

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE

**COMPARAÇÃO ANATÔMICA DAS VIAS AÉREAS
CRANIAIS DE ANIMAIS BRAQUICEFÁLICOS E
MESATICEFÁLICO POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA
MAGNÉTICA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LUCIANA DO AMARAL OLIVEIRA

GUARAPUAVA

2021

LUCIANA DO AMARAL OLIVEIRA

**COMPARAÇÃO ANATÔMICA DAS VIAS AÉREAS CRANIAIS DE ANIMAIS
BRAQUICEFÁLICOS E MESATICEFÁLICO POR MEIO DE TOMOGRAFIA
COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Saúde Animal, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Liane Ziliotto
Orientadora

GUARAPUAVA

2021

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da Unicentro

O48c Oliveira, Luciana do Amaral
Comparação anatômica das vias aéreas craniais de animais braquicefálicos e mesaticefálico por meio de tomografia computadorizada e ressonância magnética / Luciana do Amaral Oliveira. -- Guarapuava, 2021. xiv, 35 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias. Área de Concentração: Saúde Animal, 2021.

Orientadora: Liane Ziliotto
Banca examinadora: Zara Bortolini, Paola Castro Moraes

Bibliografia

1. Anatomia. 2. Dispneia. 3. Diagnóstico por imagem. 4. Síndrome do braquicefálio. 5. Cães. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias.

CDD 636

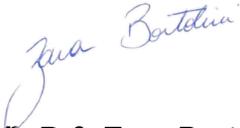
LUCIANA DO AMARAL OLIVEIRA

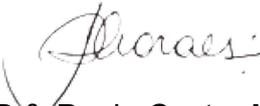
COMPARAÇÃO ANATÔMICA DAS VIAS AÉREAS CRANIAIS DE ANIMAIS BRAQUICEFÁLICOS E MESATICEFÁLICO POR MEIO DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA E RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, área de concentração em Saúde e Produção Animal Sustentável, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 24 de fevereiro de 2021.


Prof^ª. Dr^ª. Liane Ziliotto
(UNICENTRO)


Prof^ª. Dr^ª. Zara Bortolini
(UNICENTRO)


Prof^ª. Dr^ª. Paola Castro Moraes
(UNESP)

GUARAPUAVA-PR
2021

“Dedico a todas as pessoas que acreditaram em mim, principalmente nos momentos que nem eu acreditava em mim mesma”

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade que me proporcionou de realizar mestrado e pela força e fé que me concedeu todos os dias. Agradecer toda minha família pelo apoio durante esses dois anos de estudo e pesquisa, em especial meu pai, mãe, irmã e tias, que sempre acreditaram nos meus sonhos. Agradecer meus amigos e colegas de mestrado, que me aguentaram nos momentos de crise, desespero, raiva, e que sempre me apoiaram e comemoraram comigo minhas pequenas conquistas. Quero agradecer aos meus professores do mestrado, sem os quais esse trabalho e a conclusão do mestrado; e à Lirian, secretária do Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias. Agradecer imensamente a equipe do “Queen’s Veterinary School Hospital”, que desenvolveu a maior parte do projeto, na Universidade de Cambridge, Inglaterra. E em especial e mais importante, a professora Dr^a. Liane Ziliotto, minha orientadora, que muito me ensinou, desde a graduação, e a cada dia me inspira mais a buscar conhecimento e a melhorar. Todos os elogios e críticas foram extremamente construtivos que me fizeram crescer e amadurecer para essa carreira. E por último não poderia deixar de os mestres que me acompanharam desde o trajeto da graduação, me guiando presencialmente e espiritualmente.

“São as nossas escolhas que revelam o que realmente somos, muito mais do que as nossas qualidades.”

Alvo Dumbledore

RESUMO

Luciana do Amaral Oliveira. Comparação anatômica das vias aéreas craniais de animais braquicefálicos e mesaticefálico por meio de tomografia computadorizada e ressonância magnética.

Os cães apresentam amplas variações de conformação devido a seleção genética realizada pelo homem ao longo dos anos. Devido a essa grande variedade racial, os cães braquicefálicos apresentam comprimento de crânio mais curto, mas os tecidos moles da cavidade nasal não são reduzidos na mesma proporção causando deformidades, e tais alterações anatômicas geram obstrução das vias aéreas, característica da síndrome do braquicefálico. Sabe-se que ocorrem alterações como: prolongamento de palato, narinas estenosadas, porém, são escassas as descrições comparativas aparelho respiratório cranial de raças braquicefálicas e cães com comprimento de crânio normal. O presente estudo realizou a comparação de imagens de tomografia computadorizada, ressonância magnética e peças anatômicas de um animal mesaticefálico (controle) e dois animais braquicefálicos. Assim este estudo justifica-se por buscar discriminar comparativamente e especificamente as estruturas anatômicas envolvidas na síndrome, facilitando a interpretação quando na análise de pacientes doentes. Mesmo tendo a dificuldade de associar as secções de comparações entre o animal mesaticefálico e os braquicefálicos devido ao encurtamento do crânio desses animais, podemos concluir os motivos e a origem de todos os sinais clínicos da síndrome braquicefálica, e transformar este trabalho em um modelo elucidativo para o ensino de médicos veterinários, funcionando como um guia na presença de lesões, explicando a sintomatologia clínica e o estabelecimento de um protocolo terapêutico médico e cirúrgico.

Palavras chave: Anatomia. Dispnéia. Diagnóstico por imagem. Síndrome do braquicefálico. Cães

ABSTRACT

Luciana do Amaral Oliveira. Anatomical comparison of the cranial airways of brachycephalic and mesaticephalic animals using computed tomography and magnetic resonance imaging.

Dogs show wide variation in conformation due to the genetic selection realized by men over the years. Due to this great racial variety, brachycephalic dogs have a shorter skull length, but the soft tissues of the nasal cavity are not reduced in the same proportion causing deformation of the same, anatomical changes that cause airway obstruction, which lead to brachycephalic syndrome. Changes are known to occur, such as: prolongation of the palate, narrowed nostrils, however, comparative descriptions of the cranial respiratory tract of brachycephalic breeds and dogs with normal skull length are scarce. This present study compared the computed tomography, magnetic resonance and anatomical images of a mesaticephalic animal (control) and two brachycephalic animals. Thus, this study is justified by seeking to discriminate comparatively and specifically the anatomical structures involved in the syndrome, facilitating the interpretation when analyzing sick patients. Even though the difficulty of association of the sections of comparisons between the mesaticephalic and brachycephalic animals because of the shortening of the skull of these animals, we can conclude the reasons and the origin of all clinical signs of the brachycephalic syndrome, and turn this work into an elucidative model for teaching veterinarians, working as a guide in the presence of injuries, explaining clinical symptoms and establishing a medical and surgical therapeutic protocol.

Keywords: Anatomy. Dyspnea. Diagnostic imaging. Brachycephalic syndrome. Dogs.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Montagem da base esquelética da variação na conformação de cabeça intraespecífica	10
Figura 1: Imagens de cadáveres congelados (1) e imagens da tomografia computadorizada (2), sendo um animal mesaticefálico (A) e dois braquicefálicos (B e C), respectivamente. Podemos observar estenose de asa de narina em raças braquicefálicas (seta amarela) devido a deformidade da prega alar, ocluindo a cavidade nasal, comparada a do animal controle (seta vermelha).	14
Figura 2: Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 1 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	15
Figura 3 Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 2 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	16
Figura 4: Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 3 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	17
Figura 5: Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 4 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	18
Figura 6: Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 5 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	19
Figura 7: Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 6 nos animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de ressonância magnética	20

LISTA DE TABELASQUADROS**Tabela-Quadro 1: Organização dos cortes em secções e suas respectivas figuras ...13**

SUMÁRIO

Lista de Ilustrações	viii
Lista de Tabelas	ix
1. Introdução	8
2. Revisão de Literatura	9
2.1 Variação racial e conformação cranial	10
2.2 Trato respiratório superior	11
2.3 Síndrome braquicefálica	12
2.4 Exames de imagem	12
3. Artigo Científico	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	15
Material e Métodos	16
Resultados	18
Discussão	26
Conclusão	27
Agradecimentos	27
Referências	28
4. Referências	30

1. INTRODUÇÃO

Devido à influência humana em cruzamentos no processo de domesticação, Os cães fazem parte da espécie com maior variação de tamanho e conformação anatômica. A forma da cabeça é determinada em grande parte pelo crânio, em particular a região facial. As raças que apresentam o comprimento do focinho reduzido, assim conhecido os animais braquicefálicos, tendem a ter maior risco em desenvolver a Síndrome Obstrutiva das Vias Aéreas Braquicefálicas ou Síndrome Braquicefálica. Sabe-se que a Síndrome Braquicefálica consiste de uma ou mais combinação de anormalidades anatômicas e funcionais que desencadeiam predominantemente sinais de obstrução de vias aéreas devido a conformação do crânio desses animais. Mas a falta de dados objetivos sobre a anatomia respiratória dificulta o a etiologia aprofundada da doença, o monitoramento da mesma e o progresso dessas alterações, sendo necessária a busca por mais informações para sua descrição detalhada (RIECKS et al., 2007; KEATS, 2012). A identificação dos sinais clínicos da síndrome braquicefálica associado a exames complementares, podem fornecer informações relevantes e contribuir para o diagnóstico e tratamento precoces, melhorando a qualidade de vida do animal além de diminuir a ocorrência de alterações secundárias à síndrome (MORAES, 2012).

