



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

ESTUDO MORFOMÉTRICO DA EXTREMIDADE DISTAL DO RÁDIO DO CÃO

ANA RITA MATOS SANTOS

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor João José Martins Afonso

Doutor Luís Miguel Alves Carreira

Doutor Fernando António da Costa Ferreira

ORIENTADOR

Doutor Henrique Mário da Silva Armés

CO-ORIENTADOR

Doutor Fernando António da Costa Ferreira

2014

LISBOA



UNIVERSIDADE DE LISBOA
Faculdade de Medicina Veterinária

ESTUDO MORFOMÉTRICO DA EXTREMIDADE DISTAL DO RÁDIO DO CÃO

ANA RITA MATOS SANTOS

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA VETERINÁRIA

CONSTITUIÇÃO DO JÚRI

Doutor João José Martins Afonso

Doutor Luís Miguel Alves Carreira

Doutor Fernando António da Costa Ferreira

ORIENTADOR

Doutor Henrique Mário da Silva Armés

CO-ORIENTADOR

Doutor Fernando António da Costa Ferreira

2014

LISBOA

AGRADECIMENTOS

Este trabalho é o culminar duma oportunidade que tive para perseguir o meu sonho de ser veterinária. Por isso, dedico estes 6 anos de curso aos meus pais, que são o meu pilar e que me proporcionaram as condições para me lançar em busca do meu sonho.

Queria ainda aproveitar a oportunidade para agradecer o apoio de inúmeras pessoas que foram importantes para a realização deste trabalho.

Ao Hospital de São Bento, ao Dr. Henrique Armés e a toda a equipa de veterinários e enfermeiros, por toda a paciência, amizade, apoio e orientação desde o início de estágio. Pela experiência e conhecimentos que me transmitiram e pelo incentivo à constante busca de mais conhecimento.

Ao professor Fernando Ferreira, por todo o apoio, orientação e disponibilidade durante todo o processo de escrita da tese.

À minha grande amiga Teresa, que sempre me apoiou e aconselhou quando estava mais perdida.

A todos os meus amigos, que me acompanharam durante este período de 6 anos e que de uma forma ou de outra me apoiaram, ajudaram, ensinaram e me fizeram crescer como pessoa.

Muito obrigada!

ESTUDO MORFOMÉTRICO DA EXTREMIDADE DISTAL DO RÁDIO DO CÃO

RESUMO

A extremidade distal do rádio é um local frequente de fratura nos cães e, por isso, o desenvolvimento de implantes ortopédicos específicos que se adaptem melhor às características do osso é imprescindível para que o tratamento cirúrgico tenha maior sucesso. O objectivo desta dissertação foi o de realizar um estudo morfométrico do rádio no cão e avaliar as diferenças que se verificam entre algumas raças e portes, para que, no futuro, o desenho dos implantes seja o mais adaptado possível ao tipo de rádio a interencionar. Através da avaliação radiológica do rádio de 61 cães com portes diferentes, mediram-se diversos parâmetros morfométricos (comprimento e, ao longo da metade distal do rádio, o diâmetro, o tamanho da cavidade medular e das corticais), que depois foram normalizados pelo tamanho do rádio. Os resultados obtidos através das médias, análise de variância e correlação dos dados sugerem que há diferenças assinaláveis na estrutura morfométrica do rádio, dependendo do comprimento do osso e porte do cão, mas também do grupo racial, isto é, os cães pequenos, médios e grandes não mostram um osso linearmente proporcional, e cães do tipo baixote não apresentam sempre as mesmas tendências que os outros grupos, sendo a sua curvatura distal pronunciada uma das características mais marcantes. Este estudo preliminar contribuiu na definição de diferentes perfis morfológicos e no desenvolvimento de uma base de dados sendo, no entanto, necessário aprofundar os conhecimentos sobre os fatores que influenciam o desenvolvimento e a estrutura morfométrica do rádio.

Palavras chave: Cães, Rádio, Estudo morfométrico, Raio-X, Fratura do rádio, Implantes ortopédicos..

MORPHOMETRIC STUDY OF THE DISTAL EXTREMITY OF THE DOG RADIUS

ABSTRACT

Fractures of the distal radius are common in dogs, therefore, the development of implants that fit the bone features is fundamental to the treatment success. The purpose of this research work was to perform a morphometric study of the dog radius and to assess the differences between some breeds and dogs sizes, to allow the improvement of implants design in the future. Through radiologic evaluation of 61 dog radius with different sizes, several morphometric parameters were measured (length and the diameter, medullar cavity and corticals through the distal half of the radius). These parameters were then normalized to the length of the respective radius. The results from the mean, analysis of variance and correlations suggests that there are remarkable differences on the morphometric structure of the radius depending on bone length and size of the dog but also on breed group. The bone of miniature, medium and large dogs are not linearly proporcional. That conclusion was observed particularly in short-legged breeds where the bone tented to have a pronounced curvature of the distal radius, one of their most striking features. This study contributes to morphological profile and development of a data base of different breeds; however further studies are needed to better understand the factors that influence the development and morphologic structure of the radius.

Keywords: Dogs, Radius, Morphometric study, X-ray, Radius fracture, Orthopedic implants.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS.....	I
RESUMO	II
ABSTRACT	III
ÍNDICE GERAL	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABELAS.....	VI
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	VII
LISTA DE ABREVIATURAS.....	IX
I. INTRODUÇÃO	1
II. ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO CURRICULAR.....	1
III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
1. CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS GERAIS DE UM OSSO	4
2. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO RÁDIO.....	6
3. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOMÉTRICAS DO RÁDIO	9
4. REPARAÇÃO HISTOLÓGICA DE FRATURAS.....	9
5. ANATOMIA	10
5.1. Osteologia.....	10
5.2. Miologia	12
5.3. Angiologia	16
6. FRATURAS DO RÁDIO E TÉCNICAS CIRÚRGICAS	19
6.1. Classificação de fraturas	19
6.2. Fraturas do rádio e da ulna	19
6.2.1. Fraturas diafisárias	20

6.2.1.1.	Coaptação externa.....	21
6.2.1.2.	Agulhas intramedulares e técnicas com cerclage.....	22
6.2.1.3.	Fixação externa.....	23
6.2.1.4.	Placa e parafusos.....	24
6.2.2.	Fraturas epifisárias	29
6.3.	Fraturas isoladas do rádio.....	30
6.3.1.	Fratura da extremidade proximal do rádio	30
6.3.2.	Fratura do corpo do rádio	30
6.3.3.	Fratura do processo estilóide radial	30
6.4.	Fraturas de cães em crescimento	31
IV. MATERIAIS E MÉTODOS		33
V. RESULTADOS.....		36
VI. DISCUSSÃO		50
VII. CONCLUSÃO		55
BIBLIOGRAFIA		59
ANEXOS		62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Infestação de um olho de cão por <i>Thelazia callipaeda</i>	2
Figura 2 - Esquema da cortical dos ossos longos.....	5
Figura 3 - Processo de regeneração óssea	9
Figura 4 - Rádio esquerdo, vista caudal.....	11
Figura 5 - Músculos do antebraço esquerdo, vista cranial.....	13
Figura 6 - Músculos do antebraço esquerdo, vista caudal.....	14
Figura 7 - Músculos pronadores e supinador do antebraço esquerdo, vista cranial.	15
Figura 8 - Artérias do antebraço direito, vista medial.....	16
Figura 9 - Placa SOP (string of pearls), com capacidade de flexão até 6º.	28
Figura 10 – Representação esquemática das medições registadas no rádio.	34
Figura 11 - Exemplo do método de medição e regiões medidas.....	35
Figura 12 - Comparação entre ulnas de cão do grupo dos baixotes (A) e um cão pequeno (B), por RX.....	52

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação segundo o porte dos cães.....	33
Tabela 2 – Valores médios das características estudadas no rádio, segundo o porte do animal.	36
Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre o comprimento do rádio e os vários parâmetros morfométricos em cada região.....	47
Tabela 4 - Resumo das tendências gerais observadas na medição do rádio, por parâmetro morfométrico e por grupo.	57

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).....	37
Gráfico 2 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).....	37
Gráfico 3 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).....	38
Gráfico 4 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).....	38
Gráfico 5 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).....	39
Gráfico 6 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).....	39
Gráfico 7 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).....	40
Gráfico 8 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).....	40
Gráfico 9 - Representação da evolução das corticais anteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).....	41
Gráfico 10 - Representação da evolução das corticais posteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).....	41
Gráfico 11 - Representação da evolução das corticais anteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).....	42
Gráfico 12 - Representação da evolução das corticais posteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).....	42
Gráfico 13 - Representação da evolução das corticais laterais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).....	43
Gráfico 14 - Representação da evolução das corticais mediais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).....	43
Gráfico 15 - Representação da evolução das corticais laterais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).....	44
Gráfico 16 - Representação da evolução das corticais mediais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).....	44
Gráfico 17 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).....	45
Gráfico 18 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).....	45
Gráfico 19 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).....	46

Gráfico 20 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).	46
Gráfico 21 - Representação das correlações entre o comprimento do rádio e os restantes parâmetros morfométricos analisados(projeção LL).	49
Gráfico 22 - Representação das correlações entre o comprimento do rádio e os restantes parâmetros morfométricos analisados (projeção VD).	49

LISTA DE ABREVIATURAS

a. – artéria

LL – Projeção Latero-lateral

VD – Projeção Dorso-ventral

m. – músculo

NP – não padronizado

P – padronizado

Raio X - RX

SOP – “String of pearls”

SRD – Sem raça determinada

I. INTRODUÇÃO

O rádio do cão é um local frequente de fraturas e o sucesso do tratamento nem sempre é atingido. O desenvolvimento de implantes específicos que se adaptem melhor às características do osso é uma área de pesquisa importante que ambiciona conquistar avanços na resolução de fraturas do rádio. Para que tal ocorra, é necessário um bom conhecimento morfométrico do osso, nomeadamente, da diversidade morfológica que se verifica na espécie canina, fruto do cruzamento e apuramento de raças.

O objectivo desta dissertação foi realizar um estudo morfométrico do rádio de cão, utilizando uma população heterogénea de raças, de tamanhos, de idades e de géneros, de forma a avaliar se é possível definir um rádio padrão ou se há grupos de raças que se afastam das demais, e neste caso, propor uma divisão por grupos morfológicamente distintos.

Este estudo pretendeu contribuir para que, num futuro próximo, se possa desenvolver uma placa ortopédica padrão ou definir diferentes perfis morfológicos que constituirão uma base de dados essencial ao desenvolvimento de implantes melhor adaptados ao osso, tanto em forma, como em tamanho. Conhecendo a variabilidade morfológica do rádio no cão e quais as raças morfológicamente mais homogéneas, será possível um fabricante desenhar e desenvolver placas com tamanho e formas optimizadas no sentido de abranger o maior número possível de animais.

II. ACTIVIDADES DESENVOLVIDAS NO ESTÁGIO CURRICULAR

O estágio curricular decorreu entre o período de 1 de outubro de 2012 a 25 de março de 2013, no Hospital Veterinário de São Bento, em Lisboa. Durante este intervalo de tempo foi recolhido o material de estudo necessário à execução desta Tese de Mestrado e foram realizadas diversas actividades distribuídas pelas áreas/"especialidades" de Cirurgia e Odontologia (305h), Medicina Interna (345h), Internamento (370h), Laboratório (10h) e Imagiologia (70h), num total de 1100h.

O estágio foi efectuado num esquema de rotatividade semanal pelas áreas de Cirurgia, Medicina Interna e Internamento. Consoante a especificidade dos casos clínicos que apareciam, foram desenvolvidas actividades de laboratório e de imagiologia. Deste modo, houve oportunidade de contactar com múltiplas áreas da medicina e diferentes espécies de animais domésticos (cães, gatos e exóticos), o que permitiu a aquisição dum vasto leque de conhecimentos práticos e teóricos.

Nas rotatividades de Cirurgia foi possível participar em todas as etapas do processo cirúrgico, desde a preparação do paciente e do material, anestesia, período pós-cirúrgico,

observando e assistindo de perto o cirurgião. As intervenções cirúrgicas mais frequentes foram as ortopédicas (fraturas e rotura do ligamento cruzado anterior), ovariectomias, orquiectomias, nodulectomias e mastectomias. Também foi possível observar cesarianas, hemilaminectomias, enterectomias, resolução de hérnias perineais, uretostomias e toracotomias. Adicionalmente, durante as semanas de Cirurgia, eram também realizados tratamentos odontológicos (destartarizações, extrações dentárias e corte de dentes com crescimento contínuo). Foi ainda possível observar a realização de endoscopias e biópsias para colheita de material biológico.

No que concerne à Medicina Interna, as horas despendidas dizem respeito ao acompanhamento de consultas de Dermatologia, Neurologia, Oftalmologia, Cardiologia, Oncologia, Ortopedia e Endocrinologia, bem como, consultas de rotina para vacinação e desparasitação. A título de exemplo, em Dermatologia observaram-se sobretudo dermatites relacionadas com a picada de pulga e sarna provocada por *Demodex canis*; em Oftalmologia foi possível acompanhar casos de ulceração da córnea que necessitaram de flap conjuntival, conjuntivites e parasitismo (conjuntivite por *Thelazia callipaeda*, Figura 1); a etiologia principal dos casos neurológicos diagnosticados foi epilepsia, tumores cerebrais e intoxicação; na Endocrinologia foi a *Diabetes mellitus*, o hipotireoidismo e o hipoadrenocorticismo, as situações clínicas mais frequentes.

Figura 1 - Infestação de um olho de cão por *Thelazia callipaeda*. Fonte: Otranto & Dutto (2008).



No internamento houve a possibilidade de contatar com casos de emergência e de estabilização. Os casos de emergência acompanhados estiveram relacionados com: envenenamentos, atropelamentos, *status epilepticus* e desidratações graves. Os casos que mereceram uma vigilância constante e uma estabilização foram, principalmente, devidos a: insuficiência renal e litíase, normalização das curvas de glicémia em casos de *Diabetes mellitus*, infecções bacterianas, infecções virais (com predominância para os casos de panleucopénia felina e gastroenterites) e infecções parasitárias (*Babesia spp.* e *Leishmania spp.*).

O trabalho de laboratório baseou-se no manuseamento de máquinas de análise de hemograma e de provas bioquímicas, na realização de hematócritos, na preparação de lâminas para observação microscópica de pele e de pêlos, e na interpretação dos resultados.

Relativamente à área de Imagiologia foi possível auxiliar o médico veterinário e observar a realização de ecografias, ecocardiografias, electrocardiogramas e RX, bem como, interpretar e discutir os resultados.

Durante o período de estágio foram melhoradas as técnicas de contenção, administração de medicação e execução de pensos. Adicionalmente, foram adquiridos e consolidados conhecimentos práticos sobre outras técnicas como, por exemplo, a algaliação e a colocação de sondas esofágicas.

III. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. CARACTERÍSTICAS HISTOLÓGICAS GERAIS DE UM OSSO

O osso é uma estrutura viva: cresce, cicatriza, torna-se mais delgado e fraco pelo desuso, hipertrofia para suportar maior peso e adoece. A sua estrutura orgânica é composta por células e fibras, enquanto que os sais inorgânicos conferem rigidez aos ossos, tornando-os opacos aos raios X (Sisson & Grossman, 1986).

Histologicamente existem dois tipos de osso: o imaturo, primário ou trabecular, e o maturo, secundário ou lamelar. O osso imaturo é o primeiro a aparecer, tanto no desenvolvimento embrionário do esqueleto, como na regeneração de fraturas. É abundante nos animais jovens, apesar de ser temporário, sendo gradualmente substituído por osso maturo. O osso imaturo possui maior proporção de osteócitos e as suas fibras de colagénio dispõem-se de forma desorganizada, enquanto que no osso secundário formam lamelas. A sua matriz é menos mineralizada, mostrando menor densidade aos raios X (Junqueira & Carneiro, 2004). As células do osso são os osteócitos (responsáveis pela nutrição da matriz óssea), os osteoblastos (produtores da parte orgânica da matriz óssea e participantes na mineralização da matriz) e os osteoclastos (células móveis e gigantes que reabsorvem e remodelam o tecido ósseo, libertando iões importantes à manutenção da concentração destes no sangue). A matriz óssea é uma substância intersticial calcificada, constituída por uma parte orgânica e outra inorgânica. O colagénio tipo I representa 95% da parte orgânica da matriz, sendo o restante composto por proteoglicanos e glicoproteínas. A parte inorgânica representa 50% do peso total da matriz e é composta, maioritariamente, por iões de cálcio e fosfato que formam cristais conhecidos por hidroxiapatite. A associação das fibras de colagénio com a hidroxiapatite é responsável pela dureza e resistência do osso (Junqueira & Carneiro, 2004).

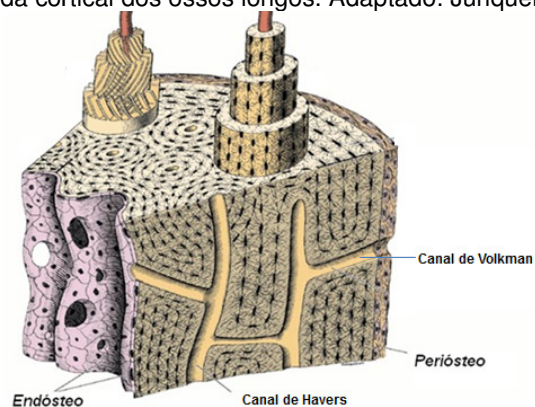
O rádio é um osso longo que participa no suporte do membro torácico. Tem uma forma cilíndrica, e é tubular, encerrando uma cavidade medular que contém a medula óssea (Sisson & Grossman, 1986). A medula óssea é um órgão hematopoiético e uma reserva de minerais (maioritariamente cálcio e fósforo). Distinguem-se a medula óssea vermelha que deve a sua cor aos numerosos eritrócitos em diferentes estados de maturação, e a medula amarela, rica em células adiposas, que não produz células sanguíneas. Quando um animal nasce, toda a medula óssea é vermelha, sendo que a sua função hematopoiética tem início logo na fase de ossificação fetal, contudo, com a idade, vai-se transformando em medula amarela, ficando a medula vermelha, tendencialmente, restrita ao osso esponjoso. Caso o organismo necessite, a medula amarela pode diferenciar-se de novo, em medula vermelha, e produzir células sanguíneas (Junqueira & Carneiro, 2004). Nos animais idosos ou mal

nutridos, a medula pode sofrer degeneração, resultando em medula óssea com aparência gelatinosa (Sisson & Grossman, 1986).

Os ossos longos têm uma arquitetura composta por osso compacto e osso esponjoso. A diáfise é quase toda formada por osso compacto e por apenas uma pequena quantidade de osso esponjoso que delimita a cavidade medular. As extremidades ósseas, também denominadas de epífises, são formadas por osso esponjoso coberto por uma fina camada superficial de osso compacto (Junqueira & Carneiro, 2004).

O osso compacto, também denominado de cortical, tem uma espessura que depende das pressões e tensões a que está sujeito: é mais largo na diáfise, estreitando-se à medida que se aproxima das extremidades (onde é muito delgado), e nas articulações é especialmente fino e liso, sendo coberto por cartilagem articular. Microscopicamente é um osso denso, composto por células e por matriz óssea que se deposita em camadas paralelas ou concêntricas, chamadas lamelas. Distribuídas pela matriz óssea existem as lacunas, que são cavidades ocupadas pelos osteócitos e que se interligam através de canalículos, formando um sistema contínuo de comunicações, essencial à nutrição das células ósseas. A maioria das lamelas no osso compacto dispõe-se concêntricamente em torno de canais longitudinais (canais de Havers ou nutritivos), onde passam vasos e nervos, formando o sistema de Havers (Figura 2). Estes canais comunicam entre si, com a cavidade medular, com a superfície do osso e com os vasos do perióstio e endóstio através de canais transversos - os canais de Volkman (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

Figura 2 - Esquema da cortical dos ossos longos. Adaptado: Junqueira & Carneiro (2004).



O osso esponjoso consiste em delicadas lâminas e espículas ósseas que se cruzam e que se dispõem em várias direções, consoante as pressões mecânicas. Este tipo de osso é encontrado nos ossos curtos e nas epífises dos ossos longos, onde se pode estender por uma distância variável ao longo da diáfise. Os intervalos entre as lâminas denominam-se espaços medulares (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

Todos os ossos são recobertos por uma camada superficial interna e externa de tecido fibroso, o endóstio e o perióstio, respectivamente. Estas estruturas têm como função a nutrição do tecido ósseo e são responsáveis pela diferenciação de novos osteoblastos necessários ao crescimento e recuperação do osso (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

O perióstio reveste a superfície externa do osso, excepto nas zonas de cartilagem. É composto por uma lâmina externa fibrosa com função protetora, e outra interna, com propriedades osteogénicas, mais activa durante a fase de crescimento e reparação de fraturas. A lâmina fibrosa mostra-se mais espessada nas zonas com maior exposição óssea, e o perióstio é mais fino e também mais facilmente destacável nas zonas cobertas por músculos que apresentem pouca ou nenhuma inserção. Os vasos do perióstio nutrem o osso compacto da diáfise através da emissão de pequenos ramos que penetram os canais de Volkman à superfície e atingem os canais de Havers. O grau de vascularização depende da actividade do perióstio (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

O endóstio é constituído por uma camada de células osteogénicas e limita: a cavidade medular, os canais de Havers, de Volkman e as cavidades do osso esponjoso (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

A artéria nutricia ou medular atravessa o forâmen nutricia, para percorrer um canal curto e estreito na diáfise, ramificando-se quando atinge a cavidade medular. Os vasos metafisários e epifisários provêm das artérias próximas às articulações e nutrem o osso esponjoso e a medula óssea que ocupa as extremidades do osso (Sisson & Grossman, 1986).

A corrente sanguínea nos ossos faz-se a partir do sistema arterial medular para os capilares do osso compacto, e daqui para os capilares do perióstio e depois para as inserções musculares.

Os vasos linfáticos existem sob a forma de canais perivasculares no perióstio e nos canais de Havers, enquanto que à periferia da medula óssea formam pequenos espaços linfáticos; uma rede subperióstica acompanha frequentemente as veias (Sisson & Grossman, 1986).

As fibras nervosas acompanham, de perto, o trajeto dos vasos sanguíneos no osso. Algumas são vasomotoras e outras são sensitivas terminando no perióstio. Deste modo, o perióstio é especialmente sensível ao arrancamento ou tensão. Existem ainda algumas fibras proprioceptivas relacionadas, provavelmente, com a posição tridimensional do osso ou sensibilidade muscular (Sisson & Grossman, 1986).

2. DESENVOLVIMENTO EMBRIONÁRIO DO RÁDIO

A ossificação do esqueleto embrionário, formado por tecido fibroso e cartilagem, processa-se através da ossificação intramembranosa e endocondral, dando origem a ossos

membranosos e cartilágneos, respectivamente (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

A ossificação intramembranosa é o processo responsável pela formação de alguns ossos do crânio, contribuindo para a formação de ossos curtos, mas também para o crescimento em espessura dos ossos longos, a partir de tecido conjuntivo fibroso. A ossificação endocondral é implicada na formação de ossos curtos e longos, desenvolvendo-se a partir dum molde de cartilagem hialina com a mesma forma do osso em que se vai transformar, mas de menor tamanho; esta vai sendo progressivamente absorvida e substituída por tecido ósseo (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

O rádio é um osso longo, cartilágneo, que depende da ossificação endocondral para crescer em comprimento. A diáfise cresce em extensão pela actividade do centro de ossificação primária e dos discos epifisários, enquanto as epífises aumentam de tamanho devido ao crescimento radial da cartilagem. Para crescer em espessura, os ossos longos dependem da ossificação intramembranosa que forma osso compacto na superfície externa da diáfise, sendo responsável pela reabsorção óssea na superfície interna e pelo aumento do diâmetro do canal medular (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

Na formação dos ossos longos, a ossificação inicia-se a partir dum centro de ossificação primária, local onde se dá a diferenciação de células mesenquimatosas em osteoblastos, que, por sua vez, começam a sintetizar matriz óssea. O primeiro tecido ósseo a aparecer é formado por ossificação intramembranosa do pericôndrio (periósteo primitivo) que recobre a parte média da diáfise, formando um cilindro, o colar ósseo. Na ossificação intramembranosa, surgem vários centros de ossificação em simultâneo, produzindo uma rede de trabéculas ósseas com aspecto esponjoso, num processo que se estende radialmente do centro para a periferia. Os osteoblastos vão formando camadas de osso até que seja atingida a espessura definitiva do osso. Por outro lado, a parte do tecido conjuntivo que não sofre ossificação dá origem ao endósteo e o periósteo, enquanto a ossificação do tecido fibroso adjacente que continua a crescer até o osso atingir o seu tamanho definitivo, resulta num aumento da circunferência óssea (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

À medida que o cilindro ósseo se forma, as células cartilágneas envoltas por ele hipertrofiam, morrem por apoptose e a matriz é calcificada, dando início à ossificação endocondral. Os osteoblastos migram da face profunda do periósteo primitivo para a cartilagem, onde depositam matriz óssea sobre a matriz calcificada da cartilagem. Por seu turno, os vasos invadem a área de calcificação e os condrócitos degenerados são absorvidos, formando as cavidades medulares primitivas e uma rede de trabéculas calcárias sobre as quais o osso é remodelado pelos osteoblastos. Ou seja, a cartilagem calcificada vai sendo degradada, reabsorvida pelos osteoclastos e substituída por osso depositado pelos

osteoblastos. Os osteoclastos também têm a função de absorção do osso primário. Assim, nos ossos longos, o osso esponjoso central é absorvido para formar a cavidade medular do corpo, persistindo apenas nas extremidades. A destruição da parte central e formação do osso subperióstico continua e alastra longitudinalmente até o corpo do osso ter completado o seu desenvolvimento (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

Mais tarde, os centros de ossificação secundária formam-se, um em cada epífise. Num osso longo em crescimento, as extremidades são totalmente cartilaginosas até que a ossificação epifisária tem início. Quando o tecido ósseo formado nos centros secundários ocupa as epífises, estas ficam separadas do corpo do osso por um disco epifisário cartilágneo. É a zona da metáfise, uma franja de cartilagem em crescimento activo que permite o crescimento do osso, em comprimento, entre a diáfise e a epífise. Quando a cartilagem epifisária cessa o crescimento e o osso neoformado é consolidado, o aumento em comprimento deixa de ser possível. Desta forma, o tecido ósseo da epífise e da metáfise no adulto é contínuo. A fusão ocorre a uma idade pré-definida que é importante conhecer para uma boa interpretação da anatomia radiográfica, nomeadamente, dos ossos longos e imaturos (Sisson & Grossman, 1986; Junqueira & Carneiro, 2004).

Nos carnívoros, o centro diafisário do rádio surge por volta da quarta semana de gestação e os centros epifisários ao fim do primeiro mês após a nascença, sendo a epífise distal mais precoce que a proximal. Quanto ao encerramento do disco epifisário, a soldadura da epífise proximal à diáfise é mais precoce, ocorrendo entre os nove e os dez meses no cão, enquanto a soldadura da epífise distal só se dá entre os dezasseis e os dezoito meses (Barone, 1966).

Em animais imaturos, as metáfises e as epífises proximais e distais do rádio crescem a uma velocidade diferente das da ulna, contribuindo respectivamente, com 40% e 60% para o crescimento longitudinal, enquanto as metáfises e epífises proximais e distais da ulna contribuem com cerca de 15% e 85% para o crescimento longitudinal da ulna (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007).

Tanto na ossificação intramembranosa como na ossificação endocondral, o primeiro tipo de osso a ser formado é o primário. Este, posteriormente, vai sendo substituído por osso secundário. Persiste assim uma sincronização entre a formação e a remoção do tecido ósseo, que no animal adulto também ocorre mas a um ritmo muito mais lento. Após os ossos terem atingido o seu tamanho, o perióstio torna-se relativamente reduzido e inactivo, apesar da sua função osteogénica poder ser estimulada, nomeadamente, no caso de fratura ou de alongamento ósseo (Sisson & Grossman, 1986).

3. CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E MORFOMÉTRICAS DO RÁDIO

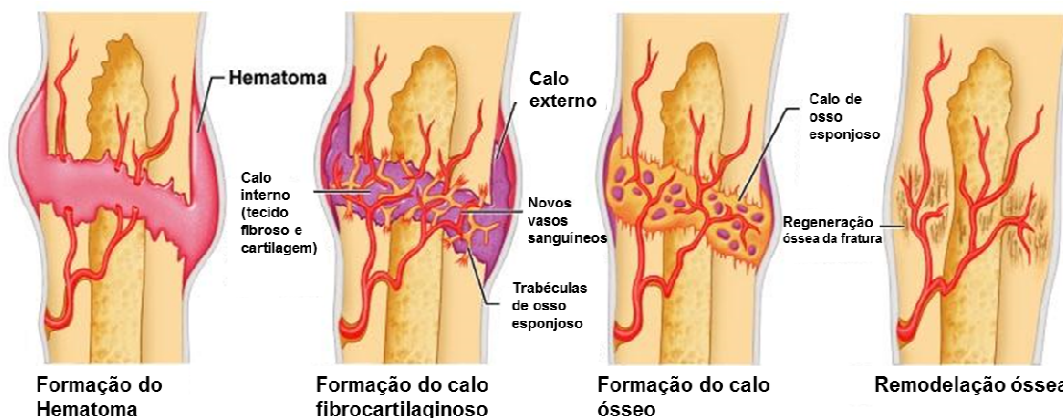
Certas características do osso como, por exemplo, o seu diâmetro, a espessura da cortical e a área da cavidade medular afectam o comportamento mecânico do osso e, conseqüentemente, a carga que suportam até ocorrer uma fratura (Brianza, Delise, Ferraris, D'Amelio & Botti, 2006).

Brianza *et al.* (2006) estudaram as características morfométricas do rádio e da ulna em cães de pequeno, médio e grande porte, e observaram que os ossos destes grupos não diferem significativamente em função do sexo e da idade. No entanto, chegaram à conclusão que os ossos de cães de pequeno porte têm maior probabilidade de cederem às forças axiais de torção e de encurvamento que os cães grandes, apresentando assim maior tendência a fraturas devido a diferenças morfológicas.

4. REPARAÇÃO HISTOLÓGICA DE FRATURAS

Quando ocorre uma fratura e após a formação do hematoma, o perióstio e o endóstio vizinhos da área afetada respondem com uma intensa proliferação celular, formando-se um anel de tecido rico em células osteogénicas em torno da fratura. Forma-se então tecido ósseo imaturo originado por ossificação endocondral e intramembranosa. O processo de ossificação vai evoluindo até se formar um calo ósseo que une provisoriamente as extremidades da fratura (Figura 3). Gradualmente, o osso imaturo é substituído por osso secundário até que a regeneração óssea se complete (Junqueira & Carneiro, 2004).

Figura 3 - Processo de regeneração óssea (Adaptado de <http://fat.surin.rmuti.ac.th/teacher/songchai/skeleton%20web/bone%20repair1.htm>)



As tensões e as pressões exercidas sobre o osso em recuperação são importantes na remodelação do calo ósseo. Se estas forem iguais às exercidas antes da fratura, caso a fratura tenha sido reduzida por métodos de osteossíntese e os topos da fratura estejam bem alinhados, a estrutura do osso volta a ser a mesma, ocorrendo, assim, uma cicatrização primária. Se, pelo contrário, a cicatrização ocorrer a partir de tecido conjuntivo fibroso que é substituído progressivamente por tecido ósseo, temos uma cicatrização secundária (Junqueira & Carneiro, 2004).

5. ANATOMIA

5.1. Osteologia

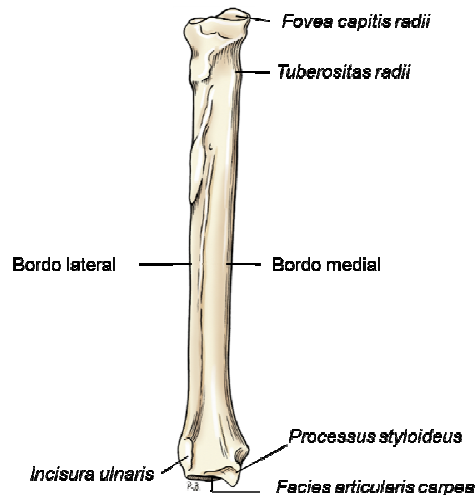
O antebraço é composto pelo rádio e pela ulna. São estes dois ossos emparelhados, móveis e independentes que devido à sua relação anatómica conseguem executar movimentos de pronação e de supinação. O rádio suporta maior peso e é mais cranial que a ulna. Estão cruzados um sobre o outro, sendo a parte proximal da ulna medial ao rádio e a parte distal lateral. Assim, o rádio articula-se proximalmente com a ulna através da sua superfície caudal, e, distalmente pelo seu bordo lateral. Entre o rádio e a ulna existe um espaço interósseo onde corre o ligamento interósseo que liga estes dois ossos firmemente, sendo delimitado pela crista interóssea (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O rádio é um osso longo, um pouco encurvado cranialmente e achatado no sentido dorso-palmar. Pode dividir-se em 3 partes: corpo, extremidade proximal e extremidade distal. O corpo tem dois bordos (medial e lateral) e duas faces: uma cranial ou dorsal e outra, caudal ou palmar. A sua cavidade medular assume uma forma elíptica devido ao achatamento do osso que é, normalmente, uniforme em toda a sua extensão. A face cranial é lisa e convexa, enquanto a face caudal mostra-se ligeiramente côncava e rugosa, tal como o bordo lateral. O bordo medial é fino, principalmente na sua metade proximal, e encontra-se apenas recoberto de pele, sendo totalmente desprovido de músculos (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

A extremidade proximal do rádio articula-se com o úmero e com a ulna. A superfície articular para o úmero é formada pela fôvea articular do rádio (*Fovea capitis radii*), onde quase toda a carga do braço é recebida; tem duas superfícies articulares ligeiramente côncavas, uma lateral que articula com o *capitulum* e outra mais medial que se articula com a parte lateral da tróclea do úmero (Figura 4). A articulação com a ulna é feita através da circunferência articular (*Circumferentia articularis*), constituída por duas facetas côncavas que ocupam a parte caudal da extremidade proximal do rádio; esta é maior que as facetas ulnares

correspondentes de forma a tornar possível uma certa rotação do antebraço (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Figura 4 - Rádio esquerdo, vista caudal (Adaptado de Evans & De Lahunta, 2010).



Junto ao colo do rádio, no bordo medial da face dorsal, adjacente à superfície caudal do osso, encontra-se a tuberosidade radial (*Tuberositas radii*). É aqui que se insere o tendão do músculo bicípede braquial que tem como principal ação, a flexão do antebraço, sendo o principal responsável pelo sistema de tração. A tuberosidade lateral, mais saliente, localiza-se no bordo lateral, e serve de inserção ao ligamento colateral lateral do cotovelo e aos músculos extensor digital comum e extensor digital lateral. A tuberosidade medial, por seu lado, serve de inserção ao ligamento medial curto da articulação do cotovelo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

A extremidade distal do rádio também é alargada e achatada crânio-caudalmente, articulando-se com a ulna e com o carpo. A superfície de articulação para a ulna é bem marcada, transversalmente côncava, intitulada incisura ulnar do rádio (*Incisura ulnaris*). A articulação com o carpo é realizada através duma superfície alongada no sentido transversal (*Facies articularis carpea*), quase uma cavidade glenóide, e é dividida em duas facetas por uma crista. A face caudal da extremidade distal é cruzada por uma crista transversa, destinada à inserção dos ligamentos do carpo. A face cranial apresenta três sulcos separados por cristas: o sulco lateral dá passagem ao tendão extensor digital comum, o sulco médio aloja o tendão extensor radial do carpo e o sulco medial aloja o tendão do músculo abdutor longo do dedo I. Na face medial da extremidade distal destaca-se ainda o processo estilóide (*Processus styloideus*), bastante importante por ser o local de inserção do ligamento colateral medial do rádio, o qual é responsável pela estabilidade cárpica medial (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

A ulna serve, principalmente, como local de inserção muscular; apesar de não ter um papel significativo no suporte do peso corporal é importante no funcionamento do antebraço, graças ao olecrânio funcionar como uma alavanca do membro, por nele se inserirem os músculos extensores do braço (trícipede, anconeu, tensor da fáscia do antebraço) e as porções ulnares dos flexores radial e ulnar do carpo e o flexor profundo dos dedos. Adicionalmente, o processo estilóide ulnar serve de apoio aos ligamentos colateral ulnar e carpo-ulnar palmar que fornecem, respectivamente, estabilidade lateral e palmar ao carpo (Evans & De Lahunta, 2010). A ulna tem a característica de ter um canal medular funcional que termina a cerca de um terço da sua extremidade distal (Tomlinson, 2006).

5.2. Miologia

Os músculos do antebraço dividem-se em músculos dorsais e palmares. Duma forma geral, os músculos dorsais são responsáveis pela extensão do carpo e dos dedos, sendo inervados pelo nervo radial, enquanto os músculos palmares fazem a flexão e são inervados pelos nervos mediano e ulnar (Evans & De Lahunta, 2010).

Os músculos dorsais (Figura 5) são: o braquiorradial (*M. brachioradialis*), o extensor radial do carpo (*M. extensor carpi radialis*), o supinador (*M. supinator*), o extensor comum dos dedos (*M. extensor digitalis communis*), o extensor lateral dos dedos (*M. extensor digitalis lateralis*), o abdutor longo do dedo I (*M. abductor digiti I longus*) e o ulnar lateral (*M. ulnaris lateralis*) (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O músculo braquiorradial é longo, fino e muito superficial, estando frequentemente ausente no Cão. Tem origem na crista supracondilar lateral do úmero e insere-se na porção distal do rádio. A sua função é a de auxiliar na supinação e na flexão do cotovelo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. extensor radial do carpo é um músculo longo que acompanha a face dorsal do rádio, em todo o seu comprimento. Tem origem na crista supracondilar lateral do úmero, inserindo-se nos metacarpianos II e III. É extensor do carpo e, conseqüentemente, do metacarpo e da mão no seu conjunto (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

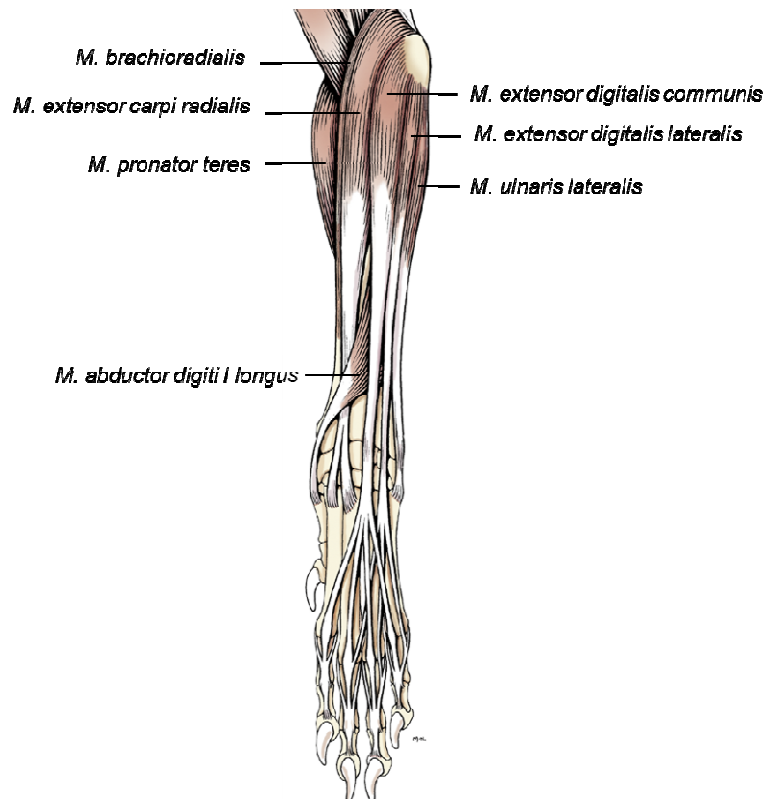
O m. supinador é curto (Figura 7), coberto pelo m. extensor radial do carpo e pelo m. extensor comum dos dedos. Tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina na face dorsal e no terço ou quarto proximal do bordo medial do rádio. É o principal supinador do antebraço (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. extensor comum dos dedos tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina junto às falanges distais dos dedos II, III, IV e V, estendendo as articulações dos dígitos e do carpo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. extensor lateral dos dedos estende o dedo V, enviando também um tendão para os dedos III e IV. Tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina nas falanges distais III,

IV e V. A sua função passa pela extensão dos dedos sobre os quais termina, contribuindo para a extensão da mão no seu conjunto (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Figura 5 - Músculos do antebraço esquerdo, vista cranial (Adaptado de Evans & De Lahunta, 2010).



O m. extensor comum dos dedos tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina junto às falanges distais dos dedos II, III, IV e V, estendendo as articulações dos dígitos e do carpo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. extensor lateral dos dedos estende o dedo V, enviando também um tendão para os dedos III e IV. Tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina nas falanges distais III, IV e V. A sua função passa pela extensão dos dedos sobre os quais termina, contribuindo para a extensão da mão no seu conjunto (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

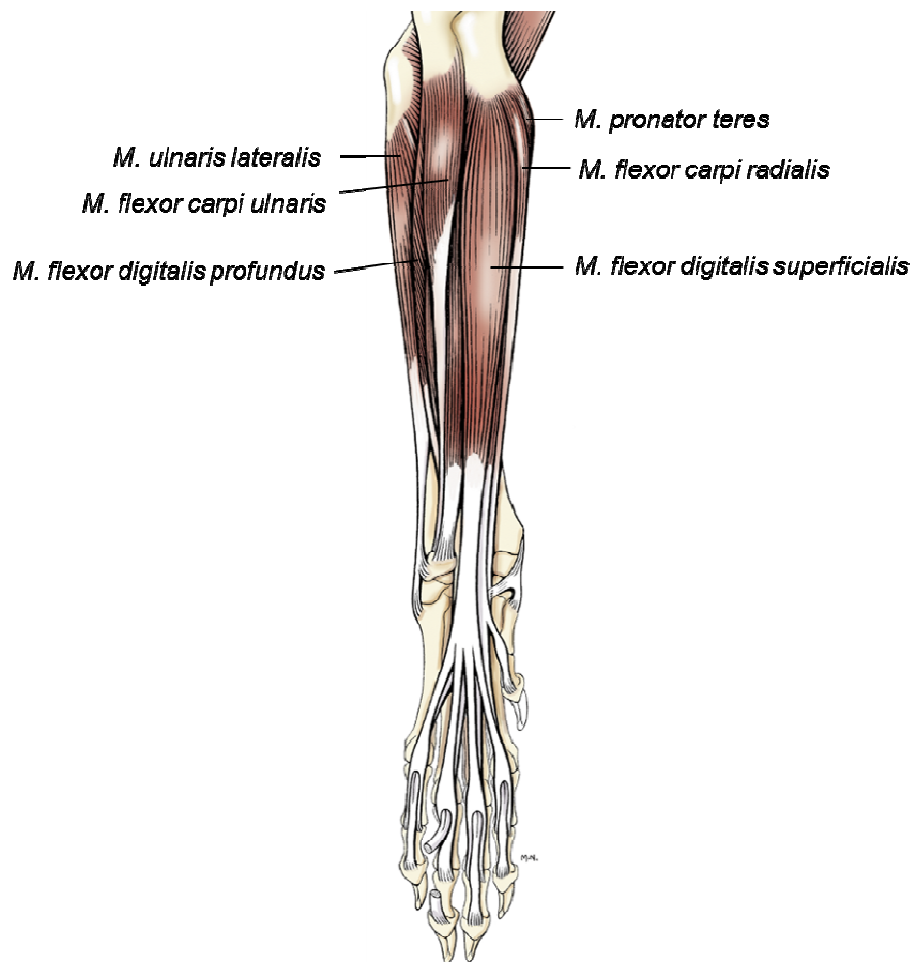
O m. abductor longo do dedo I é um músculo oblíquo que tem início no bordo lateral e nas superfícies craniais do rádio e da ulna, terminando junto ao metacarpiano I. A sua função é a abdução e extensão do dedo I, bem como a extensão da articulação do carpo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. ulnar lateral é um músculo extensor do carpo e da mão, auxiliando o carpo a suportar o peso. Tem origem no epicôndilo lateral do úmero e termina no osso metacarpiano V e no

osso acessório do carpo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Os músculos palmares (Figura 6) são: o pronador redondo (*M. pronator teres*), o pronador quadrado (*M. pronator quadratus*), o flexor radial do carpo (*M. flexor carpi radialis*), o flexor profundo dos dedos (*M. flexor digitalis profundus*), o flexor ulnar do carpo (*M. flexor carpi ulnaris*) e o flexor superficial dos dedos (*M. flexor digitalis superficialis*). Todos estes músculos são inervados pelo nervo mediano, excepto o m. flexor ulnar do carpo que é inervado pelo nervo ulnar e o m. flexor profundo dos dedos que é inervado pelos nervos mediano e ulnar (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Figura 6 - Músculos do antebraço esquerdo, vista caudal (Adaptado de Evans & De Lahunta, 2010).

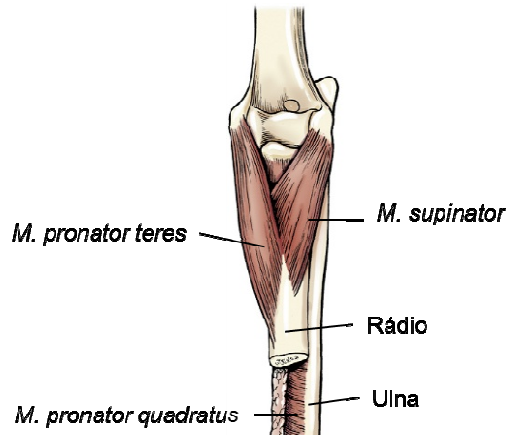


O m. pronador redondo (Figura 7) é superficial e cranial ao m. flexor radial do carpo. Tem origem no epicôndilo medial do úmero e terminação na superfície crânio-medial da extremidade proximal do rádio. A sua função é a de pronação da articulação rádio-ulnar (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. pronador quadrado, também com acção de pronação, localiza-se na face palmar dos ossos do antebraço e do ligamento interósseo. Tem origem na face médio-palmar da ulna e

terminação na face palmar do rádio (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Figura 7 - Músculos pronadores e supinador do antebraço esquerdo, vista cranial (Adaptado de Evans & De Lahunta, 2010).



O m. flexor radial do carpo flete as articulações do carpo; tem origem no epicôndilo medial do úmero e termina na face palmar dos metacarpianos II e III (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. flexor profundo dos dedos é composto por três ventres desiguais: o umeral (o mais volumoso; na parte distal do antebraço, prolonga-se por um forte tendão que recebe os tendões dos ventres ulnar e radial, tem origem no epicôndilo medial do úmero); o ventre ulnar (muito pouco desenvolvido, tem origem no bordo caudal da ulna); e o ventre radial (aplanado contra a face palmar do rádio, originado na porção medial do rádio). Cada divisão tendinosa termina na face palmar da falange distal, mostrando função flexora das articulações do carpo, metacarpo-falângicas e interfalângicas proximais e distais dos dígitos II, III, IV e V (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

O m. flexor ulnar do carpo, quando não está em pronação cruza obliquamente a face palmar do antebraço. Possui dois ventres que se unem distalmente e terminam num tendão único e forte, junto ao osso acessório do carpo. O ventre umeral tem origem no epicôndilo medial do úmero, caudalmente ao m. flexor radial do carpo, enquanto o ventre ulnar tem origem no lado medial do olecrâneo. A função do m. flexor ulnar do carpo é flectir as articulações do carpo (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

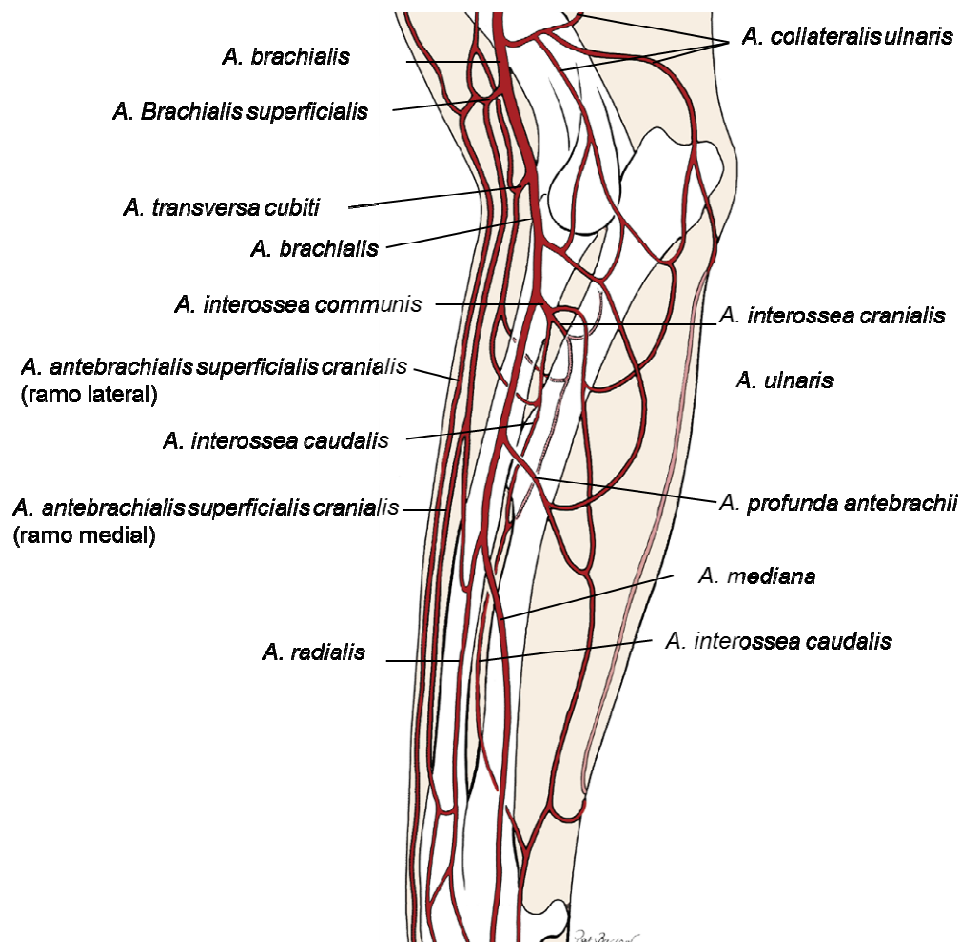
O m. flexor superficial dos dedos tem origem no epicôndilo medial do úmero e termina na face palmar da extremidade proximal da falange média dos dígitos II, III, IV e V. A sua função é flectir as articulações do carpo, metacarpo-falângicas e interfalângicas dos dígitos II, III, IV e V (Barone, 1966; Sisson & Grossman, 1986; Evans & De Lahunta, 2010).

Os últimos dois terços do antebraço não têm uma cobertura muscular significativa, sendo cobertos na sua quase totalidade por apenas pele e tecido conjuntivo (Milovancev & Ralphs, 2004).

5.3. Angiologia

A artéria braquial (*A. brachialis*) é o vaso a partir do qual se ramificam as artérias que irrigam a região do cotovelo e os músculos adjacentes. Assim, na superfície craniomedial do cotovelo, esta dá origem às artérias: colateral ulnar (*A. collateralis ulnaris*), braquial superficial (*A. brachialis superficialis*) e transversa do cotovelo (*A. transversa cubiti*). Depois continua o seu percurso até à região proximal do antebraço, onde se ramifica na a. interóssea comum (*A. interossea communis*) e na a. mediana (*A. mediana*, de menor calibre). Esta última ramifica-se ainda na a. radial (*A. radialis*) e na a. profunda do antebraço (*A. profunda antebrachii*) antes de continuar o seu percurso até aos dígitos (Evans & De Lahunta, 2010).

Figura 8 - Artérias do antebraço direito, vista medial (Adaptado de Evans & De Lahunta, 2010)..



A a. colateral ulnar é o ramo caudal que irriga o m. tricépede, a região do cotovelo, o nervo ulnar e, distalmente, o ventre umeral do m. flexor profundo dos dedos e o m. flexor ulnar do carpo. A a. transversa do cotovelo irriga a cápsula articular do cotovelo e os músculos braquial, extensor radial do carpo, supinador e extensor digital comum. A a. braquial superficial é cranial e continua-se pelo antebraço como a a. cranial superficial do antebraço (*A. antebrachialis superficialis cranialis*), que tem um ramo lateral e outro medial. Os ramos da a. braquial superficial ladeiam a veia cefálica e são acompanhados pelos ramos lateral e medial do nervo radial.

A a. interóssea comum é curta, atravessa o espaço interósseo proximal entre o rádio e o ulna e ramifica-se nas artérias: interóssea cranial (*A. interossea cranialis*), interóssea caudal (*A. interossea caudalis*) e ulnar (*A. ulnaris*). A a. interóssea cranial irriga os músculos: extensor ulnar do carpo, extensor lateral dos dedos, pronador quadrado, supinador e os músculos flexores do carpo e dos dedos. A a. interóssea caudal localiza-se entre o ligamento interósseo do antebraço e o m. pronador quadrado, formando parte da rede vascular do arco palmar do carpo. A artéria ulnar acompanha o nervo ulnar no antebraço.

A artéria mediana percorre a face caudo-medial do antebraço, atravessa o canal do carpo e atinge a região palmar do metacarpo. A meio do antebraço, a partir de um ramo medial da a. mediana, a artéria radial tem origem e atravessa a zona palmar medial do rádio, enquanto de um ramo caudal é originada a a. profunda do antebraço que vai irrigar o m. flexor radial do carpo, flexor ulnar do carpo e o m. flexor digital profundo (Barone, 1996; Evans & De Lahunta, 2010).

A artéria radial e a interóssea são as principais responsáveis pelo fluxo de sangue arterial para o antebraço e são, muitas vezes, alvo de trauma após uma fratura ou cirurgia (Tomlinson, 2006).

Na resposta inicial a uma fratura, a vascularização do perióstio é muito importante, principalmente, em fraturas deslocadas, pois está localmente aumentada tornando-se a principal fonte de sangue (Garofolo & Pozzi, 2013).

Os vasos do perióstio no rádio provêm de anastomoses de pequenos ramos das artérias mediana, interóssea cranial e radial (Garofolo & Pozzi, 2013). Proximalmente, a a. mediana apresenta pequenos ramos que irrigam o m. pronador redondo, formando depois anastomoses com os vasos do perióstio.

Na região caudolateral da extremidade proximal do rádio, a a. interóssea cranial irriga o m. supinador e, mais distalmente, anastomosa-se com os vasos do perióstio sob a forma de dois sistemas paralelos e distintos que acompanham, medial e lateralmente, o sulco do tendão do m. extensor radial do carpo até à metáfise distal. Estes dois sistemas paralelos ramificam-se em vasos de menor calibre na face cranial do rádio, constituindo a principal fonte de sangue do perióstio. O sistema medial forma anastomoses com a a. radial e a.

mediana, enquanto o sistema lateral liga a a. interóssea cranial e caudal, e ao nível da metáfise distal, os dois sistemas anastomosam-se entre si.

O fluxo sanguíneo nos ossos longos é suportado pelas arteríolas nutricia, metafisárias e do perióstee. As arteríolas do perióstee fornecem ao osso cortical entre um décimo a um terço do fluxo sanguíneo, sendo o resto fornecido pela arteríola nutricia e pelos seus ramos medulares. Deste modo, para a regeneração duma fratura é importante tanto o fluxo sanguíneo extra-ósseo como o intra-ósseo (Garofolo & Pozzi, 2013).

O principal fornecimento de sangue intra-ósseo ao rádio e à ulna é feito pelas artérias diafisárias (ramos da artéria palmar interóssea) que penetram no osso através do forâmen nutrício (Tomlinson, 2006) e pelas artérias metafisárias (Welch, Boudrieau, DeJardin & Spodnick, 1997). A artéria nutricia entra no canal medular pelo forâmen nutrício que se localiza na face caudal do rádio, junto ao bordo medial. Divide-se depois num ramo ascendente e noutro descendente que, por sua vez, se dividem e penetram no endóstee onde vão nutrir o córtex diafisário. As extremidades proximal e distal são nutridas pelos ramos terminais da artéria nutricia e pelas artérias metafisárias. As artérias metafisárias provenientes do plexo articular penetram o córtex e ramificam-se, formando anastomoses com os ramos terminais das artérias na junção metáfise-diáfise (Welch *et al.*, 1997).

O suprimento sanguíneo da diáfise do rádio é similar em cães de raça grande ou pequena, apesar de ter sido verificada uma diferença entre estas raças a nível da metáfise distal. Nas raças pequenas observou-se a tendência para uma diminuição da ramificação e densidade vascular na metáfise distal, significando um menor suprimento sanguíneo da extremidade. Em raças grandes verificou-se o inverso, isto é, há uma maior densidade medular de vasos na metáfise distal do rádio. Esta diferença pode justificar as complicações verificadas em cães de raças pequenas após fratura do rádio. No entanto, segundo o mesmo estudo, nem todos os cães de raça pequena mostraram ter uma densidade vascular diminuída na região distal do rádio, levando a hipótese desta característica não ser comum a todos os cães de raça pequena (Welch *et al.*, 1997).

Nos ossos imaturos, o aporte sanguíneo intra-ósseo é maior por existirem vasos sanguíneos adicionais provenientes do músculo pronador quadrado que contribuem para um acréscimo do fluxo sanguíneo (Evans, H.E., 1993 citado por Milovancev & Ralphs, 2004). À medida que o crescimento abranda, ocorre uma redução dramática no fornecimento sanguíneo ao perióstee (Welch *et al.*, 1997).

Normalmente, as artérias metafisárias pouco contribuem para a circulação medular, no entanto, no caso de trauma da artéria nutricia, as artérias metafisárias são capazes de criar um novo canal vascular. Esta resposta regenerativa pode estar comprometida em cães de raça pequena (que frequentemente fraturam o terço distal do rádio) devido à menor

densidade dos vasos metafisários. Assim, nas raças de pequeno porte, a regeneração destas fraturas pode estar mais dependente da artéria nutrícia (Welch *et al.*, 1997).

6. FRATURAS DO RÁDIO E TÉCNICAS CIRÚRGICAS

6.1. Classificação de fraturas

As fraturas são classificadas quanto à localização, origem, tipo, número de focos e tipo de focos. A localização da fratura no osso pode ser: epifisária, metafisária ou diafisária. Quanto à origem, a fratura pode ser traumática ou patológica. Predominantemente têm causas traumáticas que excedem, pela sua intensidade e/ou incidência, a resistência mecânica das estruturas ósseas normais, mas podem também ser devidas a diminuições patológicas desta resistência por doenças (tumoriais, metabólicas, infecciosas, hormonais, ou nutricionais) (Denny & