

JOANA INÊS ANTUNES RAMOS

**ESTUDO MORFOMÉTRICO DO CRÂNIO DO
GATO DOMÉSTICO COM RECURSO À
TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA**

Orientador: Prof. Doutor João Filipe Requicha

Coorientador: Dr. Hugo Pereira

**Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Medicina Veterinária**

**Lisboa
2016**

JOANA INÊS ANTUNES RAMOS

**ESTUDO MORFOMÉTRICO DO CRÂNIO DO
GATO DOMÉSTICO COM RECURSO À
TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA**

Dissertação apresentada para a obtenção do Grau de Mestre em Medicina Veterinária no curso de Mestrado Integrado em Medicina Veterinária conferido pela Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias

Júri:

Presidente: Prof. Doutor Pedro Faísca

Arguente: Prof. Doutor David Ferreira

Orientador: Prof. Doutor João Filipe Requicha

Coorientador: Dr. Hugo Pereira

Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias
Faculdade de Medicina Veterinária

Lisboa
2016

Para os meus pais, Helena e Paulo.

Agradecimentos

À Prof.^a Doutora Laurentina Pedroso, Diretora do curso de Medicina Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, por toda a disponibilidade prestada durante todo o curso.

Aos meus orientadores, Prof. Doutor João Requicha que me ajudou e apoiou desde o início de todo o processo da Dissertação de Mestrado, tendo sido incansável, e ao Prof. Hugo Pereira por toda a paciência e disponibilidade.

À Prof. Inês Viegas, por toda a sua ajuda e disponibilidade.

Um obrigada muito especial ao Prof. António Martinho pelo apoio, conselhos e pelo tempo que despendeu.

Ao Prof. Rui Onça, que esteve sempre disponível para ajudar.

À equipa do Hospital Veterinário do Restelo, que me disponibilizou as tomografias computadorizadas para a realização do estudo, com especial atenção ao Dr. Martinho Capelão.

Aos meus pais, Helena e Paulo, sem os quais não me seria possível frequentar o curso de Medicina Veterinária e que me apoiaram incansavelmente.

Ao Dr. Pedro Miquelino que esteve sempre presente desde o início do curso e que sempre me apoiou e contribuiu muitíssimo para o decorrer positivo do meu percurso académico. Sem esquecer a Dr.^a Diana Mascarenhas, que me transmitiu os seus conhecimentos, incansavelmente, e se tornou uma amiga.

À Adriana Costa e à Viviana Oliveira, que estiveram sempre disponíveis a ajudar.

Sem esquecer os meus amigos, que me acompanharam e apoiaram em todo o meu percurso académico, mostrando-se verdadeiros.

Resumo

Os estudos morfométricos de estruturas anatómicas por métodos quantitativos permitem a deteção e a avaliação de alterações intra e interespecíficas. As dimensões e proporções anatómicas da cabeça óssea e do crânio do gato doméstico, devido à sua complexidade, ainda não se encontram devidamente caracterizadas.

Este estudo teve como objetivo realizar uma análise morfométrica da cabeça óssea e do crânio no gato doméstico a partir de imagens de tomografia computadorizada. Esta avaliação incluiu 37 gatos domésticos da raça Europeu Comum e nove gatos de outras raças distintas, sujeitos a este exame imagiológico durante o período compreendido entre março de 2014 e novembro de 2015 no Hospital Veterinário do Restelo (Lisboa).

As medidas lineares avaliadas foram o comprimento da cabeça óssea (CCO), comprimento craniano (CCn), comprimento nasal (CN), largura craniana (LCn), índice craniano (ICn), altura interna do crânio (ACi), altura externa do crânio (ACe), comprimento interno do crânio (CCi), comprimento externo do crânio (CCe), índice do crânio interno (ICi), índice do crânio externo (ICe), índice do crânio interno e cabeça óssea (ICCi), índice do crânio externo e cabeça óssea (ICCe), largura do forâmen magno (LFM), altura do forâmen magno (AFM) e índice do forâmen magno (IFM). Adicionalmente, avaliou-se o efeito do sexo sobre estes parâmetros. Num animal, realizou-se o cálculo do volume da cavidade craniana através de uma metodologia de cálculo computacional.

Os resultados obtidos permitiram determinar os seguintes valores de referência de cabeça óssea e crânio do gato Europeu Comum: CCO = 8,94 cm, CCn = 8,21 cm, CN = 0,73 cm, LCn = 4,28 cm, ICn = 52,18%, ACi = 2,88 cm, ACe = 3,35, CCi = 5,53 cm, CCe = 6,32 cm, ICi = 45,62%, ICe = 53,06%, ICCi = 61,93%, ICCe = 70,70%, LFM = 1,337 cm, AFM = 1,01 cm e IFM = 75,37%. Constatou-se que a população estudada era homogénea, com exceção do CN, e existe um dimorfismo sexual, no qual os machos apresentam dimensões superiores. De entre os nove gatos não Europeu Comum, oito apresentavam valores de referência próximos dos obtidos nos Europeu Comum, o que sugere uma baixa variabilidade intraespecífica. Em relação ao cálculo do volume e área de superfície do crânio, obtiveram-se os valores de 25910,64 mm³ e 4478,61 mm², respetivamente.

Palavras-chave: crânio, gato doméstico, tomografia computadorizada, morfometria, volume.

Abstract

The morphometrics studies of anatomical structures by quantitative methods allow the detection and evaluation of intra and inter-specific alterations. The anatomical dimensions and proportions of osseous head and the cranium of domestic cat, due to their complexity, aren't fully characterized yet.

This study aimed to conduct a morphometric analysis of the osseous head and cranium in the domestic cat out CT images. This analysis included 37 domestic cats of the common european breed and nine other cats of different breeds. Those animals have been submitted to this imaging examination during the period between March 2014 and November 2015 at the Hospital Veterinário do Restelo (Lisbon).

The evaluated linear measurements were the length of the osseous head (CCO), head length (CCn), nasal length (CN), cranial width (LCn), cranial index (ICn), internal height of cranium (ACi); external height of cranium (ACe), internal length of the cranium (CCi), external length of the cranium (CCe), internal cranium index (ICi), external cranium index (ICe), internal cranium and skull index (ICCi) external cranium and skull index (ICCe), width of the foramen magnum (LFM), height of the foramen magnum (AFM) and index of the foramen magnum (IFM). In addition, the effects of gender on these parameters were evaluated. It was also conducted, the calculation of the cranial cavity volume, through a computer calculation methodology.

The results allowed to determine the following reference values for osseous head and cranium of the common european breed: CCO = 8,94 cm, CCn = 8,21 cm, CN = 0,73 cm, LCn = 4,28 cm, ICn = 52,18%, ACi = 2,88 cm, ACe = 3,35 cm, CCi = 5,53 cm, CCe = 6,32 cm, ICi = 45,62%, ICe = 53,06%, ICCi = 61,93 %, ICCe = 70,70%, LFM = 1,337 cm, AFM = 1,01 cm and IFM = 75,37%. It was also found that the population studied was homogeneous, with the exception of CN and it was present a sexual dimorphism in which males exhibit higher dimensions. Among the nine cats no common european breed, eight had reference values similar to the values obtained to the common european breed, suggesting a low intraspecific variability. The volume and surface area of cranium were 25910.64 mm³ and 4478.61 mm², respectively.

Keywords: cranium, domestic cat, computed tomography, morphometric analysis, volume.

Índice Geral

RESUMO	4
ABSTRACT	5
ÍNDICE GERAL	6
ÍNDICE DE TABELAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	10
LISTA DE ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS, SIGLAS E SÍMBOLOS	12
1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Gato doméstico	13
1.2. Anatomia	13
1.2.1. Anatomia da cabeça óssea	13
1.2.2. Crânio	16
1.2.2.1. Osso occipital	17
1.2.2.2. Osso esfenóide	17
1.2.2.3. Osso pterigóide	17
1.2.2.4. Osso etmóide	18
1.2.2.5. Osso vómer	18
1.2.2.6. Osso temporal	18
1.2.2.7. Osso parietal	19
1.2.2.8. Osso frontal	19
1.3. Fenótipos da cabeça óssea do gato	19
1.3.1. Anatomia da cabeça óssea comparada com o cão	22
1.4. Morfometria	24
1.4.1. Morfometria tradicional	24

1.4.2.	Morfometria geométrica.....	25
1.4.2.1.	Morfometria geométrica por contornos	25
1.4.2.2.	Morfometria geométrica com recurso a marcos anatómicos.....	26
1.5.	Determinação do volume da cavidade craniana	27
1.6.	Tomografia computadorizada.....	27
1.7.	Estudo morfométrico do crânio do gato	31
2.	MATERIAIS E MÉTODOS	34
2.1.	População estudada.....	34
2.2.	Tomografia computadorizada.....	34
2.3.	Medições lineares da cabeça óssea e do crânio do gato	35
2.4.	Protocolo de medição do volume da cavidade craniana do gato.....	41
2.5.	Análise estatística	42
3.	RESULTADOS	44
3.1.	Medições lineares da cabeça óssea e do crânio	44
3.1.1.	Análise da população de gatos da raça Europeu Comum	44
3.1.2.	Análise da população de raça Europeu Comum em relação ao sexo	46
3.1.3.	Análise descritiva dos gatos de outras raças	49
3.2.	Determinação do volume da cavidade craniana	51
4.	DISCUSSÃO.....	54
5.	CONCLUSÃO	60
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
	ANEXOS	I

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Medições, marcos anatômicos e índices estipulados para o desenvolvimento do estudo morfométrico do crânio do gato doméstico	36
Tabela 2 – Resultados da análise de estatística descritiva dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos de raça Europeu Comum.....	45
Tabela 3 – Coeficiente de variação dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos da raça Europeu Comum, apresentado por ordem crescente	46
Tabela 4 – Resultados da análise estatística descritiva dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos de raça Europeu Comum em relação ao sexo	47
Tabela 5 – Coeficiente de variação dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e do crânio, realizada para população de gatos domésticos de raça Europeu Comum em relação ao sexo.....	48
Tabela 6 – Resultados obtidos pela realização do t-teste para amostras independentes das amostras em que a significância é inferior a 0,05	49
Tabela 7 – Características individuais dos gatos domésticos que não foram contemplados na análise estatística.	50
Tabela 8 – Valores médios obtidos para cada variável em estudo nos gatos domésticos que não são eram de raça Europeu Comum.....	50
Tabela 9 – Resultados do cálculo da área e do volume obtidos pela análise morfométrica....	53
Tabela 10 – Informações dos gatos domésticos em estudo	II
Tabela 11 – Resultados das três medições do comprimento da cabeça óssea realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	III
Tabela 12 – Resultados das três medições do comprimento craniano realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	IV
Tabela 13 – Resultados do cálculo do comprimento nasal em cada um dos gatos domésticos em estudo.....	V
Tabela 14 – Resultados das três medições da largura craniana realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	VI
Tabela 15 – Resultados do cálculo do índice craniano para cada um dos gatos domésticos em estudo	VII

Tabela 16 – Resultados das três medições da altura interna do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	VIII
Tabela 17 – Resultados das três medições da altura externa do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	IX
Tabela 18 – Resultados das três medições do comprimento interno do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	X
Tabela 19 – Resultados das três medições do comprimento externo do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	XI
Tabela 20 – Resultados do cálculo do índice do crânio interno e do crânio externo para cada um dos gatos domésticos em estudo	XIII
Tabela 21 – Resultados do cálculo do índice do crânio interno e cabeça óssea e do crânio externo e cabeça óssea para cada um dos gatos domésticos em estudo	XIV
Tabela 22 – Resultados das três medições da largura do forâmen magno, realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	XV
Tabela 23 – Resultados das três medições da altura do forâmen magno, realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias	XVI
Tabela 24 – Resultados do cálculo do índice do forâmen magno para cada um dos gatos domésticos em estudo.....	XVIII

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista dorsal da cabeça óssea de um gato doméstico.....	14
Figura 2 – Vista ventral da cabeça óssea de um gato doméstico.....	15
Figura 3 – Vista lateral da cabeça óssea de um gato doméstico.....	15
Figura 4 – Vista de corte longitudinal da cabeça óssea de um gato doméstico.....	16
Figura 5 – Imagens representativas da cabeça óssea de um gato mesocéfalo e braquicéfalo.....	20
Figura 6 – Classificação sistemática das categorias de braquicefalia de acordo com a apresentação fenotípica	22
Figura 7 – Esquema do funcionamento da tomografia computadorizada com detetor único e com vários detetores ao longo do eixo Z	29
Figura 8 – Tomografia computadorizada helicoidal	30
Figura 9 – Representação esquemática da medição linear do comprimento da cabeça numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	37
Figura 10 – Representação esquemática da medição linear do comprimento craniano numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	37
Figura 11 – Representação esquemática da medição linear da largura craniana numa imagem de tomografia computadorizada, em plano dorsal, da cabeça de um gato doméstico	38
Figura 12 – Representação esquemática da medição linear da altura interna do crânio numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	38
Figura 13 – Representação esquemática da medição linear da altura externa do crânio numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	39
Figura 14 – Representação esquemática da medição linear do comprimento interno do crânio numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	39
Figura 15 – Representação esquemática da medição linear do comprimento externo do crânio numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico	40

Figura 16 – Representação esquemática da medição linear da largura do forâmen magno numa imagem de tomografia computadorizada, em plano transversal, da cabeça de um gato doméstico	40
Figura 17 – Representação esquemática da medição linear da altura do forâmen magno numa imagem de tomografia computadorizada, em plano transversal, da cabeça de um gato doméstico	41
Figura 18 - Segmentação de ROI em cada corte axial da cavidade craniana e do tentório cerebelar ósseo	51
Figura 19 – Imagem representativa de um corte axial de ROI da cavidade craniana e do tentório cerebelar ósseo após a aplicação da função “Set Pixels Values”	51
Figura 20 – Modelo representativo obtido pela função “3D Surface rendering” da cavidade craniana e do tentório cerebelar ósseo.....	52
Figura 21 – Modelo representativo da cavidade craniana e do tentório cerebelar ósseo importado para o SolidWorks em formato .stl	52
Figura 22 – Modelo final obtido no SolidWorks, que permitiu a obtenção de valores de massa da cavidade craniana em vista ventral, vista dorsal e vista lateral e do tentório cerebelar ósseo	53

Lista de Abreviaturas, Acrónimos, Siglas e Símbolos

AFM – Altura do forâmen magno

ACe – Altura externa do crânio

ACi – Altura interna do crânio

CAD - Desenho Assistido por Computador (do Inglês, *Computer-Aided Design*)

CCO – Comprimento da cabeça óssea

CCn – Comprimento craniano

CN – Comprimento nasal

CCe – Comprimento externo do crânio

CCi – Comprimento interno do crânio

DICOM - Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (do Inglês, *Digital Imaging and Communications in Medicine*)

IC – Intervalo de Confiança

ICn – Índice craniano

IFM – Índice do forâmen magno

ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea

ICCi - Índice do crânio interno e cabeça óssea

ICi – Índice do crânio interno

ICe – Índice do crânio externo

LASER – Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação (do Inglês, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*)

LCn – Largura craniana

LCR – Líquido cefalorraquidiano

LFM – Largura do forâmen magno

NAV – Nomina Anatomica Veterinaria

RM – Ressonância Magnética

ROI – Região de Interesse (do Inglês, *Region of Interest*)

TC – Tomografia Computorizada

UH - Unidades de Hounsfield

VCC – Volume da cavidade craniana

SPSS – Programa estatístico para ciências sociais (do Inglês, *Statistical Package for the Social Sciences*)

.stl – Formato de ficheiro *Stereolithography*

1. INTRODUÇÃO

1.1. Gato doméstico

O gato doméstico (*Felis catus*, Linnaeus 1758) é um animal carnívoro com distribuição mundial (Lipinski *et al.*, 2008). A seleção fenotípica de características em gatos para definir uma raça é recente. Constata-se que 85% das raças existentes desenvolveram-se nos últimos 75 a 80 anos. A seleção fenotípica, para a obtenção de raças, foi realizada principalmente através da seleção de características fenotípicas associadas a um único gene (Kurushima *et al.*, 2013).

Muitas das raças tiveram um desenvolvimento “natural”, ou seja, não associado a um processo de seleção artificial (Kurushima *et al.*, 2013).

Em gatos de raça não definida observa-se uma componente de variabilidade genética entre raças aleatórias de 86%. Na espécie humana (*Homo sapiens*, Linnaeus 1758, subespécie *H. s. sapiens*), por sua vez, esta é de 93 a 95%, o que sugere que as populações de felinos domésticos são menos variáveis do ponto de vista genético que as de humanos. No que diz respeito aos gatos de raça definida, a componente de variância genética é de apenas 61%, o que também reflete os valores mais baixos de heterozigotia, que são 10% inferiores aos dos gatos de raça não definida. (Lipinski *et al.*, 2008)

1.2. Anatomia

1.2.1. Anatomia da cabeça óssea

A cabeça óssea divide-se em crânio e face (NAV, 2012), compreendendo também a mandíbula e o hióide (Dyce *et al.*, 2009; NAV, 2012).

A cabeça óssea define-se como um meio de proteção para o encéfalo e para os órgãos dos sentidos especiais (visão, olfato, audição, paladar e equilíbrio). A cabeça óssea revela-se assim, um mosaico de vários ossos, maioritariamente, pares (apesar de existirem alguns medianos e únicos), que se encontram encaixados numa estrutura rígida (Dyce *et al.*, 2009). Apenas dois formam articulações móveis, a mandíbula e o hióide (Getty, 1986).

Os diferentes ossos, que são elementos separados, são categorizados individualmente. Desenvolvem-se a partir de centros de ossificação independentes, e têm, para a sua maioria, homologias bem estabelecidas. Nos animais jovens estão separados uns dos outros por finas fibras de tecido conjuntivo fibroso (e cartilagem em alguns casos), o que confere mobilidade suficiente para permitir o crescimento (Dyce *et al.*, 2009). Terminando o crescimento, a

ossificação estende-se ao tecido conjuntivo e cartilágneo, tornando imóveis as articulações localizadas entre a maioria dos ossos da cabeça óssea, denominadas suturas se associadas a tecido conjuntivo ou sincondroses se associadas ao tecido cartilágneo (Getty, 1986). Este processo de ossificação muitas vezes não é completo, permitindo distinguir os contornos dos diferentes ossos cranianos, mesmo em animais geriátricos (Dyce *et al.*, 2009).

Podem-se observar imagens descritivas da cabeça óssea do gato doméstico, consoante as diferentes vistas dorsal, ventral, lateral e em corte longitudinal nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

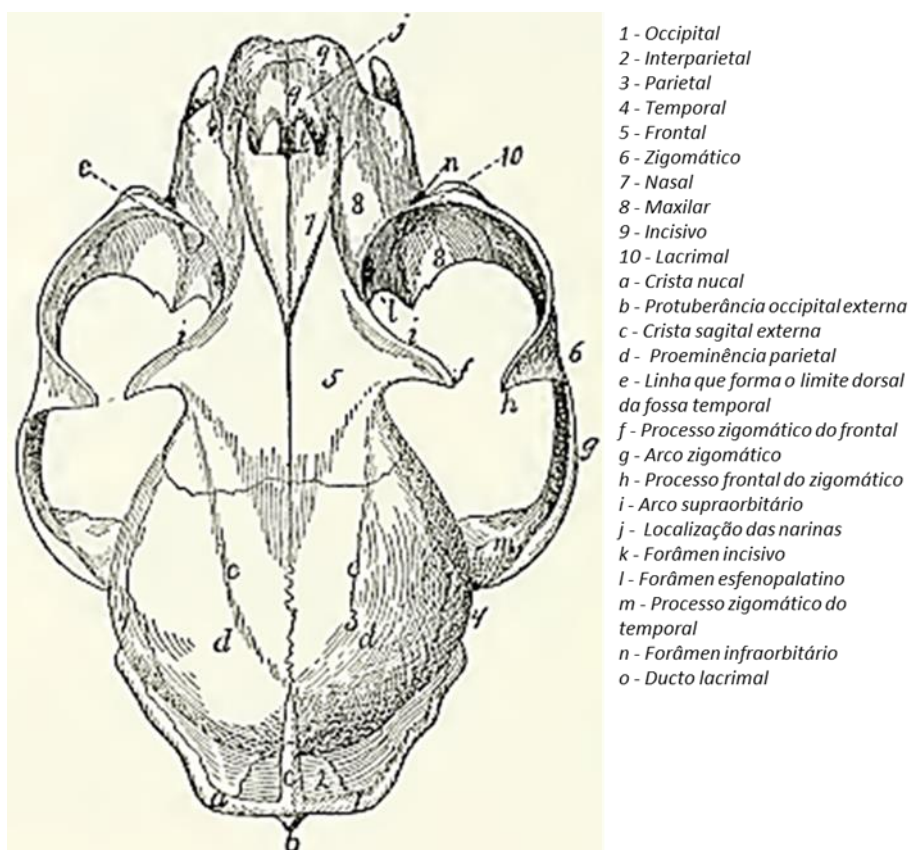


Figura 1 – Vista dorsal da cabeça óssea de um gato doméstico. Adaptado de Reighard & Jennings (1902).

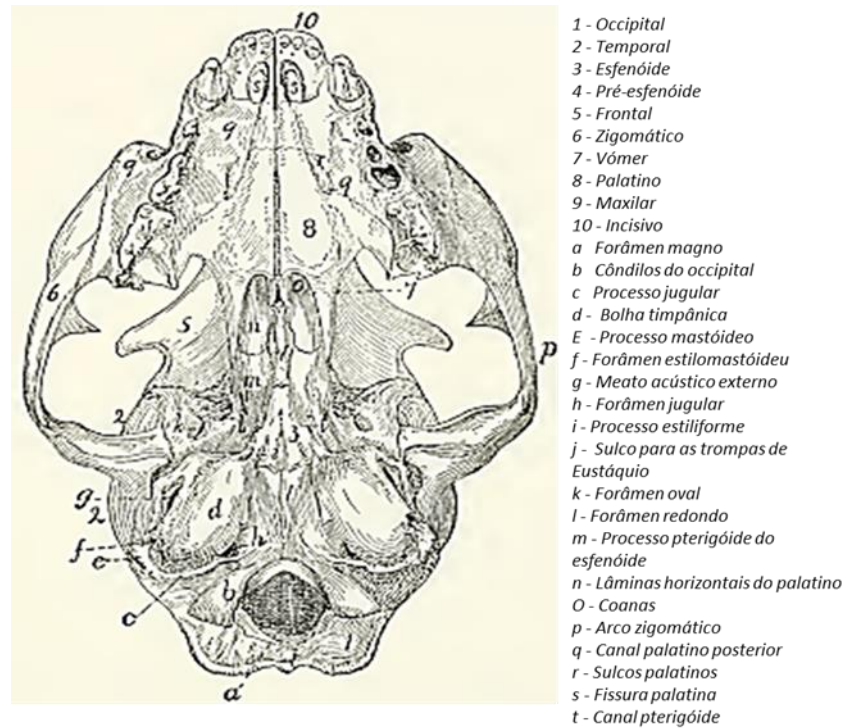


Figura 2 – Vista ventral da cabeça óssea de um gato doméstico. Adaptado de Reighard & Jennings (1902).

