmara de ressonância (König et al., 2016). Nas aves desta pesquisa a ausência de dimorfismo sexual provavelmente está associada ao canto destas espécies, sendo iguais entre machos e fêmeas (Martos-Martins, 2022; Oliveira, 2022; Legal, 2022).

Pode-se concluir, com este estudo, que apesar de serem de ordens diferentes, maritaca, perdiz e seriema possuem várias características da traqueia e siringe em comum, o que condiz com o fato de que a vocalização é muito importante nestas espécies. Ademais, os achados em maritaca corroboram com as pesquisas nos demais psitacídeos, reafirmando as semelhanças entre cada espécie estudada desta ordem. Em relação às técnicas histológicas, é imprescindível sua utilização para a identificação de estruturas da siringe que não podem ser notadas somente pela anatomia macroscópica.

### **Conflito de interesse**

Não há nenhum conflito de interesses.

## Agradecimento

O presente trabalho foi realizado com a doação dos animais pelo Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, e teve apoio por meio da bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## 5. Referências

Al-Badri, A. M. S. (2014). Macroscopic study of syrinx in the common bulbul (*Pycnontus barbatus*) and indigenous pigeon (*Columba domestica*). *Al-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 13(1), 88-93.

Appel, F. W. (1929). Sex dimorphism in the syrinx of the fowl. *Journal of Morphology*, 47(2), 497-517.

Ballintijn, M. R. & Cate, C.T. (1997). Sex differences in the vocalizations and syrinx of the collared dove (*Streptopelia decaocto*). *The Auk*, 114(1), 22-39. doi:10.2307/4089062

Baumel, J. J., King, A. S., Breazile, J. E., Evans, H. E., & Berge. *Nomina Anatomica Avium*. London, UK: Academic Press.

Bottino, F., Artoni, S. M. B., Oliveira, D., Franzo, V. S., Pacheco, M. R., Orsi, A. M. & Amoroso, L. (2006). Influência do dimorfismo sexual sobre a morfologia da siringe de galinha d'angola (*Numida meleagris*). *Ciência Rural*, 36(5), 1424-1428.

Çevik-demirkan, A.; Haziroğlu, R. M. & Kürtül, I. (2007). Gross morphological and histological features of larynx, trachea and syrinx in Japanese quail. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 36(3), 215-219. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00758.x

SINGH, B. Dyce, Sack and Wensing's Textbook of veterinary. 5th ed. Missouri: Elsevier, 2018. p. 786-790.

Frank, T., Probst, A., König, H.E. & Walter, I. (2007). The syrinx of the male mallard (*Anas platyrhynchos*): special anatomical features. *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 36(2), 121-126. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00701.x

Gaunt, A. S. & Gaunt, S. L. L. (1985). Electromyographic studies of the syrinx in parrots (Aves, Psittacidae). *Zoomorphology*, 105(1) 1-11. doi:10.1007/bf00312067

Gill, F. B. (1995). Ornithology. New York, USA: W.H. Freeman and Company.  
Gorissen, L. & Eens, M. (2005). Complex female vocal behaviour of great and blue tits inside the nesting cavity. *Behaviour*, 142(4), 489-506. <https://doi.org/10.1163/1568539054012056>

Kabak, M., Orhan, I. O. & Hazirolu, R. M. (2007). The gross anatomy of larynx, tracheae and syrinx in the long-legged buzzard (*Buteo rufinus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 36(1), 27-32. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00708.x

König H. E., Korbelt, R. & Liebich, H. (2016). Avian anatomy – textbook and colour atlas (2nd ed). Sheffield: 5m Publishing.

King A. S. & McLelland, J. (1989). Form and Function in Birds. Vol. 4. London: Academic Press.

King, A. S. (1986). Respiratory system of birds. In: Getty.; R., Sisson, S. & Grossman J. D. *Sisson and Grossman's Anatomy of the Domestic Animals* (5th ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Legal, E. (2022, september 25). [WA195261, *Rhynchotus rufescens* (Temminck, 1815)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Retrieved from <http://www.wikiaves.com/195261>

Marler, P. & Hamilton, W. J. (1966). *Mechanisms of animal behavior*. London: Wiley & Sons Inc.

Martos-Martins, R. (2022, september 25). [WA1665159, *Cariama cristata* (Linnaeus, 1766)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Retrieved from <http://www.wikiaves.com/1665159>

McLelland, J. (1990). *Avian Anatomy*. England: Wolfe Publishing Ltd.

Miller, E. H., Seneviratne, S. S., Jones, I. L., Robertson, G. J. & Wilhelm, S. I. (2008). Syringeal anatomy and allometry in murrelets (Alcidae: Uria). *Journal of Ornithology*, 149(4), 545-554. DOI:10.1007/s10336-008-0304-z

Mohamed, R. (2017). Sexual dimorphism in the anatomical features of the Syrinx in the White Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*). *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinarian Medicine*, 5(5), 78-85.

Nottebohm, F. (1976). Phonation in the orange-winged Amazon parrot, *Amazona amazonica*. *Journal of Comparative Physiology*, 108(2), 157-170. <https://doi.org/10.1007/BF02169046>

Haziroglu R. M., Onuk, B. & Kabak, M. (2010). The gross anatomy of larynx, tracheae and syrinx in goose (*Anser anser domesticus*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(3), 444-450. DOI:10.9775/kvfd.2009.917

Nickel R., Schummer A. & Seiferle E. (1992). *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*, Band V: Anatomie der Vögel, 2nd. Ed. Berlin: Verlag Paul Parey.

Nishida, S. M., Lopes, L. F., Bacchim, G. T., Boato, J. P. S., Pagnin, D., Fonseca, R. C. B., Antonelli, V. R. (2018). *Guia de aves Botucatu e São Manuel*. Botucatu: Diagrama.

Oliveira, D. M. (2022, september 25). [WA1463862, *Psittacara leucophthalmus* (Stattus Muller, 1776)]. Wiki Aves - A Enciclopédia das Aves do Brasil. Retrieved from <http://www.wikiaves.com/1463862>

Picasso, M. B. J. & Carril, J. (2013). The peculiar syrinx of *Rhea americana* (greater rhea, Palaeognathae). *Vertebrate Zoology*, 63(3) 321-327.

Ragab, A. S., Reem, R. T., Rezk, M. H. & Nora, A. S. (2016). The Gross Anatomy of the syrinx of the turkey. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(6), 82-90.

Redford, K. H. & Peters, G. (1986). Notes on the biology and song of the Red-legged Seriema (*Cariama cristata*). *Journal of Field Ornithology*, 57(4), 261–269.

Salomon, F. V. (1993). *Lehrbuch der Geflügelanatomie*. Jena: Fischer Verlag.

Suthers, R. A. (1994). Variable asymmetry and resonance in the avian vocal tract: a structural basis for individually distinct vocalizations. *Journal of Comparative Physiology A*, 175(4), 457-466. <https://doi:10.1007/bf00199253>

Suthers, R. A. & Hector, D. H. (1985). The physiology of vocalization by the echolocating oilbird, *Steatornis caripensis*. *Journal of Comparative Physiology A*, 156(2), 243-266. <https://doi.org/10.1007/BF00610867>

Warner, R. W. (1972a). The anatomy of the syrinx in passerine birds. *Journal of Zoology*, 168(3), 381-393. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1972.tb01353.x>

Warner, R. W. (1972b). The syrinx in family Columbidae. *Journal of Zoology*, 166(3), 385-390. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1972.tb03107.x>

Yildiz, H., Bahadır, A. & Akkoç, A. (2003). A study on the morphological structure of syrinx in ostriches (*Struthio camelus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 32(3), 187-191. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0264.2003.00462.x>

## ARTIGO CIENTÍFICO 2

Trabalho a ser enviado para a revista *Anatomia, Histologia, Embryologia*.  
Normas disponíveis em  
[onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14390264/homepage/forauthors.html](http://onlinelibrary.wiley.com/page/journal/14390264/homepage/forauthors.html)

### **AVALIAÇÃO TOMOGRÁFICA DA TRAQUEIA E SIRINGE DE MARITACA (*Psittacara leucophthalmus*), PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*), SERIEMA (*Cariama cristata*), CARCARÁ (*Caracara plancus*) e URUBU-DE-CABEÇA-PRETA (*Coragyps atratus*)**

