

## Morfologia da laringe em *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766)<sup>1</sup>

Paulo Souza Junior<sup>2\*</sup>, Natan C. Carvalho<sup>2</sup>, Karine Mattos<sup>2</sup>, Bruno L. Anjos<sup>3</sup>  
e André L.Q. Santos<sup>4</sup>

**ABSTRACT.**- Souza Junior P, Carvalho N.C., Mattos K., Anjos B.L. & Santos A.L.Q. 2016. [**Laryngeal morphology in *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766).**] Morfologia da laringe em *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1766). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36(1):45-54. Laboratório de Anatomia Animal, Universidade Federal do Pampa, Rodovia BR-472 Km 585, Uruguaiana, RS 97500-970, Brazil. E-mail: paulosouza@unipampa.edu.br

*Cerdocyon thous* (crab-eating fox) is the most common wild canid in South American territory. The aim of this paper was to describe macroscopic, microscopic and comparative morphology of the larynx of this species. Analyses of larynges of sixteen specimens (four males and twelve females) revealed the topography, conformation, morphometrics, intrinsic muscles and histological characteristics. The larynx was positioned ventral to the axis and comprised one cricoid and one thyroid cartilage (hyaline), one epiglottis (elastic) and a pair of arytenoids (mixed). A pair of sesamoid cartilages was identified between the corniculate processes and the cricoid lamina. Morphometry revealed that thyroid cartilage was the largest. There were no conclusive signs of sexual dimorphism in the larynx of this species. Squamous stratified epithelium predominated and underwent transition to ciliated pseudo-stratified at the level of caudal thyroid and rostral cricoid portions. By comparison, larynx of *C. thous* showed similarity with the domestic dog, although the shape of cartilages has shown some variation.

**INDEX TERMS:** Animal anatomy, crab-eating-fox, *Cerdocyon thous*, larynx, neotropical canids, wild carnivores.

**RESUMO.**- *Cerdocyon thous* (cachorro-do-mato) é o canídeo silvestre mais comum em território sul-americano. Objetivou-se com o presente trabalho descrever a morfologia macroscópica, microscópica e comparada da laringe nesta espécie. Para tal, as laringes de dezesseis espécimes (quatro machos e doze fêmeas) foram analisadas quanto à topografia, forma, morfometria, musculatura intrínseca e histologia. A laringe dispôs-se ventralmente ao eixo e foi constituída por uma cartilagem tireoide e outra cricoide (hialinas), uma epiglótica (elástica) e um par de ariteoides (mistos). Um par de cartilagens sesamoides foi identificado

entre os processos corniculados e a lâmina da cricoide. A morfometria revelou que a tireoide é a maior cartilagem. Não houve sinais definitivos de dimorfismo sexual na laringe de *C. thous*. O epitélio predominante foi do tipo pavimentoso estratificado o qual sofreu transição para pseudo-estratificado cilíndrico ciliado ao nível do terço caudal da tireoide e rostral da cricoide. A laringe de *C. thous* mostrou semelhança com a do cão doméstico, ainda que o formato das cartilagens tenha apresentado diferenças.

**TERMOS DE INDEXAÇÃO:** Anatomia animal, cachorro-do-mato, *Cerdocyon thous*, canídeos neotropicais, carnívoros silvestres, cartilagens, laringe.

<sup>1</sup> Recebido em 21 de maio de 2015.

Aceito para publicação em 10 de dezembro de 2015.

<sup>2</sup> Laboratório de Anatomia Animal, Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Rodovia BR-472 Km 585, Cx. Postal 118, Uruguaiana, RS 97500-970, Brasil. \*Autor para correspondência: paulosouza@unipampa.edu.br

<sup>3</sup> Laboratório de Patologia Veterinária, Unipampa, Rodovia BR-472 Km 585, Cx. Postal 118, Uruguaiana, RS 97500-970.

<sup>4</sup> Laboratório de Ensino e Pesquisa em Animais Silvestres (LAPAS), Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Rua Piauí, Bloco 4S, Jardim Umarama, Uberlândia, MG 38400-902, Brasil.

### INTRODUÇÃO

*Cerdocyon thous*, conhecido como cachorro-do-mato ou gra-xaim-do-mato, é o canídeo silvestre com distribuição mais ampla na América do Sul (Cheida et al. 2006, Hunter 2011). Com pelagem cinza-claro e faixa de pelos pretos no dorso, tem massa corporal entre 5 a 9kg e pode chegar a 1,2m entre a ponta do focinho à cauda (Kasper et al. 2014). Sua dieta é onívora, baseada em frutos, insetos, crustáceos, pequenos vertebrados e ovos (Cheida et al. 2006, Hunter 2011). Habita tanto regiões de vegetação aberta quanto fechada (Kasper

et al. 2014). As principais ameaças para espécie decorrem da caça por produtores rurais e para obtenção da pele, atropelamentos e doenças transmitidas por cães domésticos (Cheida et al. 2006, Hunter 2011, Kasper et al. 2014).

A laringe é um órgão musculocartilaginoso que conecta a faringe à traqueia (Banks 1991, König & Liebich 2011). Atua na fonação e previne a broncoaspiração de material estranho (König & Liebich 2011). O conhecimento da anatomia comparada da laringe entre espécies silvestres é importante, pois embasa discussões evolucionistas e funcionais sobre seu papel na respiração e vocalização (Harrison 1995). Além disso, o entendimento da estrutura da laringe é essencial para procedimentos veterinários como intubação endotraqueal e cirurgias corretivas (Monteiro 2013).

Apesar de descrições sobre a forma, disposição e constituição musculocartilaginosa da laringe dos animais domésticos serem encontradas nos livros-texto (Hare 1986, Dyce et al. 2010, König & Liebich 2011), poucos estudos estabelecem proporcionalidades ou investigam sinais de dimorfismo sexual na laringe de mamíferos domésticos ou silvestres (Tayama et al. 2001, Frey et al. 2007, Wysocki et al. 2008b, Charuta et al. 2009, Wysocki et al. 2010). Quando disponíveis, tais estudos restringem-se à análise de poucos espécimes e não avaliam características morfométricas (Adaro et al. 2004, Oliveira et al. 2011, Bertassoli et al. 2013, Erdoğan & Pérez 2013). Por outro lado, análises detalhadas da laringe humana já foram bem documentadas (Maue & Dickson 1971, Eckel et al. 1994).

Diante da relevância da espécie e da ausência de descrições sobre seu aparato respiratório, objetivou-se relatar as características constitutivas, topográficas, macroscópicas, microscópicas e comparadas da laringe do *C. thous*.

## MATERIAL E MÉTODOS

**Obtenção e preparo das laringes.** As laringes foram obtidas de dezesseis espécimes de *Cerdocyon thous* (quatro machos e doze fêmeas) coletados mortos em rodovias da mesorregião sudoeste rio-grandense (autorização IBAMA/SISBIO nº 33667). Apenas indivíduos com a dentição permanente foram incluídos. Após recolhimento, os cadáveres foram fixados com injeções subcutâneas, intramusculares e intracavitárias de solução de formaldeído a 50% e em seguida imersos na mesma solução a 10%. Decorridos sete a catorze dias de fixação, as laringes foram removidas. Para tal, fez-se uma incisão mediana na pele da região cervical ventral, estendendo-se desde o terço médio do pescoço até o espaço intermandibular. Em seguida, removeu-se a fáscia superficial e os músculos extrínsecos foram seccionados ao nível dos seus terços médios. Logo após, secções do aparelho hióideo e transversais dos primeiros anéis traqueais permitiram a retirada do órgão.

**Estudo macroscópico, topográfico e morfométrico.** Após a remoção da laringe, os cotos de musculatura extrínseca foram excisados, o que possibilitou a dissecação individualizada da musculatura intrínseca. Em seguida, tais músculos foram liberados das suas fixações nas cartilagens laríngeas para que as medições fossem realizadas.