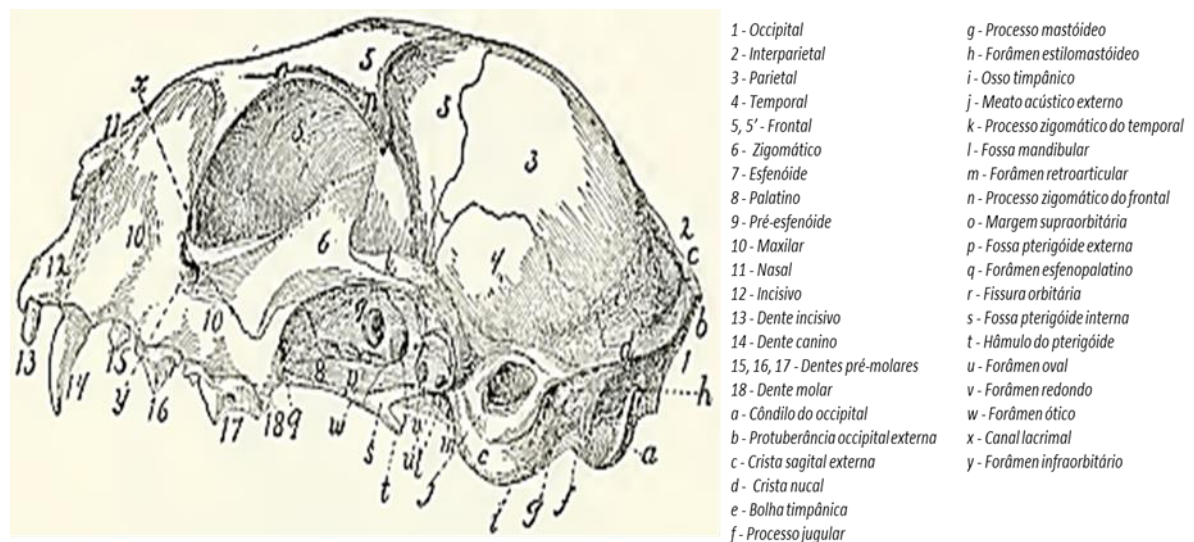


Figura 3 – Vista lateral da cabeça óssea de um gato doméstico. Adaptado de Reighard & Jennings (1902).

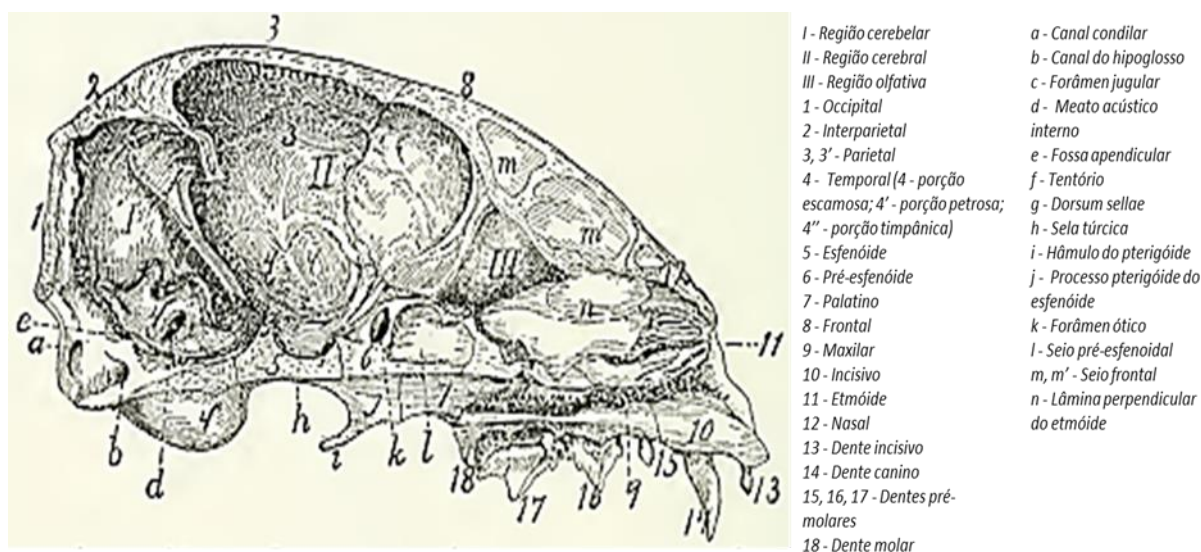


Figura 4 – Vista de corte longitudinal da cabeça óssea de um gato doméstico. Adaptado de Reighard & Jennings (1902).

1.2.2. Crânio

A cabeça óssea pode ser separada em duas partes distintas, a caudal que envolve o encéfalo e a rostral que suporta a face. Na maioria dos animais domésticos a face é maior do que o crânio, encontrando-se rostralmente a este. O rácio da porção facial e encefálica, no entanto, varia entre as espécies, bem como entre as raças, e de acordo com a idade e a conformação anatômica individual. Tendo em conta todas estas variáveis torna-se impossível uma descrição geral da cabeça válida para todas as espécies (Dyce *et al.*, 2009).

Os ossos do crânio envolvem a cavidade craniana [*Cavum cranii*] (König & Liebich, 2002; NAV, 2012). Esta estrutura óssea é constituída por diversas unidades ósseas, cuja organização é bastante diferenciada nos diversos animais, sendo necessário ter em conta não só as espécies e as raças em causa, como também, a idade e o género (König & Liebich, 2002). Geralmente é constituído pelos ossos occipital, esfenóide, pterigóide, etmóide, vómer, temporal, parietal e frontal (Karan *et al.*, 2006), que formam as paredes da cavidade craniana (König & Liebich, 2002). Assim, podemos observar o assoalho, que é constituído pela porção basilar [*Pars basilaris*] do osso ímpar occipital [*Os occipitale*] e pelas duas partes do osso ímpar esfenóide [*Os basisphenoidale* e *Os presphenoidale*]; a parede nugal contempla a porção escamosa [*Squama occipitalis*] e porção lateral [*Pars lateralis*] do osso ímpar occipital; as paredes laterais são formadas pelos ossos pares temporais [*Os temporale*]; o teto que é formado pelos ossos pares frontais [*Os frontale*] e parietais [*Os parietale*] e a parede nasal apresenta o osso ímpar etmóide [*Os ethmoidale*] (König & Liebich, 2002; NAV, 2012).

1.2.2.1.Osso occipital

O osso occipital [*Os occipitale*] constitui a porção nugal do crânio, podendo ser dividido em porção basilar, porção escamosa e duas porções laterais (Sisson, 1986). Este circunda ainda o forâmen magno (abertura da cavidade craniana para o canal vertebral). O corpo está localizado cranialmente ao forâmen magno [*Foramen magnum*] unindo-se com o basisfenóide [*Os Basisphenoidale*] formando o segmento caudal da base do crânio. A porção escamosa [*Squama occipitalis*] posiciona-se acima do forâmen magno, dos dois côndilos do occipital [*Condylus occipitalis*] e das porções laterais [*Pars lateralis*] encerrando o crânio na sua porção nugal. As porções laterais têm continuidade lateralmente ao forâmen magno e apresentam os côndilos occipitais [*Condylus occipitalis*], que são intervenientes na articulação atlanto-occipital (König & Liebich, 2002; NAV, 2012).

1.2.2.2.Osso esfenóide

O osso esfenóide forma a base rostral da cavidade craniana, e é composto pelo osso rostral pré-esfenóide [*Os presphenoidale*] e o osso caudal basisfenóide [*Os basisphenoidale*] (König & Liebich, 2002; Busse *et al.*, 2009). Inicialmente, nos animais domésticos, estes mantêm-se separados através de uma sincondrose que, mais tarde, sofre o processo de ossificação (König & Liebich, 2002). A fossa quiasmática [*Sulcus chiasmatis*] localiza-se na superfície dorsal destes ossos (Busse *et al.*, 2009; NAV, 2012), na região caudal (König & Liebich, 2002), sendo a localização anatômica do quiasma ótico (Busse *et al.*, 2009). Os ossos esfenoidais formam também fissuras orbitárias que permitem a passagem dos nervos cranianos III (oculomotor), IV (troclear), VI (abducente) e o ramo oftálmico do nervo craniano V (nervo trigémio) para a órbita (Busse *et al.*, 2009).

1.2.2.3.Osso pterigóide

O pterigóide [*Os pterygoideum*] é um osso par, posicionado como um osso plano entre o esfenóide e a lâmina perpendicular do palatino. Este forma o teto, ou seja, a parede dorsolateral da fossa pterigopalatina [*Fossa pterygopalatina*] (König & Liebich, 2002; NAV, 2012).

1.2.2.4.Osso etmóide

O osso etmóide [*Os ethmoidale*] localiza-se na base do nariz entre as cavidades orbitárias, definindo o limite rostral do crânio (König & Liebich, 2002). No que diz respeito à cavidade craniana, está limitado pela lâmina crivosa [*Lamina cribrosa*], que separa a cavidade nasal da craniana, sendo constituída por vários forâmenes, através dos quais os prolongamentos dos nervos do epitélio olfativo passam para os bulbos olfativos do encéfalo (König & Liebich, 2002; Dyce *et al.*, 2009; NAV, 2012). Observam-se duas fossas, nas quais estão os bulbos olfativos, estando uma de cada lado da *Crista galli*, que é consequente do prolongamento de uma crista mediana na cavidade craniana e que divide a lâmina crivosa (König & Liebich, 2002; NAV, 2012).

1.2.2.5.Osso vómer

O vómer [*Vomer*] é um osso ímpar. A superfície ventral do septo nasal está ligada aos sulcos septais do vómer (Harvey, 1979). A sua extremidade caudal é estreita e profundamente sulcada (Sisson, 1986). Este forma a parte óssea caudoventral do septo nasal (Forrest, 2013). No entanto, este osso não está diretamente em contato com a parte caudal do assoalho da cavidade nasal e não resulta na divisão das coanas pois, proximalmente às coanas, as duas lâminas curvam-se, lateralmente, unindo-se aos ossos palatinos e auxiliam na formação da lâmina basal (Sisson, 1986).

1.2.2.6.Osso temporal

O osso temporal [*Os temporale*] constitui uma grande porção da parede ventrolateral do crânio. Este é constituído por várias unidades ósseas que se fundem ao longo do desenvolvimento do animal, sendo estas, a porção escamosa [*Pars squamosa*], a porção petrosa [*Pars petrosa*], que contempla o processo mastóideo [*Processus mastoideus*] e a porção timpânica [*Pars tympanica*] e a porção endotimpânica [*Pars endotympanica*] (Evans & de Lahunta, 2013). A porção escamosa está envolvida na formação da parede lateral da cavidade craniana [*Facies cerebialis*] estando em contato, através de suturas, com o parietal, frontal e esfenoíde. No que diz respeito à porção petrosa, esta possui forâmenes (orifícios) que permitem a passagem de diversos pares cranianos, correspondentes aos nervos facial (VII) e vestibulo-coclear (VIII), no meato acústico interno (König & Liebich, 2002).

1.2.2.7.Osso parietal

O osso parietal [*Os parietale*] tem uma apresentação de contorno romboide e curvo e constitui a maior parte do teto da cavidade craniana (Sisson, 1986; Evans & de Lahunta, 2013). Este articula-se dorsalmente com o seu par e com o processo interparietal do osso occipital. Cada osso parietal situa-se rostralmente à porção escamosa do osso occipital e dorsalmente à parte escamosa do osso temporal. Nesta união, chamada sutura escamosa, uma pequena área desta sutura, na sua extremidade rostral, articula com a asa do osso basisfenóide, formando a sutura esfenoparietal [*Sutura sphenoparietalis*] (NAV, 2012; Evans & de Lahunta, 2013). A face interna do parietal apresenta impressões e cristas digitais correspondentes aos giros e sulcos do encéfalo, bem como sulcos correspondentes à artéria meníngea média e às suas ramificações correspondentes (Sisson, 1986; Evans & de Lahunta, 2013).

1.2.2.8.Osso frontal

O osso frontal [*Os frontale*] tem uma forma irregular, posicionando-se de ambos os lados, entre o parietal e o nasal e possui o seio frontal [*Sinus frontalis*] (König & Liebich, 2002; Evans & de Lahunta, 2013). A porção rostrolateral é côncava e forma a parte medial da parede orbital. Caudalmente, segue lateralmente para formar parte da fossa temporal. O frontal pode ser dividido em quatro partes, a orbital [*Pars orbitalis*], temporal [*Facies temporalis*], nasal [*Pars nasalis*] e escama frontal [*Squama frontalis*] (Evans & de Lahunta, 2013).

O interior do crânio, ou seja, a face interna, apresenta contornos que correspondem aos giros e sulcos do cérebro (Uddin *et al.*, 2014) e aos vasos sanguíneos basais (König & Liebich, 2002). Este corresponde ao espaço ocupado pelo cérebro, meninges e líquido cefalorraquidiano (LCR) presentes na cavidade craniana (Uddin *et al.*, 2014).

1.3. Fenótipos da cabeça óssea do gato

A apresentação fenotípica da cabeça do gato doméstico depende da forma da cabeça óssea e está fortemente relacionada com as propriedades esqueléticas específicas da raça (Wehausen & Ramey, 2000; Uddin *et al.*, 2014).

Na maioria dos gatos, a face é relativamente pequena. Porém, em certas raças orientais, com especial foco na raça Siamês, esta é alongada, de forma triangular, terminando de uma forma mais suave (dolicocefalos). Contrastando assim, com os gatos de raça Persa, que se

revelam braquicéfalos, característica essa que, de acordo com o grau, pode estar associado o bloqueio dos ductos lacrimais (Dyce *et al.*, 2009).

Os gatos apresentam, fenotipicamente, uma mandíbula globosa, consequência de um conjunto de várias particularidades, nomeadamente o crânio arredondado, rodeado por uma pequena, por vezes fraca, crista sagital, correspondendo muito aproximadamente aos contornos do crânio, os arcos zigomáticos convexos e muito salientes e a face relativamente curta (em comparação com um cão mesocéfalo) que corresponde a aproximadamente 20% do comprimento total da cabeça (Dyce *et al.*, 2009).

Numa primeira abordagem, podem-se observar, de imediato, dois pontos de diferenciação evidentes entre os gatos braquicéfalos (como os das raças Persa e Exótico de pêlo curto) e os mesocéfalos, nomeadamente o nariz externo ausente e o pêlo descolorado (Schlueter *et al.*, 2009) ou corado com porfirina, consequente das lágrimas (Bradford, 2008). Na Figura 5 estão presentes imagens radiográficas da cabeça óssea de um gato doméstico mesocéfalo e braquicéfalo.

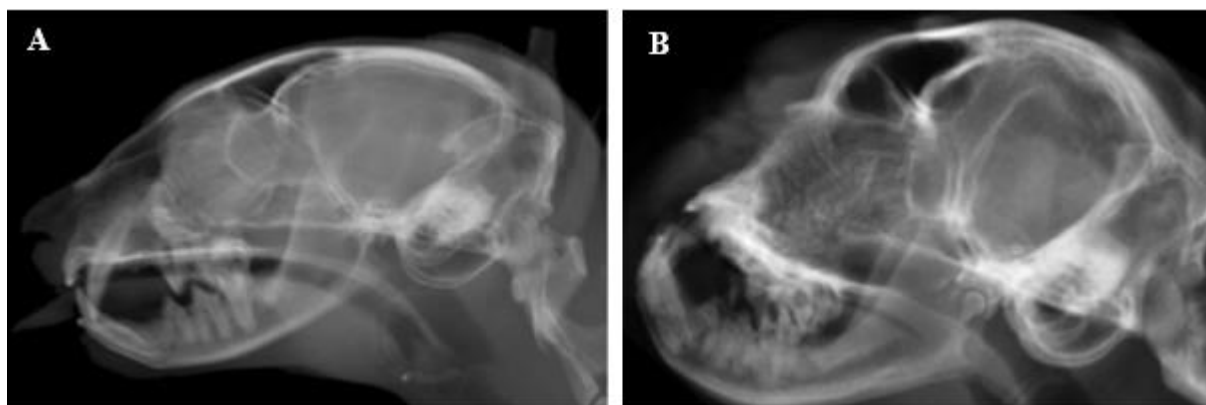


Figura 5 – Imagens representativas da cabeça óssea de um gato mesocéfalo (A) e braquicéfalo (B). Adaptado de Schlueter *et al.* (2009).

Os gatos braquicéfalos podem ser divididos, segundo Schlueter e colaboradores (2009), em quatro categorias, assinaladas na Figura 6. Esta classificação baseou-se nos seguintes critérios: alinhamento do canino maxilar e rotação da mandíbula, desenvolvimento dos ossos faciais, conformação do chanfro, ou seja, da dobra na junção do osso nasal com o frontal e características do crânio. As quatro categorias de braquicefalia propostas foram as seguintes:

Categoria I – Ligeira: caracterizada pelo canino maxilar se encontrar posicionado quase na vertical, sem relação dorsal da mandíbula, com um chanfro discreto e ossos faciais e do crânio, claramente desenvolvidos;

- Categoria II – Moderada: caracterizada por uma rotação dorsal incipiente do canino maxilar e da mandíbula, chanfro bem definido, redução dos ossos nasais e um crânio arredondado ou mesmo em forma de maçã;
- Categoria III – Grave: observa-se uma rotação pronunciada da mandíbula e do canino maxilar, chanfro bem marcado, com redução dos ossos nasais e do crânio, localizando-se a ponta do nariz num nível mais elevado do que a pálpebra inferior;
- Categoria IV – Muito grave: dentes caninos maxilares com uma direção quase horizontal e um elevado grau de rotação dorsal da mandíbula, chanfro muito pronunciado, ossos faciais subdesenvolvidos e um crânio arredondado. (Schlueter *et al.*, 2009).

A descoloração consequente da drenagem lacrimal deficiente pode-se observar a partir da categoria II. Nas categorias III e IV observa-se que a ponta do nariz se encontra numa posição mais elevada que a pálpebra inferior (Schlueter *et al.*, 2009).

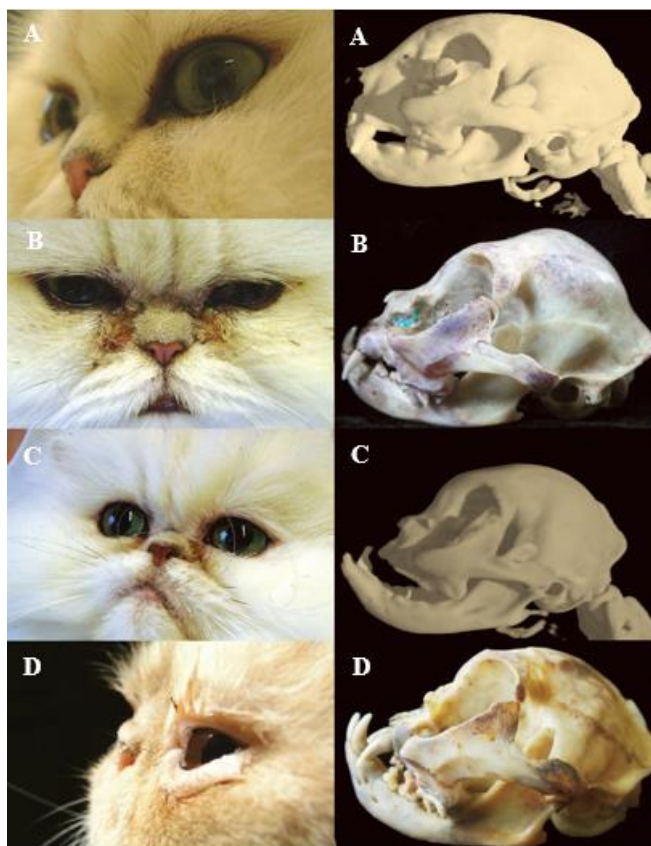


Figura 6 – Classificação sistemática das categorias de braquicefalia de acordo com a apresentação fenotípica, sendo estas I ou ligeira (A), II ou moderada (B), III ou grave (C) e IV ou muito grave (D). Adaptado de Schlueter *et al.* (2009).

1.3.1. Anatomia da cabeça óssea comparada com o cão

Em relação com o cão (*Canis lupus familiaris*, Linnaeus 1758), no que diz respeito ao occipital, no gato, o forâmen magno apresenta-se numa posição mais ventral (Barone, 1986) e revela-se com uma forma oval, regular e ligeiramente alongada, transversalmente (Wasowicz *et al.*, 2009). O canal do nervo hipoglosso surge no limite do forâmen jugular. O processo jugular é de pequena dimensão surgindo ao lado da bolha timpânica do osso temporal (Barone, 1986). A protuberância occipital externa é muito mais discreta do que nos cães, e à sua semelhança não apresenta qualquer forâmen (Karan *et al.*, 2006). A interna, por sua vez, segue até à extremidade caudal dos ossos parietais (Barone, 1986)

O osso esfenóide no gato é semelhante ao do cão, não obstante, apresenta características distintas, nomeadamente, a crista esfenoidal está presente, a fissura orbital é arredondada ao invés de elíptica, a asa do basisfenóide é menos desenvolvida do que a do pré-esfenóide e não atinge o osso parietal, a fossa pituitária é profunda e existe um seio esfenoidal

[*Sinus sphenoidalis*] separado, limitado pelo pré-esfenóide (Barone, 1986; König & Liebich, 2002).

O osso pterigóide nos carnívoros apresenta-se largo e quadrado, não se observando alterações anatómicas dignas de registo entre o cão e o gato (Barone, 1986).

A disposição do etmóide é idêntica à do cão. No entanto, as fossas são, evidentemente, mais estreitas. Existem três endoturbinas reais, em que o último não invade completamente o seio esfenoidal, e cinco ectoturbinas, destacando-se os dois primeiros por apresentarem uma grande dimensão, ocupando quase completamente o compartimento rostral do seio frontal. O meato da nasofaringe é também maior que no cão (Barone, 1986).

O osso vómer apresenta-se reduzido devido à sutura medio-palatina, estendendo-se ligeiramente, em sentido rostral, no comprimento do assoalho nasal. Ele une-se ligeiramente ao processo ósseo palatino dos incisivos. As suas asas são finas e relativamente amplas (Barone, 1986).

No gato doméstico a união dos componentes do osso temporal é mais tardia que nos cães. A porção endotimpânica, que faz parte da porção timpânica do temporal, é larga, formando a maior parte da bolha timpânica. O meato acústico externo é um orifício simples com uma abertura ampla e oval na cavidade timpânica. O processo mastóideo é mais ventral do que nos cães. A bolha timpânica é, proporcionalmente, maior face à cabeça do animal, sendo ovóide e completamente lisa. Na sua base observam-se o processo mastóideo e o processo jugular do osso occipital (Barone, 1986). A cavidade timpânica é dividida em dois segmentos por uma lâmina [*Septum bullae*], mais acentuada do que nos cães (König & Liebich, 2002). Não estão presentes os canais petrobasilar, carotídeo e o correspondente ao nervo trigémio. O processo zigomático é mais curvado que o dos cães, a superfície articular é superior e não existem meatos temporais (Barone, 1986).

Em relação ao parietal, este funde-se na linha média (Karan *et al.*, 2006) e é proporcionalmente mais extenso do que nos cães e apresenta-se mais convexo (Barone, 1986; Karan *et al.*, 2006). A linha temporal é, evidentemente, menos pronunciada (Karan *et al.*, 2006). A sua face interna, forma ao nível do bordo occipital, uma forte saliência que entra na constituição da superfície cérebro-cerebelar e no processo tentório. Estas formações são extremamente proeminentes e aparecem na componente parietal do componente cerebelar da caixa craniana (Barone, 1986).