#### **Resumo**

O objetivo deste estudo foi descrever e comparar a morfologia e topografia da traqueia e siringe por meio do exame tomográfico de cinco espécies de aves. Cinco exemplares de cada espécie foram utilizados neste estudo, incluindo maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), perdiz (*Rhynchotus rufescens*), seriema (*Cariama cristata*), carcará (*Caracara plancus*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*). Foram descritos, por tomografia, o trajeto traqueal, topografia da siringe e o diâmetro luminal, espessura da parede da traqueia, da siringe e dos brônquios principais, e sua musculatura. Nas imagens tomográficas o trajeto traqueal foi avaliado no plano transversal e dorsal, todas as aves apresentaram trajeto inicial no aspecto ventral do pescoço, diferenciando em sua porção média entre as espécies e retornando à posição ventral na entrada do celoma. O diâmetro traqueal variou entre as espécies, apresentando menor diâmetro de todo segmento traqueal nas maritacas. A siringe foi observada em todas as espécies estudadas exceto no urubu. Quando encontrada, a siringe foi melhor avaliada no plano transversal, sendo identificada pelo maior espessamento da parede traqueal em região da bifurcação, tendo a localização em aspecto cranial à bifurcação (siringe do tipo traqueal) na maritaca, e em região de transição da parede traqueal e brônquios principais (siringe do tipo

traqueobronquial) em perdiz, carcará e seriema. A espessura da parede da siringe foi maior no carcará e menor na perdiz. Pôde-se concluir que os dados obtidos, por meio desta pesquisa, serão uteis para identificação das características anatômicas das espécies estudadas, podendo auxiliar em acessos cirúrgicos traqueais. Ademais, a tomografia computadorizada da traqueia se torna útil para definir, através do diâmetro luminal mais estreito, a espessura ideal do tubo traqueal a ser usado.

**Palavras-chave:** aves, siringes, tomografia computadorizada, trato respiratório.

## 1. Introdução

Maritaca (*Psittacara leucophthalmus*), perdiz (*Rhynchotus rufescens*), seriema (*Cariama cristata*), carcará (*Caracara plancus*) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) são aves da fauna brasileira que habitam o cerrado (Nishida, et al., 2018).

A traqueia é um órgão do sistema respiratório sustentado por uma série de anéis cartilagosos. Tem início caudalmente à cartilagem cricoide e no final se bifurca em dois brônquios primários dorsalmente à base do coração (König et al., 2016; Singh, 2018). Seus anéis traqueais são interconectados por vários músculos, como o músculo traqueolateral, que percorre lateralmente todo o comprimento da traqueia, e o músculo esternotraqueal direito e esquerdo, que tem origem no aspecto cranial lateral do esterno e inserção no plano mediano da traqueia, cranialmente à siringe (McLelland, 1990).

A siringe, órgão sonoro das aves, é formada pelos últimos anéis traqueais e os primeiros anéis bronquiais (König et al., 2016). As cartilagens traqueais da siringe são robustas, mas as cartilagens bronquiais estão praticamente ausentes, apesar de o pessulo, uma pequena barra vertical, separar as aberturas bronquiais (Singh, 2018). As paredes lateral e medial dos segmentos iniciais dos brônquios são membranosas e produzem a voz quando vibram (König et al., 2016; Singh, 2018).

A anatomia da traqueia e siringe já foi descrita em várias aves, como ema (*Rhea americana*) (Picasso & Carril, 2013), avestruz (*Struthio camelus*) (Yildiz et al., 2003), pato Mallard (*Anas platyrhynchos*) (Frank et al., 2007), passeriformes

e columbidae (Warner, 1972a; 1972b), bútio-rabo-canela (*Buteo rufinus*) (Kabak et al., 2007), ganso (*Anser anser domesticus*) (Hazirolu et al., 2010), codorna japonesa (Çevik-Demirkan et al., 2007) e galinha (King, 1986; König et al., 2016; Singh, 2018). Os estudos tomográficos em aves possuem grande significância, pois fornecem uma base de comparação entre aves saudáveis e doentes (Newell et al., 1997; Schwarz et al., 2015; Silva et al., 2020), e ajudam a descrever as particularidades anatômicas de cada espécie, que são imprescindíveis para a eficácia em procedimentos anestésicos e cirúrgicos (West et al., 2007; Cubas et al., 2014). De acordo com a literatura, há uma carência em relação à descrição anatômica ou tomográfica da traqueia e siringe em maritaca, perdiz, seriema, carcará e urubu-de-cabeça-preta. Dito isto, o objetivo deste estudo foi descrever e comparar a morfologia e topografia da traqueia e siringe das espécies estudadas utilizando tomografia computadorizada a fim de fornecer subsídios aos clínicos, cirurgiões e pesquisadores.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Animais**

Foram utilizados cinco exemplares adultos de maritaca (*Psittacara leucophthalmus*) (peso corporal médio  $\pm 130$ g), perdiz (*Rhynchotus rufescens*) (peso corporal em média  $\pm 900$ g), seriema (*Cariama cristata*) (peso corporal em média  $\pm 1,1$ kg), carcará (*Caracara plancus*) (peso corporal em média  $\pm 900$ g) e urubu-de-cabeça-preta (*Coragyps atratus*) (peso corporal em média  $\pm 1,2$ kg). Todas as aves eram adultas, sendo três machos e duas fêmeas de cada espécie e foram doadas pelo Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, campus de Botucatu. As aves foram obtidas após o óbito por causas não inerentes a este estudo.

Destaca-se que a metodologia adotada no desenvolvimento do presente trabalho foi aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP (protocolo nº 1218/2019). O projeto obteve também autorização do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, divisão do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA (nº 79874-1).

## **2.2. Estudos tomográficos**

Para a aquisição das imagens foi utilizado o aparelho tomográfico helicoidal SCT-7800 TC (Shimadzu; Kyoto, Japão). O protocolo de aquisição foi de 120kVp, 100 a 110mA, usando os filtros de tecidos moles e pulmonar. A espessura de corte foi de 2mm, exceto para as maritacas, que por serem menores o corte foi de 1mm. As aves foram posicionadas em decúbito dorsal com os membros pélvicos relaxados e as asas estendidas lateralmente por fita adesiva. Foi realizado o scout para localização dos cortes, demarcando os limites cranial (na altura do osso supraoccipital) e caudal (bifurcação traqueal) das aquisições das imagens definitivas (transversais). As imagens tomográficas foram avaliadas pelo programa Radiant Dicom Viewer, onde foi possível realizar a reconstrução das imagens multiplanares (MPR) em planos sagital e dorsal.

Foi feita a descrição do trajeto traqueal e da topografia das seringas para cada ave. No plano transversal, foi mensurado o diâmetro transversal interno da traqueia e siringe, e a espessura da parede da traqueia, siringe e brônquios (em cm), em três porções (inicial, média e final) (Figura 1). As medidas foram realizadas com repetições por um único profissional experiente.

## **2.3. Estudos anatômicos**

Para o estudo anatômico, as aves foram submetidas à conservação em formaldeído 10% através da aplicação nos tecidos e submersão, por 24 horas, e posteriormente a traqueia de cada ave foi removida para a identificação e comparação de suas estruturas com as imagens tomográficas. Para registro dos dados, comprovação e elaboração de material ilustrativo, foram realizadas fotografias de todas as etapas da pesquisa. A nomenclatura anatômica adotada seguiu a Nomina Anatomica Avium (Baumel et al., 1993).

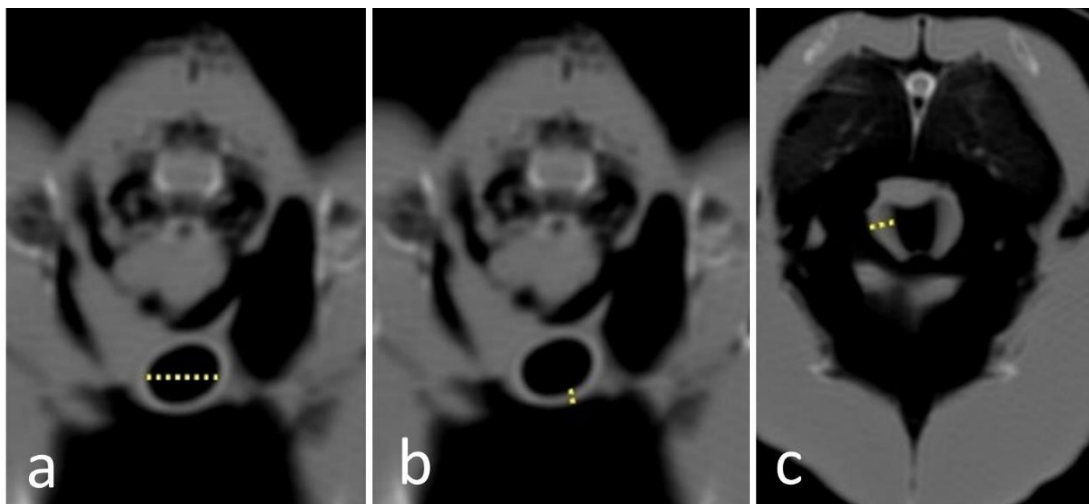


Figura 1. Imagens tomográficas no corte transversal de carcará ilustrando as mensurações (linhas tracejadas), realizadas no lúmen traqueal (a), parede traqueal (b) e siringe (c).

### 3. Resultados

#### 3.1. Traqueia

##### 3.1.1 Trajeto

Nas imagens tomográficas o trajeto traqueal foi avaliado no plano transversal e dorsal. Todas as aves apresentaram trajeto inicial no aspecto ventral do pescoço, diferenciando em sua porção média, e retornando à posição ventral na entrada do celoma (Figuras 2 e 3).

Na perdiz, maritaca e seriema, o posicionamento da porção média da traqueia se deu pela lateral direita, seguindo trajeto esofágico, assumindo uma posição laterodorsal até final da região cervical na perdiz e seriema e posição ventral em todas, ao acessar o celoma (Figuras 2 e 3). No carcará e no urubu a porção média cursou a lateral esquerda do pescoço (Figuras 2 e 3).

A parede traqueal foi identificada devido à maior densidade (hiperatenuante em relação às estruturas adjacentes). O formato da traqueia de todas as aves foi de ovalado a arredondado (porção final) (Figura 3).

Todas as aves apresentaram a divisão da traqueia em brônquios principais esquerdo e direito na altura da terceira e quarta vértebra torácica, que foram melhor visualizados pelo plano transversal (Figura 4).

### **3.1.2. Diâmetro luminal traqueal e bronquial**

O diâmetro luminal da porção inicial da traqueia apresentou-se maior na seriema, a porção média foi maior no carcará e a final no urubu. A maritaca apresentou o menor diâmetro luminal do início ao fim do trajeto traqueal. Em todas as aves, o diâmetro luminal inicial da traqueia apresentou-se mais largo que as demais regiões (Tabela 1). Na tomografia, a espessura da parede da traqueia apresentou-se igualmente maior em urubu e seriema, seguidos de carcará e maritaca e perdiz (Tabela 2). Os brônquios principais apresentaram maior espessura no carcará e urubu e menor na perdiz (Tabela 2).

### **3.2. Siringe**

A siringe em todas as aves foi melhor avaliada no plano transversal, sendo identificada pelo maior espessamento da parede traqueal. A topografia da siringe variou entre as espécies estudadas, sendo localizada na porção final da traqueia cranial à bifurcação na maritaca (Figura 5) e na região de transição da parede traqueal e brônquios principais na perdiz (Figura 6), carcará (Figura 7) e seriema (Figura 8). Não foi identificado espessamento da parede traqueal e/ou dos brônquios principais nos exemplares de urubu, indicando a ausência da siringe nessas espécies, o que foi comprovado nas peças anatômicas (Figura 9). A espessura da parede da siringe foi maior no carcará e menor na perdiz (Tabela 2).

### **3.3. Músculos**

O músculo esternotraqueal, par, foi observado nos cortes anatômicos e nos cortes tomográficos, ligando o terço final da traqueia à região cranialateral do esterno. Apenas no urubu esteve presente na região ventral da traqueia, com extensão desde seu terço inicial e no terço final se ligando à região mediocranial do esterno. Esteve ausente na maritaca e perdiz (Figura 10).

O músculo traqueolateral, bastante fino e par, que se inicia junto com a traqueia e segue lateralmente, pôde ser identificado apenas nos cortes anatômicos, em todas as aves estudadas, exceto no urubu (Figura 10).

A maritaca apresentou músculos siringeanos lateralmente na região de siringe, se ligando aos brônquios. Esses músculos também foram observados nos cortes anatômicos (Figura 10).

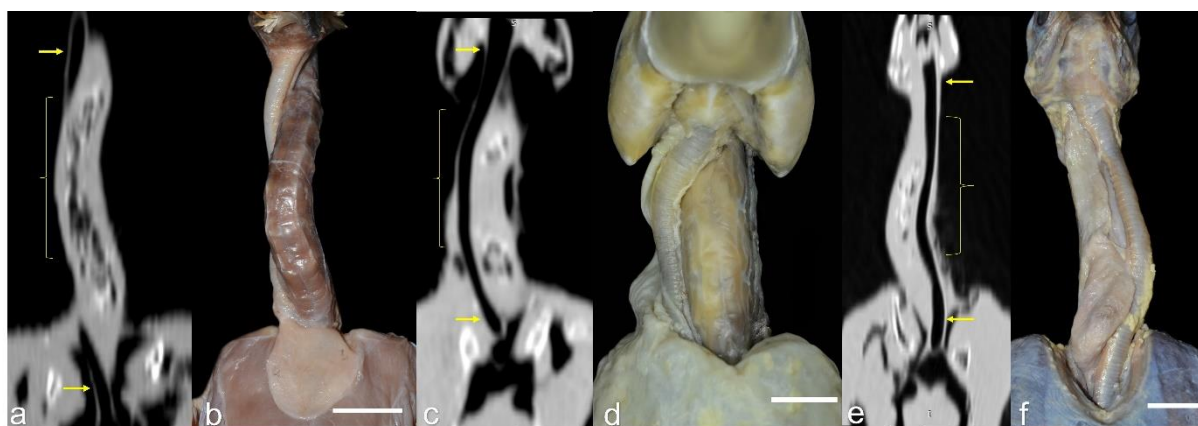


Figura 2. Imagens anatômicas e tomográficas no corte dorsal demonstrando o trajeto traqueal (setas e chaves), laterodorsal à direita na perdiz (a,b), lateral direita na maritaca (c,d) e lateral esquerda no carcará (e,f). As setas indicam porção inicial e final do trajeto traqueal e as chaves porção média. Bar = 1cm.