Assim, o estudo comparativo do trato respiratório cranial de cães braquicefálicos e cães mesaticefálicos com a utilização de técnicas de tomografia computadorizada (TC) e ressonância magnética (RM) em contraste com os cortes anatômicos permitirá a melhor identificação das estruturas envolvidas na síndrome quando comparadas a animais normais anatomicamente ou mesaticefálicos. Os livros texto de descrição anatômica e mesmo muitos artigos científicos descrevem as estruturas das vias aéreas craniais apenas em cães mesaticefálicos, dificultando a interpretação de imagens e reconhecimento das estruturas em cães braquicefálicos. Assim, este estudo justifica-se por buscar discriminar comparativamente e especificamente as estruturas anatômicas envolvidas na síndrome, facilitando a interpretação quando na análise de pacientes doentes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Variação Racial e conformação cranial

Os cães representam a espécie doméstica de maior diversidade no que se refere a seu tamanho e sua conformação anatômica; essas amplas variações não são observadas em nenhuma outra espécie de animal doméstico. Essas diferenças podem ser justificadas, em grande parte, pela seleção artificial gerada pelo homem ao longo dos anos, influenciando na conformação anatômica, comportamento e coloração dos animais. (HOFFMAN-APOLLO, 2009).

Em razão dessa grande variedade racial, os cães apresentam diferenças no formato e tamanho do crânio e focinho. As diferenças são classificadas de acordo com o comprimento relativo da cabeça em: dolicocefálicas, com a cabeça longa; mesaticefálica, com a cabeça intermediária; e braquicefálicas, com a cabeça curta. Apesar de estarem em planos aproximadamente paralelos, o pronunciado declive entre os planos craniano e facial produz o ângulo nasofrontal ou *stop*. Em raças braquicefálicas a face encurtada e alargada é acompanhada de um pronunciado *stop* e os olhos são mais orientados a frente. Cruzamentos seletivos também produziram uma discrepância entre o comprimento das arcadas superior e inferior. Os cães braquicefálicos possuem focinho extremamente curto e o crânio largo e globoso; com superfície dorsal convexa, crista sagital extremamente reduzida, e com olhos amplamente espaçados, como mostra a representação dos crânios na Figura 1 (DONE et al., 2010). Alguns dos cães braquicefálicos mais comuns são: Buldogues Inglês e Francês, Pequinês, Boxer, Pug, Shih Tzu, Boston Terriers, Lhasa Apso, Maltês, Cavalier King Charles Spaniel, Brussels Griffon e Chihuahua (NETO & TARTAGLIA, 2013; GETTY, 1986; MACHADO, 2006). Estas características da conformação anatômica das raças braquicefálicas são singulares e geram alterações na função do trato respiratório cranial.



Figura 1. Montagem da base esquelética demonstrando a variação na conformação de cabeça intraespecífica. 1- Dinamarquês, 2- Chihuahua, 3- Yorkshire terrier, 4- Boxer, 5- Buldogue, 6- Basset Hound, 7- Collie pêlo duro, 8- Doberman pinscher, 9- Pequinês,

10- Sealyhan terrier, 11- Dachshund. Sendo mesaticefálicos os animais: 1, 2, 3 e 11; braquicefálicos: 4, 5 e 9; dolicocefálicos: 6, 7,8, e 10 (KONIG & LIEBICH, 2011).

2.2 Trato respiratório cranial

Os órgãos respiratórios localizados na cabeça (nariz, seios paranasais, parte nasal da faringe) formam o trato respiratório cranial. O nariz inclui receptores olfativos, os quais fornecem informações sobre o ambiente, orientação espacial e proteção contra substâncias nocivas. A cavidade nasal e as conchas aquecem e umedecem o ar e filtram corpos estranhos. Todas as vias respiratórias facilitam troca de água e calor, o que particularmente importante para o cão (CONSTANTINESCU, 2005; KONIG & LIEBICH, 2011).

O nariz é formado pelos ossos nasais dorsalmente, pelos maxilares lateralmente, pelos processos palatinos ventralmente, e caudalmente é delimitado pela lâmina crivosa do osso etmoide. As narinas externas são sustentadas pelas cartilagens nasais, que se fixam à extremidade rostral do septo nasal, do qual se prolongam ventral e dorsalmente; e definem o formato da abertura da narina (DONE et al, 2010; KONIG & LIEBICH, 2011).

A narina forma a abertura da cavidade nasal e cerca o vestíbulo nasal. A cavidade nasal se prolonga das narinas até a lâmina crivosa do osso etmoide, e é dividida pelo septo nasal em lados esquerdo e direito. As conchas nasais são espirais cartilaginosas com mucosa nasal que ocupam a maior parte da cavidade nasal; elas se projetam para o interior da cavidade nasal e servem para aumentar a face da área respiratória. Nos cães, animais de senso de olfato apurado, as conchas nasais são complexas e aumentam ainda mais a área olfativa (GETTY, 1986; KONIG & LIEBICH, 2011).

As conchas maiores dividem a cavidade nasal em uma série de sulcos e meatos que se ramificam em um meato comum próximo ao septo nasal. O cão possui três meatos nasais: dorsal, médio e ventral. O meato nasal médio se comunica com os seios paranasais, que são divertículos da cavidade nasal que formam cavidades preenchidas com ar entre as lâminas externa e interna dos ossos do crânio. Fornecem proteção térmica e mecânica à orbita, à cavidade nasal e ao crânio. Os seios paranasais são revestidos pela mucosa respiratória, que é delgada e pouco vascularizada, fato responsável pela dificuldade de cicatrização dessa área, o que favorece obstruções quando a mucosa fica espessada devido inflamações (CONSTANTINESCU, 2005; DONE et al, 2010; KONIG & LIEBICH, 2011).

2.3 Síndrome Braquicefálica

Nestes indivíduos braquicefálicos, a conformação reduzida da face não é acompanhada pela redução dos tecidos moles da cabeça na mesma proporção e como consequência há a obstruções das vias aéreas craniais. Tal obstrução é causada por alterações primárias e secundárias. As primárias podem incluir palato mole espesso e alongado, narinas estenóticas, dobras faríngeas redundantes, desvio de septo nasal, crescimento de conchas aberrante, tonsilas hipertróficas, hipoplasia de traqueia e macroglossia. As secundárias incluem sacos laríngeos evertidos e outros graus de colapso laríngeo. Essa combinação de alterações anatômicas gera a compressão das vias aéreas e subsequente aumento da pressão negativa na inspiração para que a ventilação adequada ocorra, levando à inflamação e alongamento dos tecidos faríngeos, bem como à obstrução (FASANELLA et al., 2010). A obstrução muda o padrão respiratório com a passagem da respiração de nasal para a oral. Tal mudança é fisiologicamente desvantajosa para o indivíduo, levando a um padrão respiratório instável. Esse conjunto de alterações é denominado síndrome braquicefálica (EMMERSON, 2014; LIU et al., 2016). Os cães afetados pela síndrome braquicefálica podem apresentar uma variedade de sinais clínicos, como respiração ruidosa e laboriosa, regurgitação / vômito, intolerância ao calor e ao exercício, cianose e colapso. Os sinais clínicos são geralmente crônicos e se agravam com o tempo se as lesões não forem tratadas (FASANELLA et al., 2010; MEOLA, 2013; EMMERSON, 2014; LIU et al., 2016).

2.4 Exames de imagem

Os exames de imagem são métodos de investigação da passagem do ar pela narina, laringe, faringe e boca e permite a avaliação das estruturas e o rastreamento de alterações subclínicas (HOSTNIK et al., 2017). Com o advento de novas tecnologias, a tomografia computadorizada (TC) e a ressonância magnética (RM) tornaram-se métodos acurados e não invasivos quanto a especificidade e localização de deformidades (CRV IMAGEM, 2019; MACHADO, 2006). A TC é uma modalidade diagnóstica de grande importância que vem sendo amplamente utilizada na medicina veterinária a partir da década de 1990. O princípio de formação de imagem da tomografia computadorizada é o mesmo da radiografia; à medida que tomografia é iniciada, tubos de raios-x e detectores giram 360° em torno do paciente, emitindo a radiação necessária para o registro de imagens. Cada estrutura anatômica da região examinada absorve mais ou menos radiação, de acordo com a sua densidade. A imagem obtida é chamada

de tomográfica, isto porque a tomografia em grego significa "*tomo* = cortes" e "*grafia* = escrever", ou seja, as imagens são obtidas em cortes ou fatias. Produz imagens transversais, tridimensionais, seccionando a estrutura anatômica do corpo do paciente, revolucionando a habilidade da inspeção não-invasiva das cavidades corporais (PÁFARO, 2012).