O frontal é proporcionalmente maior do que o do cão, apresentando-se convexo dorsalmente e pouco deprimido no plano mediano (Barone, 1986; Karan *et al.*, 2006). O

processo zigomático é mais proeminente que no cão (Karan *et al.*, 2006), sendo achatado dorso-ventralmente e pontiagudo (Barone, 1986). A entrada da órbita é mais bem definida e o seio frontal é singular e de dimensões, relativamente, reduzidas (Barone, 1986).

1.4. Morfometria

A morfometria é o estudo das variações das formas biológicas e a sua covariação com outras variáveis (Adams *et al.*, 2004). O recurso aos estudos morfométricos tem por objetivo obter e recombina informação para a obtenção de dados biológicos precisos (Navarro *et al.*, 2004). Os métodos quantitativos apresentam-se com uma taxa de erro muito reduzida, o que permite detetar diferenças subtis entre populações (Sheets *et al.*, 2006).

A informação obtida depende do sistema de descrição, que pode contemplar marcos anatómicos (*landmarks*), distâncias, contornos (*outlines*), entre outros exemplos (Navarro *et al.*, 2004). Dependem também do tipo de estudo morfométrico realizado, se o tradicional, o geométrico baseado em marcos anatómicos ou o geométrico baseado em contornos (Adams *et al.*, 2004; Navarro *et al.*, 2004).

1.4.1. Morfometria tradicional

A morfometria tradicional consiste na aplicação multivariada de análise estatística de variáveis morfológicas. Normalmente, são utilizadas medições de distâncias lineares entre pares de marcos anatómicos, no corpo ou partes do corpo de cada indivíduo, mas também contagens, razões e ângulos (de grupos de três marcos anatómicos). Assim, a covariação das medições morfológicas são quantificadas e os padrões de variação das amostras são avaliados. Os métodos de análise estatística mais utilizados são componentes principais de análise, análise factorial, análise da variação canonical, análise multivariada de variância e análise da função discriminante (Parsons *et al.*, 2003; Adams *et al.*, 2004).

Existem algumas limitações nesta análise morfométrica. As medições de distância linear estão correlacionadas com o tamanho do corpo. Procurou-se desenvolver metodologias que dessem às medições propriedades independentes do tamanho, no entanto, não se obteve um consenso sobre qual dos métodos devia ser comumente utilizado (Parsons *et al.*, 2003; Adams *et al.*, 2004). Esta questão condiciona todos os dados obtidos pois, as coordenadas geométricas dos marcos anatómicos são influenciadas pelo tamanho corporal (Parsons *et al.*, 2003). A homologia das distâncias lineares apresenta-se difícil de avaliar, uma vez que, várias distâncias

padronizadas não apresentam pontos de referência homólogos. O mesmo conjunto de medidas de distância pode ser obtido a partir de duas formas diferentes e os valores serem idênticos, não tendo, a análise estatística sensibilidade para determinar a diferença da forma. Não é ainda possível realizar representações gráficas das formas em estudo, a partir das distâncias lineares pois, as relações geométricas entre as variáveis não são conservadas e um conjunto de distâncias lineares, por norma, é insuficiente para determinar a geometria do objeto original (Parsons *et al.*, 2003; Adams *et al.*, 2004).

1.4.2. Morfometria geométrica

Dadas as limitações acima referidas, exploraram-se métodos alternativos de quantificação e análise de forma morfológica (Adams *et al.*, 2004). Os estudos morfométricos geométricos têm por base obter a geometria morfológica das estruturas em estudo, preservando esta informação ao longo da análise de dados. Esta permite a realização de estudos morfométricos mais exatos, recorrendo aos dados mais detalhados que esta possibilita obter, permitindo detetar alterações muito subtis nas formas, uma vez que esta se concentra na medição completa e uniforme da forma do objeto em estudo, contornando-o (Sheets *et al.*, 2006). Existem também outras razões, mais teóricas, para a utilização deste método, ao invés da morfometria tradicional, nomeadamente, a estatística rigorosa desenvolvida que permite combinar métodos estatísticos multivariados e métodos para a visualização direta em forma biológica (Adams *et al.*, 2004).

1.4.2.1. Morfometria geométrica por contornos

Este foi o primeiro método de morfometria geométrica a ser utilizado. A aresta que delimita uma estrutura ou região pode ser considerada homóloga entre indivíduos. No entanto, os pontos que se obtêm para delimitar essa curvatura não têm uma correspondência entre os indivíduos em estudo tão clara. A abordagem consiste em digitar pontos ao longo do contorno e proceder ao seu ajuste através de uma função matemática (recorrendo principalmente a análise de Fourier). Posteriormente, comparam-se os contornos através dos coeficientes das funções, como sendo as variáveis da forma, em análise multivariada (Adams *et al.*, 2004).

Os primeiros métodos tinham como princípio o raio de um espaço, tendo em conta um ponto central (sendo um marco anatómico ou o centro do objeto em estudo). Como esta abordagem estava limitada a contornos simples desenvolveram-se outros métodos recorrendo a

alterações nos ângulos das tangentes em cada ponto ao longo do contorno, análise dos fatores de A_x e A_y como a função da distância ao longo da curva ou tratamento das coordenadas dos pontos, ao longo do contorno do objeto, como uma sequência de números complexos. Contudo, manteve-se o problema da análise, pois os diferentes métodos apresentavam resultados estatísticos diferentes, não se chegando a um consenso sobre a melhor metodologia a utilizar (Adams *et al.*, 2004).

1.4.2.2. Morfometria geométrica com recurso a marcos anatómicos

Existem também evidências que demonstram que os métodos de morfometria geométrica, com recurso a marcos anatómicos, permitem determinar novos dados relativos a padrões de variações biológicas, de formas que não são detetáveis pelos métodos tradicionais. Em alguns estudos e recorrendo a este método é possível discriminar grupos que, pelos métodos tradicionais, não são possíveis de separar. Como tal, este método é de extrema utilidade em estudos de variações intraespécies (Perez *et al.*, 2006).

Estes estudos utilizam mais frequentemente abordagens baseadas em marcos anatómicos, com recurso a imagens bi- ou tridimensionais (Adams *et al.*, 2004; Perez *et al.*, 2006).

De um ponto de vista biológico, a utilização de marcos anatómicos pode não ser suficiente, pois estes podem não descrever algumas formas e padrões biológicos. Esta limitação pode ser contornada aumentando o número de pontos em estudo, os quais não podem ser definidos como marcos anatómicos, dadas as grandes áreas de determinadas estruturas biológicas representadas apenas por superfícies planas, curvas ou contornos (Perez *et al.*, 2006). As curvas e os contornos, matematicamente, são, conjuntos infinitos de pontos (Sheets *et al.*, 2006). Para contornar esta limitação foi proposto o método *sliding semi-landmark*, para determinar e analisar contornos. Assim, é possível converter, dimensionar e permitir a rotação ideal dos marcos anatómicos. Os semi-marcos anatómicos encontram-se ao longo do contorno/curva da estrutura em causa (Perez *et al.*, 2006).

Nestes estudos morfométricos, baseados em marcos anatómicos, a análise de forma recorre a metodologias que têm por base o *Kendall's shape space*, distância de Procrustes ou aproximação do espaço das suas tangentes. A primeira metodologia referida, apresenta evidências, de ter maior valor estatístico e menor margem de erro (Adams *et al.*, 2004).

1.5. Determinação do volume da cavidade craniana

A determinação do volume é de difícil realização, uma vez que é um parâmetro que só pode ser obtido com o apoio de técnicas imagiológicas avançadas ou em exames pós-morte (Breton *et al.*, 2008; Lopes *et al.*, 2015).

O volume da cavidade craniana (VCC) é tradicionalmente obtido através da sua imersão em água ou recorrendo ao seu preenchimento por material granular, como sementes ou grãos de chumbo, aplicando, o Princípio de Arquimedes, que dita que o volume de líquido deslocado, aquando a imersão do objeto, vai ser idêntico ao volume do corpo submerso (Sholts *et al.*, 2010).

Outros métodos utilizados para este propósito incluem a obtenção de moldes de gesso ou látex da superfície endocraniana. Está também descrito o recurso a fórmulas matemáticas que têm por base medições de distâncias lineares (Sholts *et al.*, 2010).

Nas últimas duas décadas, constatarem-se grandes avanços nas técnicas de aquisição e manipulação de imagem, permitindo a sua utilização para realizar a quantificação de estruturas anatómicas (Erić *et al.*, 2014; Lopes *et al.*, 2015). Os avanços na tomografia computadorizada (TC), ressonância magnética (RM) e varrimento a LASER (Amplificação da Luz por Emissão Estimulada de Radiação, do Inglês, *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) levaram ao desenvolvimento de métodos de medição mais precisos e menos invasivos (Sholts *et al.*, 2010).

A utilização de cálculo computacional através da identificação de sistemas, permite criar modelos matemáticos de sistemas dinâmicos, que facilitam a interface entre as aplicações empregáveis na prática e as puramente matemáticas. Através destas técnicas é possível encontrar soluções matemáticas simples para a determinação do volume, baseado em parâmetros morfométricos (Lopes *et al.*, 2015).

1.6. Tomografia computadorizada

Atualmente, para a avaliação da cabeça óssea, tem-se substituído o estudo radiográfico por técnicas de imagiologia avançadas, como pela tomografia computadorizada (TC) e pela ressonância magnética (RM), que permitem avaliar a complexidade da cabeça de forma rigorosa e com reduzida exposição a radiação ionizante (Thrall, 2013).

A tomografia computadorizada foi utilizada, primariamente, como meio de diagnóstico imagiológico em Medicina Humana e só depois, adaptada para Medicina Veterinária. A possibilidade de realizar reconstruções em três dimensões tem um papel importante no

diagnóstico imagiológico de diversas doenças nas diferentes espécies de animais (Garland *et al.*, 2002).

A TC tem como base a densitometria radiológica e usa os mesmos princípios físicos básicos que a técnica radiográfica convencional (Anjou, 2013).

Ao medir a intensidade do feixe primário e comparando-o com o feixe atenuado, o valor de atenuação do feixe ao longo da espessura pode ser calculado pela lei de Lambert-Beer, sendo a absorção de raios-X pelos tecidos diretamente proporcional ao coeficiente de atenuação linear dos tecidos (Ohlerth & Scharf, 2007).

A absorção linear da alta quilovoltagem deve-se, principalmente, à densidade do tecido ou, mais precisamente, à densidade de eletrões (Anjou, 2013). Logo, tecidos de alta densidade de eletrões, como o tecido ósseo, possuem uma absorção linear superior em comparação com os de baixa densidade, nomeadamente líquidos ou gordura (Ohlerth & Scharf, 2007). Os dados obtidos a partir da atenuação das diferentes projeções (de até 1000 ângulos diferentes de projeção) são recalculados utilizando um modelo matemático chamado “*filtered back projection*” o que resulta numa matriz das médias das absorções relativas de raios-X em cada elemento de volume (*short voxel*) da matriz no corte de tecido examinado (Ohlerth & Scharf, 2007; Anjou, 2013).

Esses valores médios obtidos pela relação da densidade dos tecidos e da energia do feixe, são denominados de Unidades de Hounsfield (UH), sendo representados como elementos de imagem (*pixels*) (Brown *et al.*, 2008). A água pura apresenta o valor de 0 UH e as UH de outros tecidos são determinadas tendo como base a água (Anjou, 2013).

Comparada com a radiologia convencional, a TC, por norma, tem um contraste superior dos tecidos, atribuindo-se as cores preta, branca e diferentes tons de cinzento (4096) às diferentes UH para exibir as imagens. Como o olho humano só pode diferenciar até 90 diferentes tons de cinzento é necessário ajustar a largura de banda e os tons de cinzento de forma a apresentar o maior contraste de resolução para o tecido de interesse (Anjou, 2013).

Ao longo do tempo, diferentes gerações de tomógrafos têm sido desenvolvidas. No início de 1990 a TC helicoidal foi introduzida (ver a Figura 8), onde a incidência dos raios-X apresenta um percurso helicoidal em torno do objeto examinado (Ohlerth & Scharf, 2007). Os primeiros tomógrafos helicoidais utilizavam uma matriz tubo-detetor única (Goldman, 2008) e colimação dos feixes de raios-X antes de passarem no animal (Ohlerth & Scharf, 2007). Atualmente, existem várias linhas paralelas de múltiplos detetores (Goldman, 2008). Estas permitem que várias seções sejam medidas ao mesmo tempo. Com a TC multicanal a espessura

e largura da secção ou corte é determinada pelo tamanho e eficiência dos detetores e não pela colimação do feixe de raios-X (Ohlerth & Scharf, 2007). Na Figura 7, observa-se um esquema exemplificativo de TC, com um único detetor e com vários detetores.

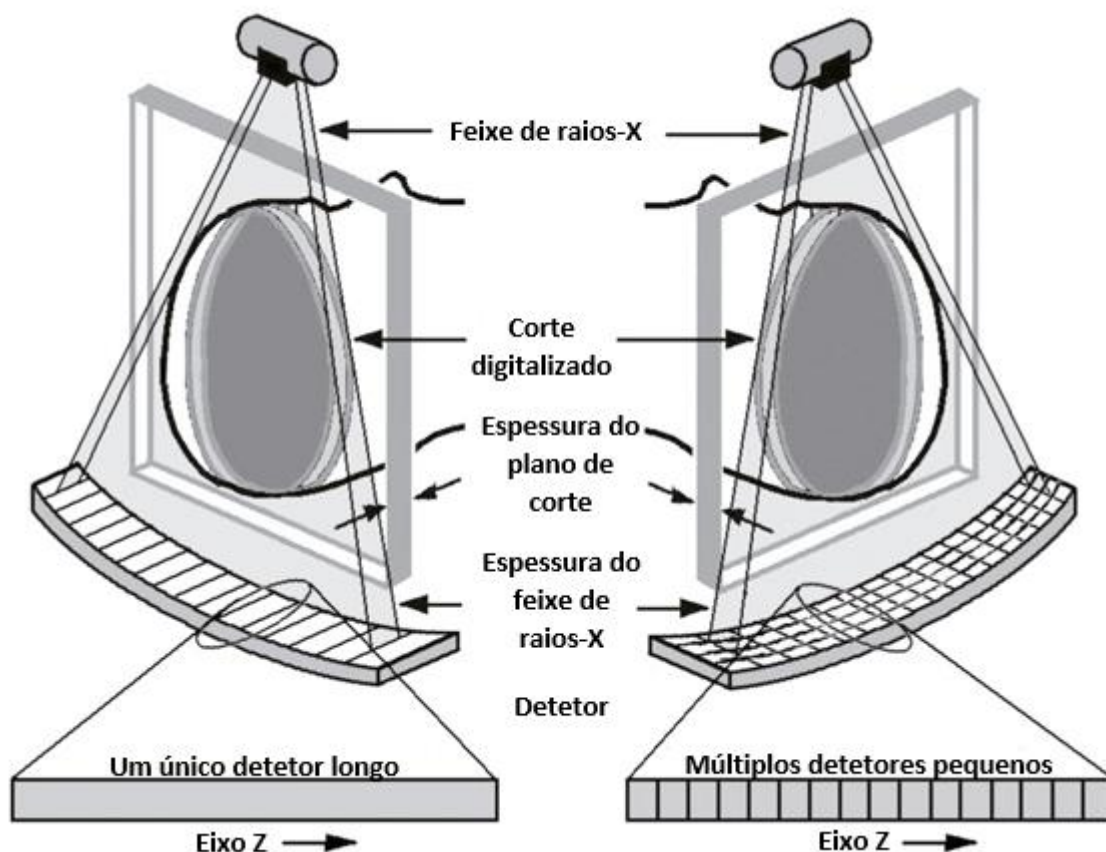


Figura 7 – Esquema do funcionamento da tomografia computadorizada com detetor único e com vários detetores ao longo do eixo Z. Adaptado de Goldman (2008).

Estes dados podem ser tratados matematicamente e utilizados para reformatar as imagens em qualquer plano. As principais melhorias, em comparação com os tomógrafos convencionais, são a redução do tempo de aquisição, aumento da capacidade de volume e melhor resolução espacial, principalmente, no sentido longitudinal. Podem-se assim realizar reconstruções em três dimensões, pós-processamento com técnicas de reconstrução multiplanar, projeção de intensidade máxima e representação do volume (Ohlerth & Scharf, 2007).

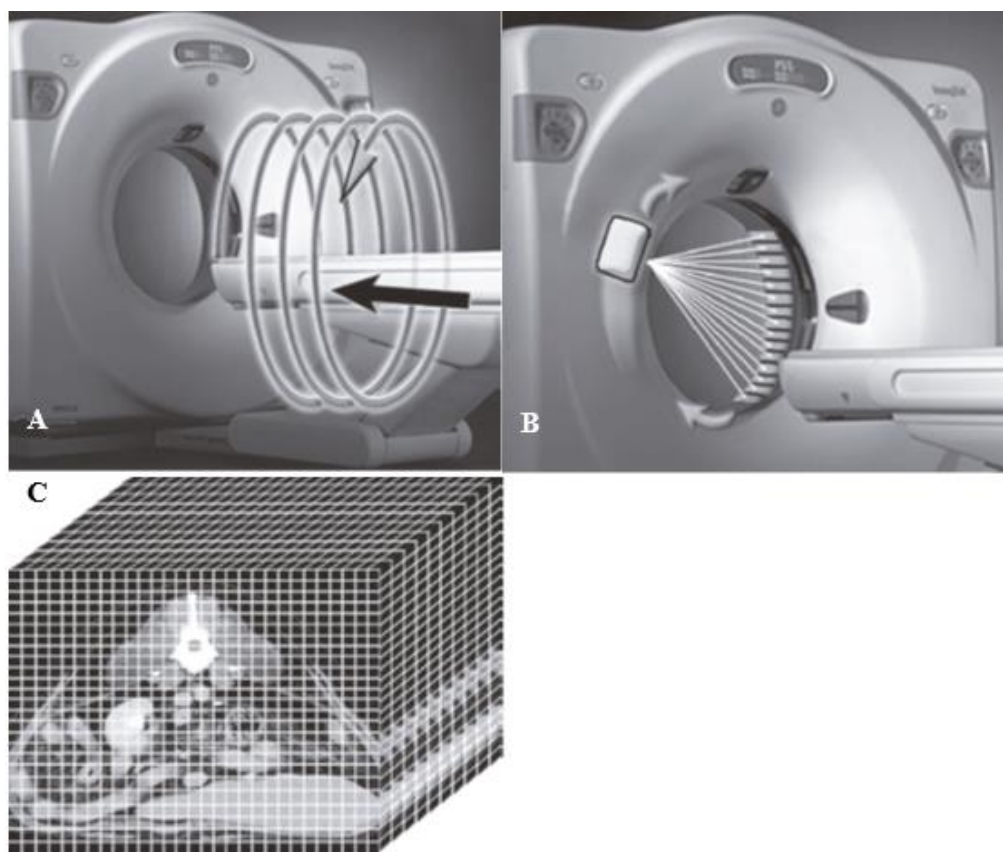


Figura 8 – Tomografia computadorizada helicoidal. A, representa a TC helicoidal, a incursão da mesa no pórtico à medida que o anel com a ampola descreve sobre um movimento de rotação em torno desta, resultando numa análise corporal helicoidal, o que permite a aquisição de imagens de seções contínuas dos tecidos, prevenindo a existência de lacunas. B, a maioria dos tomógrafos são, atualmente, construídos com uma matriz de detetores curva com um movimento de rotação em torno do animal sincronizado com o movimento o emissor de raios-X. C, o conjunto de dados obtidos é reconstruído de forma a representar fatias contínuas de voxels, formando o volume. Este volume pode ser exibido corte a corte (por exemplo em imagens transversas) ou reformatado em qualquer plano. Adaptado de Anjou (2013).

A TC tem desempenhado um papel importante na Medicina Veterinária, principalmente associada às reconstruções tridimensionais (Garland *et al.*, 2002). As aplicações da TC têm aumentado ao longo dos últimos anos, como consequência dos desenvolvimentos tecnológicos, que permitem uma matriz melhorada, algoritmos de reconstrução, otimização do realce do contraste endovenoso e tempos de aquisição (principalmente associado ao desenvolvimento da TC helicoidal), o que é de extrema importância em doentes veterinários, uma vez que estes têm de ser anestesiados para a realização deste exame (Ohlerth & Scharf, 2007).

A elevada resolução de imagem, cortes finos, excelentes detalhes dos acidentes ósseos pela tomografia computadorizada transversa e os algoritmos modernos utilizados no pós-processamento de imagem, permitem reconstruções tridimensionais satisfatórias com reduzido

tempo de aquisição (Schwarz *et al.*, 2002). Estas características indicam a tomografia computadorizada como um ótimo meio de avaliação imagiológica da cabeça óssea.

Na realização de uma tomografia computadorizada à cabeça, o animal é colocado em decúbito ventral com a cabeça e o pescoço alinhados com o resto do corpo. A cabeça deve ser imobilizada com almofadas para se manter uma posição reta e simétrica. Realiza-se um topograma lateral e um ventrodorsal da primeira vértebra cervical até ao plano nasal. Estes topogramas permitem avaliar o correto posicionamento e seguidamente, definir a colimação da região de interesse e a orientação dos cortes transversais, geralmente perpendiculares ao palato duro. A espessura dos cortes situa-se entre 2 e 5 mm para cães de porte médio e superior e de 1,5 e 3 mm para cães pequenos e gatos. Após o primeiro estudo, pode-se seguir a administração endovenosa de contraste iodado, seguindo-se uma nova série de cortes (Gielen *et al.*, 2003).

1.7. Estudo morfométrico do crânio do gato

Os estudos morfométricos permitem a aquisição de dados que revertem em contribuições científicas no estudo da influência da genética e do ambiente no desenvolvimento dos indivíduos. Permitem também a obtenção de conhecimentos de anatomia clínica, aplicáveis na prática de medicina interna e cirúrgica, permitindo ao médico veterinário o conhecimento e visualização de detalhes anatómicos (Monfared, 2013).

Os estudos morfométricos realizados em cabeças de felinos apresentam objetivos variáveis, pretendendo-se a obtenção de dados que permitam a avaliação de diferenças morfológicas inter- e/ou intraespécies (Sakamoto & Ruta, 2012). Assim, pode-se constatar, a título de exemplo, a análise de fatores evolutivos temporais, comparações morfológicas entre diferentes espécies de felinos e diferenças entre as mesmas espécies, como o dimorfismo sexual (Christiansen & Harris, 2012; Meloro & Slater, 2012; Sakamoto & Ruta, 2012).

A realização destes estudos pretende também investigar particularidades anatómicas importantes para a prática clínica de Medicina Veterinária (Monfared, 2013). Nesta situação, é possível consultar vários estudos morfométricos que visam a melhor compreensão de diversos fatores intrínsecos à prática clínica, podendo-se referir a implicação das diferentes formas das cabeças ósseas dos felinos na realização de anestésias locais, particularidades como o sistema de drenagem nasolacrimonial em gatos domésticos braquicéfalos e implicações funcionais da forma da cabeça felina (Kunzel *et al.*, 2003; Schlueter *et al.*, 2009; Monfared, 2013), entre outros exemplos.