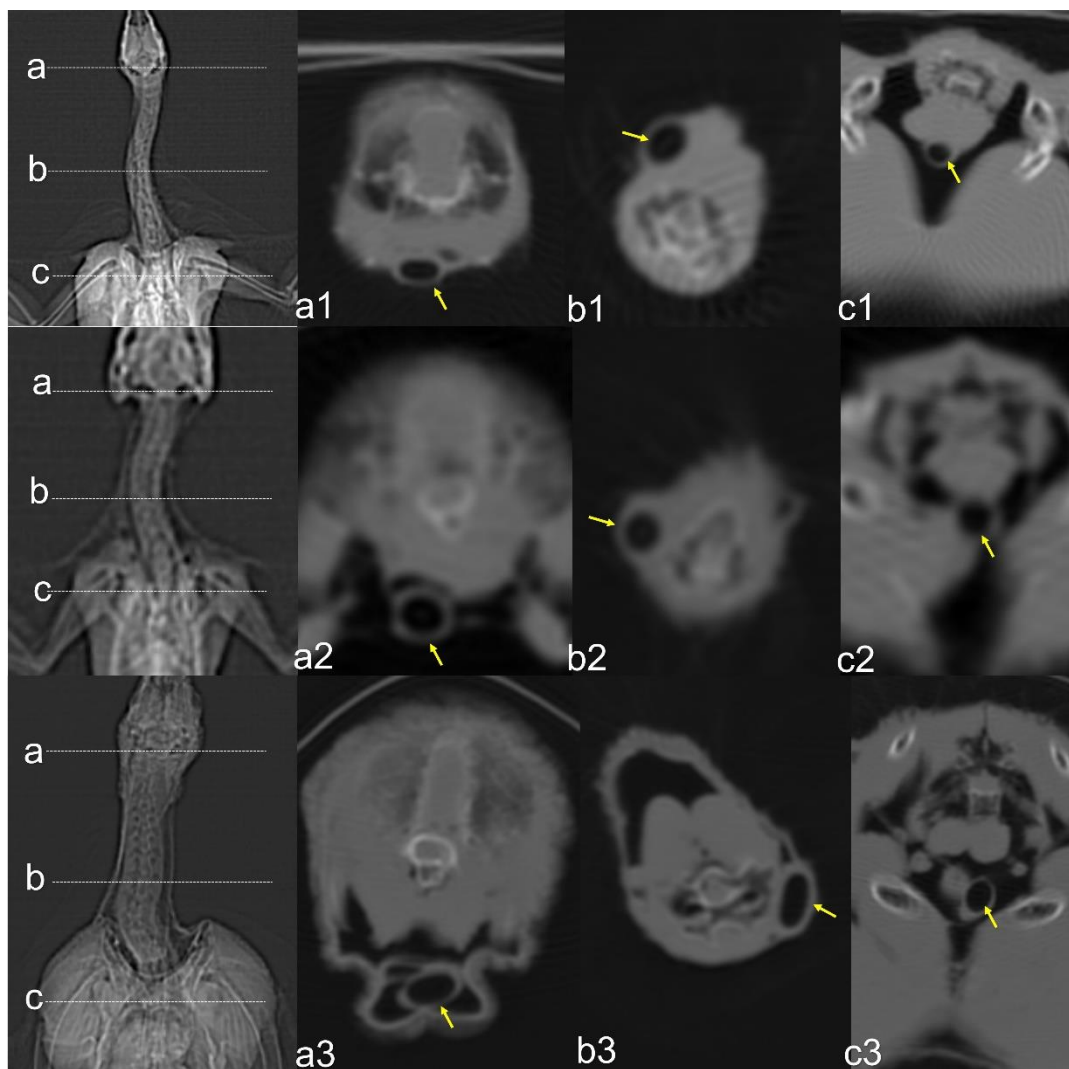


Figura 3. Imagens tomográficas nos cortes transversais de perdiz (1), maritaca (2) e urubu (3), demonstrando o trajeto traqueal (seta) com início no aspecto ventral do pescoço em todas as aves (a1, a2, a3), com a porção média localizada no aspecto laterodorsal à direita em uma perdiz (b1), lateral à direita na maritaca (b2) e lateral à esquerda no urubu (b3), e com a porção final também no aspecto ventral do pescoço de todas as aves (c1, c2, c3). Corte “a” (na altura do osso supraoccipital), corte “b” (porção média do trajeto traqueal) e corte “c” (entrada do celoma).

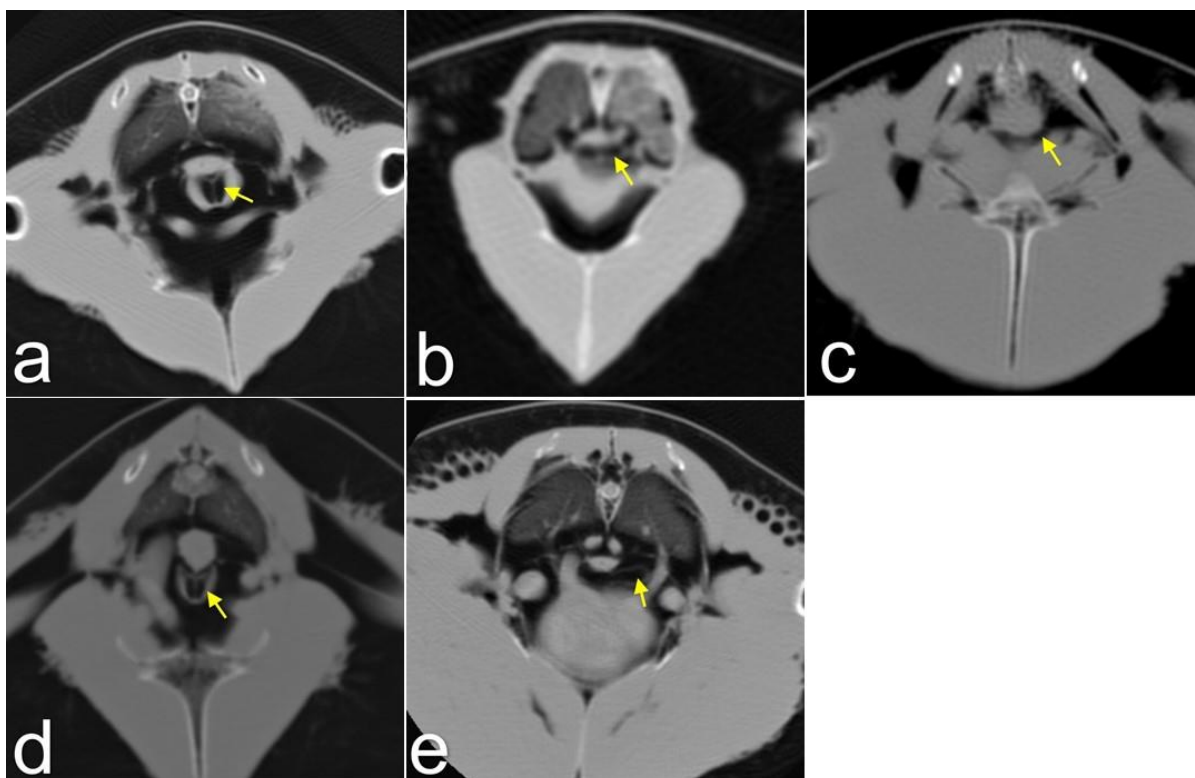


Figura 4. Imagens tomográficas nos cortes transversais ilustrando a bifurcação bronquial, seta amarela demonstra o brônquio principal esquerdo de um carcará (a); maritaca (b); perdiz (c); seriema (d); urubu (e).

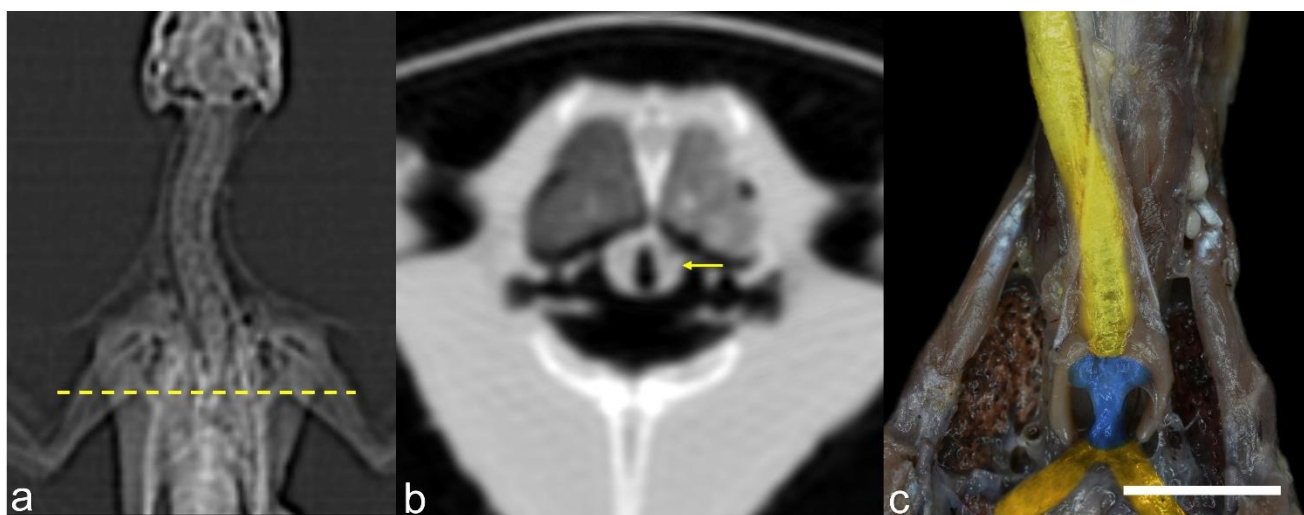


Figura 5. Imagens tomográficas e anatômica demonstrando a topografia da siringe na maritaca, a) scout; b) corte transversal demonstrando a siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja) coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

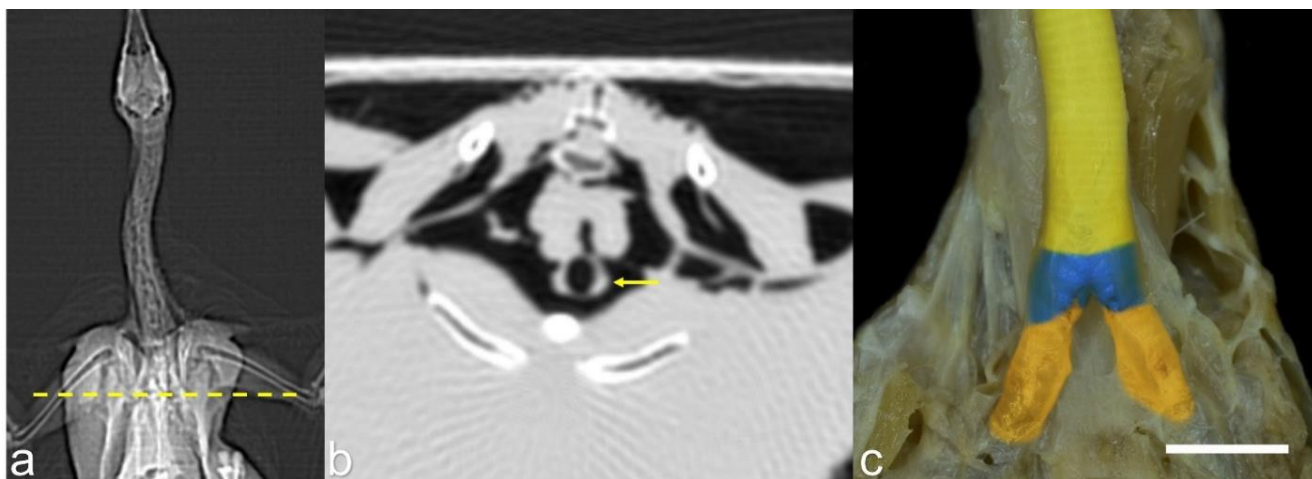


Figura 6. Imagens tomográficas e anatômica demonstrando a topografia da siringe na perdiz. a) scout; b) corte transversal demonstrando a siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja) coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

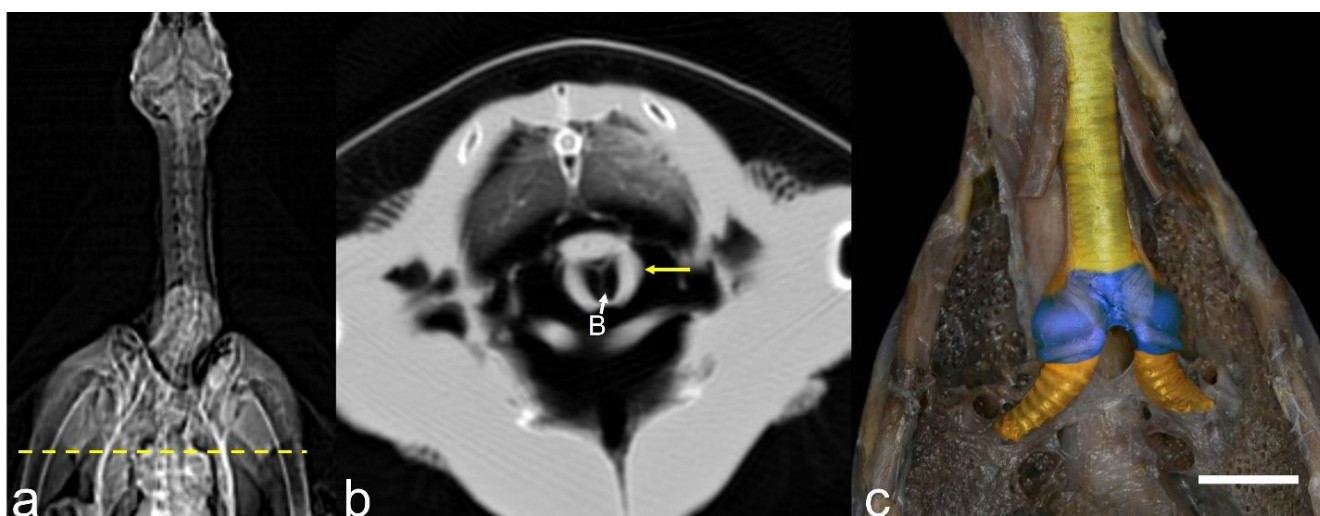


Figura 7. Imagens tomográficas e anatômica mostrando a topografia da siringe em carcará. a) scout; b) corte transversal demonstrando a siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja e B) coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

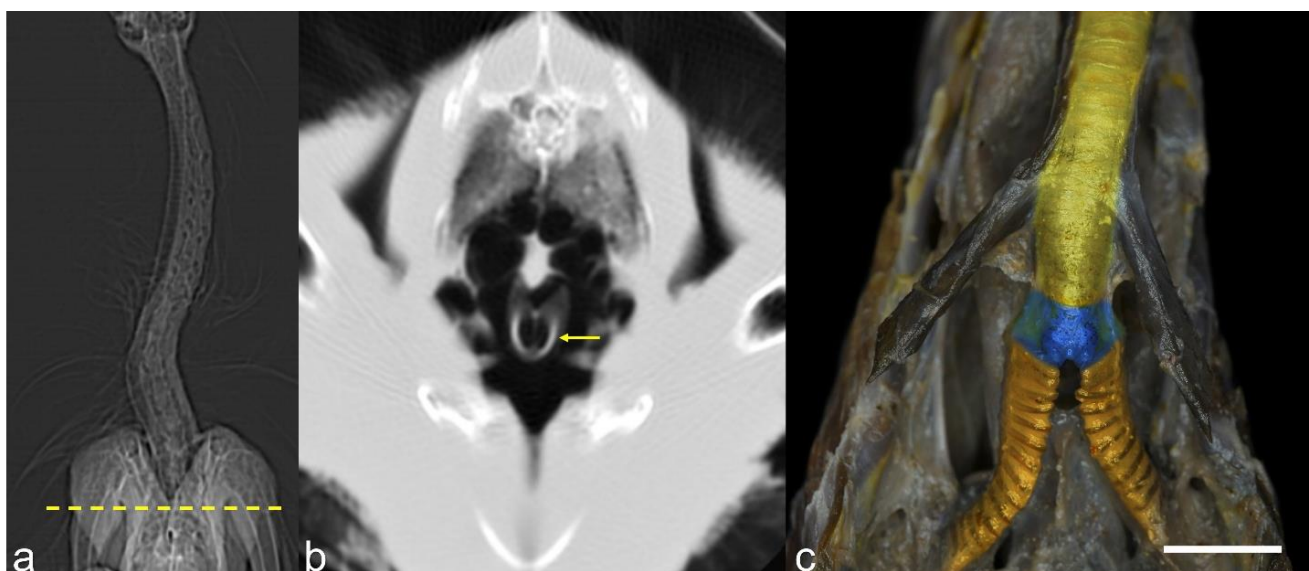


Figura 8. Imagens tomográficas e anatômica demonstrando a topografia da siringe em seriema. a) scout; b) corte transversal demonstrando a siringe (seta), c) imagem anatômica da siringe (cor azul), traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja) coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

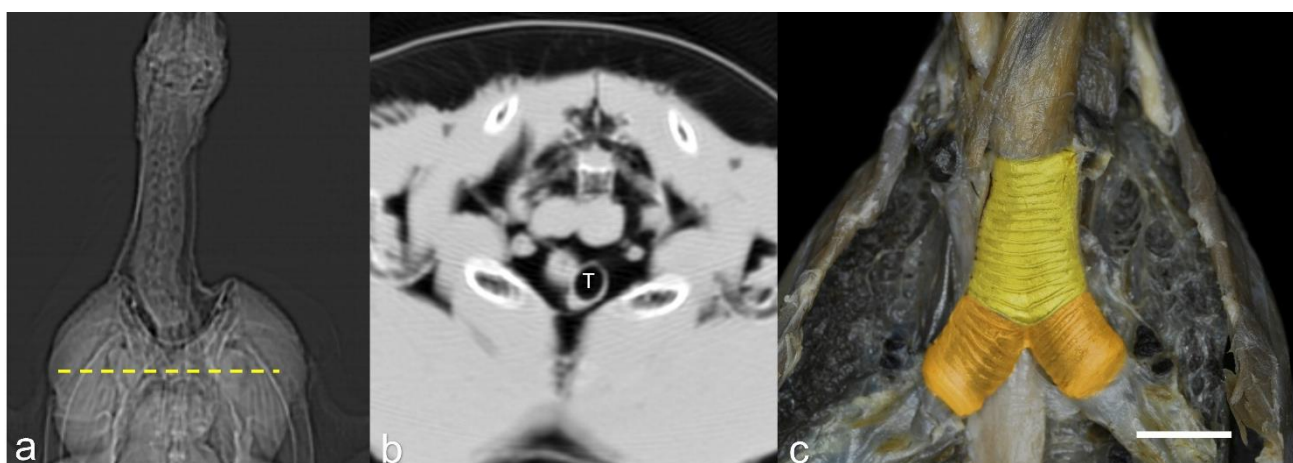


Figura 9. Imagens tomográficas e anatômica de um urubu. a) scout; b) corte transversal demonstrando a traqueia (T), c) imagem anatômica da traqueia (amarelo) e brônquios principais (laranja) coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

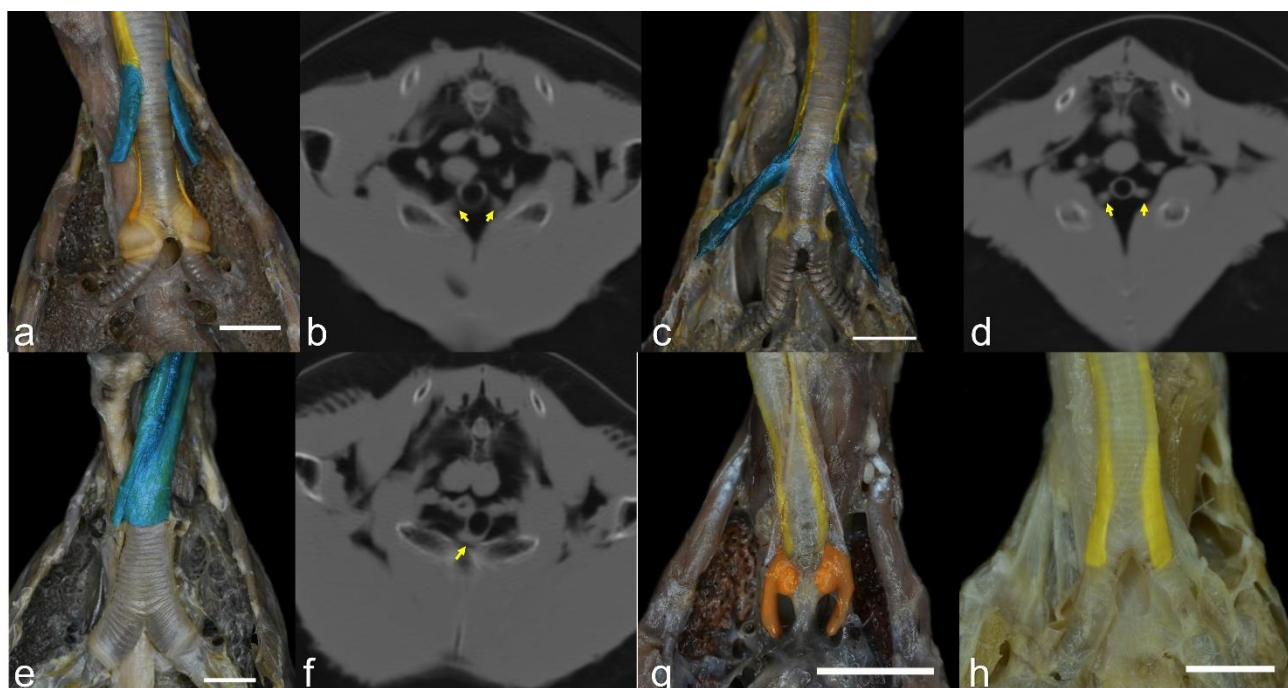


Figura 10. Imagens da traqueia e/ou siringe em carcará (a-b), seriema (c-d) e urubu (e-f), demonstrando os músculos esternotraqueal, representado pela cor azul nos cortes anatômicos e pelas setas amarelas nos cortes tomográficos, e traqueolateral, representado pela cor amarela nos cortes anatômicos. Note um único músculo esternotraqueal no urubu. As figuras g e h representam a ausência do músculo esternotraqueal em maritaca e perdiz. Na maritaca há os músculos siringeanos representados pela cor laranja. Os músculos foram coloridos por Photoshop. Bar = 1cm.

Tabela 1 – Média  $\pm$  desvio padrão do diâmetro luminal (cm) da traqueia e siringe em perdiz, carcará, maritaca, urubu e seriema analisado através da tomografia computadorizada.

Aves	Inicial	Médio	Final	Siringe
Perdiz	0,5 $\pm$ 0,019	0,32 $\pm$ 0,034	0,34 $\pm$ 0,018	0,28 $\pm$ 0,029
Carcará	0,77 $\pm$ 0,021	0,71 $\pm$ 0,04	0,48 $\pm$ 0,026	0,57 $\pm$ 0,035
Maritaca	0,38 $\pm$ 0,056	0,28 $\pm$ 0,015	0,23 $\pm$ 0,012	0,15 $\pm$ 0,012
Urubu	0,83 $\pm$ 0,049	0,38 $\pm$ 0,014	0,59 $\pm$ 0,049	-
Seriema	1,06 $\pm$ 0,134	0,67 $\pm$ 0,069	0,53 $\pm$ 0,059	0,56 $\pm$ 0,48

Tabela 2 – Média  $\pm$  desvio padrão da espessura da parede (cm) da traqueia e siringe em perdiz, carcará, maritaca, urubu e seriema analisado através da tomografia computadorizada.

<b>Aves</b>	<b>Traqueia</b>	<b>Siringe</b>	<b>Brônquios</b>
<b>Perdiz</b>	0,06 $\pm$ 0,004	0,13 $\pm$ 0,021	0,03 $\pm$ 0,005
<b>Carcará</b>	0,08 $\pm$ 0,023	0,41 $\pm$ 0,061	0,06 $\pm$ 0,01
<b>Maritaca</b>	0,06 $\pm$ 0,006	0,2 $\pm$ 0,01	0,04 $\pm$ 0,0
<b>Urubu</b>	0,09 $\pm$ 0,0	-	0,06 $\pm$ 0,007
<b>Seriema</b>	0,09 $\pm$ 0,014	0,15 $\pm$ 0,021	0,05 $\pm$ 0,008

#### 4. Discussão

Este estudo comparou a anatomia da traqueia e siringe de perdiz, carcará, maritaca, urubu e seriema, por meio da tomografia e dissecação. Não foram encontradas diferenças entre a anatomia de fêmeas e machos, em relação a formas, espessura do lúmen e estruturas acessórias, porém torna-se necessário a utilização de um número maior de exemplares de cada espécie para aumentar a confiabilidade deste dado.

Existe uma grande variação de traqueia nas aves, sendo que topograficamente o padrão mais comum é a presença da traqueia percorrendo o lado direito do pescoço juntamente com o esôfago (Klingler, 2016; Silva et al., 2020). Das cinco espécies incluídas neste estudo, o urubu e o carcará apresentaram o trajeto traqueal do lado esquerdo do pescoço.

Geralmente o diâmetro luminal traqueal das aves diminui progressivamente caudalmente (Doneley, 2010; Silva et al., 2020). Contudo, foi visto nas aves deste estudo uma pequena variação. A largura do diâmetro luminal do terço médio da traqueia foi menor que o terço inicial, porém em perdiz e urubu esse diâmetro volta a aumentar no terço final. Já em carcará e seriema há um aumento do diâmetro na região da siringe. Há grande importância da influência deste diâmetro para a medicina veterinária, como em casos de intubação endotraqueal. Ademais, visto que os anéis cartilagosos da traqueia das aves são completos (König et al., 2016), é de suma importância a utilização de tubos endotraqueais na espessura ideal, pois pode haver casos de necrose

traqueal devido ao comprometimento vascular causado pelo tubo indevido (Tully et al., 2000).

Foi visto que a espessura da parede da traqueia, na tomografia, apresentou-se maior nas aves mais pesadas. Esteve igualmente maior em urubu e seriema, seguidos de carcará e maritaca e perdiz. Sendo assim, provavelmente, apenas em relação à traqueia, sua espessura encontra-se proporcional ao peso de cada espécie.

O músculo esternotraqueal, par, tem sua origem no processo craniolateral do esterno e inserção no terço final da traqueia (König et al., 2016). Nas imagens tomográficas foi possível observá-lo no carcará e seriema, que também tiveram esta mesma topografia. Também está presente em codorna-japonesa (Çevik-demirkan et al., 2007), avestruz (Yildiz et al., 2003), ema (*Rhea americana*) (Picasso & Carril, 2013), galinha d'angola (*Numida meleagris galeata*) (AL-Bishtue, 2014) e passeriformes (Warner, 1972a). Este músculo, juntamente com o traqueolateral, já foi descrito como ausente em aves Cathartiformes, por não possuírem siringe e conseqüentemente não poderem vocalizar (Miskimen, 1957). Porém no urubu, que pertence a esta ordem, ele se apresentou único, tendo sua origem na região mediocranial do esterno e inserção na região ventral do terço final da traqueia. Este músculo tem a função de reduzir a tensão através da siringe e permite que as membranas timpânicas laterais se dobrem no lúmen traqueal, onde o fluxo de ar as faz vibrar (Marler & Slabbekoorn, 2004). Sendo assim, provavelmente seu formato diferente está relacionado com o fato de o urubu não possuir estruturas siringeais para a vocalização.

Em galinhas, a traqueia possui os mesmos anéis em machos e fêmeas, sendo que nos machos possuem uma tendência de serem ligeiramente maiores (McLelland, 1965). Em codorna japonesa não foram observadas diferenças na laringe, traqueia e siringe entre machos e fêmeas, porém o tamanho do trato respiratório aparenta ser maior nos machos (Çevik-demirkan et al., 2007). Em um estudo com aves da família Anatidae, foi mostrado que aves da família Anserinae, o coscoroba (*Coscoroba coscoroba*) e o ganso Cape Barren (*Cereopsis novaehollandiae*) possuem uma traqueia simétrica em ambos os sexos, já o ganso-alvinegro (*Anseranas semipalmata*), apesar de ter uma siringe pequena e simples, possui, principalmente no macho adulto, uma traqueia com a largura dos anéis aumentada, fazendo com que ela permaneça fora do celoma,

entre o músculo peitoral esquerdo e a pele, o que torna a voz dos machos mais grave que a das fêmeas (Johnsgard, 1961).

A siringe de perdiz, carcará e seriema foi classificada como traqueobronquial, assim como foi descrito em passeriformes canoros (Warner, 1972a; Al-Badri, 2014), pato Mallard (Mohamed, 2017), ganso (*Anser anser domesticus*) (Hazirolu et al., 2010), pomba indígena (*Columba domestica*) (Al-Badri, 2014), bútio-rabo-canela (*Buteo rufinus*) (Kabak et al., 2007), galinha d'angola (Bottino et al., 2006), peru (*Meleagris gallopavo*) (Ragab et al., 2016), ema (*Rhea americana*) (Picasso & Carril, 2013) e tucano-toco (Silva et al., 2020).

A siringe da maritaca foi classificada como traqueal, assim como foi descrito em demais psitacídeos (Gaunt & Gaunt, 1985). Porém há discordâncias em relação à sua classificação, como a afirmação de que os psitacídeos possuem siringe do tipo traqueobronquial (Nottebohm, 1976).

O urubu não apresentou siringe, assim como outras aves da família Cathartidae (Sick, 1997). Também corrobora com pesquisas em urubus-turcos (*Cathartes aura*), que afirmam que seus brônquios são constituídos de anéis completos, já que não há membrana timpaniforme. Além disso, não há musculatura siringeana, evidenciando que sua condição de mudo se deve à estrutura e não apenas a uma questão de comportamento (Miskimen, 1957). É comum observar urubus-de-cabeça-preta junto com grupos de carcará, e uma das hipóteses desta união é de que para os urubus, que não vocalizam, é vantajoso o fato de os carcarás terem a capacidade de soltar gritos de alarme, aumentando a vigilância contra possíveis predadores (Souto et al., 2009).

Nas imagens tomográficas pôde-se observar a siringe, sendo evidenciada pelo aumento da espessura da parede no final da traqueia. O mesmo foi observado em grou-americano (*Grus americana*) (Schwarz et al., 2015) e tucano-toco (*Ramphastos toco*) (Silva et al., 2020). Nas aves deste estudo, a siringe da perdiz, seriema e carcará esteve mais presente na traqueia do que nos brônquios, o que torna a tomografia um meio possível de distinguir o tipo de siringe. Porém, é essencial conhecer também o tipo de musculatura que acompanha essa estrutura, pois na imagem tomográfica da maritaca essa espessura é evidenciada pelos músculos siringeanos. Sendo assim, em um corte tomográfico, na maritaca, a parede da siringe se confunde com sua musculatura.

Pode-se concluir, com este estudo, que o uso de imagens tomográficas da traqueia e siringe de aves foram úteis para identificação das características anatômicas das espécies estudadas a fim de fornecer subsídios aos médicos veterinários e pesquisadores, assim como também servirá para comparação entre espécies diferentes, podendo auxiliar em acessos cirúrgicos traqueais. Ademais, a tomografia computadorizada da traqueia se torna útil para definir, através do diâmetro luminal mais estreito, a espessura ideal do tubo traqueal a ser usado.

### **Conflito de interesse**

Não há nenhum conflito de interesses.

### **Agradecimento**

O presente trabalho foi realizado com a doação dos animais pelo Centro de Medicina e Pesquisa em Animais Selvagens (CEMPAS), da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, UNESP, campus de Botucatu, e teve apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## **5. Referências**

Al-Badri, A. M. S. (2014). Macroscopic study of syrinx in the common bulbul (*Pycnontus barbatus*) and indigenous pigeon (*Columba domestica*). *Al-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 13(1), 88-93.

AL-Bishtue, A. A. H. (2014). Anatomical investigations of the syrinx (voice box) of the adult male West African guinea fowl (*Numida meleagris galeata*) in the AL-Najaf AL-Ashraf province. *Al-Qadisiyah Journal of Veterinary Medicine Sciences*, 13(2), 100-105.

Baumel, J. J., King, A. S., Breazile, J. E., Evans, H. E., & Berge. (1993). *Nomina Anatomica Avium*. London, UK: Academic Press.

Bottino, F., Artoni, S. M. B., Oliveira, D., Franzo, V. S., Pacheco, M. R., Orsi, A. M., & Amoroso, L. (2006). Influência do dimorfismo sexual sobre a morfologia da siringe de galinha d'angola (*Numida meleagris*). *Ciência Rural*, 36(5), 1424-1428.

Çevik-demirkan, A.; Haziroğlu, R. M., & Kürtül, I. (2007). Gross morphological and histological features of larynx, trachea and syrinx in Japanese quail. *Anatomia, histologia, embryologia*, 36(3), 215-219. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00758.x

Cubas, Z. S., Silva, J. C. R., & Catão-Dias, J. L. (2014). *Tratado de Animais Selvagens* (2nd ed.). São Paulo, Brasil: Roca.

SINGH, B. Dyce, Sack and Wensing's Textbook of veterinary. 5th ed. Missouri: Elsevier, 2018. p. 786-790.

Doneley, B. (2010). *Avian medicine and surgery in practice*. London, UK: Manson Publishing Ltd.

Frank, T., Probst, A., König, H.E., & Walter, I. (2007). The syrinx of the male mallard (*Anas platyrhynchos*): special anatomical features. *Anatomia, histologia, embryologia*, 36(2), 121-126. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00701.x

Gaunt, A. S., & Gaunt, S. L. L. (1985). Electromyographic studies of the syrinx in parrots (Aves, Psittacidae). *Zoomorphology*, 105(1) 1-11. doi:10.1007/bf00312067

Haziroglu, R. M., Onuk, B., & Kabak, M. (2010). The gross anatomy of larynx, trachae and syrinx in goose (*Anser anser domesticus*). *Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 16(3), 444-450. DOI:10.9775/kvfd.2009.917

Johnsgard, P. A. (1961). Tracheal anatomy of the Anatidae and its taxonomic significance. *Wildfowl*, 12(12), 58-69.

Kabak, M., Orhan, I. O., & Hazirolu, R. M. (2007). The gross anatomy of larynx, tracheae and syrinx in the long-legged buzzard (*Buteo rufinus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 36(1), 27-32. doi:10.1111/j.1439-0264.2006.00708.x

King, A. S. (1986). Sistema respiratório das aves. In: Getty.; R., Sisson, S. & Grossman J. D. *Sisson/Grossman Anatomia dos animais domésticos* (5th ed). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.

Klingler, J. J. (2016). On the morphological description of tracheal and esophageal displacement and its phylogenetic distribution in avialae. *PLoS ONE*, 20, 1–37. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0163348>

König H. E., Korbel, R., & Liebich, H. (2016). *Avian anatomy – textbook and colour atlas* (2nd ed). Sheffield: 5m Publishing.

Marler, P. & Slabbekoorn, H. *Nature's Music – The Science of Birdsong*. USA: Elsevier.

McLelland, J. (1965). The anatomy of the rings and muscles of the trachea of *Gallus domesticus*. *Journal of Anatomy*, 99(3), 651-656.

McLelland, J. (1990). *A colour atlas of avian anatomy*. Aylesbury, UK: Wolfe Publishing Ltd.

Miskimen, M. (1957). Absence of syrinx in the turkey vulture (*Cathartes aura*). *The Auk*, 74(1), 104-105.

Mohamed, R. (2017). Sexual dimorphism in the anatomical features of the Syrinx in the White Pekin ducks (*Anas platyrhynchos*). *International Journal of Agricultural Sciences and Veterinarian Medicine*, 5(5), 78-85.

Newell, S. M., Roberts, G. D., & Bennett, R. A. (1997). Imaging techniques for avian lower respiratory diseases. *Seminars in Avian and Exotic Pet Medicine* 6(4), 180–186.

Nishida, S. M., Lopes, L. F., Bacchim, G. T., Boato, J. P. S., Pagnin, D., Fonseca, R. C. B., & Antonelli, V. R. (2018). *Guia de aves Botucatu e São Manuel*. Botucatu: Diagrama.

Nottebohm, F. (1976). Phonation in the orange-winged Amazon parrot, *Amazona amazonica*. *Journal of Comparative Physiology*, 108(2), 157-170. <https://doi.org/10.1007/BF02169046>

Picasso, M. B. J. & Carril, J. (2013). The peculiar syrinx of *Rhea americana* (greater rhea, Palaeognathae). *Vertebrate Zoology*, 63(3) 321-327.

Ragab, A. S., Reem, R. T., Rezk, M. H., & Nora, A. S. (2016). The Gross Anatomy of the syrinx of the turkey. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(6), 82-90.

Sick, H. (1997). *Ornitologia Brasileira, uma Introdução*. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira.

Silva, J. P., Rahal, S. C., Castiglioni, M. C. R., Baldissera Gonçalves, R. A., Doiche, D. P., Moresco, A., Mamprim, M. J., & Vulcano, L. C. (2020). Radiography and computed tomography of the heart and lower respiratory tract in toco toucans (*Ramphastos toco*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 49(4), 541-549. <https://doi.org/10.1111/ahe.12559>

Souto, H. N., Franchin, A. G., & Júnior, O. M. (2009). New record of allopreening between Black Vultures (*Coragyps atratus*) and Crested Caracara (*Caracara plancus*). *Sociobiology*, 53(1), 1-5.

Schwarz, T., Kelley, C., Pinkerton, M. E., & Hartup, B. K. (2015). Computed tomographic anatomy and characteristics of respiratory aspergillosis

in juvenile whooping cranes. *Veterinary Radiology and Ultrasound*, 57(16–23), 2015. <https://doi.org/10.1111/vru.12306>

Tully, T. N., Dorrestein, G. M., & Jones, A. K. (2000). *Handbook of Avian Medicine* (2nd ed). Oxford: Elsevier.

Warner, R. W. (1972a). The anatomy of the syrinx in passerine birds. *Journal of Zoology*, 168(3), 381-393. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1972.tb01353.x>

Warner, R. W. (1972b). The syrinx in family Columbidae. *Journal of Zoology*, 166(3), 385-390. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7998.1972.tb03107.x>

West, G., Heard, D., & Caulkett, N. (2007). *Zoo Animal & Wildlife - Immobilization and Anesthesia*. Blackwell Publishing.

Yildiz, H., Bahadır, A., & Akkoç, A. (2003). A study on the morphological structure of syrinx in ostriches (*Struthio camelus*). *Anatomia, Histologia, Embryologia*, 32(3), 187-191. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0264.2003.00462.x>

## ANEXOS



## ATESTADO

**Atesto** que o Projeto "COMPARAÇÃO DA TRAQUEIA E SIRINGE ENTRE PERDIZ (*Rhynchotus rufescens*), MARITACA (*Psittacara leucophthalmus*), CARCARÁ (*Caracara plancus*), CANÁRIO-DA-TERRA (*Sicalis flaveola*) E GARÇA-BRANCA-GRANDE (*Ardea alba*)" **Protocolo CEUA 0084/2020**, a ser conduzido por Elton Luís Ritir Oliveira, responsável/orientador Bruno Cesar Schimming, para fins de pesquisa científica/ensino - encontra-se de acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 08 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal - CONCEA.

<b>Finalidade</b>	PESQUISA CIENTÍFICA
<b>Vigência do projeto</b>	01/08/2020 a 31/07/2023
<b>Nome Comum / Espécie / Linhagem</b>	//
<b>Raça</b>	
<b>Nº de animais machos</b>	0
<b>Nº de animais fêmeas</b>	0
<b>Nº de animais sexo indefinido</b>	0
<b>Peso médio de animais machos</b>	0
<b>Peso médio de animais fêmeas</b>	0
<b>Peso médio de animais sexo indefinido</b>	0
<b>Idade</b>	ano(s) e 0 mes(es) e 0 dia(s).
<b>Procedência</b>	Cempas - UNESP

**Projeto de Pesquisa aprovado em reunião da CEUA em 17/06/2020**

**JOSÉ NICOLAU PRÓSPERO PUOLI FILHO**  
Presidente da CEUA da FMVZ, UNESP - Campus de Botucatu



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

### Autorização para atividades com finalidade científica

Número: 79874-1	Data da Emissão: 06/09/2021 10:30:40	Data da Revalidação*: 06/09/2022
De acordo com o art. 28 da IN 03/2014, esta autorização tem prazo de validade equivalente ao previsto no cronograma de atividades do projeto, mas deverá ser revalidada anualmente mediante a apresentação do relatório de atividades a ser enviado por meio do Sisbio no prazo de até 30 dias a contar da data do aniversário de sua emissão.		

#### Dados do titular

Nome: Elton Luís Ritir Oliveira	CPF: 067.345.274-33
Título do Projeto: COMPARAÇÃO DA TRAQUEIA E SIRINGE ENTRE PERDIZ ( <i>Rhynchotus rufescens</i> ), MARITACA ( <i>Psittacara leucophthalmus</i> ), CARCARÁ ( <i>Caracara plancus</i> ), SERIEMA ( <i>Cariama cristata</i> ) E URUBU-DE-CABEÇA-PRETA ( <i>Coragyps atratus</i> )	
Nome da Instituição: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO	CNPJ: 48.031.918/0020-97

#### Materiais e Métodos

#	Tipo de Método (Grupo taxonômico)	Materiais
1	Amostras biológicas (Aves)	Animal encontrado morto ou partes (carcaça)/osso/pele

#### Destino do material biológico coletado

#	Nome local destino	Tipo destino
1	UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA JULIO DE MESQUITA FILHO	Laboratório