Um scanner de ressonância magnética é um cilindro ou tubo contendo um poderoso ímã. Quando deitado na mesa no interior do tubo, o paciente é envolvido por um poderoso campo magnético. A força magnética faz com que os núcleos dos átomos de hidrogênio de seu corpo fiquem alinhados em uma direção. Uma vez que os átomos estejam alinhados, o equipamento emite um feixe de ondas de radiofrequência. Essas ondas fazem com que o núcleo de hidrogênio mude de direção. Quando eles retornam à sua posição original, emitem determinados sinais que são detectados pelo scanner. Os núcleos de hidrogênio dos tecidos do corpo mudam de direção de maneiras diferentes (INSTITUTO ONCOGUIA, 2020). Um programa de computador capta os sinais dessas alterações, construindo uma imagem em preto e branco. O contraste nas imagens se baseia na diferença de intensidade dessa interação em áreas de estruturas ou de composição diferentes. Essa técnica supera por ampla margem a tomografia computadorizada em sua capacidade de distinguir diferenças sutis nos limites dos tecidos moles (HAGE et al., 2010).

3 ARTIGO CIENTÍFICO

(Artigo de acordo com as normas da revista **Ciência Animal Brasileira**)

Comparação anatômica das vias aéreas craniais de animais braquicefálicos e mesaticefálico por meio de tomografia computadorizada e ressonância magnética

Anatomical comparison of the cranial airways of brachycephalic and mesaticephalic animals using computed tomography and magnetic resonance imaging.

Luciana do Amaral Oliveira^{1¶}, Liane Ziliotto^{1,2*¶}

¹ Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, Paraná, Brasil

² Queen's Veterinary School Hospital", Universidade de Cambridge, Inglaterra

* lu.vet09@gmail.com

Resumo

Os cães apresentam amplas variações de conformação devido a seleção genética realizada pelo homem ao longo dos anos. Devido a essa grande variedade racial, os cães braquicefálicos apresentam comprimento de crânio mais curto, mas os tecidos moles da cavidade nasal não são reduzidos na mesma proporção causando deformidades, e tais alterações anatômicas geram obstrução das vias aéreas, característica da síndrome do braquicefálico. Sabe-se que ocorrem alterações como: prolongamento de palato, narinas estenosadas, porém, são escassas as descrições comparativas aparelho respiratório cranial de raças braquicefálicas e cães com comprimento de crânio normal. O presente estudo realizou a comparação de imagens de tomografia computadorizada, ressonância magnética e peças anatômicas de um animal mesaticefálico (controle) e dois animais braquicefálicos. Assim este estudo justifica-se por buscar discriminar comparativamente e especificamente as estruturas anatômicas envolvidas na síndrome, facilitando a interpretação quando na análise de pacientes doentes. Mesmo tendo a dificuldade de associar as secções de comparações entre o animal mesaticefálico e os braquicefálicos devido ao encurtamento do crânio desses animais, podemos concluir os motivos e a origem de todos os sinais clínicos da síndrome braquicefálica, e transformar este trabalho em um modelo elucidativo para o ensino de médicos veterinários, funcionando como um guia na presença de lesões, explicando a sintomatologia clínica e o estabelecimento de um protocolo terapêutico médico e cirúrgico.

36

37 **Palavras chave:** Anatomia. Dispnéia. Diagnóstico por imagem. Síndrome do
38 braquicefálcio. Cães

39

40 **Abstract**

41 Dogs show wide variation in conformation due to the genetic selection realized by men over
42 the years. Due to this great racial variety, brachycephalic dogs have a shorter skull length, but
43 the soft tissues of the nasal cavity are not reduced in the same proportion causing deformation
44 of the same, anatomical changes that cause airway obstruction, which lead to brachycephalic
45 syndrome. Changes are known to occur, such as: prolongation of the palate, narrowed nostrils,
46 however, comparative descriptions of the cranial respiratory tract of brachycephalic breeds and
47 dogs with normal skull length are scarce. This present study compared the computed
48 tomography, magnetic resonance and anatomical images of a mesaticephalic animal (control)
49 and two brachycephalic animals. Thus, this study is justified by seeking to discriminate
50 comparatively and specifically the anatomical structures involved in the syndrome, facilitating
51 the interpretation when analyzing sick patients. Even though the difficulty of association of the
52 sections of comparisons between the mesaticephalic and brachycephalic animals because of the
53 shortening of the skull of these animals, we can conclude the reasons and the origin of all
54 clinical signs of the brachycephalic syndrome, and turn this work into an elucidative model for
55 teaching veterinarians, working as a guide in the presence of injuries, explaining clinical
56 symptoms and establishing a medical and surgical therapeutic protocol.

57

58

59 **Keywords:** Anatomy. Dyspnea. Diagnostic imaging. Brachycephalic syndrome. Dogs

60

61 **Introdução**

62 Os cães fazem parte da espécie com maior variação de tamanho e conformação
63 anatômica. A forma da cabeça é determinada em grande parte pelo crânio, em particular a região
64 facial. As raças que apresentam o comprimento do focinho reduzido, assim conhecido os
65 animais braquicefálicos, tendem a ter um maior risco em desenvolver a Síndrome Obstrutiva
66 das vias Aéreas Braquicefálicas ou Síndrome Braquicefálica. Sabe-se que a síndrome
67 braquicefálica consiste de uma ou mais combinação de anormalidades anatômicas e funcionais
68 desencadeando predominantemente sinais de obstrução de vias aéreas devido a conformação
69 do crânio desses animais, mas se necessita uma descrição mais detalhada, e falta de dados

70 objetivos sobre a anatomia respiratória dificulta o monitoramento da doença e o progresso
71 dessas alterações e da síndrome braquicefálica [1,2]. A identificação dos sinais clínicos da
72 síndrome braquicefálica associado a exames complementares, podem fornecer informações
73 relevantes e contribuir para o diagnóstico e tratamento precoces, melhorando a qualidade de
74 vida do animal além de diminuir a ocorrência de alterações secundárias à síndrome [3].

75 Assim, o estudo comparativo do trato respiratório cranial de cães braquicefálicos e cães
76 mesaticefálicos com a utilização de técnicas de TC e RM em contraste com os cortes
77 anatômicos permitirá a melhor identificação das estruturas envolvidas na síndrome quando
78 comparadas a animais normais anatomicamente ou mesaticefálicos. Os livros texto de descrição
79 anatômica e mesmo muitos artigos científicos descrevem as estruturas das vias aéreas craniais
80 apenas em cães mesaticefálicos, dificultando a interpretação de imagens e reconhecimento das
81 estruturas em cães braquicefálicos. Assim este estudo justifica-se por buscar discriminar
82 comparativamente e especificamente as estruturas anatômicas envolvidas na síndrome,
83 facilitando a interpretação quando na análise de pacientes doentes.

84

85 **Material e Métodos**

86

87 **Animais:**

88 Foram utilizados cadáveres de pacientes braquicefálicos, sendo um animal da raça
89 Buldogue Francês e outro da raça Pug, e um cadáver da raça Pastor Alemão (conformação
90 cranial mesaticefálica – controle). Todos os animais foram atendidos e vieram a óbito por
91 situações clínicas diferentes. O animal mesaticefálico (controle) não apresentava alterações,
92 nem histórico de doenças em vias aéreas craniais, e a causa mortis não envolvia o sistema
93 respiratório.-

94 Os cadáveres foram recebidos e congelados no laboratório de anatomia patológica. Eles
95 foram congelados em freezer a -20°C, após o óbito, e processadas neste mesmo laboratório.
96 Para a realização deste projeto, as cabeças foram serradas e separadas dos corpos dos cadáveres
97 na altura da terceira vértebra cervical, permitindo a observação e exame da narina até o final da
98 laringe e início da traqueia. Vinte e quatro horas antes da realização dos exames de imagem, as
99 cabeças foram removidas do freezer e efetuado o descongelamento de forma lenta. As peças
100 foram então submetidas aos exames de tomografia computadorizada (TC) e ressonância
101 magnética (RM) *post-mortem*. Ao término dos exames as peças voltaram para o freezer
102 tomando-se o cuidado para que congelassem com a cabeça reta e estendida, semelhante ao
103 posicionamento dos exames de imagem. Após novo congelamento, as peças foram submetidas

104 a cortes anatômicos transversais, em sentido rostro-caudal, ou seja, iniciando-se em região de
105 narina e seguindo-se até o final da laringe. A espessura dos cortes foi de aproximadamente
106 0,5cm e executado com serra fita (oscilatória para peças anatômicas). Após cada corte, eles
107 foram limpos, colocados sobre pano de fundo negro e deixados para descongelar para que fosse
108 possível a visualização adequada dos tecidos moles mais delicados. Com o descongelamento
109 os cortes foram fotografados em suas duas faces (sentido oral e aboral).

110

111 **Local do experimento**

112 Todas essas etapas foram realizadas no “Queen’s Veterinary School Hospital”, na
113 Universidade de Cambridge, Inglaterra (no Setor de diagnóstico por imagem foi executada a
114 ressonância magnética, no Setor de oncologia foi realizada a tomografia computadorizada e no
115 Laboratório de anatomia patológica foram feitos o congelamento e os cortes das peças
116 anatômicas).

117 As imagens de TC foram obtidas com o tomógrafo modelo Toshiba Aquillion (Toshiba
118 Medical System, Califórnia, Estados Unidos). Os topogramas foram adquiridos nas incidências
119 latero-lateral direita e dorso-ventral previamente à varredura, para planejar a série dos cortes.
120 A região de interesse foi examinada do plano rostral a nasal até o final do meato nasofaríngeo.
121 A técnica utilizada no tomógrafo foi de 120kV, 80mA, e a espessura do corte foi de 1mm e
122 0,5mm. Dados foram enviados ao software Horos® em planos dorsais, sagitais e transversais.

123 A RM foi realizada com um aparelho modelo Vet-MR Grande 0.25-T (Esaote, Genova,
124 Itália).

125

126 **Análise das imagens:**

127 O estudo foi realizado por meio da comparação das imagens fotográficas dos cortes
128 anatômicos dos animais braquicefálicos e do mesaticefálico com os correspondentes cortes das
129 imagens dos exames de TC e RM em programas específicos para análise de imagens médicas
130 (Horos® e RadiAnt®).As imagens foram inseridas no programa Power Point® onde foram
131 recortadas e cada estrutura anatômica foi identificada por pontos anatômicos através de setas.
132 Para se realizar a comparação das alterações anatômicas entre esses animais, foi-se dividido as
133 imagens em secções transversais - foram escolhidas imagens dos cortes onde foram utilizados
134 pontos anatômicos em cavidade respiratória específicos no animal controle como guia. A partir
135 disso, foram selecionadas as imagens de TC e RM que mais se aproximavam desses pontos. O
136 mesmo processo foi realizado nas imagens dos cortes, TC e RM dos pacientes braquicefálicos.
137 As secções são demonstradas ~~na Tabela~~ no Quadro 1. Entre os cortes dos cadáveres

138 congelados foram selecionados cortes transversais através de algum ponto específico no animal
 139 mesaticefálico, considerado controle e comparados com os exames de TC e RM nos mesmos
 140 ou nos pontos aproximados. As imagens foram comparadas para demonstrar sua repetibilidade.

141 As imagens dos cortes e exames escolhidos foram organizadas para fins de comparação
 142 e as estruturas anatômicas foram identificadas e legendadas, baseadas em Atlas e textos de
 143 anatomia veterinária [4-7]. As semelhanças, alterações e diferenças dos animais foram
 144 indicadas ao longo de montagens de fotografias dos cortes. Os animais foram identificados nas
 145 imagens como braquicefálico 1, sendo o animal da raça Buldogue Inglês, braquicefálico 2 o
 146 animal da raça Pug e mesaticefálico, sendo o cão da raça Pastor Alemão (controle).

147

148

149 **Tabela-Quadro 1.** Organização dos cortes em secções e suas respectivas figuras.

	Secção transversal	Figura
1	Através do vestíbulo nasal e mandíbula na altura dos dentes caninos	2
2	Através da cavidade nasal na altura do dente pré-molar superior I e a mandíbula na altura do dente pré-molar II	3
3	Através da cavidade nasal, língua e mandíbula na altura dos dentes pré-molares superior e inferior III	4
4	Através da cavidade nasal, língua e mandíbula na altura do dente pré-molar superior IV e dente molar inferior I	5
5	Através da cavidade nasal, órbitas, e mandíbula	6
6	Através dos seios frontais, extremidade rostral da cavidade craniana, nasofaringe, corpo da língua e ramos mandibulares	7

150

151 **Resultados**

152 As montagens dos cortes anatômicos e as imagens de TC e RM são apresentadas a seguir, de
 153 acordo com a secção transversal no sentido rostral para mais caudal (Fig 1-8).

154

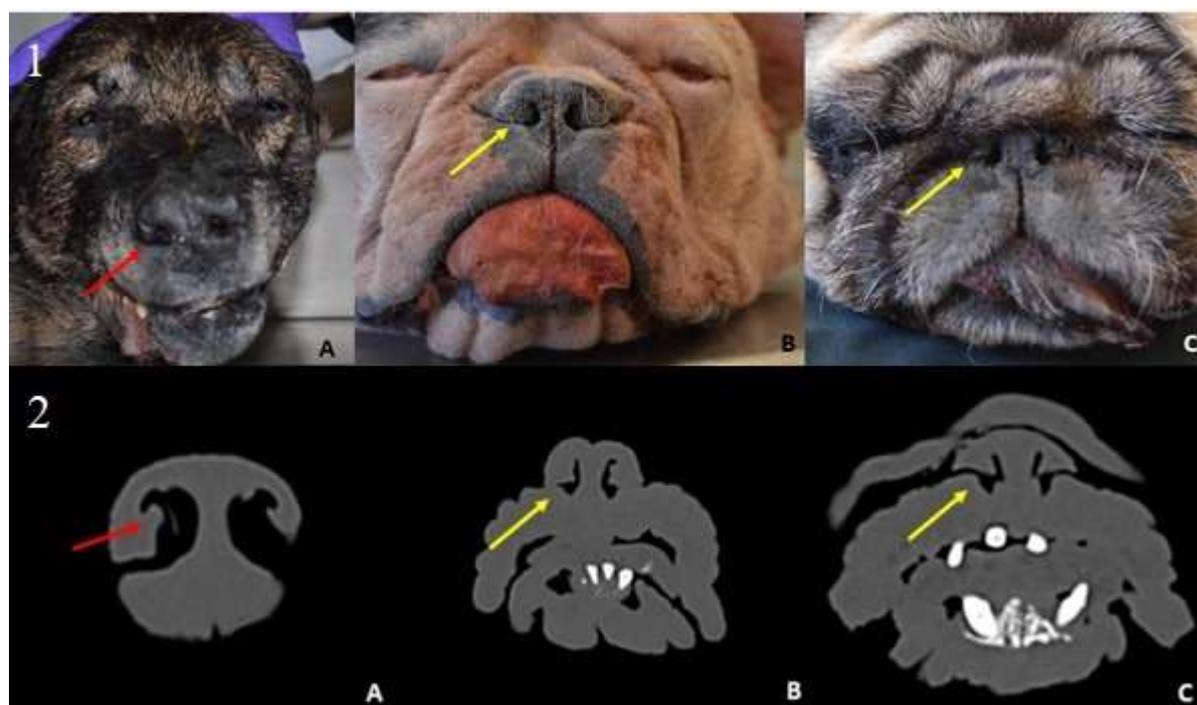
155

156

157

158

159

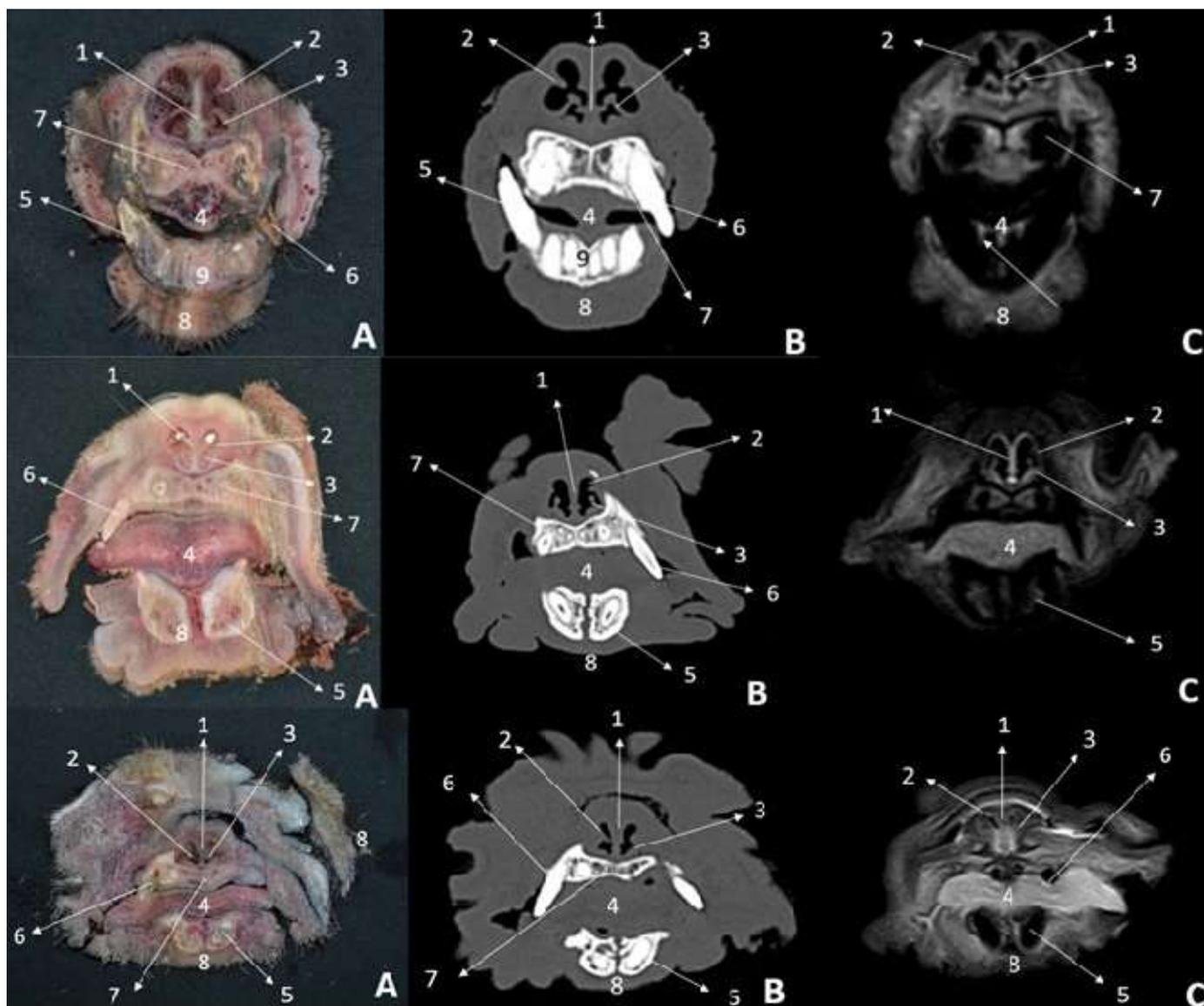


160

161

162 **Fig 1.** Imagens de cadáveres congelados (1) e imagens da tomografia computadorizada (2),
163 sendo um animal mesaticefálico (A) e dois braquicefálicos (B e C), respectivamente. Podemos
164 observar estenose de asa de narina em raças
165 braquicefálicas (seta amarela) devido a deformidade da prega alar, ocluindo a cavidade nasal,
166 comparada a do animal controle (seta vermelha).

167

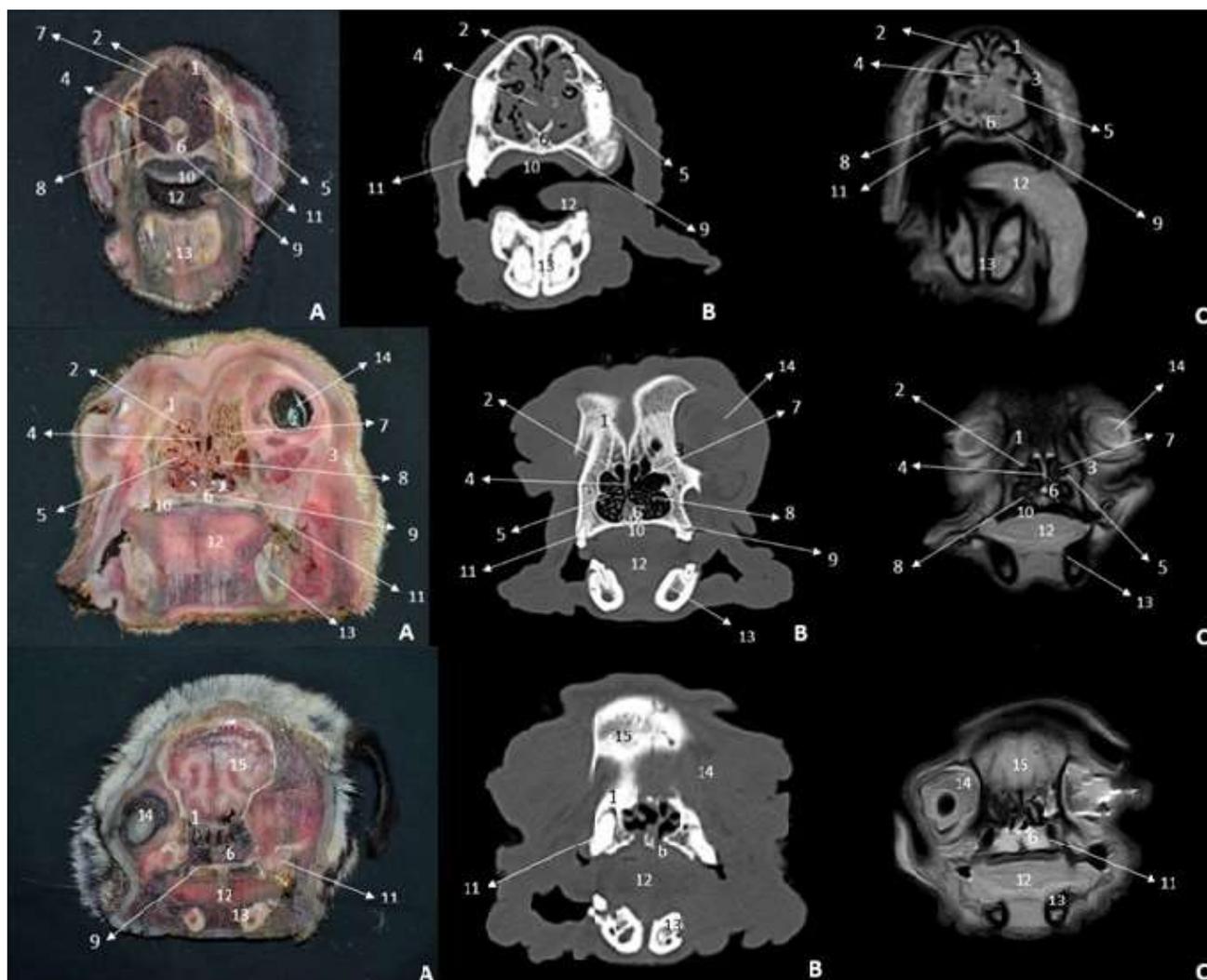


168

- | | |
|----------------------------------|------------------------------|
| 1. septo nasal | 2. concha nasal (prega alar) |
| 3. cocha nasal (prega reta) | 4. cavidade oral/língua |
| 5. raiz do dente canino inferior | 6. raiz canino superior |
| 7. osso incisivo | 8. mento |
| 9. dentes incisivos inferiores | |

169

170 **Fig 2** Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 1 nos
 171 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente
 172 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 173 ressonância magnética

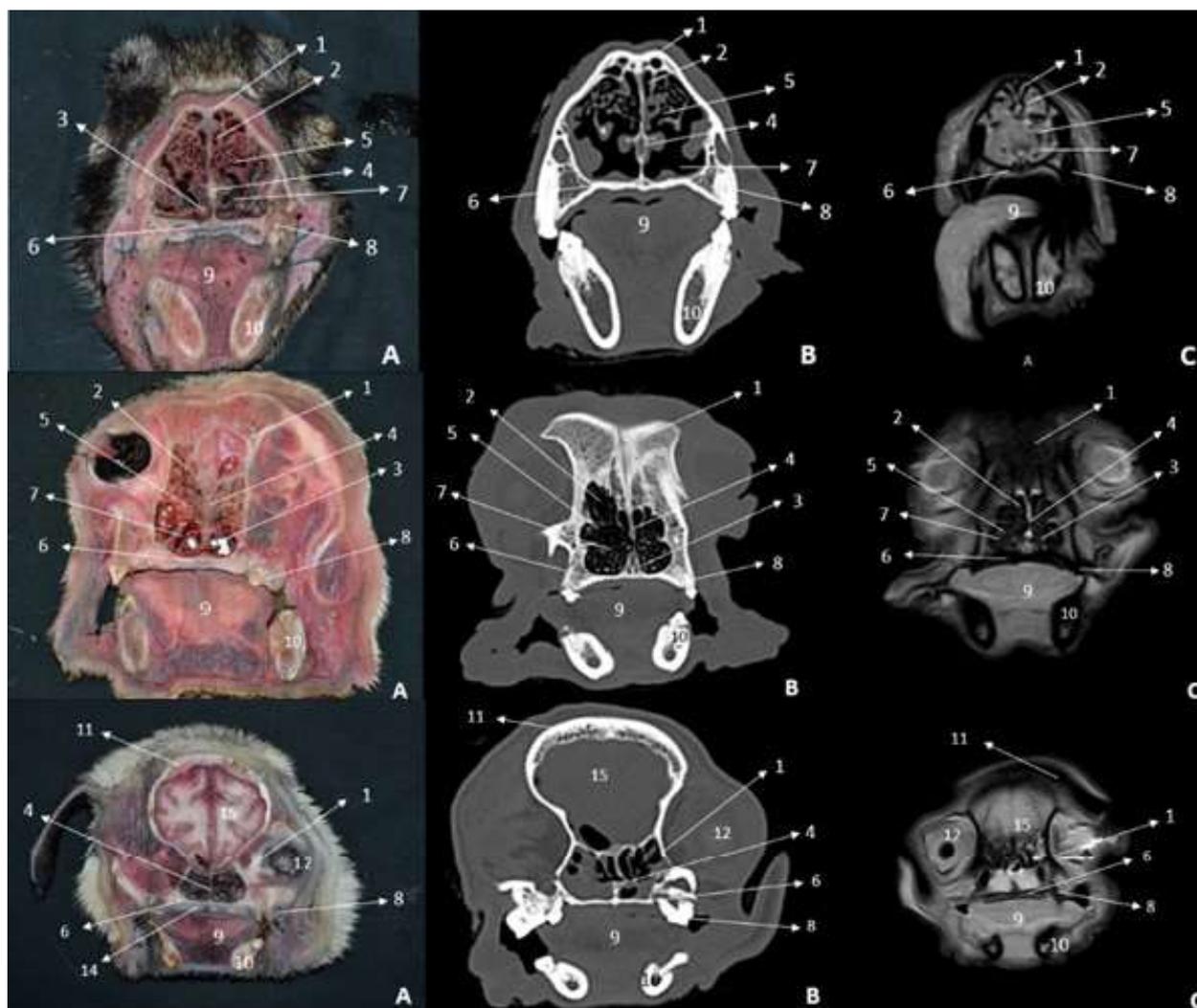


174

1. osso nasal	2. concha nasal dorsal	175
3. maxila	4. septo nasal (cartilagem)	176
5. concha nasal ventral	6. vômer	177
7. meato nasal dorsal	8. meato nasal ventral	178
9. palato duro	10. plexo venoso palatino	179
11. raiz do dente canino superior	12. língua	180
13. cavidade do dente	14. órbita	181
15. hemisfério cerebra		182

183

184 **Fig 3** Descrição de estruturas anômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 2 nos
 185 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente
 186 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 187 ressonância magnética.

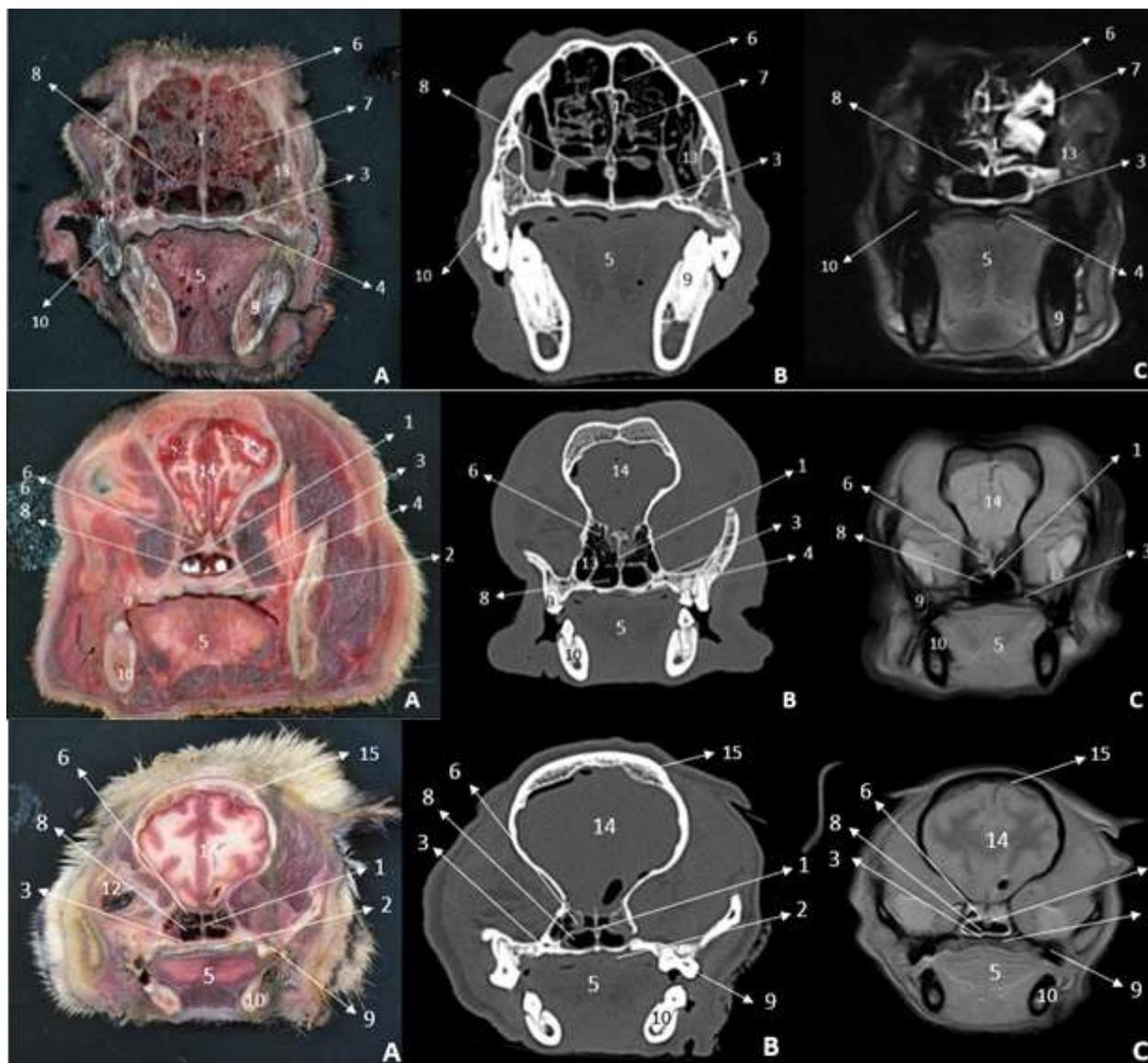


188

- | | |
|------------------------|----------------------------------|
| 1. osso nasal | 2. meato nasal dorsal |
| 3. órgão vomeronasal | 4. septo nasal (cartilagem) |
| 5. meato nasal comum | 6. palato duro |
| 7. meato nasal ventral | 8. dente pré-molar superior III |
| 9. língua | 10. dente pré-molar inferior III |
| 11. osso frontal | 12. órbita |
| 13. ramo da mandíbula | 14. palato mole |
| 15. encéfalo | |

189

190 **Fig 4** Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 3 nos
 191 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente
 192 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 193 ressonância magnética.



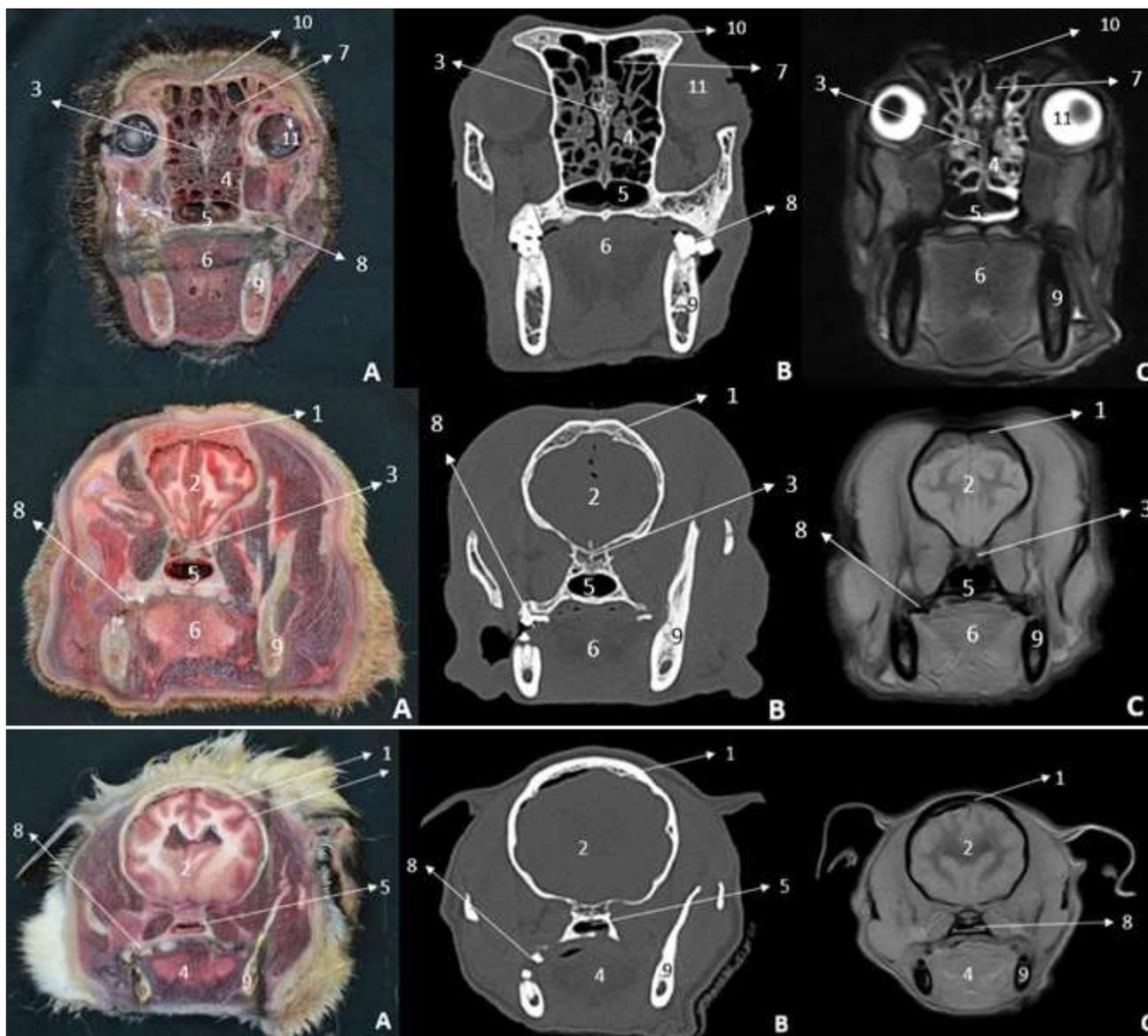
194

195

1. septo nasal	2. palato mole
3. osso palatino	4. palato duro
5. língua	6. concha nasal dorsal
7. concha nasal média	8. concha nasal ventral
9. dente molar superior	10. dente molar inferior
12. órbita	13. recesso maxilar
14. encéfalo	15. osso frontal

196

197 **Fig 5.** Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 4 nos
 198 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respetivamente
 199 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 200 ressonância magnética

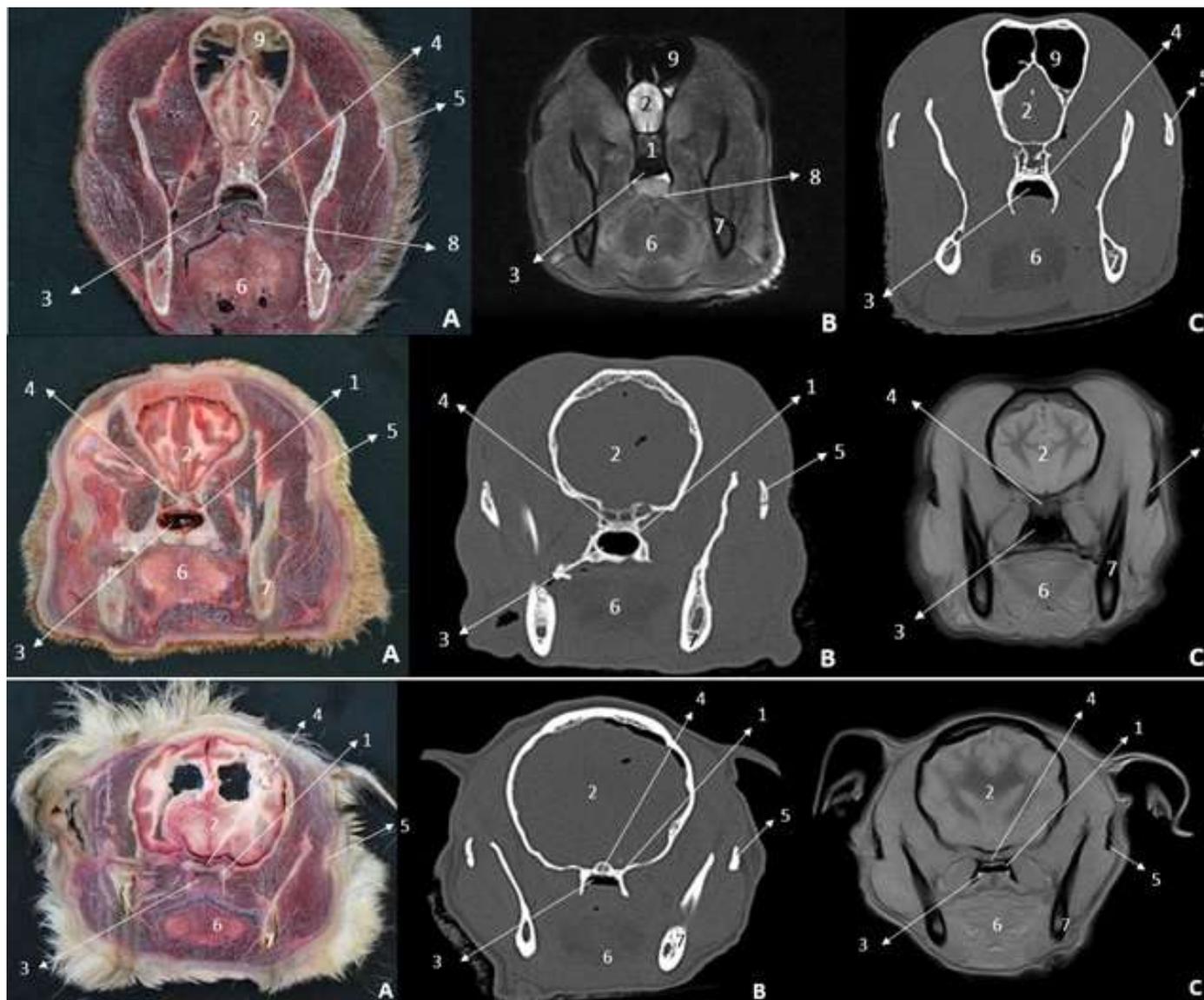


201

1. osso frontal	2. encéfalo	202
3. septo nasal	4. labirinto etmoidal	203
5. meato nasofaríngeo	6. língua	204
7. Seio nasal	8. Dente molar I	205
9. Corpo da mandíbula	10. osso nasal	206
11. órbita		207

208

209 **Fig 6.** Descrição de estruturas anatômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 5 nos
 210 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente
 211 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 212 ressonância magnética



213

1. osso pre-esfenóide	2. hemisfério cerebral	214
3. nasofaringe	4. osso pterigoide	215
5. arco zigomático	6. língua	216
7. mandíbula	8. glândulas palatinas	217
9. seio nasal		218

219

220 **Fig 7.** Descrição de estruturas anômicas nas imagens dos cortes transversais na secção 6 nos
 221 animais mesaticefálico, braquicefálico 1 e braquicefálico 2 de cima para baixo respectivamente
 222 onde em A: peça anatômica, em B: Corte de tomografia computadorizada e em C: Corte de
 223 ressonância magnética

224

225 **Discussão**

226 Após realizarmos a avaliação das imagens, observamos a dificuldade de associar a
227 secção realizada no animal mesaticefálico na topografia certa das estruturas com os animais
228 braquicefálicos, devido ao encurtamento do crânio desses animais. As estruturas são
229 “achatadas”, dificultando essa comparação.

230 Apesar dessa dificuldade na interpretação de imagens, inicialmente podemos observar,
231 antes de realizarmos os cortes, uma característica típica e facilmente reconhecível que é o
232 estreitamento da asa da narina, que fica reduzido a uma pequena fenda, dificultando a entrada
233 e saída de ar, visível do exterior (Figura 1), concordando com os autores já mencionados [8-
234 11]. Em cães saudáveis, a asa da narina é bastante móvel e durante a inspiração esta abdução
235 facilita a entrada de ar pelo nariz. Nos animais braquicefálicos, as suas dimensões parecem
236 limitar a mobilidade, dificultando assim a sua movimentação [12]. Nos cortes baseados na
237 secção 1 (Figura 2), podemos observar uma alteração morfológica de conchas nasais nos
238 animais braquicefálicos comparados ao do controle e uma redução considerável da cavidade
239 nasal.

240 As cavidades nasais contêm as conchas dorsal, ventral e média, que se dividem em
241 meatos: nasal comum, dorsal, medial e ventral. As conchas nasais possuem funções
242 respiratórias na zona cranial e média e olfativas na zona caudal. O tamanho e forma das conchas
243 determina o caminho que é feito pelo ar dentro das cavidades nasais. Em animais
244 mesaticefálicos e dolicocefálicos, no momento da inspiração, o ar flui majoritariamente pelos
245 meatos ventral e medial em direção à nasofaringe. Apenas quando a pressão inspiratória é mais
246 alta é que o meato dorsal é ventilado, fazendo com que o ar esteja em contato com o epitélio
247 respiratório. Durante a expiração, o ar passa primeiro pelas conchas e em seguida pelos meatos
248 antes de sair do trato respiratório. Já nos animais braquicefálicos, todo o percurso da passagem
249 nasal é empurrado para uma posição mais ereta comparada a cães que não possuem face
250 achatada, fazendo com que esses animais ronquem no momento da inspiração [12,13].

251 Sobre os cortes baseados na secção 2 e 3 (Figuras 3 e 4) podemos observar: cavidades
252 nasais reduzidas, alteração morfológica de conchas nasais e até a perda de definição das mesmas
253 no animal braquicefálico 2. No braquicefálico 1, existe a projeção no sentido ventral em
254 topografia de cavidade nasal do osso nasal. Nestes pacientes, já podemos observar a presença
255 da órbita, e no braquicefálico 2 já é possível visualizar encéfalo, característica justificada pela
256 face encurtada e acompanhada pelo *stop*, fazendo que olhos e calota craniana sejam
257 pronunciados mais à frente predispondo esses animais a exoftalmia, e proptose. A exofaltamia

258 é o deslocamento anterior do globo ocular causado pelo aumento do volume orbital; já a
259 proptose é o deslocamento anterior súbito do bulbo ocular [4, 12].

260 Na secção 4, podemos examinar que as conchas nasais parecem ser praticamente
261 ausentes nos animais braquicefálicos, ausência de recesso maxilar, macroglossia e
262 espessamento de palato mole comparado ao animal controle. No paciente braquicefálico 1,
263 podemos observar o espessamento de osso nasal. O aumento progressivo de volume do palato
264 mole e as alterações na sua consistência e resistência elástica, juntamente com a lesão muscular,
265 macroglossia resultam num comprometimento funcional durante o ciclo respiratório e acúmulo
266 de saliva em laringe [13-15] (Figura 5). Quando avaliamos a secção 5 e 6 (Figura 6 e 7)
267 conseguimos concluir a ausência dos seios nasais e do labirinto etmoidal, sendo que a cavidade
268 nasal superior dos animais braquicefálicos se resume apenas em um meato nasofaríngeo. É a
269 partir da secção 6 que visualizamos órbita e encéfalos no paciente controle, estruturas já
270 observadas nos pacientes braquicefálicos, situação que fortalece o fato de que estes pacientes
271 têm conformação de face curta.

272 Outro detalhe observado foi alterações mais exacerbadas no animal braquicefálico 2, da
273 raça pug, fato que nos faz levar em consideração que podemos observar variações entre as raças
274 dessa conformação craniana.

275

276 **Conclusão**

277 Após a comparar as alterações anatômicas nessas imagens, podemos concluir os
278 motivos e a origem de todos os sinais clínicos da síndrome braquicefálica. E devido à escassez
279 sobre a descrição e comparação da cavidade nasal entre braquicefálicos e mesaticefálicos, este
280 modelo experimental é altamente elucidativo para o ensino de médicos veterinários, uma vez
281 que, as imagens anatômicas quando relacionadas com as imagens tomográficas e de ressonância
282 magnética permitem transcrever com precisão diagnóstica as regiões da cavidade nasal superior
283 de um cão braquicefálico e serão utilizadas como um guia na presença de lesões, elucidando a
284 sintomatologia clínica e o estabelecimento de um protocolo terapêutico médico e cirúrgico.

285

286 **Agradecimentos**

287 À equipe do “Queen’s Veterinary School Hospital”, na Universidade de Cambridge, Inglaterra,
288 pela condução do projeto.

289

290

291

292 **Referências**

293

294 1. Riecks, T.W.; Birchard, S.J.; Stephns, J.A. Surgical correction of brachycephalic syndrome
295 in dogs 62 cases (1991-2004). *J Am Vet Med Assoc.* 230 (9), p. 1324-1328, 2007.

296 2. Keats, M.M. Brachycephalic airway syndrome, part 1: correcting stenotic nares. *DVM*
297 *newmagazine.* USA, 6S-8S, 2012a.

298 3. Moraes, P. C. Síndrome Aérea dos Braquicefálicos – Estenose de Narina em Cão: Relato de
299 Caso. *Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária.* Ano IX, revista N°18, Janeiro
300 2012.

301 4. Done, S. H., Goody, P. C.; Evans, S. A.; Stickland, N. C. *Atlas Colorido de Anatomia*
302 *Veterinária do Cão e do Gato.* 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. Portuguese

303 5. Getty, R. *Anatomia dos animais domésticos.* 5 ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986,
304 v.2, p.1377-1391. Portuguese

305 6. Constantinescu, G. M. *Anatomia Clínica de Pequenos Animais.* 1 ed, Rio de Janeiro:
306 Guanabara Koogan, 2005. Portuguese

307 7. König, H. E.; Liebich, H-G. *Anatomia dos Animais Domésticos.* 4 ed. Porto Alegre: Artmed,
308 2011.

309 8. Fasanella, F. J.; Shivley, J. M.; Warlaw, J. L.; Givaruangsawat, s. Brachycephalic airway
310 obstructive syndrome in dogs: 90 cases (1991 – 2008). *J am vet med assoc,* 237, p.1048-1051,
311 2010.

312 9. Emmerson, T. Brachycephalic obstructive airway syndrome: a growing problem. *Journal of*
313 *small animal practice,* 55, 543-544, 2014.

314 10. Meola, S. D. Brachycephalic Airway Syndrome. *Topics In Companion An Med,* 28, 91-96,
315 2013.

316 11. Liu, N-C.; Adams, V.; Kalmar, L.; Ladlow, J.; Sargan, D. Whole-Body Barometric
317 Plethysmography Characterizes Upper Airway Obstruction In 3 Brachycephalic Breeds Of
318 Dogs. *J Vet Intern Med,* 30, 853-865, 2016.

319 12. Carozzo, M. B. A. Proptose ocular em cães e gatos: revisão literária. Trabalho de conclusão
320 de curso de graduação – Universidade de Brasília/ Faculdade de Agronomia e Medicina
321 Veterinária, 2018.

322 13. Leal, M. I. S. T. M. Abordagem ao braquicéfalo - correção cirúrgica dos defeitos anatómicos
323 das vias aéreas superiores a laser co2 e proposta de consulta adaptada. Dissertação de mestrado
324 integrado em medicina veterinária. Faculdade de Lisboa, 2017.

325 14. Dawes J.D.R. The course of the nasal airstreams. *J Laryngol Otol* 66:583–593. 1952

- 326 15. Pichetto M., Arrighi S., Roccabianca P., Romussi S. (2011). The Anatomy of The Dog Soft
327 Palate II Histological Evaluation of the caudal Soft Palate in Braquycephalic breeds with Grade
328 I Braquycephalic Airway Obstructive Syndrome. *The anatomical Record* 295:1267-1272

3. REFERÊNCIAS

CONSTANTINESCU, G. M. **Anatomia Clínica de Pequenos Animais**. 1 ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

DONE, S. H., GOODY, P. C.; EVANS, S. A.; STICKLAND, N. C. **Atlas Colorido de Anatomia Veterinária do Cão e do Gato**. 2 ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

EMMERSON, T. Brachycephalic obstructive airway syndrome: a growing problem. **Journal of Small Animal Practice**, 55, 543-544, 2014.

EQUIPE CRVIMAGEM. Raio-x para a Síndrome dos Braquicefálicos. Disponível em <<http://crvimagem.com.br/blog/raios-x-para-a-sindrome-dos-braquicefalicos/>>. Acesso em 24 de maio, 2019.

FASANELLA, F. J.; SHIVLEY, J. M.; WARLAW, J. L.; GIVARUANGSAWAT, S. Brachycephalic airway obstructive syndrome in dogs: 90 cases (1991 – 2008). **J Am Vet Med Assoc**, 237, p.1048-1051, 2010.

GETTY, R. **Anatomia dos animais domésticos**. 5 ed, Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1986, v.2, p.1377-1391.

HAGE, M. C. F. N. S.; IWASAKI, M.; RABBANI, S. R.; KAMIKAWA, L.; CERVANTES, H. J. R.; BOMBONATO, P. P.; STERMAN, F. A.; OTADUY, M. C. G. Imagem por ressonância magnética na investigação da cabeça de cães. **Pesq. Vet. Bras.** 30 (7), p. 593-604, 2010.

HOFFMAN-APOLLO, F. **Estudo comparativo da forma do crânio de cães braquicefálicos e mesaticefálicos por meio de técnicas de morfometria geométrica em três dimensões**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

HOSTNIK, E. T.; SCANSEN, B. A.; ZIELINSKI, R.; GHADIALI, S. N. Quantification of Nasal Airflow Resistance In English Bulldogs Using Computed Tomography and Computational Fluid Dynamics. **Vet Radiol Ultrassound**. 58 (5): 542-551, 2017.

INSTITUTO ONCOGUIA. Ressonância Nuclear Magnética. Disponível em <<http://www.oncoguia.org.br/conteudo/ressonancia-nuclear-magnetica/6795/842/>>. Acesso em 01 de setembro de 2020.

KEATS, M.M. Brachycephalic airway syndrome, part 1: correcting stenotic nares. **DVM newmagazine**. USA, 6S-8S, 2012a.

KOCH, D. A.; ARNOLD, S.; HUBBLER, M.; MONTAVON, P. M. Brachycephalic syndrome in dogs. **Compendium an Veterinary Technician**. v. 25, n.1, p.48-55, 2003.

KONIG, H. E.; LIEBICH, H-G. **Anatomia dos Animais Domésticos**. 4 ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

LIU, N-C.; ADAMS, V.; KALMAR, L.; LADLOW, J.; SARGAN, D. Whole-Body Barometric Plethysmography Characterizes Upper Airway Obstruction in 3 Brachycephalic Breeds of Dogs. **J Vet Intern Med**, 30, 853-865, 2016.

MACHADO, T. F. S. **Estudo comparativo da localização do seio venoso sagital dorsal no crânio de cães braquicefálicos e mesaticefálicos para craniotomia transfrontal**. 2006. 104f. Dissertação (Mestrado Clínica Cirúrgica Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MEOLA, S. D. Brachycephalic Airway Syndrome. **Topics in Companion An Med**, 28, 91-96, 2013.

MORAES, P. C. Síndrome Aérea dos Braquicefálicos – Estenose de Narina em Cão: Relato de Caso. **Revista Científica Eletrônica de Medicina Veterinária**. Ano IX, revista Nº18, Janeiro 2012.

NETO, O. C. L.; TARTAGLIA, G. M. B. Deformidades e prejuízos causados em cães braquicefálicos. 2ª Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu. 21 a 25 de Outubro, Botucatu, São Paulo, Brasil. 2013.

PÁFARO, V. **Correlação entre imagens de tomografia computadorizada e cortes anatômicos dos encéfalos de cães.** 2012. 52f. Dissertação (Doutorado em Cirurgia Veterinária) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, UNESP, Jaboticabal, 2012

RIECKS, T.W.; BIRCHARD, S.J.; STEPHNS, J.A. Surgical correction of brachycephalic syndrome in dogs 62 cases (1991-2004). **J Am Vet Med Assoc.** 230 (9), p. 1324-1328, 2007.