Existem diversas doenças diretamente relacionadas com a conformação do crânio, em felinos, nomeadamente, a hidrocefalia externa. Esta consiste na acumulação de líquido cefalorraquidiano (LCR) entre os hemisférios cerebrais e a membrana aracnóide sobreposta a estes, ao invés da sua acumulação ao nível dos ventrículos laterais. Nesta situação, os doentes para além de apresentarem a sintomatologia neurológica associada, apresentam a cabeça anormalmente larga em forma de cúpula (Dewey *et al.*, 2003; Thomas, 2010). Na altura do diagnóstico, as suturas cranianas poderão encontrar-se abertas, sendo o achado mais comum. No entanto, também é possível encontrá-las já fechadas. (Thomas, 2010).

Outra condição patológica, que se pode observar, é o meningoencefalocelo. Esta é uma doença congénita, que consiste na protusão de tecido cerebral e meninges, cobertas e aderentes à pele (Dewey *et al.*, 2011). Esta doença resulta num defeito ao nível do crânio (*cranium bifidum*). Se não existir tecido cerebral protuído e apenas meninges e líquido cefalorraquidiano (LCR) é denominado de meningocelo (MacKillop, 2011).

O meningocelo é uma anomalia congénita que resulta do encerramento incompleto do tubo neural, durante a embriogénese, com um defeito na separação da neuroectoderme e superfície da ectoderme. Existem vários fatores que podem estar associados à origem do meningoencefalocelo ou meningocelo, a predisposição genética, as deficiências nutricionais e a exposição a agentes teratogénicos durante a gestação (Dewey *et al.*, 2011). Em gatos da raça Birmanesa, o meningoencefalocelo e malformações craniofaciais relacionadas estão associados a um gene (MacKillop, 2011). A apresentação desta doença na população é compatível com a ação de um gene autossómico recessivo, suspeitando-se que o gene de símbolo *mc*, é o gene associado a estas alterações (Sponenberg & Graf-Webster, 1986).

A maioria dos meningoencefalocelos são detetáveis no nascimento, pela presença de uma massa palpável sobre o calvário. No entanto, encefalocelos etmoidais e basais podem ser evidentes apenas através do estudo imagiológico por TC ou RM (MacKillop, 2011).

Podem constatar-se alterações estruturais, ao nível dos ossos do crânio, muito mais subtis e inexploráveis ao exame físico, sendo necessário um estudo imagiológico como a TC para as determinar. Um exemplo, dessa situação, é a fusão congénita do palato duro com uma extensão do osso pré-esfenóide que culmina numa atresia óssea bilateral das coanas (Schafgans *et al.*, 2012).

Podem ainda estar presentes, alterações estruturais do crânio secundárias, nomeadamente, a um traumatismo, sendo o exemplo mais representativo, desta situação, as fraturas do crânio. As neoplasias da cabeça óssea, como os carcinomas, sarcomas e linfomas podem causar lise e/ou esclerose óssea, bem como proliferação óssea (Ohlerth & Scharf, 2007).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta Dissertação de Mestrado teve como objetivo a caracterização das dimensões do crânio no gato doméstico, com base em imagens de tomografia computadorizada, de forma a contribuir para a determinação dos valores de referência nesta espécie animal.

O objetivo secundário proposto, foi a descrição de uma metodologia para determinação do volume da cavidade craniana do gato doméstico, com recurso a técnicas de cálculo computacional a partir de imagens de TC da cabeça.

2.1. População estudada

A população em estudo consistiu em 46 gatos domésticos, que foram alvo de tomografia computadorizada à cabeça, no Hospital Veterinário do Restelo (Lisboa, Portugal), no período compreendido entre 13 de março de 2014 e 26 de novembro de 2015.

Em termos demográficos, estes animais tinham uma idade igual ou superior a 12 meses, compreendidas entre um ano e 17 anos (média de 8,13 anos), incluindo 21 fêmeas e 25 machos. Em relação à raça, 37 gatos eram Europeu Comum e os restantes eram de raça Abissínio (dois), Siamês (dois), Persa (dois), Bosques da Noruega (dois), e um indivíduo cruzado de Bosques da Noruega.

A seleção das TC destes animais teve em consideração os seguintes critérios: os animais deveriam ter uma idade igual ou superior a 12 meses (pressupondo a conclusão do desenvolvimento esquelético), não apresentassem alterações estruturais da cabeça, do ponto de vista ósseo, de origem traumática ou patológica, que interferissem com a identificação dos marcos anatómicos determinados na cabeça óssea, e as imagens teriam de ter uma qualidade mínima que permitisse uma correta definição dos contornos ósseos da cabeça nas três principais reconstruções (transverso, dorsal e sagital).

2.2. Tomografia computadorizada

As imagens de TC às cabeças dos gatos estudados foram obtidas através de um tomógrafo HiSpeed LX/i (General Electric Company, Medical Systems, EUA), um equipamento helicoidal de uma única coluna detetora. As imagens foram adquiridas e retroprojetadas em algoritmo de osso no *software* da consola do tomógrafo (nível da janela entre 200 e 2250 UH e filtro de osso para reduzir o ruído).

Para a realização da TC, todos os animais foram colocados em decúbito ventral, sendo o seu correto posicionamento avaliado pela realização de topogramas e corrigido quando necessário. Para isto os animais foram devidamente anestesiados, tendo a indução sido realizada com propofol (Propofol-Lipuro 10 mg/ml, B. Braun, Portugal), na dose de 3-4 mg/Kg, por via endovenosa, e a manutenção efetuada com anestesia volátil com isoflurano misturado em oxigénio. Quando utilizado meio de contraste, recorreu-se ao fármaco iohexol (Omnipaque 300mg/ml, GE Healthcare, Portugal) na dose de 2 ml/Kg, por via endovenosa.

2.3. Medições lineares da cabeça óssea e do crânio do gato

Com base na bibliografia disponível sobre o crânio do gato, selecionaram-se os marcos anatómicos e as medições lineares descritas na Tabela 1. Estas medições encontram-se ilustradas esquematicamente nas figuras seguintes.

As imagens de TC foram trabalhadas no formato de imagem padronizado pelo sistema de Comunicação de Imagens Digitais em Medicina (DICOM, do Inglês: *Digital Imaging and Communications in Medicine*).

As medições lineares foram realizadas com o programa informático, de processamento de imagens DICOM, Osirix Lite (Pixmeo, Suíça) usando o filtro de osso com uma amplitude entre 200 e 1000 UH para otimizar o contraste. Este programa informático permite avaliar em simultâneo as imagens em três planos anatómicos, nomeadamente o plano transversal, sagital e dorsal, o que permite a delimitação de estruturas anatómicas com maior precisão.

Para diminuir a margem de erro da análise, foram realizadas três medições de cada parâmetro em estudo e calculada a média aritmética das medições, utilizando-se esse valor obtido como o valor final do parâmetro em estudo.

As medições foram realizadas pelo mesmo operador (para diminuir os erros interpessoais) e, cada uma das três medições contempladas para cada um dos parâmetros, foram efetuadas em tempos de avaliação de imagem diferentes, de forma a diminuir os erros intrapessoais.

Para a realização das medições lineares, enunciadas na Tabela 1, as imagens foram centradas e alinhadas com base nos seguintes pontos anatómicos de referência: articulação têmporo-mandibular e/ou bolhas timpânicas no plano transversal; palato duro no plano sagital mediano e septo nasal no plano dorsal. No caso da medição da LFM e da AFM, obtidas no plano transversal, o plano sagital mediano da imagem foi alinhado pelo forâmen magno.

Tabela 1 – Medições, marcos anatômicos e índices estipulados para o desenvolvimento do estudo morfométrico do crânio do gato doméstico. Adaptado de Monfares (2013) e Uddin *et al.* (2014).

Região anatômica	Medições e marcos anatômicos
Cabeça óssea	Comprimento da cabeça óssea (CCO): Desde o limite rostral do osso nasal à protuberância occipital externa (este está subdividido entre comprimento craniano e nasal) (Figura 9)
	Comprimento craniano (CCn): Desde a protuberância occipital externa até ao limite caudal do osso nasal (Figura 10)
	Comprimento nasal (CN): CCO-CCn
	Largura craniana (LCn): Através da identificação visual dos dois pontos paralelos mais laterais do crânio (Figura 11)
	Índice craniano (ICn): $LCn/CCn \times 100$
Crânio	Altura interna do crânio (ACi): Desde a indentação mais profunda da sela túrcica diretamente dorsal à camada interna da base do crânio até à superfície cerebral mais dorsal do crânio (Figura 12)
	Altura externa do crânio (ACe): Idêntico à ACi mas na face externa das superfícies ósseas em questão (Figura 13)
	Comprimento interno do crânio (CCi): Desde a indentação mais profunda da junção fronto-etmoidal ao meio da superfície distal do crânio ao nível da superfície cerebral da protuberância occipital externa (Figura 14)
	Comprimento externo do crânio (CCe): Idêntico ao CCi mas da superfície externa dos ossos em questão (Figura 15)
	Índice do crânio interno (ICi): $ACi/CCi \times 100$
	Índice do crânio externo (ICe): $ACe/CCe \times 100$
	Índice do crânio interno e cabeça óssea (ICCi): $CCi/CCO \times 100$
	Índice do crânio externo e cabeça óssea (ICCe): $CCe/CCO \times 100$
	Largura do forâmen magno (LFM): Através da identificação dos dois pontos paralelos mais laterais do forâmen magno (Figura 16)
	Altura do forâmen magno (AFM): Altura vertical obtida no centro do forâmen magno (Figura 17)
	Índice do forâmen magno (IFM): $AFM/LFM \times 100$

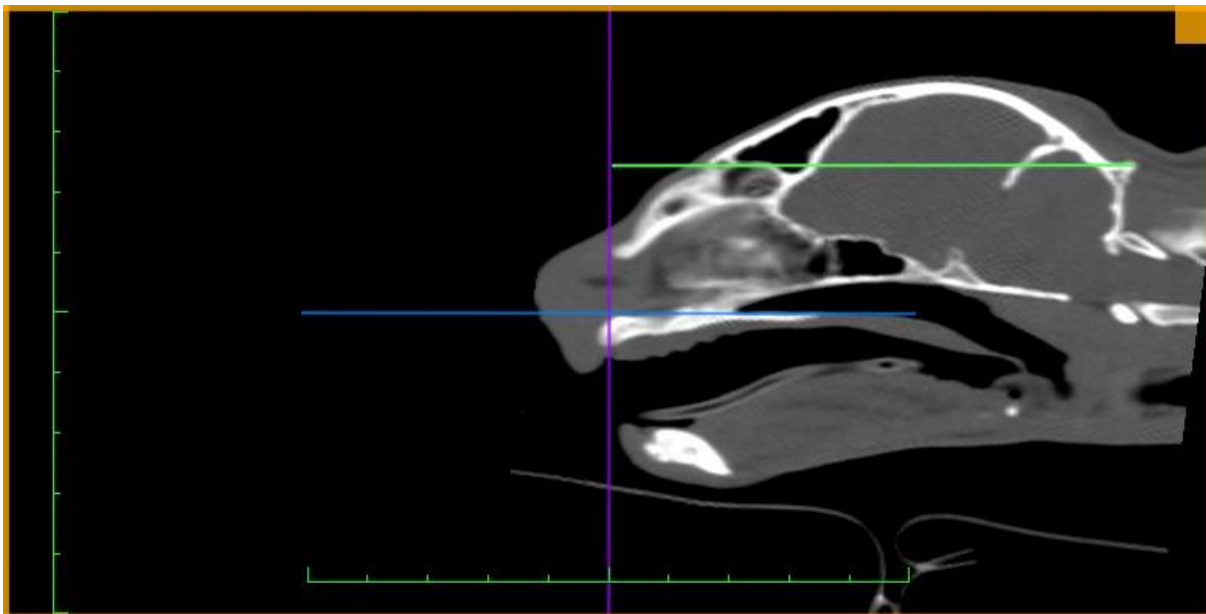


Figura 9 – Representação esquemática da medição linear do comprimento da cabeça (CCO) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

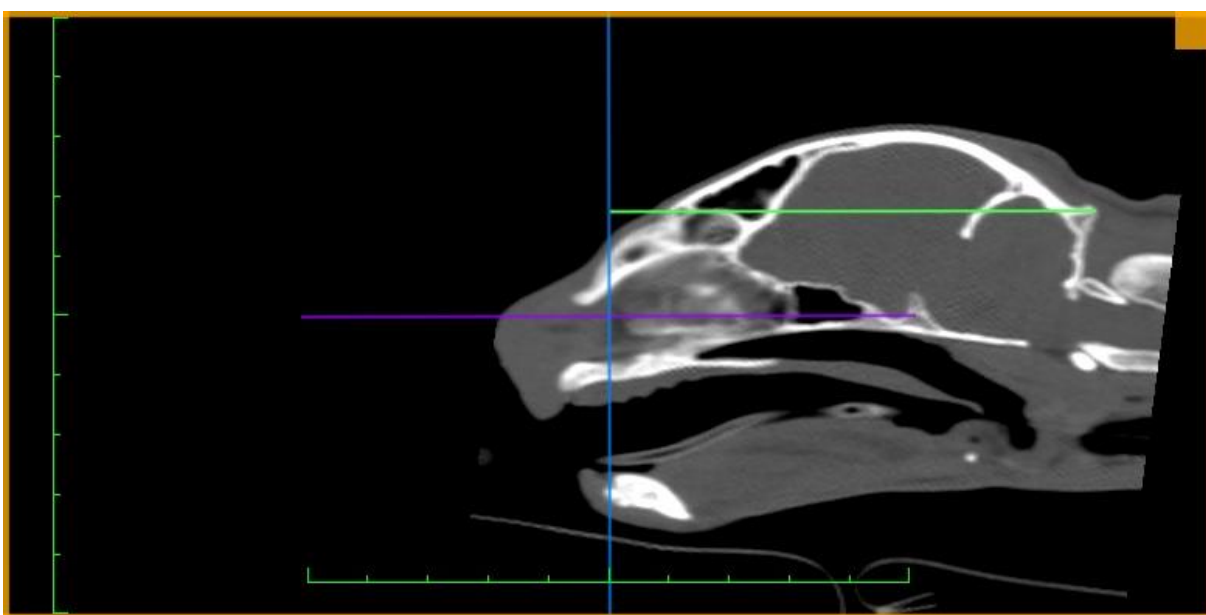


Figura 10 – Representação esquemática da medição linear do comprimento craniano (CCn) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

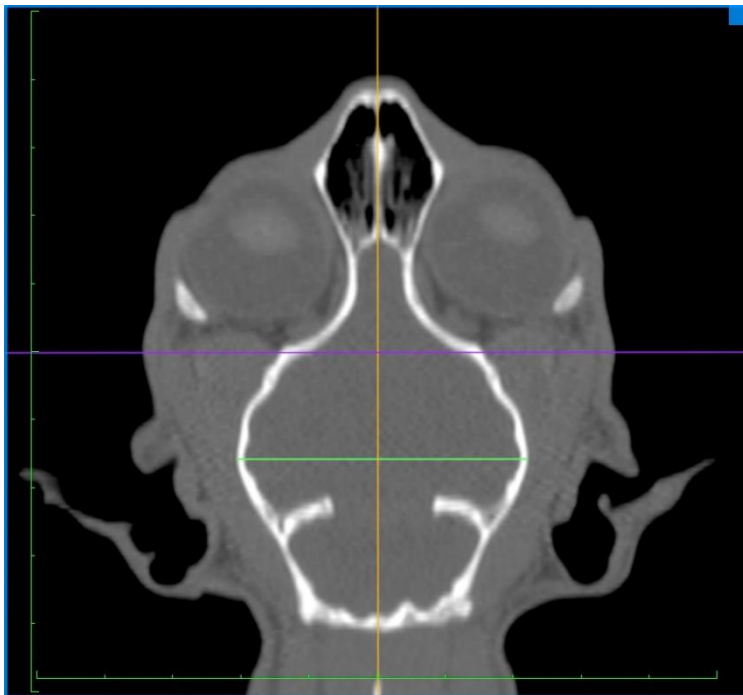


Figura 11 – Representação esquemática da medição linear da largura craniana (LCn) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano dorsal, da cabeça de um gato doméstico.

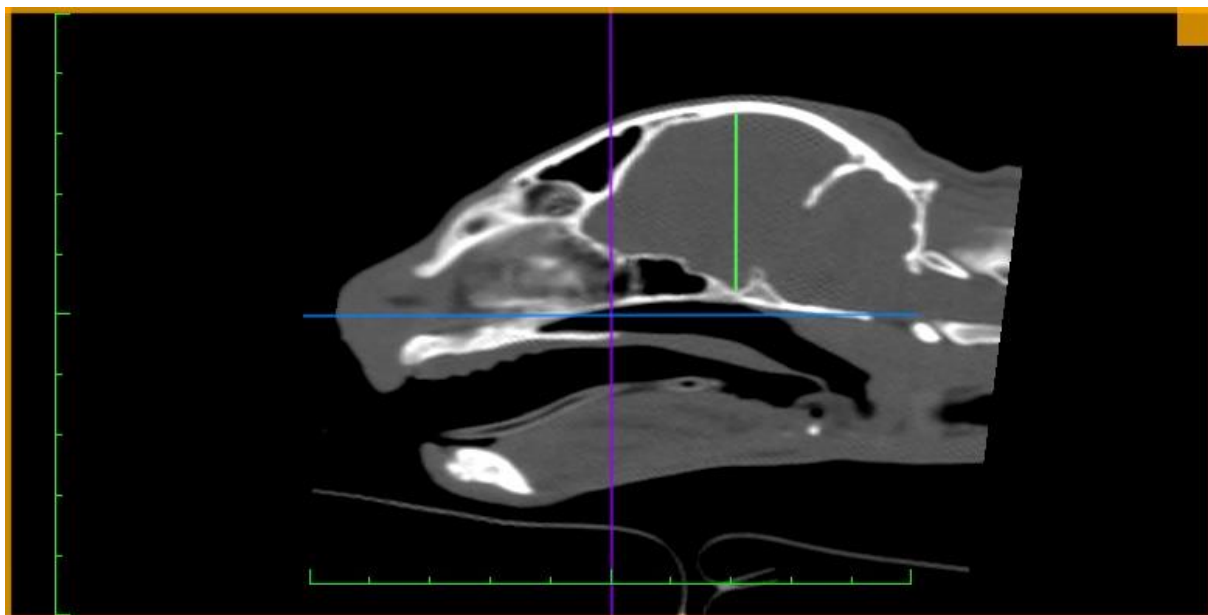


Figura 12 – Representação esquemática da medição linear da altura interna do crânio (ACi) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

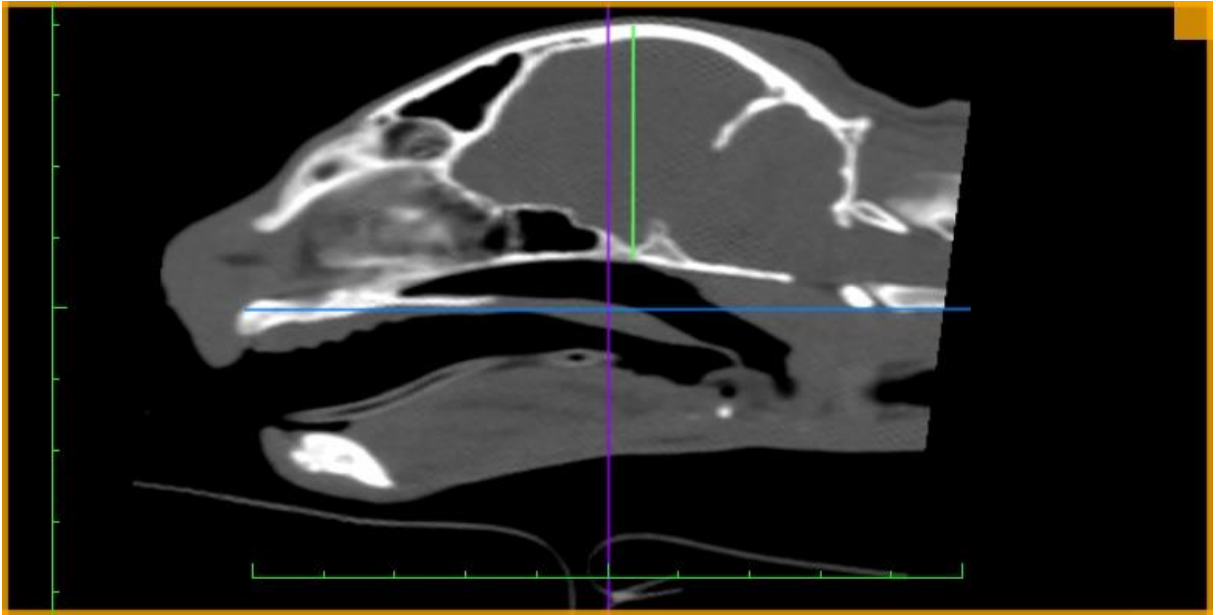


Figura 13 – Representação esquemática da medição linear da altura externa do crânio (ACe) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

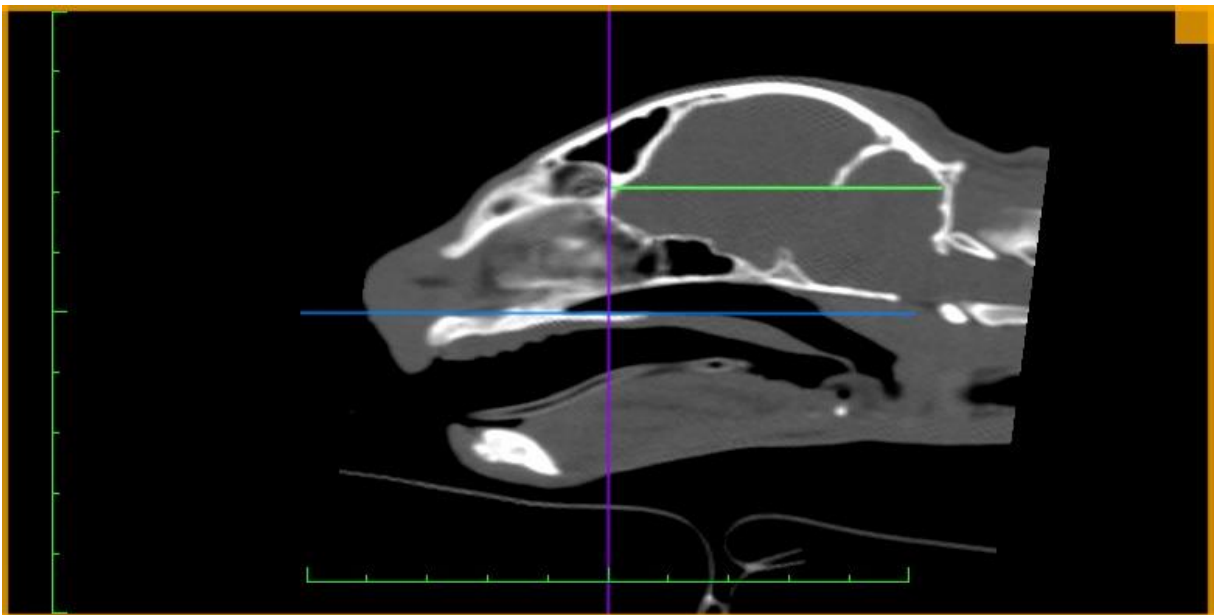


Figura 14 – Representação esquemática da medição linear do comprimento interno do crânio (CCi) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

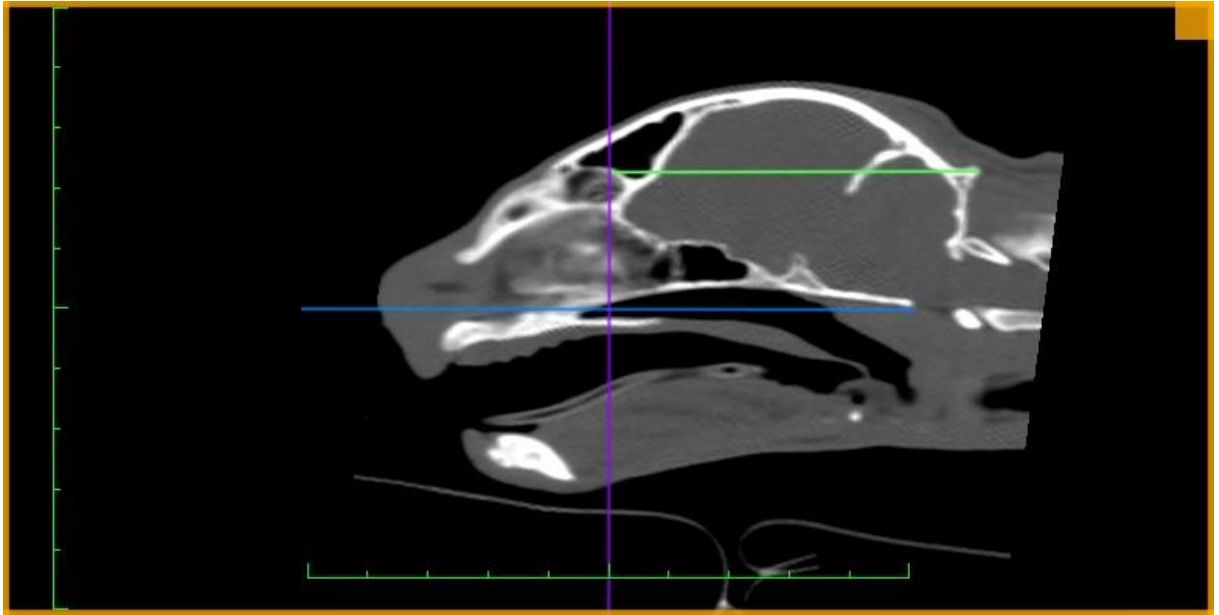


Figura 15 – Representação esquemática da medição linear do comprimento externo do crânio (CCE) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano sagital, da cabeça de um gato doméstico.

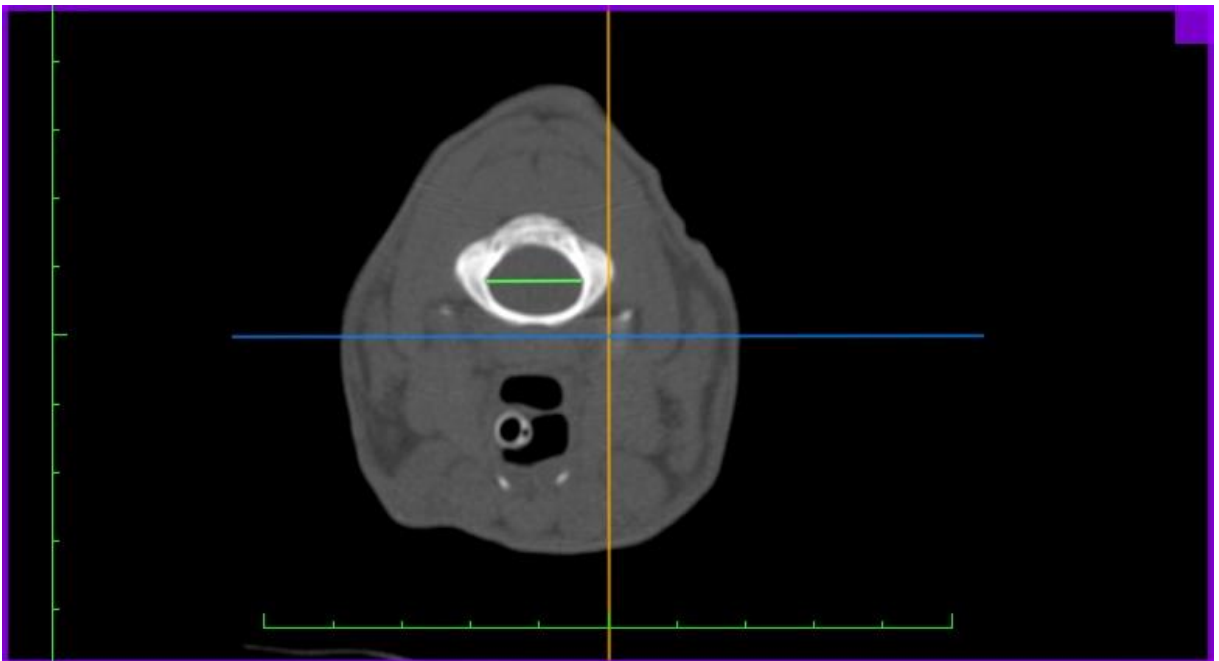


Figura 16– Representação esquemática da medição linear da largura do forâmen magno (LFM) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano transversal, da cabeça de um gato doméstico.

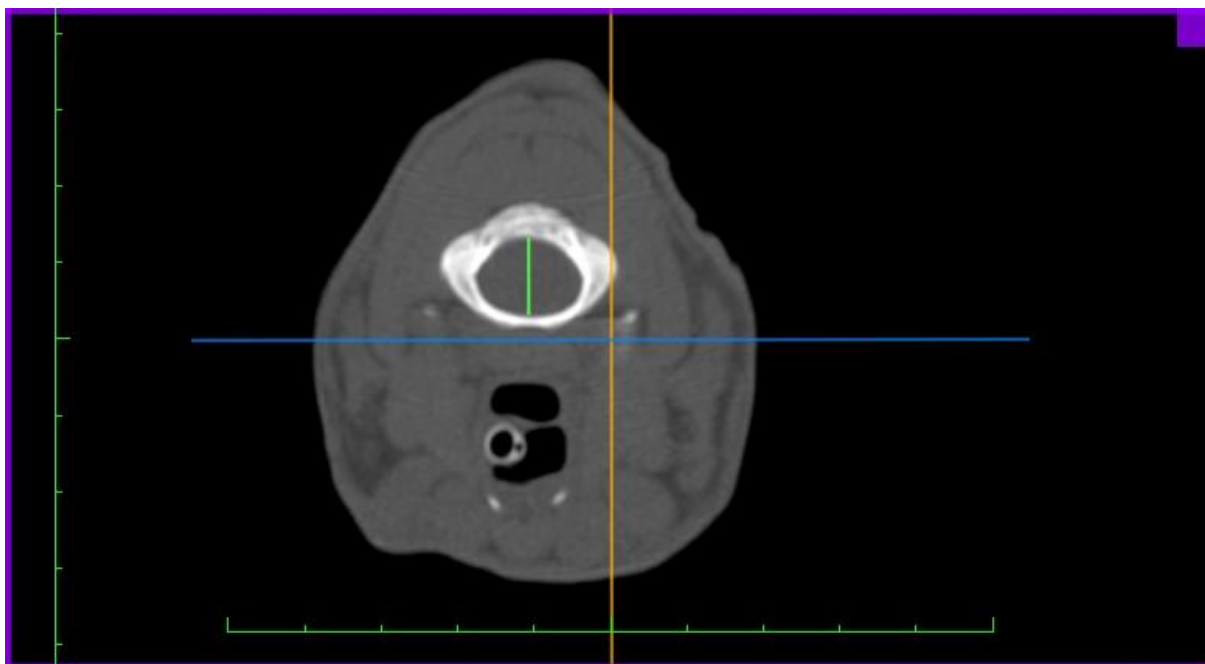


Figura 17 – Representação esquemática da medição linear da altura do forâmen magno (AFM) numa imagem de tomografia computadorizada, em plano transversal, da cabeça de um gato doméstico.

2.4. Protocolo de medição do volume da cavidade craniana do gato

O protocolo de medição do volume da cavidade craniana descrito, é uma proposta de metodologia, não tendo tido como objetivo a determinação dos valores médios deste parâmetro na população estudada.

Para a determinação do volume da cavidade craniana, à semelhança das medições lineares, avaliaram-se imagens em formato DICOM, através do programa informático Osirix Lite (Pixmeo, Suíça). Recorreu-se à ferramenta “Closed Polygon”, onde foram delimitados, manualmente, no plano transversal, em cada imagem não reformatada, os limites de interesse, ou seja, o interior do crânio, desde a sua porção mais rostral (fossa etmoidal) até à sua porção mais caudal, a terminação do forâmen magno, tendo em atenção o devido contorno das concavidades e convexidades ósseas, que se observam na superfície interna do conjunto de ossos que constitui o crânio, bem como, respetivas estruturas ósseas. Esta delimitação foi realizada em cada corte da TC, de forma a diminuir os erros de contorno das estruturas.

De forma a aumentar a precisão na análise do volume real da cavidade craniana, considerou-se o tentório cerebelar ósseo, nomeadamente, a região intracraniana ocupada por este, e realizou-se exatamente o mesmo procedimento que o realizado para a determinação de volume da cavidade craniana. Após a obtenção destes dois volumes aplicou-se a fórmula “Volume real da cavidade craniana = Volume cavidade craniana – Volume do tentório cerebelar ósseo”.

Com a realização da delimitação manual do interior do crânio em cada corte da TC, pretendeu-se a determinação da região de interesse (ROI, do Inglês: *Region of Interest*). Após a determinação da ROI, eliminou-se a imagem do interior e do exterior da ROI, uma vez que esta informação causa ruído e, por conseguinte, aumenta o erro da análise. Este procedimento resulta da aplicação da função “Set Pixels Values” do programa informático, que funciona como uma ferramenta de segmentação. Nesta função, foi necessário alterar os valores da ROI, externos à delimitação em -1500 e os internos à delimitação para 300, sendo este último valor um pormenor importante, pois o volume criado deve ser um sólido compactado (Lopes *et al.*, 2015).

Através da aplicação da função “3DSurface rendering”, obteve-se um modelo tridimensional do interior do crânio, tendo esta informação sido exportada em formato *Stereolithography file extension* (.stl), o que permitiu a modelação da estrutura criada num programa informático de Desenho Assistido por Computador (CAD, do Inglês: *Computer-Aided Design*).

A avaliação da imagem tridimensional foi realizada recorrendo ao programa informático SolidWorks (Dassault Systèmes, EUA), o qual permitiu a obtenção do volume e da área de superfície. O ficheiro em formato .stl exportado do Osirix Lite foi processado como Mesh File. Após a obtenção da Mesh File, o ficheiro foi preparado e os erros minimizados através da função “Mesh Prep Wizard”, tendo-se obtido assim um modelo sólido.

O modelo anteriormente obtido permitiu a criação do modelo tridimensional através da função “Solid/Surface Creation”, recorrendo ao modo automático. Após este passo, obtiveram-se os valores morfométricos através da ferramenta de trabalho “Mass Properties”.

2.5. Análise estatística

A análise estatística foi realizada com o recurso ao programa informático *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS, IBM, EUA). Inicialmente, através do método estatístico *one-way ANOVA*, avaliou-se se existia variância entre as três medições realizadas para cada variável (medição linear) por indivíduo, de forma a determinar se seria possível utilizar a média das mesmas, como o valor da variável em estudo.

Seguidamente, foi realizado o tratamento estatístico descritivo das medições lineares obtidas, que inclui o cálculo da média, do desvio padrão, da variância e da mediana, com um intervalo de confiança (IC) de 95%. Após o estudo da população, realizaram-se os mesmos procedimentos de estudo estatístico para cada um dos sexos.

Adicionalmente, realizou-se uma análise estatística inferencial, para detetar diferenças estatisticamente significativas entre os dois sexos. Para tal, recorreu-se ao t-teste e utilizou-se um nível de significância de 95% ($p = 0,05$).

3. RESULTADOS

3.1. Medições lineares da cabeça óssea e do crânio

3.1.1. Análise da população de gatos da raça Europeu Comum

A população em estudo englobou 46 gatos domésticos. No entanto, nove destes indivíduos não foram alvo de análise estatística, uma vez que pertenciam a outras raças que não a Europeu Comum, que representava a maioria da população. Assim sendo, foram alvo de análise estatística apenas os 37 gatos de raça Europeu Comum, sendo 19 fêmeas e 18 machos, com um intervalo de idades entre um a 17 anos (média de 8,3 anos).

Através da utilização do método estatístico *one-way ANOVA*, observou-se que não existia variância entre as três medições realizadas, em cada animal, e por parâmetro, tendo-se optado por analisar a média das referidas três medições.

Como a amostra da população em estudo é superior a trinta animais considerou-se que as variáveis assumiam uma distribuição normal.

A análise estatística descritiva de toda a população gatos de raça Europeu Comum encontra-se sistematizada na Tabela 2.

Para avaliar a homogeneidade da população em estudo foi realizado o cálculo do coeficiente de variação, cujos resultados estão representados na Tabela 3.

Tabela 2 – Resultados da análise de estatística descritiva dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos de raça Europeu Comum.

		IC de 95%			Mediana (cm)	Maior Valor (cm)	Menor Valor (cm)	Desvio Padrão	Variância
		Média (cm)	Valor Superior (cm)	Valor Inferior (cm)					
Parâmetros da cabeça óssea	CCO	8,942	9,094	8,791	8,867	9,821	8,283	0,454	0,206
	CCn	8,210	8,349	8,071	8,090	9,047	7,529	0,417	0,174
	CN	0,732	0,788	0,677	0,741	1,018	0,320	0,167	0,028
	LCn	4,275	4,361	4,190	4,282	4,681	3,112	0,256	0,066
	ICn	52,182	53,433	50,930	52,923	58,198	36,680	3,754	14,092
Parâmetros do crânio	ACi	2,878	2,973	2,783	2,851	4,466	2,479	0,286	0,082
	ACe	3,349	3,388	3,310	3,328	3,670	3,140	0,117	0,014
	CCi	5,534	5,626	5,442	5,527	6,041	5,071	0,276	0,076
	CCe	6,319	6,413	6,225	6,283	6,896	5,835	0,281	0,079
	ICi	45,617	47,209	44,026	45,525	70,167	37,964	4,772	22,776
	ICe	53,055	53,746	52,364	53,293	57,925	47,939	2,073	4,299
	ICCi	61,932	62,725	61,140	62,487	67,810	57,833	2,376	5,645
	ICCe	70,703	71,277	70,128	70,875	73,747	67,261	1,722	2,965
	LFM	1,337	1,361	1,313	1,361	1,501	1,191	0,072	0,005
	AFM	1,008	1,038	0,978	1,019	1,163	0,753	0,091	0,008
	IFM	75,373	77,295	73,452	75,733	85,828	60,407	5,763	33,210

Legenda: CCO – Comprimento da cabeça óssea, CCn – Comprimento craniano, CN – Comprimento nasal, LCn – Largura craniana, ICn – Índice Craniano, ACi – Altura interna do crânio; ACe – Altura externa do crânio, CCi – Comprimento interno do crânio, CCe – Comprimento externo do crânio, ICi – Índice do crânio interno, ICe – Índice do crânio externo, ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea, ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea, LFM – Largura do forâmen magno, AFM – Altura do forâmen magno, IFM – Índice do forâmen magno.

Tabela 3 – Coeficiente de variação dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos da raça Europeu Comum, apresentado por ordem crescente.

Parâmetros	Coeficiente de variação (%)
ICCe	2,436
ACe	3,494
ICCi	3,836
ICe	3,907
CCe	4,447
CCi	4,987
CCO	5,077
CCn	5,079
LFM	5,385
LCn	5,988
ICn	7,194
IFM	7,646
AFM	9,028
ACi	9,937
ICi	10,461
CN	22,814

Legenda: ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea, ACe – Altura externa do crânio, ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea, ICe – Índice do crânio externo, CCe – Comprimento externo do crânio, CCi – Comprimento interno do crânio, CCO – Comprimento da cabeça óssea, CCn – Comprimento craniano, LFM – Largura do forâmen magno, LCn – Largura craniana, ICn – Índice Craniano, IFM – Índice do forâmen magno, AFM – Altura do forâmen magno, ACi – Altura interna do crânio, ICi – Índice do crânio interno, CN – Comprimento nasal.

3.1.2. Análise da população de raça Europeu Comum em relação ao sexo

Os resultados do estudo estatístico descritivo, quanto ao sexo, encontram-se representados na Tabela 4.

Na Tabela 5, observa-se o resultado do cálculo do coeficiente de variação para avaliar a homogeneidade da população em estudo separada por sexo.

De forma a avaliar as duas amostras independentes, ou seja, a população de machos e a população de fêmeas, realizou-se o t-teste, considerando-se que as diferenças eram estatisticamente significativas quando a significância é inferior a 0,05 ($p < 0,05$) (Tabela 6).

Tabela 4 – Resultados da análise estatística descritiva dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e crânio obtidos na população de gatos domésticos de raça Europeu Comum em relação ao sexo.

		Sexo	IC de 95%			Mediana (cm)	Maior Valor (cm)	Menor Valor (cm)	Desvio Padrão	Variância
			Média (cm)	Valor Superior (cm)	Valor Inferior (cm)					
Parâmetros cranianos	CCO	M	9,312	9,477	9,146	9,384	9,821	8,670	0,333	0,111
		F	8,593	8,692	8,494	8,581	8,900	8,283	0,206	0,042
	CCn	M	8,515	8,681	8,349	8,508	9,047	7,835	0,334	0,111
		F	7,922	8,042	7,801	7,963	8,445	7,529	0,250	0,062
	CN	M	0,797	0,873	0,721	0,805	1,018	0,538	0,154	0,024
		F	0,671	0,747	0,595	0,713	0,904	0,320	0,158	0,025
	LCn	M	4,283	4,453	4,114	4,352	4,681	3,112	0,341	0,116
		F	4,268	4,338	4,197	4,277	4,521	4,028	0,146	0,021
	ICn	M	50,348	52,406	48,291	50,137	55,588	36,680	4,137	17,113
		F	53,918	55,046	52,790	58,198	50,485	2,341	5,479	53,485
Parâmetros do cânio	ACi	M	2,827	2,889	2,764	2,809	3,018	2,479	0,126	0,016
		F	2,927	3,109	2,744	2,866	4,466	2,665	0,379	0,144
	ACe	M	3,399	3,459	3,338	3,370	3,670	3,264	0,122	0,015
		F	3,301	3,346	3,256	3,297	3,474	3,140	0,093	0,009
	CCi	M	5,682	5,818	5,545	5,728	6,041	5,204	0,275	0,076
		F	5,394	5,489	5,300	5,409	5,694	5,071	0,196	0,038
	CCe	M	6,504	6,638	6,370	6,535	6,896	6,030	0,269	0,073
		F	6,143	6,215	6,071	6,154	6,364	5,835	0,149	0,022
	ICi	M	43,513	44,680	42,347	44,113	46,597	37,964	2,346	5,503
		F	47,611	50,326	44,896	46,588	70,167	43,285	5,633	31,732
	ICe	M	52,314	53,419	51,209	52,314	56,062	47,939	2,223	4,941
		F	53,757	54,572	52,942	53,506	57,925	50,272	1,692	2,861
	ICCi	M	61,014	61,966	60,061	61,563	63,526	57,833	1,915	3,669
		F	62,803	64,001	61,604	63,321	67,810	58,779	2,487	6,183
	ICCe	M	69,852	70,665	69,039	69,811	73,178	67,261	1,636	2,675
		F	71,508	72,189	70,828	71,615	73,747	69,017	1,413	1,995
	LFM	M	1,356	1,398	1,313	1,361	1,501	1,215	0,085	0,007
		F	1,320	1,346	1,294	1,318	1,421	1,191	0,055	0,003
	AFM	M	1,015	1,059	0,972	1,019	1,163	0,753	0,088	0,008
		F	1,001	1,047	0,955	1,028	1,118	0,827	0,095	0,009
IFM	M	74,924	77,507	72,341	75,436	81,484	60,407	5,194	26,981	
	F	75,798	78,867	72,729	76,055	85,828	62,740	6,368	40,545	

Legenda: M – Macho, F – Fêmea, CCO – Comprimento da cabeça óssea, CCn – Comprimento craniano, CN – Comprimento nasal, LCn – Largura craniana, ICn – Índice Craniano, ACi – Altura interna do crânio; ACe – Altura externa do crânio, CCi – Comprimento interno do crânio, CCe – Comprimento externo do crânio, ICi – Índice do crânio interno, ICe – Índice do crânio externo, ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea, ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea, LFM – Largura do forâmen magno, AFM – Altura do forâmen magno, IFM – Índice do forâmen magno.

Tabela 5 – Coeficiente de variação dos parâmetros morfométricos da cabeça óssea e do crânio, realizada para população de gatos domésticos de raça Europeu Comum em relação ao sexo.

Parâmetros	Sexo	Coeficiente de variação (%)
ICCe	F	1,976
ICCe	M	2,342
CCO	F	2,397
CCe	F	2,426
ACe	F	2,817
ICCi	M	3,139
ICe	F	3,147
CCn	F	3,156
LCn	F	3,421
CC	M	3,576
ACe	M	3,589
CCi	F	3,634
CCn	M	3,922
ICCi	F	3,960
CCe	M	4,136
LFM	F	4,167
ICe	M	4,249
ACi	M	4,457
CCi	M	4,840
ICi	M	5,391
LFM	M	6,268
IFM	M	6,932
LCn	M	7,962
ICn	M	8,217
IFM	F	8,401
AFM	M	8,670
AFM	F	9,491
ICn	F	10,162
ICi	F	11,831
ACi	F	12,948
CN	M	19,322
CN	F	23,547

Legenda: M – Macho, F – Fêmea, CCO – Comprimento da cabeça óssea, CCn – Comprimento craniano, CN – Comprimento nasal, LCn – Largura craniana, ICn – Índice Craniano, ACi – Altura interna do crânio; ACe – Altura externa do crânio, CCi – Comprimento interno do crânio, CCe – Comprimento externo do crânio, ICi – Índice do crânio interno, ICe – Índice do crânio externo, ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea, ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea, LFM – Largura do forâmen magno, AFM – Altura do forâmen magno, IFM – Índice do forâmen magno.

Tabela 6 – Resultados obtidos pela realização do t-teste para amostras independentes das amostras em que a significância é inferior a 0,05, verificando-se diferenças estatisticamente significativas das medições entre os machos e as fêmeas.

		Significância	Diferença (Fêmea-Macho)	IC 95% Média (Diferença Fêmea-Macho)	
				Valor inferior	Valor superior
Parâmetros cranianos	CCO	0,000	-0,719237	-0,906791	-0,531683
	CCn	0,000	-0,593232	-0,789278	-0,397186
	CN	0,019	-0,126005	-0,230235	-0,021774
	ICn	0,003	3,569591	1,341895	5,797286
Parâmetros do crânio	ACe	0,009	-0,097626	-0,169721	-0,02553
	CCi	0,001	-0,28746	-0,446053	-0,128867
	CCe	0,000	-0,360853	-0,505145	-0,216561
	ICi	0,007	4,097600	1,187598	7,007603
	ICe	0,032	1,443121	0,129283	2,75696
	ICCi	0,020	1,788865	0,301497	3,276233
	ICCe	0,002	1,656587	0,638324	2,67485

Legenda: CCO – Comprimento da cabeça óssea, CCn – Comprimento craniano, CN – Comprimento nasal, ICn – Índice Craniano, ACe – Altura externa do crânio, CCi – Comprimento interno do crânio, CCe – Comprimento externo do crânio, ICi – Índice do crânio interno, ICe – Índice do crânio externo, ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea, ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea.

3.1.3. Análise descritiva dos gatos de outras raças

Apesar de nove gatos da população estudada não terem sido alvo de tratamento estatístico por não serem de raça Europeu Comum, foram também realizadas as medições previstas (Tabela 8). As informações destes animais estão presentes na Tabela 7.

As informações referentes à idade e ao sexo de cada animal em estudo, os valores de cada uma das três medições realizadas, para cada parâmetro e respetiva média, para cada um dos indivíduos em estudo, bem como os valores individuais dos cálculos do CN e índices estão presentes em anexo, nas Tabelas 10 a 24.

Tabela 7 – Características individuais dos gatos domésticos que não foram contemplados na análise estatística.

Animal	Raça	Sexo	Idade (anos)
1	Cruzamento com Bosques da Noruega	Macho	10
2	Abissínio	Macho	7
3	Abissínio	Macho	11
4	Siamês	Macho	9
5	Siamês	Macho	6
6	Bosques da Noruega	Fêmea	6
7	Bosques da Noruega	Macho	3
8	Persa	Fêmea	2
9	Persa	Macho	13

Tabela 8 – Valores médios obtidos para cada variável em estudo nos gatos domésticos que não são eram de raça Europeu Comum.

		Animal								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Parâmetros cranianos	CCO	9,336	8,891	8,804	9,424	9,065	9,309	10,699	6,087	8,527
	CCn	8,683	7,808	8,196	8,625	8,303	8,525	9,929	5,362	5,430
	CN	0,653	1,083	0,608	0,799	0,762	0,783	0,770	0,725	0,431
	LCn	4,451	4,091	4,288	4,187	4,330	4,404	4,396	4,551	4,424
	ICn	51,255	52,397	52,320	48,539	52,154	51,658	44,271	84,881	54,644
Parâmetros do crânio	ACi	2,812	2,676	2,959	2,553	2,776	2,723	3,019	3,123	2,915
	ACe	3,415	3,141	3,293	3,186	3,346	3,179	3,639	3,409	3,322
	CCi	5,666	5,273	5,518	5,488	5,385	5,129	6,244	3,452	5,177
	CCe	6,555	6,168	6,247	6,466	6,358	6,158	7,264	4,357	6,077
	ICi	42,904	43,391	47,367	39,481	43,669	44,217	41,563	71,691	47,960
	ICe	52,103	50,924	52,708	49,271	52,635	51,627	50,103	78,248	54,662
	ICCi	60,690	59,303	62,676	58,236	59,406	55,096	58,359	56,711	60,715
	ICCe	70,212	69,374	70,956	68,613	70,132	66,157	67,889	71,573	71,269
	LFM	1,363	1,346	1,413	1,340	1,244	1,214	1,435	1,377	1,324
	AFM	1,001	1,094	1,151	0,811	0,907	0,892	1,111	1,295	1,027
	IFM	73,423	81,273	81,439	60,507	72,937	73,476	77,404	94,068	77,562

Legenda: CCO – Comprimento da cabeça óssea (cm), CCn – Comprimento craniano (cm), CN – Comprimento nasal (cm), LCn – Largura craniana (cm), ICn – Índice Craniano (%), ACi – Altura interna do crânio (cm), ACe – Altura externa do crânio (cm), CCi – Comprimento interno do crânio (cm), CCe – Comprimento externo do crânio (cm), ICi – Índice do crânio interno (%), ICE – Índice do crânio externo (%), ICCi – Índice do crânio interno e cabeça óssea (%), ICCe – Índice do crânio externo e cabeça óssea (%), LFM – Largura do forâmen magno (cm), AFM – Altura do forâmen magno (cm), IFM – Índice do forâmen magno (%).

3.2. Determinação do volume da cavidade craniana

Após a realização da segmentação de ROI da TC em estudo obteve-se, em cada corte da TC, um contorno da estrutura em causa, sendo a Figura 18 um exemplo representativo desse resultado.



Figura 18 - Segmentação de ROI em cada corte axial da cavidade craniana (A) e do tentório cerebelar ósseo (B).

Ao aplicar a função “Set Pixels Values”, constatou-se uma diferença visual marcante entre o interior e o exterior dos limites da segmentação, tal como é possível observar na Figura 19.

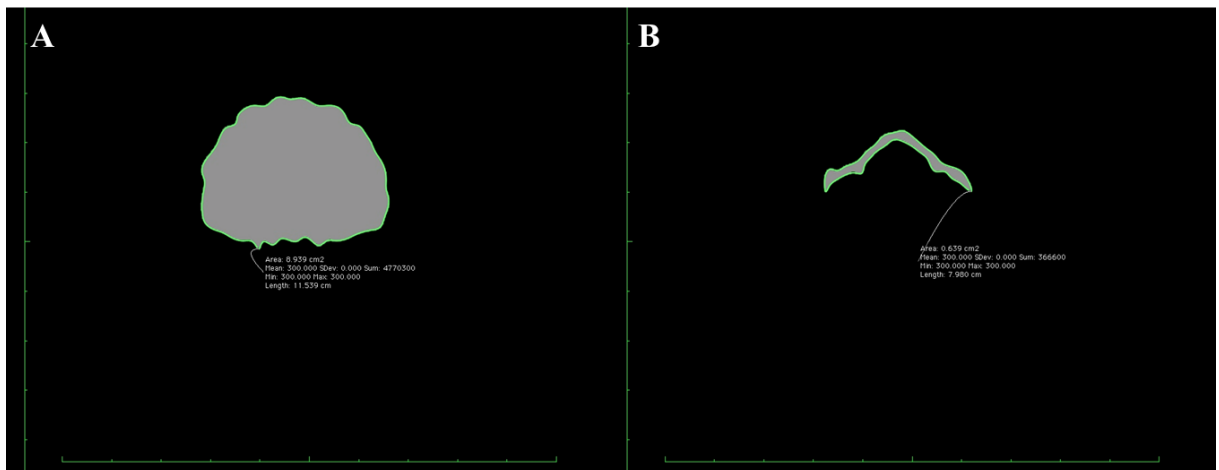


Figura 19 – Imagem representativa de um corte axial de ROI da cavidade craniana (A) e do tentório cerebelar ósseo (B), após a aplicação da função “Set Pixels Values”.

Após este processo observou-se, por fim, os modelos tridimensionais da cavidade craniana e do tentório cerebelar ósseo (Figura 20).

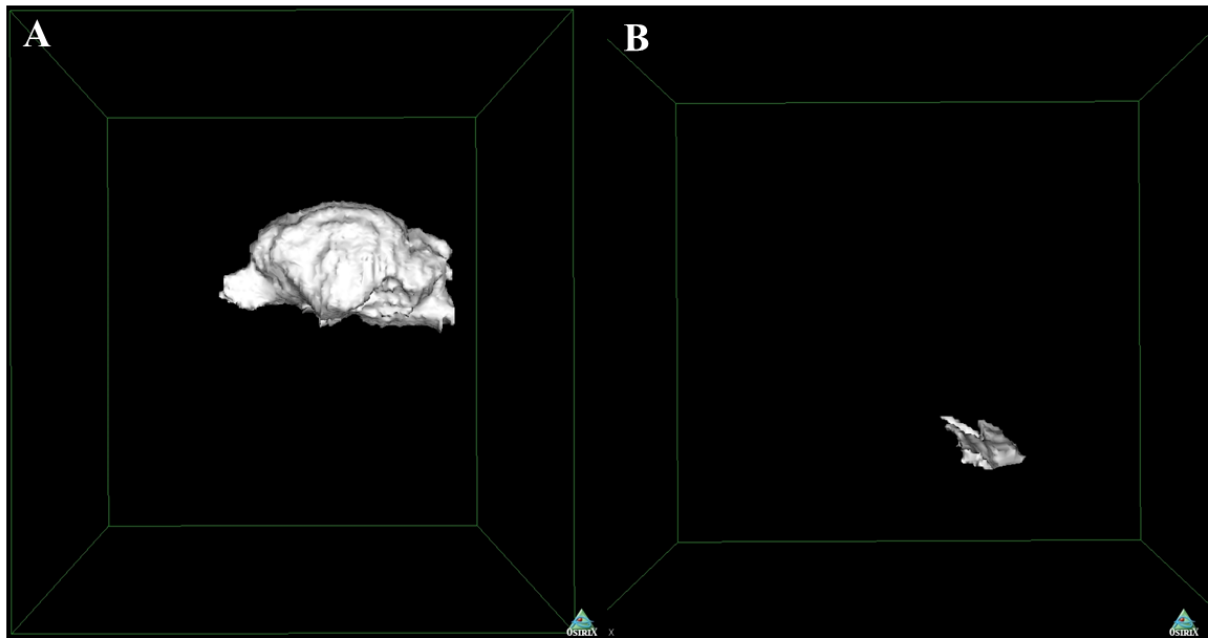


Figura 20 – Modelo representativo obtido pela função “3D Surface rendering” da cavidade craniana (A) e do tentório cerebelar ósseo (B).

Após a importação dos ficheiros .stl, para o programa informático SolidWorks, obtiveram-se, primeiro, os modelos tridimensionais presentes na Figura 21.

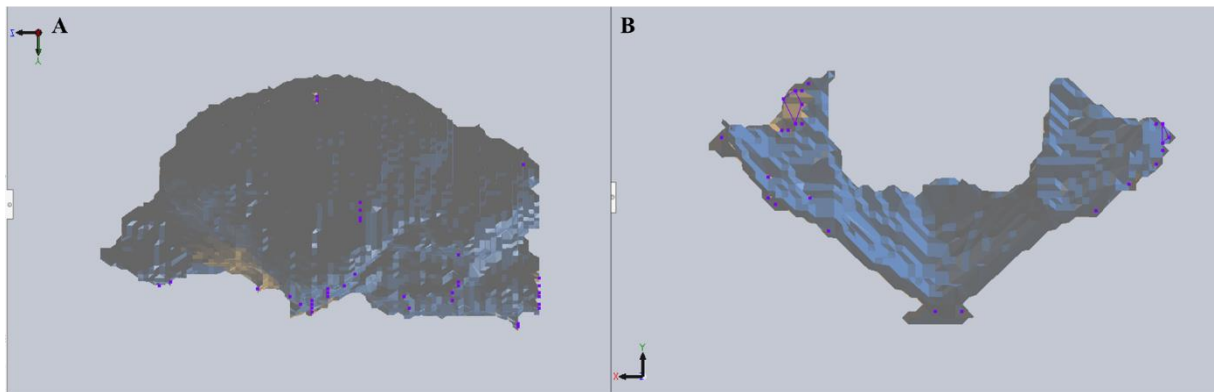


Figura 21 – Modelo representativo da cavidade craniana (A) e do tentório cerebelar ósseo (B) importado para o SolidWorks em formato .stl.

Após o procedimento no programa SolidWorks, conseguiu-se o modelo final (Figura 22), que permite a aplicação da função “MassProperties”, permitindo a determinação do volume.

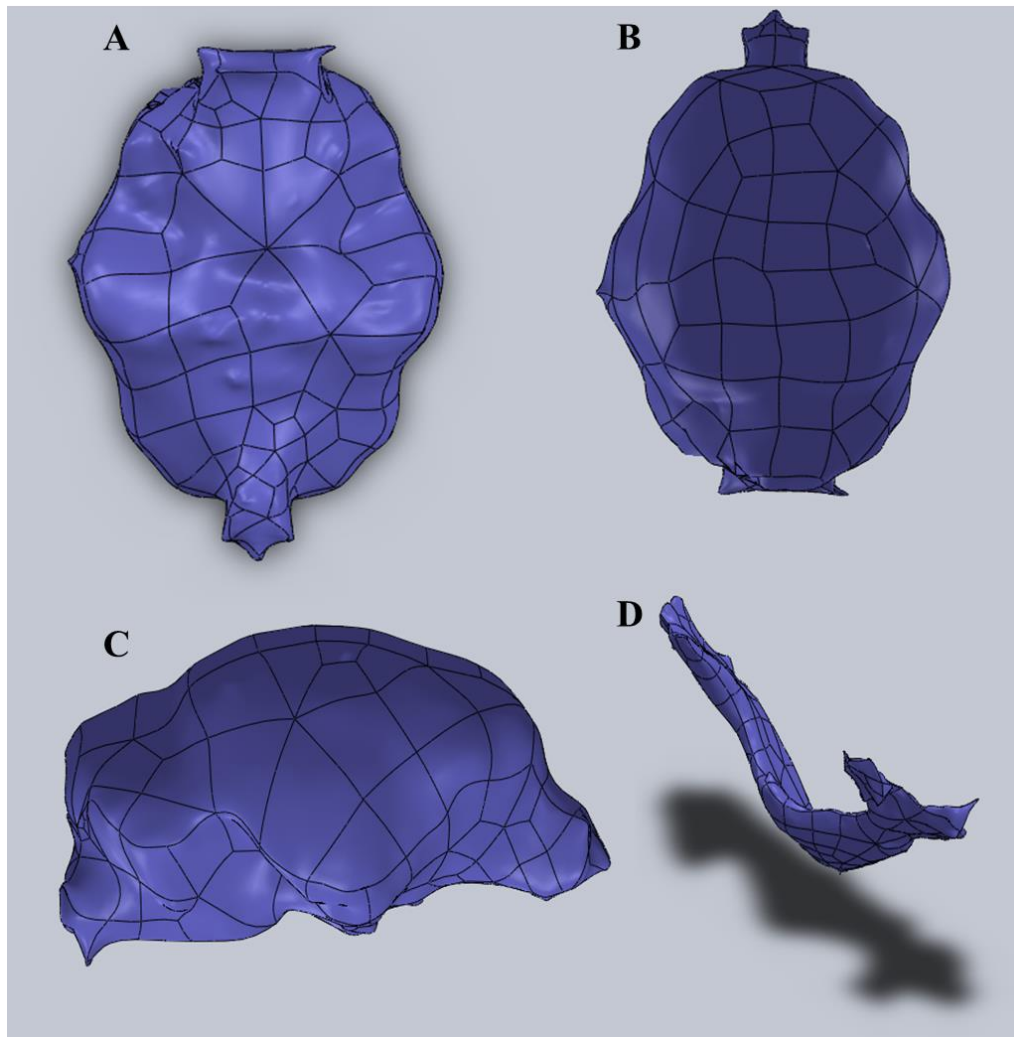


Figura 22 – Modelo final obtido no SolidWorks, que permitiu a obtenção de valores de massa da cavidade craniana em vista ventral (A), vista dorsal (B) e vista lateral (C) e do tentório cerebelar ósseo (D).

Com o recurso à função “Mass Properties”, nos modelos tridimensionais da cavidade craniana e respetiva porção do tentório, obtiveram-se os dados presentes na Tabela 9.

Tabela 9 – Resultados do cálculo da área e do volume obtidos pela análise morfométrica.

Modelo em estudo	Área de superfície (mm ²)	Volume (mm ³)
Cavidade craniana	5070,79	26203,53
Tentório ósseo do occipital	592,18	292,89

Após a subtração do volume obtido da totalidade da cavidade craniana, pelo valor determinado do tentório cerebelar ósseo presente no interior do crânio, obteve-se o volume real da cavidade craniana de 25910,64 mm³. Aplicando o mesmo raciocínio, obteve-se a área de superfície de 4478,61 mm².

4. DISCUSSÃO

Este estudo teve como objetivo principal realizar a morfometria do crânio do gato doméstico. A cabeça óssea e o crânio foram estudados com recurso a imagens de tomografia computadorizada de gatos, que não apresentam alterações da base óssea da cabeça.

Os estudos morfométricos do crânio do gato doméstico contribuem para o conhecimento dos valores de referência, das dimensões e das proporções anatómicas desta região do esqueleto do animal. A informação obtida neste trabalho poderá ser útil para a investigação em Anatomia Veterinária, bem como para a futura aplicação prática, aumentando a compreensão das doenças geradas pelas variações anatómicas extremas – como algumas doenças das vias respiratórias superiores ou do sistema nervoso central - podendo ter interesse na realização de procedimentos cirúrgicos nessa localização anatómica, na interpretação de traumatismos, na avaliação de doenças que envolvam a porção óssea do crânio (como as doenças neoplásicas, por exemplo), e até auxiliar os estudos da pressão intracraniana.

A seleção de parâmetros para este trabalho baseou-se na região anatómica que se pretendeu avaliar. Em relação ao crânio propriamente dito, mediu-se a altura interna do crânio (ACi), a altura externa do crânio (ACe), o comprimento interno do crânio (CCi), o comprimento externo do crânio (CCe), a largura do forâmen magno (LFM) e a altura do forâmen magno (AFM) tendo-se calculado também o índice do crânio interno (ICi), que avaliou a relação entre a altura interna do crânio (ACi) e o comprimento interno do crânio (CCi), o índice do crânio externo (ICE), que permitiu determinar a relação entre a altura externa do crânio (ACe) e o comprimento externo do crânio (CCe) e o índice do forâmen magno (IFM), que possibilitou estabelecer uma relação entre a altura do forâmen magno (AFM) e a largura do forâmen magno (LFM). De forma a comparar a sua relação com a cabeça óssea, procedeu-se à medição do comprimento da cabeça óssea (CCO), do comprimento craniano (CCn), da largura craniana (LCn) ao cálculo do comprimento nasal (CN), do índice craniano (ICn), que avaliou a relação entre a largura craniana (LCn) e o comprimento craniano (CCn), do índice do crânio interno e cabeça óssea (ICCi), que determinou a relação entre o comprimento interno do crânio (CCi) e o comprimento da cabeça óssea (CCO) e do índice do crânio externo e cabeça óssea (ICCe), que avaliou a relação entre o comprimento externo do crânio (CCe) e o comprimento da cabeça óssea (CCO). Os resultados obtidos encontram-se resumidos na Tabela 2, da secção anterior, e as medições individuais em cada um dos 46 gatos estudados estão presentes nos Anexos.

Em relação à comparação entre a largura craniana (LCn) e o comprimento craniano (CCn) constatou-se que a LCn apresentou-se ligeiramente superior a metade CCn. Ao comparar

o índice do crânio interno (ICi) com o índice do crânio externo (ICe), constatou-se que o ICi apresentou um valor inferior em 7,438%. Esta discrepância está associada à componente óssea envolvida nas medições do ICe. Apesar de tudo, a razão observada aproxima-se dos 50%, em que no índice do crânio interno (ICi) a altura interna do crânio (ACi) se apresenta com um valor ligeiramente inferior à metade do comprimento do crânio interno (CCi), e no índice do crânio externo (ICe) observa-se a situação inversa.

A mesma situação foi observada no índice crânio interno e cabeça óssea (ICCi) e no índice crânio externo e cabeça óssea (ICCe), sendo a justificação da variação de valores a mesma que anteriormente referida. Todavia, em qualquer um destes índices, constata-se que o comprimento do crânio apresentou um valor superior ao da metade do comprimento da cabeça.

O índice do forâmen magno (IFM) apresentou-se elevado, demonstrando a semelhança dos valores entre a altura do forâmen magno (AFM) e a largura do forâmen magno (LFM), constatando-se a forma elíptica, mas, quase redonda do forâmen magno.

Ao avaliar o coeficiente de variação constatou-se que a população é homogénea, com o coeficiente de variação entre 2,436% e 10,461% (ICCe e ICi, respetivamente). Ou seja, a variabilidade das medições entre indivíduos para cada parâmetro é reduzida, estando estes valores presentes na Tabela 3. A exceção é o parâmetro da cabeça óssea, o CN, cujo coeficiente de variação se revela muito superior aos obtidos nos restantes parâmetros, com um valor de 22,814%, pelo que se considera, que no que diz respeito a esta medição, a população se apresenta heterogénea, verificando-se uma grande variabilidade individual do comprimento nasal.

No que concerne à comparação dos parâmetros morfométricos, entre machos e fêmeas, os resultados obtidos foram semelhantes aos da população total.

Quando se realiza a avaliação da homogeneidade da população em estudo, mas dividida por sexo, obtêm-se resultados idênticos aos da população total de indivíduos em estudo, com valores de coeficiente de variação baixos (entre 1,976% e 12,948%, correspondendo ao ICCe nas fêmeas e a ACi nas fêmeas, respetivamente), o que indica homogeneidade da amostra nos parâmetros em estudo, à exceção do parâmetro comprimento nasal (CN). Neste, tal como se verificou anteriormente, houve uma maior heterogeneidade de resultados, observando-se valores de 19,322% nos machos e 23,547% nas fêmeas, verificando-se que as fêmeas apresentavam uma maior variabilidade em relação aos machos.

A comparação entre sexos, revelou que existem variações estatisticamente significativas, das médias obtidas entre machos e fêmeas nos parâmetros comprimento da

cabeça óssea (CCO), comprimento craniano (CCn), comprimento nasal (CN), índice craniano (ICn), altura externa do crânio (ACe), comprimento interno do crânio (CCi), comprimento externo do crânio (CCe), índice do crânio interno (ICi), índice do crânio externo (ICe), índice do crânio interno e cabeça óssea (ICCi) e índice do crânio externo e cabeça óssea (ICCe). Nos casos do CCO, CCn, ACe, CCi e CCe, as médias foram superiores nos machos e, nos casos do ICn, ICi, ICe, ICCi e ICCe, estas foram superiores nas fêmeas, consequência dos valores superiores associados aos machos. Como tal os machos apresentam uma cabeça e um crânio mais comprido quando comparados com as fêmeas. Estes resultados observados vão ao encontro com a biologia das espécies, sendo esperado observar dimorfismo sexual em felinos (Christiansen & Harris, 2012; Steffen & Heidecke, 2012), incluindo nos gatos domésticos (Uddin *et al.*, 2014). Um dado interessante é a presença de um elevado dimorfismo sexual nas medições lineares do comprimento da cabeça (CCO), comprimento craniano (CCn) e comprimento externo do crânio (CCe), em que os valores destas medidas em estudo diferem significativamente ($p < 0,001$) entre os dois sexos.

O estudo morfométrico do crânio dos 46 gatos estudados revelou valores médios inferiores aos descritos num estudo realizado de morfometria do crânio do gato doméstico, tendo as medições deste sido realizadas na cabeça óssea dos animais após devida maceração (Uddin *et al.*, 2014). Esta divergência dos dados pode ser justificada com base na localização geográfica, a que implica uma variabilidade do fundo genético dos animais (Sakamoto & Ruta, 2012). Para além da geografia, sabe-se também que, em algumas raças de gatos, existe uma variabilidade genética significativa (Kurushima *et al.*, 2013). Outro aspeto a referir é a diferença das técnicas utilizadas, que podem apresentar uma margem de erro diferente entre si. A técnica utilizada neste estudo apresenta-se como um método de medições rigorosas, que permite que as mesmas vão à escala de três casas decimais, bem como uma correta observação dos acidentes ósseos, de forma a estabelecer devidamente os marcos anatómicos em estudo. Outra vantagem face a esta técnica é a visualização de planos intracranianos, que, nas metodologias descritas, pós-morte, não é possível sem danificar o a cabeça óssea.

No que diz respeito aos parâmetros da cabeça óssea, ao comparar os resultados obtidos neste trabalho, com os obtidos por Monfared (2013), que realizou um estudo morfométrico em cabeças de gatos da raça Persa, observam-se discrepâncias significativas no que diz respeito ao comprimento da cabeça (CCO), comprimento nasal (CN) e comprimento craniano (CCn). Em relação aos dois primeiros, os valores foram inferiores aos obtidos pelo referido autor, em oposição, o CCn revelou-se com uma média superior à obtida nos gatos Persa. Adicionalmente,

os valores da largura craniana (LCn) foram bastante semelhantes entre os estudos, mesmo tendo o trabalho citado sido desenvolvido em gatos da raça Persa, raça esta com uma conformação anatómica da cabeça muito característica. O facto dos gatos de raça Persa serem braquicéfalos poderá justificar o menor comprimento craniano (CCn), em contraste com a largura craniana (LCn) que foi semelhante aos animais de raça Europeu Comum estudados. Em comparação com diferentes fenótipos de cabeça existentes nos gatos domésticos, os gatos de cabeça redonda que incluem os de raça Persa, apresentam uma maior disparidade nas medidas obtidas face aos gatos com cabeça triangular e cuneiforme (Kunzel *et al.*, 2003)

O facto de a largura craniana (LCn) apresentar valores muito semelhantes, é um dado interessante, podendo sugerir que os valores associados ao crânio se apresentam independentes do tipo de cabeça do indivíduo em estudo, isto é, se é braquicéfalo, mesocéfalo ou dolicocefalo.

No futuro, será pertinente aumentar a população em estudo para indivíduos de outras raças, nomeadamente, braquicefálicas e dolicocefálicas, comparando-as com a população atual e avaliando se existem diferenças significativas, nos parâmetros morfométricos do crânio.

Como forma de aprofundar esta caracterização, poderá ser importante avaliar a influência da idade nas dimensões e proporções anatómicas destas regiões anatómicas. Sabe-se que, no gato doméstico, a fusão dos centros de ossificação ocorre entre os 14 e os 20 meses de idade podendo estender-se para além dos 20 meses (Steffen & Heidecke, 2012), no entanto, é frequente observar que não ocorre a ossificação das suturas cranianas, mesmo em gatos geriátricos (Dyce *et al.*, 2009). Neste estudo, esta comparação entre classes etárias não foi realizada, pois a população não permitia que o número de indivíduos em cada classe fosse homogéneo, inviabilizando uma análise estatística fidedigna.

Os animais, cuja raça não era Europeu Comum, não entraram para a população em estudo, mas pode-se constatar que alguns dos valores obtidos na caracterização destes animais, foram iguais ou próximos das medições obtidas nos gatos domésticos da raça Europeu Comum, à exceção de um gato Bosques da Noruega (nº7) que tinha uma dimensão de cabeça muito maior do que a dos restantes.

Na avaliação dos índices, no índice craniano (ICn) os indivíduos 4 e 7 (Siamês e Bosques da Noruega, respetivamente) destacam-se por apresentarem um valor de largura craniana (LCn) inferior ao da metade do comprimento craniano (CCn). Por outro lado, o indivíduo 8 (Persa) é realçado por apresentar um valor de LCn bastante próximo do valor do CCn. A mesma situação é constatada no índice do crânio interno e cabeça óssea (ICi) e no índice do crânio externo (ICe). No índice do crânio interno e cabeça óssea (ICCi) o indivíduo

6 (Bosques da Noruega) destaca-se por ter o valor mais baixo face aos valores de referência determinado para o gato da raça Europeu Comum. No índice do forâmen magno (IFM) observa-se uma grande variabilidade desde o indivíduo 4 (Siamês), cuja altura do forâmen magno (AFM) é ligeiramente superior à metade do valor da largura do forâmen magno (LFM) ao indivíduo 8 (Persa), que apresenta valores quase idênticos da AFM e da LFM.

Nestes indivíduos, observou-se também o dimorfismo sexual, no qual os machos apresentam dimensões superiores às das fêmeas.

O facto dos resultados das medições lineares, dos animais Europeu Comum e de outras raças terem sido semelhantes, poderá sugerir que não há variações evidentes entre raças. Por outro lado, as diferenças encontradas nos índices ilustram essa heterogeneidade indicativa de particularidades raciais. Esta amostra em questão não tem relevância do ponto de vista estatístico dada a sua dimensão, pelo que, para avaliar de facto as diferenças entre raças seria necessário realizar um novo estudo, com uma amostra significativa de indivíduos de diferentes raças para comparar os valores obtidos, avaliando assim se seria necessário determinar valores de referência para cada uma das raças, se seria correta a obtenção de valores de referência generalistas para todas as raças, ou se se determinariam valores de referência por grupos de raças, dependendo das suas semelhanças anatómicas.

Neste estudo, demonstrou-se e sistematizou-se uma nova técnica para determinação do volume da cavidade craniana com recurso a tomografia computadorizada e cálculo computacional. Assim, conseguiram-se obter modelos tridimensionais do interior do crânio, bem como da região do tentório cerebelar ósseo que ocupa parte do volume da cavidade craniana. Como tal, foi possível obter o valor do volume de cada um deles e, posteriormente, o volume real da cavidade craniana de 25910,64 mm³. O artigo de Uddin *et al.* (2014), determinou o volume da cavidade craniana em gatos domésticos através do Princípio de Arquimedes, tendo obtido, como valores médios de referência, o intervalo 27,03 a 28,97ml, que corresponde a 27030 a 28970 mm³. Constata-se uma proximidade entre o valor de obtido e os determinados pelo autor. O volume obtido neste trabalho, apesar de próximo, não se encontra dentro dos valores de referência descritos por Uddin *et al.* (2014), encontrando-se ligeiramente inferior. As possíveis justificações para esta discrepância são a variabilidade genética consequente da diferente distribuição geográfica (Sakamoto & Ruta, 2012) e particularidades associadas a raças e fenótipos (Kurushima *et al.*, 2013). Assim como, pelas diferentes técnicas utilizadas, tendo o autor recorrido a cabeças pós-morte e ao Princípio de Arquimedes, enquanto que, neste trabalho, se recorreu a metodologias de cálculo computacional.

Esta técnica apresenta como principal vantagem, ao contrário da metodologia comumente utilizada que recorre a crânios pós-morte (Uddin *et al.*, 2014), o facto de permitir a avaliação do volume da cavidade craniana ante-morte e com uma maior facilidade de execução. Esta técnica poderá permitir avaliar doenças que conduzem a alterações morfológicas, tais como neoplasias ósseas com crescimento para o interior do crânio e contribuir para o planeamento da terapia e definição do prognóstico.

No futuro, será interessante continuar o estudo do volume da cavidade craniana dos gatos da raça Europeu Comum e de outras raças de forma a obter valores de referência.

Através desta metodologia é também possível adquirir a área de superfície, bem como, a determinação do peso do encéfalo. A área de superfície e o peso podem ser novos parâmetros interessantes a avaliar do ponto de vista anatómico e com possível impacto na prática clínica.

As dificuldades encontradas na realização deste trabalho prendem-se com a escassa bibliografia disponível referente a estudos morfométricos da cabeça do gato doméstico. Não obstante, os resultados obtidos são uma contribuição para o conhecimento da anatomia do crânio e da cabeça óssea do gato doméstico. O recurso a esta técnica imagiológica permite também, a observação de uma região anatómica de difícil acesso e que os animais vivos possam ser alvo destes estudos morfométricos.

5. CONCLUSÃO

Os estudos morfométricos têm por objetivo, através de métodos quantitativos com uma taxa de erro muito reduzida, caracterizar as dimensões e volumes de forma muito rigorosa. A avaliação de estruturas anatómicas de várias espécies animais é importante, porque permite obter valores de referência que podem ser úteis na descrição das alterações morfológicas primárias ou secundárias a doença. A análise morfométrica, do crânio do gato doméstico, contribui para uma melhor caracterização da espécie, bem como, das respetivas raças existentes, disponibilizando uma importante base de dados para estudo futuros, a serem realizados nesta área.

A caracterização morfométrica realizada neste trabalho possibilitou determinar os valores de referência da forma e dimensão do crânio do gato doméstico da raça Europeu Comum e contribuir para o escasso conhecimento desta região anatómica.

Tal como seria expectável, os resultados revelaram a presença de dimorfismo sexual. Os machos apresentaram, em alguns parâmetros, dimensões significativamente superiores às fêmeas.

De forma a avaliar a variabilidade inter-racial, são necessários estudos mais abrangentes da população, englobando número significativo de indivíduos de diferentes raças.

A metodologia usada para determinação do volume foi, segundo os autores, pioneira no que concerne à medição deste parâmetro em animais vivos. O seu rigor e a margem de erro carecem, no entanto, de confirmação através da comparação com as metodologias morfométricas convencionais.

Espera-se que os dados obtidos neste trabalho, contribuam para um enriquecimento da informação já existente e para uma caracterização mais rigorosa no crânio do gato doméstico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, D.C., Rohlf, F.J. & Slice, D.E. (2004). Geometric morphometrics: Ten years of progress following the 'revolution'. *Italian Journal of Zoology*, 71(1),5-16.
- Anjou, M.A. (2013). Principles of computed tomography and magnetic resonance imagin. In: Thrall, D.E. (Ed.) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri, pp. 56, 57.
- Barone, R. (1986). Os de la tete. In: Barone, R. (Ed.) *Anatomie comparée des mammifères domestiques: Ostéologie*. Vigot, Paris, pp. 87, 97, 116, 117, 123, 132, 159.
- Bradford, J.H. (2008). Ophthalmology of exotic pets. In: Maggs, D.J., Miller, P.E., Ofri, R., Slatter, D.H. (Eds.) *Slatter's Fundamentals of Veterinary Ophthalmology*. Saunders Elsevier, St. Louis, Missouri, pp. 433.
- Breton, E., Choquet, P., Bergua, L., Barthelmebs, M., Haraldsson, B., Helwig, J.J., Constantinesco, A. & Fischbach, M. (2008). In vivo peritoneal surface area measurement in rats by micro-computed tomography (microCT). *Journal of the International Society for Peritoneal Dialysis*, 28(2),188-194.
- Brown, S., Bailey, D.L., Willowson, K. & Baldock, C. (2008). Investigation of the relationship between linear attenuation coefficients and CT Hounsfield units using radionuclides for SPECT. *Applied radiation and isotopes : including data, instrumentation and methods for use in agriculture, industry and medicine*, 66(9),1206-1212.
- Busse, C., Dennis, R. & Platt, S.R. (2009). Suspected sphenoid bone osteomyelitis causing visual impairment in two dogs and one cat. *Veterinary ophthalmology*, 12(2),71-77.
- Christiansen, P. & Harris, J.M. (2012). Variation in craniomandibular morphology and sexual dimorphism in pantherines and the sabercat *Smilodon fatalis*. *PLoS One*, 7(10), 1-20
- Dewey, C.W., Brewer, D.M., Cautela, M.A., Talarico, L.R. & Silver, G.M. (2011). Surgical treatment of a meningoencephalocele in a cat. *Veterinary surgery*, 40(4),473-476.
- Dewey, C.W., Coates, J.R., Ducote, J.M., Stefanacci, J.D., Walker, M.A. & Marino, D.J. (2003). External hydrocephalus in two cats. *Journal of the American Animal Hospital Association*, 39(6),567-572.
- Dyce, K.M., Sack, W.O. & Wensing, C.J.G. (2009). The locomotor apparatus, the nervous system, the head and ventral neck of the dog and cat. In: Dyce, K.M., Sack, W.O., Wensing, C.J.G. (Eds.) *Textbook of Veterinary Anatomy*. Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri, pp. 57, 59, 62, 63, 306, 307, 376.

- Erić, M., Anderla, A., Stefanović, D. & Drapšin, M. (2014). Breast volume estimation from systematic series of CT scans using the Cavalieri principle and 3D reconstruction. *International Journal of Surgery*, 12(9),912-917.
- Evans, H.E. & de Lahunta, A. (2013). The skeleton. In: Evans, H.E., de Lahunta, A. (Eds.) *Miller's Anatomy of the Dog*. Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri, pp. 91 - 97.
- Forrest, L.J. (2013). The Cranial and Nasal Cavities: Canine and Feline. In: Thrall, D.E. (Ed.) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri, pp. 114.
- Garland, M.R., Lawler, L.P., Whitaker, B.R., Walker, I.D., Corl, F.M. & Fishman, E.K. (2002). Modern CT applications in veterinary medicine. *Radiographics*, 22(1),55-62.
- Getty, R. (1986). Osteologia geral. In: Getty, R. (Ed.) *Sisson/Grossman: anatomia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 29.
- Gielen, I.D.I., Van Caelenberg, A.D.I. & van Bree, H. (2003). Computed tomography (CT) in small animals - Part 2. Clinical applications. *Vlaams Diergeneeskundig Tijdschrift*, 72,168-179.
- Goldman, L.W. (2008). Principles of CT: multislice CT. *Journal of nuclear medicine technology*, 36(2),57-68.
- Harvey, C.E. (1979). The nasal septum of the dog: Is it visible radiographically? *Veterinary Radiology*, 20(3-6),88-90.
- Karan, M., Timurkaan, S., Ozdemir, D. & Unsaldi, E. (2006). Comparative macroanatomical study of the neurocranium in some carnivora. *Anatomia, histologia, embryologia*, 35(1),53-56.
- König, H.E. & Liebich, H.G. (2002). Esqueleto axial (Skeleton axiale). In: König, H.E., Liebich, H.G. (Eds.) *Anatomia dos animais domésticos : texto e atlas colorido. 1. Aparelho locomotor*. Artmed, Santana, Porto Alegre, pp. 30, 31, 34, 35, 38, 39, 44, 45.
- Kunzel, W., Breit, S. & Oppel, M. (2003). Morphometric investigations of breed-specific features in feline skulls and considerations on their functional implications. *Anatomia, histologia, embryologia*, 32(4),218-223.
- Kurushima, J.D., Lipinski, M.J., Gandolfi, B., Froenicke, L., Grahn, J.C., Grahn, R.A. & Lyons, L.A. (2013). Variation of cats under domestication: genetic assignment of domestic cats to breeds and worldwide random-bred populations. *Animal genetics*, 44(3),311-324.

- Lipinski, M.J., Froenicke, L., Baysac, K.C., Billings, N.C., Leutenegger, C.M., Levy, A.M., Longeri, M., Niini, T., Ozpinar, H., Slater, M.R., Pedersen, N.C. & Lyons, L.A. (2008). The ascent of cat breeds: genetic evaluations of breeds and worldwide random-bred populations. *Genomics*, 91(1),12-21.
- Lopes, A.M., Habbit, A.D., Pereira, H., Niza, M. & Onça, R. (2015). 3D modeling of abdominal surface area in cats. *Veterinary Science & Technology*, 6(6), 1-7.
- MacKillop, E. (2011). Magnetic resonance imaging of intracranial malformations in dogs and cats. *Veterinary radiology & ultrasound*, 52(1),42-51.
- Meloro, C. & Slater, G.J. (2012). Covariation in the skull modules of cats: The challenge of growing saber-like canines. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 32(3),677-685.
- Monfared, A.L. (2013). Anatomy of the persian cat's skull and its clinical value during regional anesthesia. *Global Veterinaria*, 10(5),551-555.
- Navarro, N., Zatarain, X. & Montuire, S. (2004). Effects of morphometric descriptor changes on statistical classification and morphospaces. *Biological Journal of the Linnean Society*, 83(2),243-260.
- Ohlerth, S. & Scharf, G. (2007). Computed tomography in small animals--basic principles and state of the art applications. *Veterinary journal*, 173(2),254-271.
- Parsons, K., Robinson, B. & Hrbek, T. (2003). Getting into shape: An empirical comparison of traditional truss-based morphometric methods with a newer geometric method applied to new world cichlids. *Environmental Biology of Fishes*, 67(4),417-431.
- Perez, S.I., Bernal, V. & Gonzalez, P.N. (2006). Differences between sliding semi-landmark methods in geometric morphometrics, with an application to human craniofacial and dental variation. *Journal of anatomy*, 208(6),769-784.
- Sakamoto, M. & Ruta, M. (2012). Convergence and divergence in the evolution of cat skulls: Temporal and spatial patterns of morphological diversity. *PLoS ONE*, 7(7),1 - 13.
- Schafgans, K.E., Armstrong, P.J., Kramek, B. & Ober, C.P. (2012). Bilateral choanal atresia in a cat. *Journal of feline medicine and surgery*, 14(10),759-763.
- Schlueter, C., Budras, K.D., Ludewig, E., Mayrhofer, E., Koenig, H.E., Walter, A. & Oechtering, G.U. (2009). Brachycephalic feline noses: CT and anatomical study of the relationship between head conformation and the nasolacrimal drainage system. *Journal of feline medicine and surgery*, 11(11),891-900.

- Schwarz, T., Weller, R., Dickie, A.M., Konar, M. & Sullivan, M. (2002). Imaging of the canine and feline temporomandibular joint: a review. *Veterinary radiology & ultrasound*, 43(2),85-97.
- Sheets, H.D., Covino, K.M., Panasiewicz, J.M. & Morris, S.R. (2006). Comparison of geometric morphometric outline methods in the discrimination of age-related differences in feather shape. *Frontiers in Zoology*, 3(15),1-12.
- Sholts, S.B., Wärmländer, S.K.T.S., Flores, L.M., Miller, K.W.P. & Walker, P.L. (2010). Variation in the measurement of cranial volume and surface area using 3D laser scanning technology. *Journal of Forensic Sciences*, 55(4),871-876.
- Sisson, S. (1986). Osteologia do carnívoro. In: Getty, R. (Ed.) *Sisson/Grossman: anatomia dos animais domésticos*. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, pp. 1377, 1379, 1385.
- Sponenberg, D.P. & Graf-Webster, E. (1986). Hereditary meningoencephalocele in Burmese cats. *The Journal of heredity*, 77(1),60.
- Steffen, C. & Heidecke, D. (2012). Ontogenetic changes in the skull of the European wildcat (*Felis silvestris* Schreber, 1777). *Vertebrate Zoology*, 62(2),281-294.
- Thomas, W.B. (2010). Hydrocephalus in dogs and cats. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 40(1),143-159.
- Thrall, D.E. (2013). Principles of radiographic interpretation of the axial skeleton. In: Thrall, D.E. (Ed.) *Textbook of Veterinary Diagnostic Radiology*. Elsevier Health Sciences, St. Louis, Missouri, pp. 101.
- Uddin, M., Sarker, M., Hossain, M., Islam, M., Hossain, M. & Shil, S. (2013). Morphometric investigation of neurocranium in domestic cat (*Felis catus*). *Bangl. J. Vet. Med.*, 11(1)69-73.
- Wasowicz, M., Kupczynska, M., Wieladek, A. & Barszcz, K. (2009). Morphometric analysis of occipital bone in the domestic cat in comparison with selected skull size parameters and with special regard to skull morphotype. *Polish journal of veterinary sciences*, 12(2),251-258.
- Wehausen, J.D. & Ramey, R.R. (2000). Cranial morphometric and evolutionary relationships in the northern range of *Ovis Canadensis*. *Journal of Mammalogy*, 81(1),145-161.
- World Association of Veterinary Anatomists (WAVA). (2012). *Nomina Anatomica Veterinaria* (5^a ed.). Knoxville, Tennessee: International Committee on Veterinary Gross Anatomical Nomenclature.

ANEXOS

Dados da população de gatos domésticos avaliados por tomografia computadorizada

Tabela 10 – Informações dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Raça	Sexo	Idade (anos)	Indivíduo	Raça	Sexo	Idade (anos)
1	Cruzado de Bosques da Noruega	M	10	38	E.C.	M	10
2	Abissínio	M	7	39	E.C.	M	11
3	Abissínio	M	11	40	E.C.	M	14
4	Siamês	M	9	41	E.C.	M	14
5	Siamês	M	6	42	E.C.	M	14
6	Bosques da Noruega	F	6	43	E.C.	M	15
7	Bosques da Noruega	M	3	44	E.C.	M	16
8	Persa	F	2	45	E.C.	M	16
9	Persa	M	13	46	E.C.	M	17
10	E.C.	F	1				
11	E.C.	F	2				
12	E.C.	F	3				
13	E.C.	F	5				
14	E.C.	F	5				
15	E.C.	F	5				
16	E.C.	F	5				
17	E.C.	F	5				
18	E.C.	F	5				
19	E.C.	F	6				
20	E.C.	F	6				
21	E.C.	F	8				
22	E.C.	F	9				
23	E.C.	F	9				
24	E.C.	F	10				
25	E.C.	F	11				
26	E.C.	F	12				
27	E.C.	F	13				
28	E.C.	F	14				
29	E.C.	M	1				
30	E.C.	M	2				
31	E.C.	M	2				
32	E.C.	M	3				
33	E.C.	M	5				
34	E.C.	M	7				
35	E.C.	M	8				
36	E.C.	M	8				
37	E.C.	M	10				

Resultados da avaliação morfométricas dos parâmetros da cabeça óssea

Tabela 11 – Resultados das três medições do comprimento da cabeça óssea realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Comprimento da cabeça				
Indivíduo	1.ª Medição (cm)	2.ª Medição (cm)	3.ª Medição (cm)	Média (cm)
1	9,341	9,349	9,318	9,336
2	8,913	8,864	8,896	8,891
3	8,797	8,816	8,799	8,804
4	9,442	9,395	9,436	9,424
5	9,050	9,075	9,071	9,065
6	9,315	9,308	9,303	9,309
7	10,706	10,684	10,708	10,699
8	6,094	6,093	6,074	6,087
9	8,542	8,539	8,501	8,527
10	8,703	8,734	8,729	8,722
11	8,902	8,910	8,887	8,900
12	8,804	8,833	8,804	8,814
13	8,880	8,864	8,857	8,867
14	8,704	8,673	8,695	8,691
15	8,533	8,509	8,517	8,520
16	8,801	8,751	8,779	8,777
17	8,520	8,515	8,514	8,516
18	8,289	8,332	8,293	8,305
19	8,666	8,594	8,666	8,642
20	8,369	8,336	8,331	8,345
21	8,374	8,433	8,384	8,397
22	8,884	8,848	8,883	8,872
23	8,590	8,581	8,573	8,581
24	8,324	8,263	8,291	8,293
25	8,674	8,718	8,700	8,697
26	8,249	8,306	8,295	8,283
27	8,534	8,518	8,525	8,526
28	8,506	8,518	8,513	8,512
29	8,800	8,819	8,804	8,808
30	9,087	9,054	9,072	9,071
31	9,510	9,486	9,486	9,494
32	9,481	9,434	9,429	9,448
33	8,706	8,621	8,683	8,670
34	8,956	8,913	8,930	8,933
35	9,216	9,188	9,207	9,204
36	9,330	9,314	9,315	9,320
37	9,445	9,463	9,463	9,457

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
38	9,306	9,314	9,315	9,312
39	9,528	9,564	9,545	9,546
40	9,843	9,803	9,817	9,821
41	9,004	8,982	9,012	8,999
42	9,544	9,570	9,558	9,557
43	9,778	9,754	9,765	9,766
44	9,498	9,528	9,511	9,512
45	8,989	9,025	9,052	9,022
46	9,687	9,677	9,658	9,674

Tabela 12 – Resultados das três medições do comprimento craniano realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Comprimento craniano				
Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	8,672	8,680	8,698	8,683
2	7,825	7,784	7,816	7,808
3	8,193	8,200	8,194	8,196
4	8,642	8,604	8,630	8,625
5	8,298	8,319	8,292	8,303
6	8,556	8,485	8,535	8,525
7	9,925	9,933	9,929	9,929
8	5,326	5,397	5,363	5,362
9	8,043	8,141	8,106	8,097
10	7,961	7,982	7,969	7,971
11	8,098	8,093	8,078	8,090
12	8,327	8,310	8,327	8,321
13	8,433	8,463	8,440	8,445
14	8,065	7,975	8,000	8,013
15	7,608	7,623	7,617	7,616
16	8,091	8,057	8,086	8,078
17	7,732	7,739	7,730	7,734
18	7,576	7,558	7,558	7,564
19	7,904	7,952	7,931	7,929
20	7,529	7,538	7,520	7,529
21	7,639	7,674	7,653	7,655
22	8,141	8,189	8,166	8,165
23	7,784	7,834	7,825	7,814
24	7,833	7,816	7,840	7,830
25	7,995	8,008	8,005	8,003
26	8,015	7,938	7,937	7,963
27	8,079	8,034	8,065	8,059

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
28	7,721	7,747	7,718	7,729
29	7,818	7,844	7,842	7,835
30	8,067	8,026	8,066	8,053
31	8,544	8,575	8,571	8,563
32	8,690	8,739	8,716	8,715
33	8,010	8,011	8,001	8,007
34	8,365	8,401	8,301	8,356
35	8,340	8,314	8,303	8,319
36	8,777	8,778	8,791	8,782
37	8,535	8,491	8,497	8,508
38	8,479	8,481	8,495	8,485
39	8,854	8,820	8,847	8,840
40	8,946	8,938	8,923	8,936
41	8,298	8,314	8,294	8,302
42	8,659	8,678	8,676	8,671
43	9,048	9,044	9,049	9,047
44	8,510	8,525	8,487	8,507
45	8,456	8,438	8,451	8,448
46	8,876	8,903	8,894	8,891

Tabela 13 – Resultados do cálculo do comprimento nasal em cada um dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Comprimento nasal (cm)	Indivíduo	Comprimento nasal (cm)	Indivíduo	Comprimento nasal (cm)
1	0,653	19	0,713	37	0,949
2	1,083	20	0,816	38	0,827
3	0,608	21	0,742	39	0,705
4	0,799	22	0,706	40	0,885
5	0,762	23	0,767	41	0,697
6	0,783	24	0,463	42	0,886
7	0,770	25	0,695	43	0,719
8	0,725	26	0,320	44	1,005
9	0,431	27	0,466	45	0,574
10	0,751	28	0,784	46	0,783
11	0,810	29	0,973		
12	0,492	30	1,018		
13	0,422	31	0,931		
14	0,677	32	0,733		
15	0,904	33	0,663		
16	0,699	34	0,577		
17	0,783	35	0,885		
18	0,741	36	0,538		

Tabela 14 – Resultados das três medições da largura craniana realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Indivíduo	Largura craniana			
	1.ª Medição (cm)	2.ª Medição (cm)	3.ª Medição (cm)	Média (cm)
1	4,470	4,433	4,449	4,451
2	4,096	4,089	4,089	4,091
3	4,273	4,271	4,320	4,288
4	4,191	4,197	4,172	4,187
5	4,351	4,305	4,335	4,330
6	4,404	4,400	4,408	4,404
7	4,389	4,404	4,394	4,396
8	4,528	4,532	4,594	4,551
9	4,427	4,421	4,425	4,424
10	4,013	4,042	4,030	4,028
11	4,152	4,163	4,160	4,158
12	4,206	4,204	4,193	4,201
13	4,482	4,496	4,474	4,484
14	4,299	4,298	4,295	4,297
15	4,426	4,439	4,432	4,432
16	4,267	4,285	4,279	4,277
17	4,132	4,142	4,135	4,136
18	4,235	4,203	4,218	4,219
19	4,522	4,523	4,517	4,521
20	4,286	4,277	4,284	4,282
21	4,338	4,349	4,328	4,338
22	4,368	4,369	4,363	4,367
23	4,278	4,293	4,275	4,282
24	4,134	4,155	4,142	4,144
25	4,518	4,509	4,516	4,514
26	4,076	4,083	4,087	4,082
27	4,194	4,188	4,160	4,181
28	4,138	4,153	4,134	4,142
29	4,048	4,030	4,044	4,041
30	4,141	4,126	4,125	4,131
31	4,141	4,157	4,134	4,144
32	4,376	4,381	4,382	4,380
33	4,281	4,268	4,276	4,275
34	4,480	4,472	4,475	4,476
35	4,626	4,625	4,622	4,624
36	4,385	4,400	4,393	4,393
37	4,414	4,384	4,391	4,396
38	0,439	4,451	4,447	3,112
39	4,325	4,334	4,312	4,324

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
40	4,465	4,457	4,450	4,457
41	4,136	4,152	4,127	4,138
42	4,250	4,228	4,245	4,241
43	4,384	4,398	4,404	4,395
44	4,688	4,682	4,674	4,681
45	4,587	4,584	4,589	4,587
46	4,312	4,297	4,299	4,303

Tabela 15 – Resultados do cálculo do índice craniano para cada um dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Índice craniano (%)	Indivíduo	Índice craniano (%)
1	51,255	32	50,254
2	52,397	33	53,389
3	52,320	34	53,564
4	48,539	35	55,588
5	52,154	36	50,019
6	51,658	37	51,675
7	44,271	38	36,680
8	84,881	39	48,908
9	54,644	40	49,882
10	50,539	41	49,847
11	51,403	42	48,910
12	50,485	43	48,583
13	53,094	44	55,027
14	53,627	45	54,291
15	58,198	46	48,394
16	52,946		
17	53,485		
18	55,773		
19	57,014		
20	56,878		
21	56,671		
22	53,478		
23	54,797		
24	52,923		
25	56,410		
26	51,260		
27	51,874		
28	53,588		
29	51,574		
30	51,294		
31	48,392		

Resultados da avaliação morfométrica dos parâmetros do crânio

Tabela 16 – Resultados das três medições da altura interna do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Indivíduo	Altura interna do crânio			
	1. ^a Medição (cm)	2. ^a Medição (cm)	3. ^a Medição (cm)	Média (cm)
1	2,800	2,824	2,813	2,812
2	2,655	2,694	2,680	2,676
3	2,951	2,967	2,959	2,959
4	2,591	2,523	2,545	2,553
5	2,779	2,755	2,795	2,776
6	2,704	2,747	2,718	2,723
7	3,040	3,010	3,007	3,019
8	3,100	3,147	3,123	3,123
9	2,917	2,940	2,887	2,915
10	2,759	2,767	2,770	2,765
11	2,837	2,862	2,842	2,847
12	2,781	2,757	2,761	2,766
13	2,801	7,799	2,797	4,466
14	2,866	2,867	2,858	2,864
15	2,920	2,947	2,943	2,937
16	2,843	2,897	2,883	2,874
17	2,870	2,868	2,859	2,866
18	2,758	2,800	2,791	2,783
19	2,900	2,896	2,905	2,900
20	2,880	2,878	2,872	2,877
21	2,902	2,924	2,903	2,910
22	2,738	2,764	2,756	2,753
23	2,865	2,908	2,910	2,894
24	2,795	2,809	2,769	2,791
25	2,873	2,892	2,908	2,891
26	2,832	2,849	2,871	2,851
27	2,919	2,888	2,913	2,907
28	2,637	2,689	2,668	2,665
29	2,811	2,800	2,816	2,809
30	2,736	2,746	2,733	2,738
31	2,908	2,920	2,919	2,916
32	2,871	2,883	2,879	2,878
33	2,737	2,765	2,733	2,745
34	2,874	2,896	2,825	2,865
35	2,761	2,790	2,772	2,774
36	3,036	2,991	3,018	3,015
37	2,761	2,768	2,723	2,751

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
38	3,015	3,014	3,024	3,018
39	2,472	2,462	2,504	2,479
40	2,883	2,879	2,848	2,870
41	2,801	2,784	2,793	2,793
42	2,768	2,804	2,788	2,787
43	3,026	2,976	3,027	3,010
44	2,790	2,805	2,831	2,809
45	2,822	2,848	2,860	2,843
46	2,760	2,792	2,788	2,780

Tabela 17 – Resultados das três medições da altura externa do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Altura externa do crânio				
Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	3,421	3,408	3,417	3,415
2	3,140	3,139	3,144	3,141
3	3,281	3,306	3,291	3,293
4	3,163	3,199	3,196	3,186
5	3,355	3,360	3,324	3,346
6	3,166	3,183	3,189	3,179
7	3,656	3,640	3,622	3,639
8	3,415	3,406	3,406	3,409
9	3,299	3,350	3,317	3,322
10	3,182	3,161	3,166	3,170
11	3,152	3,142	3,125	3,140
12	3,211	3,216	3,207	3,211
13	3,394	3,379	3,375	3,383
14	3,457	3,482	3,484	3,474
15	3,407	3,400	3,413	3,407
16	3,297	3,300	3,299	3,299
17	3,301	3,290	3,300	3,297
18	3,266	3,238	3,264	3,256
19	3,380	3,348	3,354	3,361
20	3,270	3,310	3,283	3,288
21	3,278	3,274	3,274	3,275
22	3,442	3,415	3,430	3,429
23	3,388	3,351	3,350	3,363
24	3,214	3,216	3,210	3,213
25	3,385	3,402	3,387	3,391
26	3,249	3,248	3,240	3,246
27	3,327	3,329	3,327	3,328

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
28	3,196	3,189	3,198	3,194
29	3,293	3,250	3,297	3,280
30	3,309	3,335	3,322	3,322
31	3,371	3,411	3,384	3,389
32	3,273	3,275	3,269	3,272
33	3,366	3,395	3,380	3,380
34	3,363	3,354	3,362	3,360
35	3,241	3,279	3,271	3,264
36	3,419	3,426	3,426	3,424
37	3,496	3,444	3,467	3,469
38	3,602	3,590	3,594	3,595
39	3,315	3,310	3,313	3,313
40	3,664	3,675	3,672	3,670
41	3,318	3,314	3,302	3,311
42	3,366	3,323	3,323	3,337
43	3,570	3,548	3,566	3,561
44	3,484	3,489	3,469	3,481
45	3,475	3,483	3,498	3,485
46	3,274	3,269	3,256	3,266

Tabela 18 – Resultados das três medições do comprimento interno do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Comprimento interno do crânio				
Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	5,687	5,648	5,663	5,666
2	5,296	5,239	5,283	5,273
3	5,533	5,503	5,518	5,518
4	5,468	5,500	5,497	5,488
5	5,389	5,388	5,379	5,385
6	5,057	5,176	5,153	5,129
7	6,238	6,263	6,231	6,244
8	3,430	3,475	3,451	3,452
9	5,187	5,158	5,187	5,177
10	5,124	5,111	5,145	5,127
11	5,624	5,647	5,635	5,635
12	5,220	5,280	5,252	5,251
13	5,552	5,578	5,572	5,567
14	5,157	5,067	5,122	5,115
15	5,407	5,436	5,446	5,430
16	5,611	5,578	5,596	5,595
17	5,503	5,458	5,493	5,485

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
18	5,253	5,300	5,294	5,282
19	5,634	5,618	5,624	5,625
20	5,036	5,102	5,076	5,071
21	5,715	5,695	5,672	5,694
22	5,067	5,566	5,563	5,399
23	5,389	5,371	5,381	5,380
24	5,498	5,455	5,446	5,466
25	5,228	5,190	5,205	5,208
26	5,194	5,148	5,186	5,176
27	5,571	5,579	5,576	5,575
28	5,440	5,371	5,417	5,409
29	5,205	5,196	5,211	5,204
30	5,313	5,318	5,315	5,315
31	5,912	5,969	5,955	5,945
32	6,012	6,003	5,968	5,994
33	5,281	5,271	5,278	5,277
34	5,418	5,496	5,500	5,471
35	5,789	5,734	5,746	5,756
36	5,735	5,753	5,747	5,745
37	5,937	5,906	5,906	5,916
38	5,775	5,683	5,717	5,725
39	5,654	5,608	5,627	5,630
40	5,674	5,695	5,690	5,686
41	5,357	5,300	5,312	5,323
42	5,547	5,535	5,500	5,527
43	6,040	6,013	6,025	6,026
44	5,944	5,962	5,965	5,957
45	5,743	5,701	5,750	5,731
46	6,081	6,029	6,013	6,041

Tabela 19 – Resultados das três medições do comprimento externo do crânio realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Comprimento externo do crânio				
Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	6,589	6,503	6,573	6,555
2	6,151	6,179	6,174	6,168
3	6,246	6,255	6,240	6,247
4	6,477	6,468	6,454	6,466
5	6,373	6,323	6,377	6,358
6	6,110	6,186	6,179	6,158
7	7,282	7,249	7,260	7,264

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
8	4,354	4,337	4,379	4,357
9	6,067	6,066	6,099	6,077
10	6,265	6,215	6,213	6,231
11	6,245	6,246	6,245	6,245
12	6,103	6,093	6,123	6,106
13	6,348	6,376	6,369	6,364
14	6,011	5,979	6,004	5,998
15	6,297	6,267	6,285	6,283
16	6,218	6,235	6,209	6,221
17	6,052	6,026	6,013	6,030
18	5,987	5,970	5,964	5,974
19	6,295	6,320	6,303	6,306
20	5,820	5,839	5,847	5,835
21	6,173	6,135	6,155	6,154
22	6,349	6,369	6,360	6,359
23	6,279	6,301	6,282	6,287
24	6,047	6,084	6,046	6,059
25	6,176	6,181	6,172	6,176
26	6,037	6,008	6,008	6,018
27	6,113	6,111	6,093	6,106
28	5,957	5,986	5,967	5,970
29	6,061	6,064	6,081	6,069
30	6,189	6,174	6,140	6,168
31	6,548	6,523	6,587	6,553
32	6,806	6,842	6,830	6,826
33	6,043	6,008	6,038	6,030
34	6,523	6,552	6,536	6,537
35	6,563	6,508	6,529	6,533
36	6,458	6,476	6,477	6,470
37	6,770	6,765	6,738	6,758
38	6,630	6,623	6,648	6,634
39	6,530	6,517	6,545	6,531
40	6,911	6,889	6,889	6,896
41	6,087	6,024	6,048	6,053
42	6,519	6,510	6,517	6,515
43	6,645	6,629	6,620	6,631
44	6,762	6,750	6,766	6,759
45	6,357	6,365	6,384	6,369
46	6,760	6,724	6,749	6,744

Tabela 20 – Resultados do cálculo do índice do crânio interno e do crânio externo para cada um dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Índice do crânio interno (%)	Índice do crânio externo (%)
1	42,904	52,103
2	43,391	50,924
3	47,367	52,708
4	39,481	49,271
5	43,669	52,635
6	44,217	51,627
7	41,563	50,103
8	71,691	78,248
9	47,960	54,662
10	44,380	50,869
11	45,586	50,272
12	45,303	52,590
13	70,167	53,150
14	47,744	57,925
15	46,740	54,220
16	46,206	53,028
17	47,521	54,674
18	46,588	54,506
19	45,993	53,293
20	49,297	56,341
21	47,278	53,220
22	43,285	53,921
23	46,034	53,488
24	46,064	53,034
25	46,808	54,909
26	47,372	53,936
27	47,606	54,501
28	44,634	53,506
29	46,287	54,048
30	44,398	53,862
31	44,496	51,714
32	42,157	47,939
33	45,525	56,062
34	43,827	51,395
35	42,464	49,954
36	46,597	52,913
37	40,704	51,334
38	45,490	54,198
39	37,964	50,725
40	41,616	53,222

Indivíduo	Índice do crânio interno (%)	Índice do crânio externo (%)
41	46,137	54,706
42	42,771	51,223
43	45,386	53,705
44	41,552	51,494
45	44,646	54,726
46	41,220	48,431

Tabela 21 – Resultados do cálculo do índice do crânio interno e cabeça óssea e do crânio externo e cabeça óssea para cada um dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Índice do crânio interno e cabeça óssea (%)	Índice do crânio externo e cabeça óssea (%)
1	60,690	70,212
2	59,303	69,374
3	62,676	70,956
4	58,236	68,613
5	59,406	70,132
6	55,096	66,157
7	58,359	67,889
8	56,711	71,573
9	60,715	71,269
10	58,779	71,440
11	63,321	70,175
12	59,574	69,283
13	62,787	71,775
14	58,860	69,017
15	63,731	73,747
16	63,746	70,875
17	64,402	70,809
18	63,607	71,931
19	65,093	72,969
20	60,768	69,923
21	67,810	73,292
22	60,853	71,681
23	62,698	73,268
24	65,918	73,065
25	59,877	71,014
26	62,487	72,648
27	65,395	71,615
28	63,547	70,134
29	59,085	68,902
30	58,597	67,993
31	62,622	69,019

Indivíduo	Índice do crânio interno e cabeça óssea (%)	Índice do crânio externo e cabeça óssea (%)
32	63,446	72,248
33	60,861	69,546
34	61,249	73,178
35	62,544	70,986
36	61,644	69,427
37	62,560	71,457
38	61,482	71,240
39	58,976	68,415
40	57,900	70,220
41	59,149	67,261
42	57,833	68,171
43	61,706	67,905
44	62,624	71,059
45	63,526	70,590
46	62,446	69,716

Tabela 22 – Resultados das três medições da largura do forâmen magno, realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	1,380	1,360	1,350	1,363
2	1,376	1,340	1,321	1,346
3	1,410	1,414	1,416	1,413
4	1,333	1,339	1,349	1,340
5	1,233	1,249	1,250	1,244
6	1,223	1,189	1,230	1,214
7	1,433	1,436	1,437	1,435
8	1,374	1,380	1,376	1,377
9	1,317	1,330	1,324	1,324
10	1,199	1,184	1,190	1,191
11	1,236	1,284	1,285	1,268
12	1,330	1,333	1,337	1,333
13	1,384	1,358	1,378	1,373
14	1,271	1,216	1,216	1,234
15	1,362	1,398	1,387	1,382
16	1,326	1,306	1,323	1,318
17	1,310	1,306	1,286	1,301
18	1,394	1,370	1,374	1,379
19	1,426	1,412	1,426	1,421
20	1,314	1,304	1,314	1,311
21	1,350	1,371	1,346	1,356
22	1,342	1,325	1,338	1,335

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
23	1,321	1,302	1,311	1,311
24	1,294	1,303	1,297	1,298
25	1,353	1,319	1,335	1,336
26	1,278	1,264	1,270	1,271
27	1,360	1,347	1,351	1,353
28	1,333	1,301	1,300	1,311
29	1,239	1,249	1,235	1,241
30	1,299	1,289	1,313	1,300
31	1,389	1,370	1,366	1,375
32	1,309	1,325	1,320	1,318
33	1,461	1,440	1,443	1,448
34	1,392	1,408	1,391	1,397
35	1,477	1,424	1,469	1,457
36	1,458	1,436	1,443	1,446
37	1,237	1,253	1,248	1,246
38	1,423	1,407	1,417	1,416
39	1,239	1,200	1,206	1,215
40	1,334	1,321	1,338	1,331
41	1,278	1,224	1,246	1,249
42	1,399	1,333	1,376	1,369
43	1,427	1,431	1,424	1,427
44	1,505	1,498	1,499	1,501
45	1,365	1,347	1,347	1,353
46	1,312	1,306	1,317	1,312

Tabela 23 – Resultados das três medições da altura do forâmen magno, realizadas a cada um dos gatos domésticos em estudo e respetivas médias.

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
1	0,985	1,010	1,008	1,001
2	1,087	1,107	1,087	1,094
3	1,169	1,150	1,134	1,151
4	0,810	0,818	0,805	0,811
5	0,915	0,907	0,900	0,907
6	0,918	0,887	0,871	0,892
7	1,106	1,119	1,108	1,111
8	1,298	1,284	1,303	1,295
9	1,048	0,999	1,033	1,027
10	0,883	0,876	0,876	0,878
11	1,094	1,075	1,078	1,082
12	1,058	1,062	1,051	1,057
13	1,039	1,018	1,044	1,034

Indivíduo	1.^a Medição (cm)	2.^a Medição (cm)	3.^a Medição (cm)	Média (cm)
14	0,841	0,816	0,824	0,827
15	1,047	1,056	1,051	1,051
16	1,005	0,997	0,999	1,000
17	1,122	1,108	1,119	1,116
18	1,000	0,998	0,998	0,999
19	1,123	1,113	1,118	1,118
20	0,846	0,826	0,855	0,842
21	1,113	1,104	1,103	1,107
22	1,109	1,010	1,109	1,076
23	1,030	1,023	1,030	1,028
24	1,068	1,033	1,058	1,053
25	0,841	0,839	0,834	0,838
26	0,981	0,998	0,967	0,982
27	0,999	0,998	0,989	0,995
28	0,926	0,946	0,926	0,933
29	0,938	0,934	0,940	0,937
30	0,975	0,998	0,988	0,987
31	1,016	1,006	1,015	1,012
32	1,070	1,065	1,068	1,068
33	1,157	1,175	1,156	1,163
34	1,139	1,138	1,138	1,138
35	1,035	1,010	1,012	1,019
36	1,069	1,062	1,059	1,063
37	0,964	0,330	0,964	0,753
38	1,020	1,013	1,015	1,016
39	0,939	0,921	0,922	0,927
40	0,991	0,985	0,999	0,992
41	1,009	1,006	0,997	1,004
42	1,064	1,026	1,005	1,032
43	1,020	1,018	1,016	1,018
44	1,075	1,058	1,047	1,060
45	1,021	1,034	1,019	1,025
46	1,064	1,068	1,051	1,061

Tabela 24 – Resultados do cálculo do índice do forâmen magno para cada um dos gatos domésticos em estudo.

Indivíduo	Índice do forâmen magno (%)	Indivíduo	Índice do forâmen magno (%)
1	73,423	42	75,341
2	81,273	43	71,322
3	81,439	44	70,635
4	60,507	45	75,733
5	72,937	46	80,889
6	73,476		
7	77,404		
8	94,068		
9	77,562		
10	73,748		
11	85,335		
12	79,275		
13	75,267		
14	67,000		
15	76,055		
16	75,879		
17	85,828		
18	72,402		
19	78,659		
20	64,268		
21	81,633		
22	80,599		
23	78,368		
24	81,125		
25	62,740		
26	77,282		
27	73,583		
28	71,124		
29	75,530		
30	75,904		
31	73,624		
32	81,007		
33	80,295		
34	81,484		
35	69,954		
36	73,553		
37	60,407		
38	71,768		
39	76,324		
40	74,505		
41	80,363		