Um paquímetro digital (capacidade 0-150mm, resolução 0,01mm, exatidão  $\pm 0,02$ mm, ZAAS Precision, Amatools®) foi utilizado para as aferições em duplicata por examinador único. Para que as medições 3b, 3c, 5b e 5c fossem acuradas, as laringes foram incisadas no plano mediano. As medidas bilaterais (1e, 1f, 1g, 2f, 2g, 3a, 3b e 3c) foram realizadas em ambos os antímeros e ob-

**Quadro 1. Relação e legenda das medições realizadas nas laringes de *Cerdocyon thous***

Legenda	Cartilagem tireoide
1a	Comprimento craniocaudal da lâmina no plano mediano
1b	Distância entre os cornos craniais
1c	Distância entre os cornos caudais
1d	Largura máxima ao nível das lâminas
1e	Comprimento dos cornos rostrais
1f	Comprimento dos cornos caudais
1g	Comprimento máximo da cartilagem (do corno rostral ao caudal)
	Cartilagem cricóide
2a	Largura ao nível do ponto central da art. cricoaritenóide
2b	Comprimento rostro-caudal do arco da cartilagem cricóide no plano mediano
2c	Comprimento rostro-caudal da lâmina no plano mediano
2d	Comprimento dorso-ventral externo no plano mediano
2e	Lúmen dorso-ventral no plano mediano
2f	Distância do ponto central da art. cricótireoide até o limite ventral mediano
2g	Distância do ponto central da art. cricoaritenóide até o limite ventral mediano
	Cartilagem aritenóide
3a	Altura medida da base ao ápice
3b	Distância entre a extremidade do processo vocal e o ponto central da art. cricoaritenóide
3c	Distância entre a extremidade do processo muscular e o ponto central da art. cricoaritenóide
	Cartilagem epiglótica
4a	Comprimento desde o nível dos processos cuneiformes ao ápice no plano mediano
4b	Largura máxima
4c	Comprimento dorso-ventral no plano mediano
	Dimensões laríngeas
5a	Comprimento crânio-caudal da laringe no plano mediano (do ápice da cartilagem epiglote até a margem caudal da lâmina cricóide)
5b	Comprimento da parte membranosa da glote no plano mediano
5c	Comprimento da parte intercartilaginosa da glote no plano mediano

tida uma média. As 23 medidas foram adaptadas dos trabalhos de Wysocki et al. (2008a), Wysocki et al. (2008b), Charuta et al. (2009) e Wysocki et al. (2010) e encontram-se listadas no Quadro 1 e esquematizadas na Figura 1. Além das dezesseis laringes mensuradas, outra laringe pertencente a um espécime fêmea foi submetida à dissecação e desarticulação das cartilagens para fotomicrografias individualizadas. Foram estabelecidas as relações de proporções das medidas 1b, 1c, 1d, 1g, 2e, 3a, 3b e 3c do *C. thous* com mensuradas por Tayama et al. (2001) para o cão doméstico.

Em dois espécimes, um macho e uma fêmea, foram realizadas radiografias em projeção lateral da região crânio-cervical para registrar a esquelotopia da laringe. As imagens foram obtidas em aparelho da marca Phillips®, modelo Aquilla Plus 300, em sistema de cassete computadorizado da marca Kodac® DirectView, empregando exposição de 50Kv, 200mA e 0,1s.

A nomenclatura adotada para as estruturas baseou-se na Nomen Anatomica Veterinária (ICGVN, 2012).

**Estudo microscópico.** Após as análises macroscópicas, as dezesseis laringes foram avaliadas quanto aos aspectos histológicos. A hemilaringe direita foi submetida à clivagem sagital e a hemilaringe esquerda a seções em três níveis: dorsal (incluindo o processo corniculado da ariteoide e lâmina da cartilagem cricóide), médio (terço médio das quatro cartilagens principais) e ventral (terço ventral das quatro cartilagens principais). Posteriormente, as amostras foram embebidas em parafina e as seções histológicas com 4 $\mu$ m submetidas à coloração por hematoxilina e eosina. As lâminas com os cortes histológicos foram analisadas em microscópio ótico de luz quanto ao tipo de cartilagem, natu-

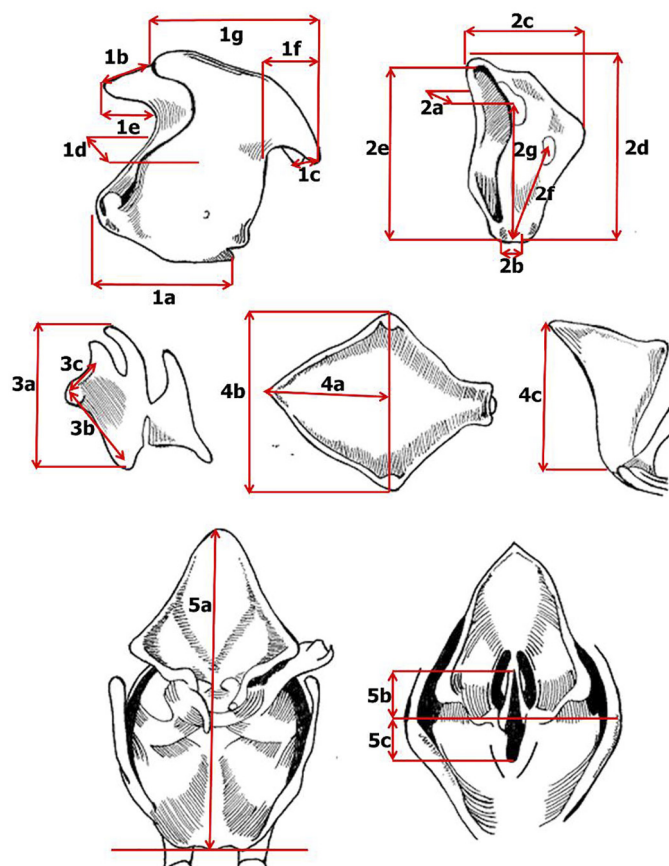


Fig.1. Representação esquemática das mensurações realizadas nas laringes de *Cerdocyon thous*.

reza do epitélio, presença de tecido linfóide, glândulas e demais tecidos e estruturas, sendo os achados registrados em formulário. Finalmente, fotomicrografias digitais foram realizadas com câmera Olympus® DP26 associada ao software cellSens 1.7.

**Análise estatística.** A análise estatística consistiu de: parte descritiva (média aritmética, desvio padrão e coeficiente de variação); testes de correlação linear de Pearson entre as medidas das laringes de *C. thous*; e teste t de comparação entre as médias das medidas entre sexos (ao nível de 5% de significância). Os dados estatísticos foram analisados com o software BioEstat 5.3®.

## RESULTADOS

A laringe de *Cerdocyon thous* dispôs-se caudalmente à raiz da língua, orofaringe e palato mole, ventralmente ao esôfago, dorsalmente ao m. esterno-hioideo. As radiografias

permitiram evidenciar que a esqueletopia da laringe, desde a extremidade cranial (ápice da epiglote) até a caudal (lâmina cricoide), ocorreu ao nível do dente e superfície articular caudal do corpo do eixo, respectivamente (Fig.2).

Todas as laringes de *C. thous* apresentaram uma cartilagem epiglote, uma cricoide, uma tireoide, um par de cartilagens aritenóides (Fig.3) e outro de cartilagens sesamóides. O comprimento total foi  $29,1 \pm 3,2$ mm (do ápice da epiglote até a margem caudal da cricoide) e a largura máxima  $20,2 \pm 2,2$ mm (entre os cornos craniais da tireoide) (Quadro 3).

Ao nível de 5% de significância, o teste de correlação linear revelou que o comprimento craniocaudal da lâmina da cartilagem tireoide no plano mediano (1a) foi a medida

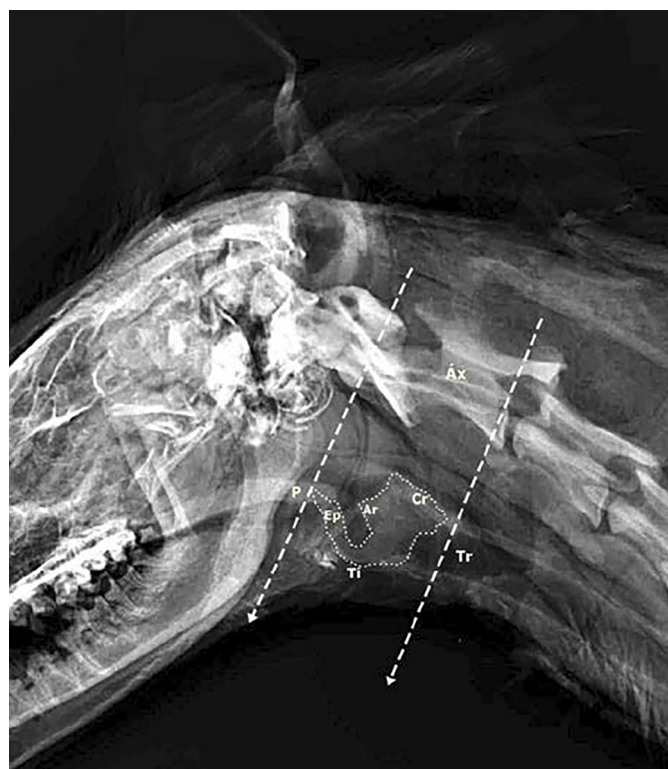


Fig.2. Imagem radiográfica em projeção lateral da região crânio-cervical de espécime fêmea, adulto, de *Cerdocyon thous* que evidencia a esqueletopia da laringe (contorno pontilhado). Palato mole (P). Eixo (Ax), Traqueia (Tr), Cartilagens epiglote (Ep), aritenóide (Ar), Tireoide (Ti) e Cricóide (Cr).

Quadro 2. Características de origem, inserção e ação dos músculos intrínsecos da laringe encontrados em *Cerdocyon thous* (n=16)

Músculo	Origem	Inserção	Ação
Cricotireoide	Face lateral da lâmina tireoide	Face lateral do arco cricóide	Tensionar as cordas vocais
Cricoaritenóide dorsal	Lateralmente à crista mediana da lâmina cricóide	Processo muscular da aritenóide	Abrir a glote
Cricoaritenóide lateral	Região látero-cranial da cricóide	Processo muscular da aritenóide	Fechar a glote
Tireoaritenóide	Face interna mediana da lâmina tireoide	Face dorso-lateral da aritenóide	Fechar a glote
Vocal	Face interna mediana da lâmina tireoide	Processo vocal da aritenóide	Relaxar as cordas vocais
Ventricular	Processo cuneiforme da aritenóide	Rafe mediana dorsal	Fechar a glote e dilatar o ventrículo lateral
Aritenóide transversa	Processo muscular da aritenóide	Rafe mediana dorsal	Fechar a glote



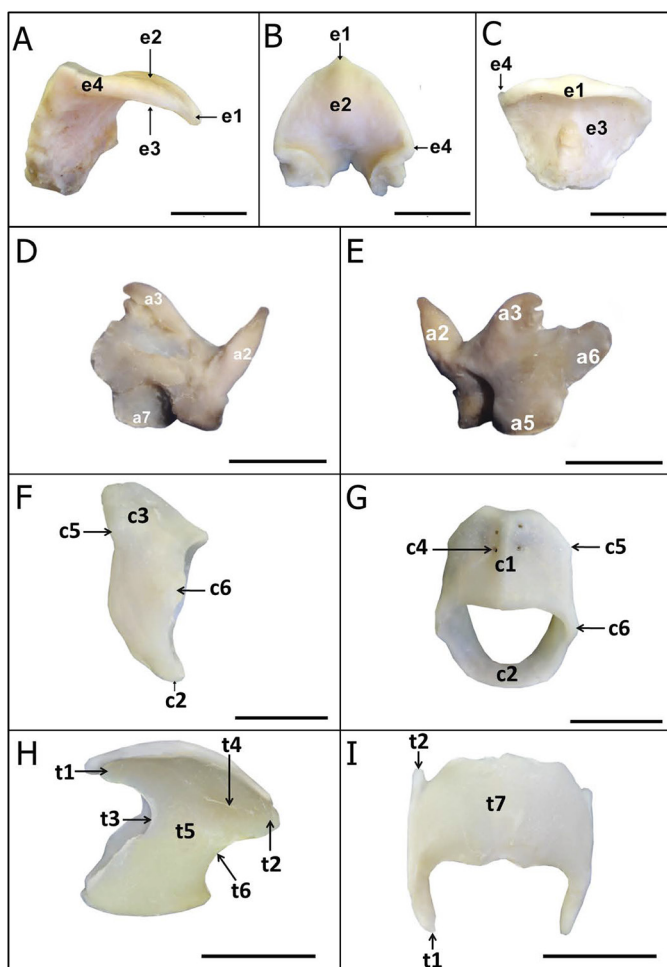


Fig.3. As cartilagens da laringe de fêmea adulta de *Cerdocyon thous* (A) em vistas lateral direita, (B) dorsal e (C) rostral da cartilagem epiglote; (D) vistas lateral e (E) medial da cartilagem aritenóide direita; (F) vistas lateral esquerda e (G) dorsal da cartilagem cricóide; (H) vistas lateral esquerda e ventral da cartilagem tireóide. Ápice da epiglote (e1), face laríngea (e2), face lingual (e3), prega ariepiglótica (e4), processo cuneiforme (a2), processo corniculado (a3), face medial do processo vocal (a5), face articular para a cricóide (a6), face lateral do processo vocal (a7), crista mediana (c1), arco cricóide (c2), lâmina cricóide (c3), forame vascular (c4) face articular para a aritenóide (c5) face articular para a tireóide (c6), corno rostral da tireóide (t1), corno caudal da tireóide (t2), fissura tireóide (t3), linha oblíqua (t4), lâmina esquerda da tireóide (t5), incisura tireóide caudal (t6), face ventral (t7). Barra = 1 cm.

que mais frequentemente apresentou correlação com as demais (Quadro 4). As medidas 3a e 5b não apresentaram correlação significativa com nenhuma outra. A relação entre as médias das medidas obtidas no *C. thous* com as correspondentes na laringe de cães domésticos analisadas por Tayama et al. (2001) estão no Quadro 5.

A cartilagem epiglótica apresentou formato de “folha” com o ápice voltado cranialmente e relacionado dorsalmente com a extremidade caudal do palato mole. Formou um discreto pecíolo voltado caudoventralmente e faces laríngea côncava e lingual convexa (Fig.3). À análise histológica mostrou-se invariavelmente elástica, com diferentes graus de áreas com tecido adiposo e de glândulas mistas

Quadro 3. Resultados das mensurações (média  $\pm$  desvio padrão), coeficiente de variação (CV) e valor de p no teste t de comparação entre as médias entre sexos ( $\alpha = 5\%$ ) obtidos das laringes de *Cerdocyon thous* (n=6)

Medida	Geral (mm)	Machos (mm)	Fêmeas (mm)	CV Geral (%)	CV Machos (%)	CV Fêmeas (%)	p-valor
1a	10,4 $\pm$ 1,4	10,1 $\pm$ 1,6	10,5 $\pm$ 1,5	13,9	16,3	13,8	0,65
1b	20,2 $\pm$ 2,2	21,4 $\pm$ 2,2	19,8 $\pm$ 2,2	11,1	10,4	11,1	0,23
1c	15,2 $\pm$ 1,8	16,3 $\pm$ 2,7	14,9 $\pm$ 1,4	11,9	16,8	9,3	0,20
1d	19,8 $\pm$ 1,9	20,3 $\pm$ 2,2	19,7 $\pm$ 1,9	9,7	10,9	9,6	0,61
1e	4,7 $\pm$ 0,8	4,8 $\pm$ 1,2	4,7 $\pm$ 0,7	17,5	25,1	15,5	0,85
1f	5,5 $\pm$ 0,8	5,8 $\pm$ 0,5	5,4 $\pm$ 0,9	15,1	8,7	16,9	0,51
1g	17,7 $\pm$ 1,3	18,1 $\pm$ 0,9	17,5 $\pm$ 1,4	7,2	4,7	7,8	0,43
2a	10,3 $\pm$ 1,9	10,0 $\pm$ 1,4	10,4 $\pm$ 2,1	18,3	14,1	19,8	0,70
2b	3,3 $\pm$ 0,6	3,4 $\pm$ 0,8	3,2 $\pm$ 0,6	18,3	22,2	17,6	0,64
2c	10,8 $\pm$ 1,2	11,1 $\pm$ 1,7	10,8 $\pm$ 1,1	11,1	14,9	10,1	0,61
2d	18,1 $\pm$ 2,2	19,3 $\pm$ 2,4	17,8 $\pm$ 2,1	12,1	12,5	11,8	0,26
2e	13,3 $\pm$ 2,2	14,8 $\pm$ 4,1	12,8 $\pm$ 1,2	16,9	27,9	8,9	0,43
2f	12,1 $\pm$ 1,8	11,5 $\pm$ 2,3	12,3 $\pm$ 1,7	14,9	19,8	13,8	0,49
2g	17,6 $\pm$ 1,8	17,0 $\pm$ 3,2	17,8 $\pm$ 1,2	10,1	18,6	6,7	0,66
3a	10,4 $\pm$ 2,4	9,9 $\pm$ 1,3	10,6 $\pm$ 2,8	23,4	13,3	25,8	0,64
3b	8,1 $\pm$ 2,2	10,3 $\pm$ 2,3	7,4 $\pm$ 1,7	27,2	22,7	23,0	0,02*
3c	6,8 $\pm$ 0,9	6,9 $\pm$ 0,9	6,7 $\pm$ 0,9	12,8	12,4	13,4	0,78
4a	9,9 $\pm$ 1,4	10,3 $\pm$ 1,5	9,8 $\pm$ 1,4	14,4	14,9	14,6	0,53
4b	13,5 $\pm$ 1,9	12,4 $\pm$ 1,8	13,8 $\pm$ 1,9	14,1	14,5	13,5	0,19
4c	14,4 $\pm$ 1,8	14,6 $\pm$ 1,9	14,3 $\pm$ 1,9	12,8	12,9	13,3	0,78
5a	29,1 $\pm$ 3,2	30,3 $\pm$ 3,3	28,7 $\pm$ 3,2	10,8	10,8	11,0	0,41
5b	8,9 $\pm$ 1,1	9,5 $\pm$ 0,6	8,7 $\pm$ 1,2	12,5	6,1	13,7	0,23
5c	8,0 $\pm$ 1,4	7,7 $\pm$ 0,7	8,1 $\pm$ 1,6	17,9	9,1	19,9	0,46

\* Diferença significativa ao nível de 5%.

tubuloacinares na lâmina própria (Fig.7). Em duas laringes foi possível visualizar também corpúsculos gustativos junto ao epitélio da face laríngea ao nível do terço caudal da epiglote. Uma comunicação entre a base da cartilagem epiglote e a parte mediana rostral da lâmina tireóide evidenciou uma transição entre os tipos cartilaginosa elástica e hialino (Fig.9).

As cartilagens aritenoides apresentaram-se pares, com forma irregular e compreenderam os processos cuneiforme, corniculado, vocal e muscular (Fig.3). A face articular para a cartilagem cricóide mostrou-se côncava e ovalada e prolongou-se láteroventralmente para formar o processo muscular. O curto processo corniculado limitou dorsalmente a entrada da laringe. O processo vocal dispôs-se ventrocaudalmente. O processo cuneiforme formou a parte mais cranial da cartilagem e dividiu-se em duas partes: uma dorsal, maior, que formou a prega ariepiglótica e uma ventral, discreta, da qual partiu a prega vestibular. Lateralmente à prega ariepiglótica formou-se um recesso piriforme (Fig.4). A cartilagem ariteoide exibiu composição mista, mostrando-se elástica nos processos cuneiforme e corniculado e hialina nos processos vocal e muscular (Fig.10). As cartilagens sesamoides, pares e inconspícuas, posicionaram-se entre o processo corniculado da ariteoide e a margem rostral da lâmina cricóide (Fig.5).

A cartilagem tireóide foi a maior da laringe. Consistiu de duas lâminas, uma em cada antímero, unidas ventralmente no plano mediano e afastadas dorsalmente (Fig.3). Exibiu uma discreta linha oblíqua na face lateral para a inserção do m. esterno-tireóide. Cada lâmina expandiu-se rostral e caudalmente para formar os respectivos cornos: o rostral



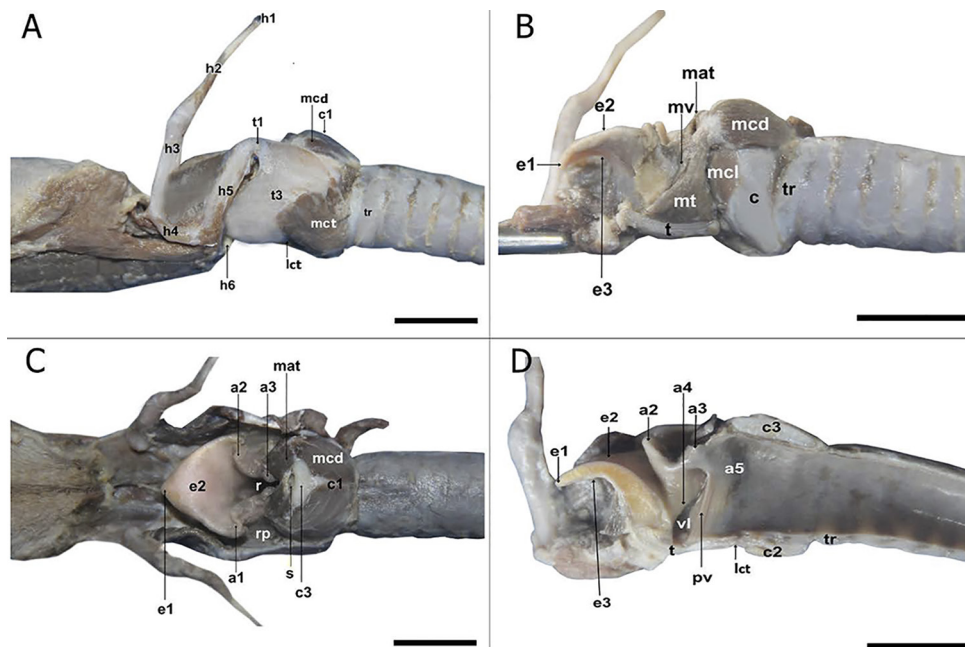


Fig.4. Laringe, aparato hioideo, raiz da língua e traqueia de espécime fêmea, adulto, de *Cerdocyon thous* (A) em vistas lateral esquerda após remoção dos músculos extrínsecos, (B) lateral após secção da lâmina tireoide esquerda, (C) dorsal e (D) da face medial do antímero direito. Estruturas: cartilagem tímpano-hióidea (h1), osso estilo-hióideo (h2), osso epi-hióideo (h3), osso cerato-hióideo (h4), osso tireo-hióideo (h5), osso basi-hióideo (h6), ápice da epiglote (e1), face laríngea (e2), face lingual (e3), prega ariepiglótica (a1), processo cuneiforme (a2), processo corniculado (a3), prega vestibular (a4), processo vocal (a5), cartilagem cricóide (c), crista mediana da cricóide (c1), arco da cricóide (c2), lâmina da cricóide (c3), cartilagem tireoide (t), corno rostral da tireoide (t1), lâmina esquerda da tireoide (t3), m. cricotireoideo (mct), m. cricoaritenóideo lateral (mcl), m. cricoaritenóideo dorsal (mcd), m. tireoaritenóideo (mt), m. vocal (mv), m. aritenóideo-transverso (mat), cartilagem sesamoide (s), ligamento cricotireoideo (lct), recesso piriforme (rp), rima da glote (r), prega ventricular (pv), ventrículo lateral (vl), traqueia (tr). Barra = 1cm.

et al. 2004; Evans & Lahunta 2013). Em *Didelphis* sp. situa-se ventralmente ao atlas e áxis (Bertassoli et al. 2013) enquanto na *Dasyprocta* sp. posiciona-se na região cervi-

cal caudal devido ao maior comprimento da língua (Silva et al. 2014). Enquadrou-se, portanto, na generalização de que a esqueletopia da laringe dos mamíferos terrestres se estende desde a base do occipital ou primeiras vértebras cervicais até o nível da terceira ou quarta vértebras cervicais (Harrison 1995).

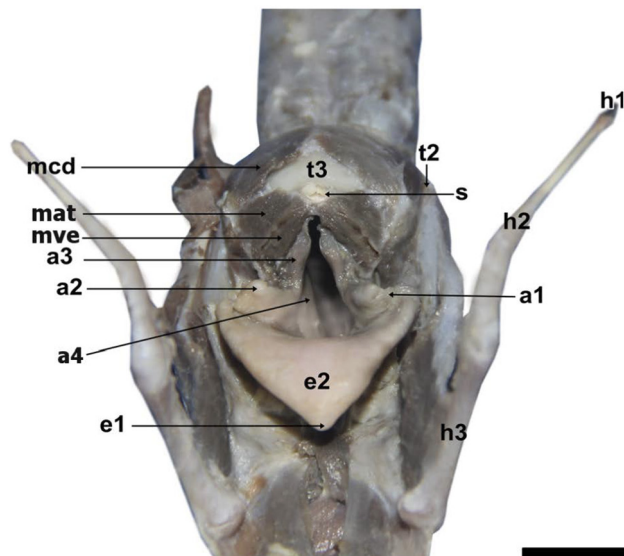


Fig.5. Laringe de espécime fêmea, adulto, de *Cerdocyon thous* em vista rostral. Estruturas: cartilagem tímpano-hióidea (h1), osso estilo-hióideo (h2), osso epi-hióideo (h3), ápice da epiglote (e1), face laríngea (e2), prega ariepiglótica (a1), processo cuneiforme (a2), processo corniculado (a3), prega vocal (a4), osso sesamoide (s), corno caudal da tireoide (t2), lâmina da cricóide (t3), m. ventricular (mve), m. aritenóideo transverso (mat), m. cricoaritenóideo dorsal (mcd). Barra = 1cm.

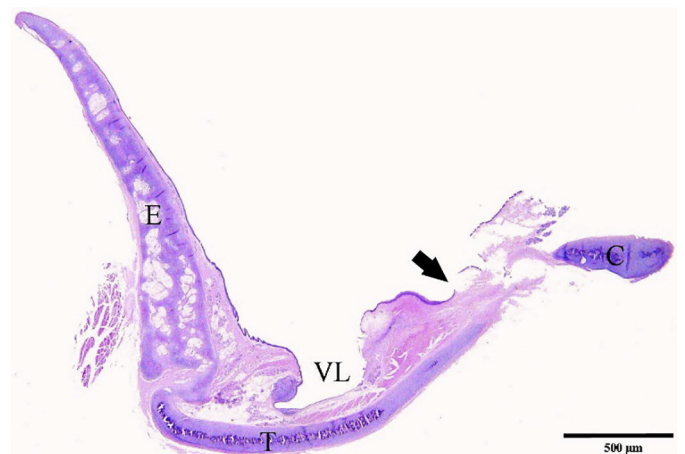


Fig.6. Corte sagital de laringe de espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. São observadas as cartilagens epiglote (E), tireoide (T) e cricóide (C). Paralelo ao terço médio da cartilagem tireoide é possível observar o aprofundamento do epitélio e formação do ventrículo lateral da laringe (VL). Notar a área de transição entre o epitélio pavimentoso estratificado para epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado próximo ao terço final da cartilagem tireoide (seta). Hematoxilina e eosina. Barra = 500µm.



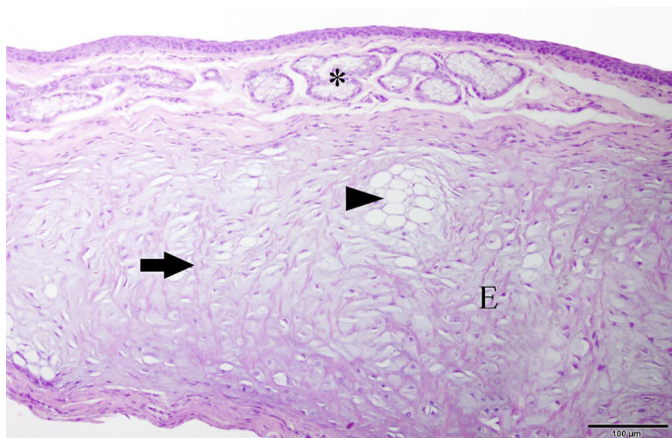


Fig.7. Corte sagital de laringe de um espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. Cartilagem epiglote (E) revestida dorsalmente por epitélio estratificado pavimentoso. Observam-se condrócitos entremeados por fibras elásticas eosinofílicas (seta) e com ilhas de adipócitos que podiam ser observadas em graus variados em toda a extensão da epiglote (cabeça de seta). Notam-se ainda estruturas glandulares mistas tubuloacinares na face dorsal da lâmina própria da epiglote (\*). Hematoxilina e eosina. Barra = 100µm.

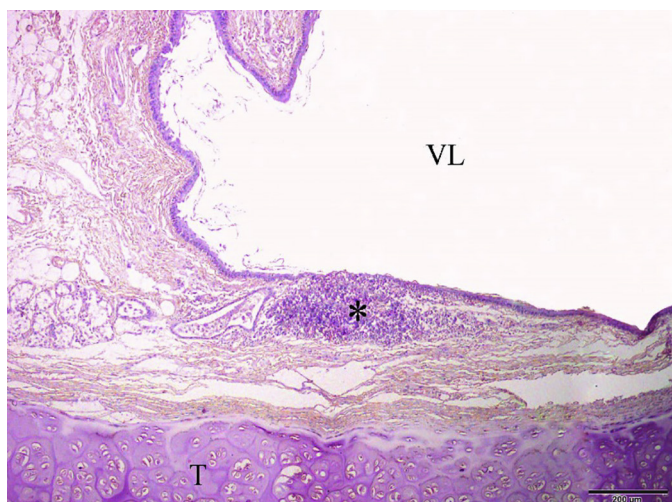


Fig.8. Laringe de um espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. Corte sagital da laringe na região do ventrículo lateral (VL) que apresenta agregado linfóide associado à mucosa (\*). Pode-se perceber o tipo hialino da cartilagem tireoide, caracterizada por condrócitos basofílicos. Hematoxilina e eosina. Barra = 200 µm.

O aparato hioideo de *C. thous* evidenciou uma parte suspensória formada pelos ossos cerato-hioideo, epi-hioideo e estilo-hioideo. O osso tireo-hioideo articulou-se dorsalmente com o corno rostral da cartilagem tireoide e ventralmente com o osso basi-hioideo. Esta configuração é idêntica à descrita para o cão doméstico por Evans & Lahunta (2013) e para os carnívoros silvestres *Vulpes vulpes*, *Nyctereutes procyonoides*, *Ursus thibetanus*, *Procyon lotor*, *Martes melampus*, *Mustela itatsi*, *Mustela sibirica* e *Paguma larvata* por Takada, Izumi & Gotoh (2009).

Ao consultar descrições da anatomia laríngea de cães domésticos em livros-texto, constataram-se algumas diferenças: a epiglote de *C. thous* mostrou-se mais curta no

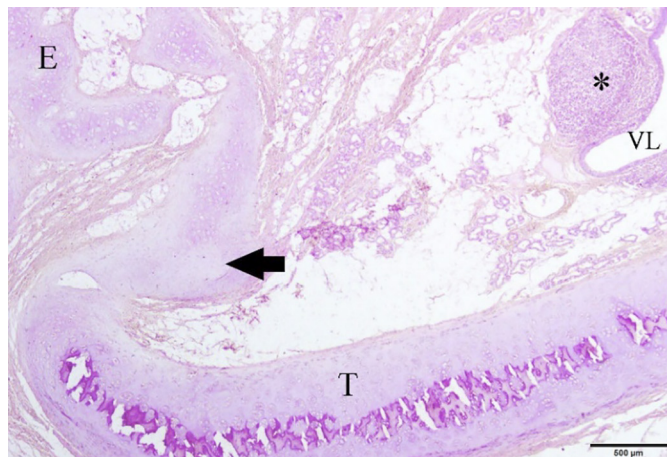


Fig.9. Corte sagital de laringe de um espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. Observa-se a região de transição (seta) entre as cartilagens epiglote (E) e tireoide (T). No canto superior direito percebe-se a região mais profunda do ventrículo lateral (VL) com agregado linfóide associado a mucosa (\*). Hematoxilina e eosina. Barra = 500 µm.

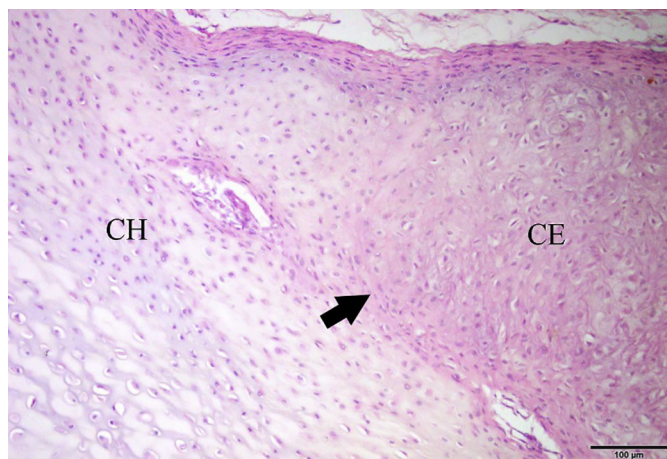


Fig.10. Corte sagital de laringe de um espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. Nota-se a zona de transição (seta) entre as cartilagens hialina (CH) e a elástica (CE) na cartilagem aritenóide. Hematoxilina e eosina. Barra = 100 µm.

eixo dorso-ventral, apresentou contorno lateral mais arredondado e o pecíolo quase inaparente; a epiglote formou cerca de um terço do comprimento total da laringe, enquanto em cães corresponde à metade (Evans & Lahunta 2013); a cartilagem tireoide de *C. thous* apresentou fissura tireoidiana mais profunda, porém proeminência laríngea ventral, incisura tireoidea caudal e linha oblíqua inconspícuas; a cricoide revelou uma lâmina apenas três vezes mais ampla do que o arco ventral, enquanto no cão é cinco vezes, e o par de forames vasculares foi constante e não ocasional como nos cães (Evans & Lahunta 2013); a crista mediana da cricoide apareceu mais elevada e não foi visualizada a rasa incisura mediana na margem rostral da lâmina cricoide descrita para o cão (Hare 1986). As ariteoideias de *C. thous* apresentaram os mesmos processos que as do cão doméstico, porém a parte ventral do processo cuneiforme exibiu-se mais curta e o processo corniculado menos desenvolvido.

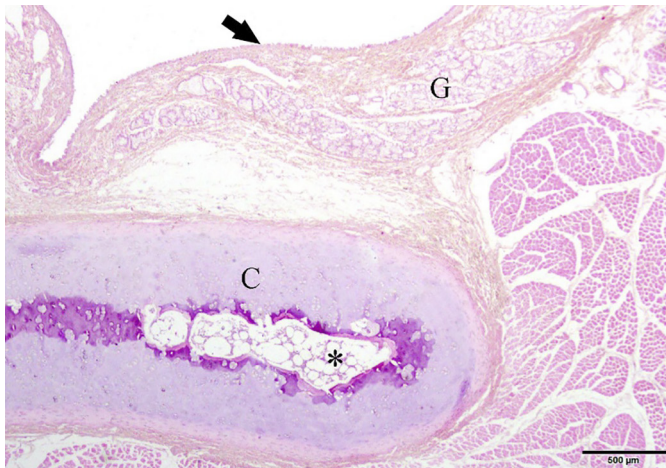


Fig.11. Corte sagital de laringe de um espécime fêmea de *Cerdocyon thous*. Cartilagem cricóide (C) com área central contendo trabéculas de matriz osteoide medula óssea (\*). Nessa região a laringe apresenta-se revestida internamente por epitélio pseudoestratificado cilíndrico ciliado (seta). Nota-se ainda grande quantidade de glândulas mistas tubuloacinares na lâmina própria (G). Hematoxilina e eosina. Barra = 500  $\mu$ m.

Tayama et al. (2001) e Kim et al. (2004) propuseram um esquema de mensurações laríngeas com ênfase na identificação de espécies que pudessem servir como modelos experimentais à laringe humana. No presente trabalho optou-se por seguir o protocolo de medidas de Wysocki et al. (2008b), embora a adoção de todos os pontos mensurados por Tayama et al. (2001) à laringes de cães pudesse ser mais conveniente para fins comparativos. Esta escolha embasou-se no fato de o grupo de Wysocki (2008a, 2008b e 2010) ter publicado mais recentemente uma série de artigos com mensurações de laringes animais e humanas, o que facilita uma comparação mais abrangente. Além disto, os trabalhos de Tayama et al. (2001) e de Kim et al. (2004) não propuseram mensurações da epiglote.

Não obstante, oito distâncias mensuradas em laringes de cães por Tayama et al. (2001) puderam ser comparadas com as de *C. thous*. As medidas das cartilagens tireoide e cricoide de *C. thous* foram praticamente a metade das obtidas em nove cães domésticos mestiços (massa corporal média de 23kg); apenas a ariteoide não acompanhou tais proporções. Isto embasa a constatação de que a ariteoide é a cartilagem com maior variação morfológica entre os mamíferos (Evans & Lahunta 2013).

Embora o comprimento craniocaudal da lâmina da cartilagem tireoide no plano mediano (1a) tenha sido a medida que mais se correlacionou com as demais, outras que também apresentaram elevada frequência de forte correlação com as demais foram 1b, 1c, 1d, 2b, 2c, 2d e 2e, 4c e 5a. A correlação significativa entre muitas das medidas revela que a laringe é um órgão estruturado proporcionalmente, conforme constatado com metodologia similar em laringes de equinos por Charuta et al. (2009).

Ainda que pouco estudadas em mamíferos, características de dimorfismo sexual na laringe são reconhecidas em seres humanos (Maue & Dickson 1971, Wysocki et al. 2008a), bovinos (Wysocki et al. 2008b) e renas (Frey et al.

2007), embora não encontradas em cães domésticos (Tayama et al. 2001), equinos (Charuta et al. 2009) nem suínos (Wysocki et al. 2010). De acordo com Harrison (1995) na maioria das espécies a laringe dos machos seria maior que a das fêmeas e isto decorreria de um porte corporal maior, mas também de uma alta afinidade de receptores de andrógenos nas cartilagens laríngeas. Tuohimaa et al. 1981 confirmaram essa hipótese em carneiros e concluíram que a cartilagem tireoideia foi a que mais sofreu influência dos hormônios masculinos.

Quando comparadas as 23 medidas laríngeas entre machos e fêmeas de *C. thous*, apenas uma demonstrou diferença significativa: a distância entre a extremidade do processo vocal ao centro da cápsula cricoide. O processo vocal da ariteoide é o ponto de inserção do músculo vocal e sua conformação mais alongada nos machos pode relacionar-se com diferenças na vocalização entre os sexos. Uma vez que esta medida apresentou coeficiente de variação elevado (cerca de 25%), a atribuição de dimorfismo sexual à laringe do *C. thous* baseada apenas nessa medida parece não se sustentar. Coincidentemente, esta medida também diferiu entre suínos machos e fêmeas com idade entre 12 a 18 semanas, porém não se repetiu em suínos adultos (Wysocki et al. 2010).

A natureza elástica da cartilagem epiglote e dos processos cuneiforme e corniculado da ariteoide configura um sistema flexível, comparado a “molas” por Fink & Demarest (1978), que atua de forma dinâmica para evitar a broncoaspiração de líquidos ou sólidos. Contrariamente, as cartilagens cricoide, tireoide e a parte caudal da ariteoide são constituídas por cartilagem hialina, o que garante uma rigidez necessária para fixação de músculos que promovem movimentos entre as mesmas. Há uma premissa de que mobilidade articular entre as cartilagens tireoide e cricoide seja o fator mais importante na produção e modulação do som nos mamíferos (Harrison 1995). Do ponto de vista mecânico, as cartilagens hialina e elástica diferem entre si pois resistem a forças de compressão e tensão, respectivamente (Harrison 1995).

O epitélio escamoso estratificado delineou a maior parte da laringe e fez transição com o epitélio pseudoestratificado colunar ciliado (respiratório) antes de chegar à traqueia, conforme descrito para mamíferos domésticos (Bacha JR. & Bacha 2000, Eurell 2004, König & Liebich 2011). Em *Nasua nasua*, mesmo a cartilagem cricoide foi descrita como revestida por epitélio estratificado (Oliveira et al. 2011).

A presença de tecido linfóide nodular entre o epitélio e as cartilagens da laringe é conhecida em mamíferos domésticos (Banks 1991, Eurell 2004). No entanto, a localização específica dentro do ventrículo lateral da laringe somente foi aludida por Delahunty & Cherry (2007) para seres humanos. Contudo, é provável que esta ocorrência apareça também em outros mamíferos. De todo modo, estudos em suínos comprovaram que a laringe contém importantes estruturas linfóides que exercem vigilância imunológica e reconhecimento de antígenos locais (Barker et al. 2006).

O ápice da epiglote em *C. thous* se relacionou com a face dorsal da extremidade caudal do palato mole, o que configurou um posicionamento mais intranarial do que



intraoral, à semelhança do descrito para o cão doméstico (Evans & Lahunta 2013) e *Mustela putorius furo* (Larson 1993). A posição intranarial seria favorável para permitir que o animal respire e ingira líquido simultaneamente. Todos os mamíferos possuem cartilagem epiglote, ainda que suas dimensões, formato e presença de glândulas não estejam bem relacionados com o estilo de vida de cada espécie (Harrison 1995). Observou-se que a epiglote de *C. thous* foi ampla o suficiente para ocluir toda a glote e, assim, privilegiar o fluxo do ar para as vias olfatórias. Esta característica é especialmente relevante para carnívoros (Harrison 1995). Reforçando essa observação, Adaro et al. (2004) mencionam que a epiglote dos cães é proporcionalmente maior que a dos seres humanos.

A observação de que a cartilagem epiglote de *C. thous* é elástica e parcial ou totalmente infiltrada por tecido adiposo, com epitélio do tipo escamoso estratificado não-queratinizado, coincide com a descrição de Bacha & Bacha (2000) para carnívoros domésticos. Segundo Bertassoli et al. (2013) há epitélio pseudoestratificado respiratório na região caudal da epiglote em *Didelphis* sp., o que não foi visto em *C. thous*. A presença de glândulas mistas tubuloacinares na lâmina própria da epiglote de *C. thous* também foi relatada em animais domésticos por Banks (1991) e Bacha & Bacha (2000) e em *Nasua nasua* por Oliveira et al. (2011). Uma área de transição das cartilagens elástica e hialina foi visualizada na junção entre a epiglote e a tireoide. Em animais domésticos, tal união ocorre por fibras elásticas (König & Liebich 2011). A presença de corpúsculos gustativos, visualizados na epiglote de dois espécimes de *C. thous*, coincidiu com o relatado para carnívoros, suínos, ruminantes e seres humanos por Banks (1991).

A cartilagem ariteoide revelou composição mista, sendo elástica nos processos cuneiforme e corniculado e hialina no restante. Isto coincide com o descrito genericamente para mamíferos domésticos por Dyce et al. (2010) em que ambos os processos formam-se de cartilagem do tipo elástica. Difere de *Nasua nasua* em que é descrita apenas como hialina (Oliveira et al. 2011), e de *Didelphis* sp. em que apenas o processo corniculado tem constituição elástica (Bertassoli et al. 2013).

Os processos corniculados têm a função de evitar que alimentos volumosos e ricos em líquido sejam broncoaspirados. Por esta razão, Harrison (1995) postula que tais processos são alongados nos herbívoros, especialmente nos ruminantes. Em carnívoros obrigatórios, como os felinos domésticos e o *Panthera tigris*, estes processos sequer são identificados (Hare 1986, Pérez et al. 2006). Deste modo, os processos corniculados curtos das aritenoides de *C. thous* seriam compatíveis com a dieta onívora da espécie (Kasper et al. 2014). O mesmo foi verificado no também onívoro *Nasua nasua* (Oliveira et al. 2011). De fato, estudos comparativos entre mamíferos sugerem que a morfologia laríngea relaciona-se mais com a dieta do que a características como vocalização ou velocidade de locomoção (Harrison 1995). Em *C. thous*, assim como no cão doméstico (Evans & Lahunta 2013), os processos corniculados e cuneiformes pertenceram à cartilagem ariteoide; nos seres humanos tratam-se de cartilagens distintas (Adaro et al. 2004).

A cartilagem tireoide foi a maior e formou uma ampla lâmina que garante uma proteção ventrolateral para a manutenção da natureza tubular do órgão. Isto é uma característica que se repete em mamíferos domésticos (König & Liebich 2011) e em *Nasua nasua* (Oliveira et al. 2011). Em *Dasyprocta* sp. a cricoide foi a mais ampla das cartilagens (Silva et al. 2014). Aliado a isto, a articulação do tipo sinovial entre as cartilagens tireoide e cricoide revela que a laringe de *C. thous* é uma estrutura típica de espécies mamíferas mais recentes (Harrison 1995).

A cartilagem cricoide apresentou uma crista mediana bem desenvolvida para a fixação de músculos, bem como dimensões de altura e largura visualmente comparáveis às do primeiro anel traqueal, assim como descrito para *Nasua nasua* e *Dasyprocta* sp. (Oliveira et al. 2011, Silva et al. 2014). Tais características também são comuns nos mamíferos (Harrison 1995). A articulação cricoariteoide, sinovial, exibiu configuração que permite o deslizamento da ariteoide sobre a cricoide possibilitando a adução e abdução da prega vocal para modular a fonação (Adaro et al. 2004). Em *Didelphis* sp. a cartilagem cricoide tem o formato de letra "V" (Bertassoli et al. 2013).

A semelhança entre a disposição anatômica do ligamento cricotireoidiano do *C. thous* com o cão doméstico permite supor que a cricotireoidostomia possa ser empregada como procedimento veterinário de emergência em zoológicos e unidades de conservação. Tal intervenção permite o fluxo de ar em animais com grave obstrução das vias superiores (por trauma facial, por exemplo) com uma série de vantagens sobre a traqueostomia (Fludge 2009).

Em cortes histológicos da maioria dos espécimes de *C. thous* foi visualizada ossificação com presença, inclusive, de medula óssea nas cartilagens tireoide e/ou cricoide. Um processo degenerativo que leve à calcificação seguida de ossificação em partes das cartilagens hialinas da laringe é relatado como relacionado ao envelhecimento em seres humanos (Hately et al. 1965) e animais domésticos, especialmente no equino (König & Liebich 2011). Também foi encontrada na cartilagem cricoide de indivíduos machos de *Dasyprocta* sp., ainda que a idade não fosse relatada na metodologia (Silva et al. 2014).

A presença de medula óssea na laringe pode ser vista em estágios iniciais de ossificação e, ocasionalmente, na ausência de formação óssea (Harrison 1995). Todos os cadáveres usados neste estudo tinham a denteição permanente, portanto adultos. Evidências sugerem que a maioria dos espécimes de *C. thous* atropelados em rodovias sejam adultos jovens, não sendo comuns indivíduos filhotes nem senis (Silva et al. 2010), o que parece compatível com a amostragem analisada no presente estudo. Assim, talvez os sinais de calcificação/ossificação da laringe de *C. thous* surjam em idade mais precoce que a referida para animais domésticos.

A presença e a conformação das cartilagens sesamoides foram investigadas desde longa data em carnívoros silvestres. Em *C. thous* surgiram unidas por um tecido fibroso (ligamento), conforme aludido por Brandt (1826) para *Canis lupus*, *Thalarctos maritimus* e *Gulo gulo*, por Morel (1951) para *Meles meles*, por Morel & Thiéry (1953) para *Lutra lu-*

tra e por Pierard (1965) para *Vulpes fulva*, *Urocyon cinereo-argenteus*, *Ursus americanus*, *Mustela vison* e ocasionalmente para *Canis familiaris*.

Por fim, pode-se inferir que a laringe de *C. thous* constituiu-se de cartilagens, músculos, aparato hioideo e revestimento epitelial com natureza, disposição e proporções semelhantes à do cão doméstico. Diferiu quanto ao formato e dimensões das cartilagens ariteoides e na topografia ventral ao eixo.

## REFERÊNCIAS

- Adaro L., Rico B., Flores E. & Cattaneo G. 2004. Laringe canina y humana: un estudio para establecer homología. Arq. Ciênc. Vet. Zool. Unipar 7:135-139.
- Bacha Jr W.J. & Bacha L.M. 2000. Color Atlas of Veterinary Histology. 2nd ed. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia. 318p.
- Banks W.J. 1991. Histologia Veterinária Aplicada. 5ª ed. Manole, São Paulo. 502p.
- Barker E., Haverson K., Stokes C., Birchall M. & Bailey M. 2006. The larynx as an immunological organ: immunological architecture in the pig as a large animal model. Clin. Exp. Immunol. 143:6-14.
- Bertassoli B., Santos A., Oliveira F., Oliveira D., Assis-Neto A. & Carvalho A. 2013. Morfologia da laringe e traquéia de Gambás (*Didelphis sp.*). Ciênc. Anim. Bras. 14:222-229.
- Brandt J. 1826. Observationes anatomicae de instrumento *Vocis mammalium*. F.A. Herbig, Wien. 38p.
- Charuta A., Dzierzecka M. & Wysocki J. 2009. Evaluation of sexual dimorphism in horses on the basis of the morphology and morphometry of the larynx. Bull. Vet. Inst. Pulawy. 53:477-486.
- Cheida C.C., Nakano-Oliveira E., Fusco-Costa R., Rocha-Mendes F. & Quadros J. 2006. Ordem Carnívora, p.231-276. In: Reis N.R., Perachi A.L., Pedro W.A. & Lima I.P. (Eds), Mamíferos do Brasil. Nelio R. dos Reis, Londrina.
- Delahunty J.E. & Cherry J. 2007. The laryngeal sacculae. J. Laryngol. Otol. 83:803-815.
- Dyce K., Sack W. & Wensing C. 2010. Tratado de Anatomia Veterinária. 4ª ed. Elsevier, Rio de Janeiro. 856p.
- Eckel H., Sittel C., Zorowka P. & Jerke A. 1994. Dimensions of the laryngeal framework in adults. Surg. Radiol. Anat. 16:31-36.
- Erdoğan S. & Pérez W. 2013. Anatomical characteristics of the larynx in giraffe (*Giraffa camelopardalis*). J. Morphol. 30:266-271.
- Eurell J.A.C. 2004. Veterinary Histology. Teton NewMedia, Salt Lake City. 120p.
- Evans H.E. & Lahunta A. 2013. Miller's Anatomy of the Dog. Saunders Elsevier, St Louis. 872p.
- Fink B. & Demarest R. 1978. Laryngeal Biomechanics. Harvard University Press, Cambridge. 176p.
- Fludge M. 2009. Endotracheal intubation, p.72-74. In: Silverstein D. & Hopper K. (Eds), Small Animal Critical Care Medicine. Saunders Elsevier, Missouri.
- Frey R., Gebler A. & Fritsch G. 2007. Nordic rattle: the hoarse vocalization and the inflatable laryngeal air sac of reindeer (*Rangifer tarandus*). J. Anat. 210:131-159.
- Hare H. 1986. Sistema respiratório do carnívoro, p.1465-1480. In: Getty R. (Ed.), Anatomia dos Animais Domésticos. 5ª ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 2000p.
- Harrison D.F.N. 1995. The Anatomy and Physiology of the Mammalian Larynx. Cambridge University Press, Cambridge. 288p.
- Hately W., Evison G. & Samuel E. 1965. The pattern of ossification in the laryngeal cartilages: a radiological study. Brit. J. Radiol. 38:585-591.
- Hirano M., Kurita S., Yukizane K. & Hibi S. 1989. Asymmetry of the laryngeal framework: a morphologic study of cadaver larynges. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 98:135-140.
- Hunter L. 2011. Carnivores of the World. Princeton University Press, Princeton. 240p.
- International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature 2012. Nomina Anatomica Veterinaria. 5th ed. Editorial Committee, Knoxville. 177p.
- Kasper C.B., Trinca C.S., Sanfelice D., Mazim F.D. & Trigo T.C. 2014. Os carnívoros, p.161-190. In: Gonçalves G.L., Quintela F.M. & Freitas T.R.O. (Eds), Mamíferos do Rio Grande do Sul. Pacartes, Porto Alegre.
- Kim M., Hunter E. & Titze I. 2004. Comparison of human, canine, and ovine laryngeal dimensions. Ann. Otol. Rhinol. 113:60-68.
- König H.E. & Liebich H.G. 2011. Sistema respiratório, p.389-410. In: Ibid. (Eds), Anatomia dos Animais Domésticos: texto e atlas colorido. Artmed, Porto Alegre.
- Larson J. 1993. Movement of the epiglottis in mammals. Dissertação de Mestrado em Odontologia, University of Washington, Washington. 33p.
- Maue W. & Dickson D. 1971. Cartilages and ligaments of the adult human larynx. Arch. Otolaryngol. 94:432-439.
- Monteiro R. 2013. Correção cirúrgica da paralisia da laringe em canídeos. Dissertação de Mestrado em Medicina Veterinária, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa. 70p.
- Morel P. 1951. Les cartilages larynges du blaireau. Mammalia 15:47-49.
- Morel P. & Thiéry G. 1953. Sur le larynx des mustelides. Mammalia 17:187-188.
- Oliveira V., Souza A., Santos A.C., Bertassoli B.M., Rosa R.A., Carvalho A.F., Martins J.F.P. & Mançanares C.A.F. 2011. Estudo morfológico do sistema respiratório de quati (*Nasua nasua*). Biotemas 25:81-92.
- Pérez W., Lima M. & Cuñarro B. 2006. Larynx anatomy in a tiger (*Panthera tigris* Linnaeus, 1758). J. Anim. Vet. Adv. 5:1093-1095.
- Perard J. 1965. Comparative anatomy of the larynx of the dog and other carnivora. Can. Vet. J. 6:11-15.
- Saigusa H. 2011. Comparative anatomy of the larynx and related structures. Japan Med. Assoc. J. 54:241-247.
- Silva A.B.S., Santos T.M.V., Carvalho M.A.M., Guerra P.S.L., Rizzo M.S., Araújo W.R., Torres C.B.B. & Conde Junior A.M. 2014. Morfologia da laringe de cutia (*Dasyprocta sp.*). Pesq. Vet. Bras. 34:593-598.
- Silva E., Leite F., Souza T., Rossi Jr. J., Marchesi M. & Alves D. 2010. Avaliação da Idade em Cachorros-Do-Mato, *Cerdocyon thous* (Linnaeus, 1758), por meio da mensuração do diâmetro do canal pulpar. Natureza Online 8:114-116.
- Takada Y., Izumi M. & Gotoh K. 2009. Comparative anatomy of the hyoid apparatus of carnivores. Mammal. Study 34:213-218.
- Tayama N., Chan R.W., Kaga K. & Titze I.R. 2001. Geometric characterization of the laryngeal cartilage framework for the purpose of biomechanical modeling. Ann. Otol. Rhinol. Laryngol. 110:1154-1161.
- Tuohimaa P.T., Kallio S., Heinijoki J., Aitasalo K., Virolainen E., Karma P. & Tuohimaa P.J. 1981. Androgen receptors in laryngeal carcinoma. Acta Oto-laryngologica 91:149-154.
- Wysocki J., Kielska E., Charuta A., Janiuk I. & Reymond J. 2008a. Analysis of measurements and proportion of young and adult individuals of domestic cattle. Electron. J. Polish Agric. Univ. 11:18.
- Wysocki J., Kielska E., Orszulak P. & Reymond J. 2008b. Measurements of pre- and postpubertal human larynx: a cadaver study. Surg. Radiol. Anat. 30:191-199.
- Wysocki J., Kielska E., Janiuk I. & Charuta A. 2010. Analysis of larynx measurements and proportions in young and adult domestic pigs (*Sus scropha domestica*). Turkish J. Vet. Anim. Sci. 34:339-347.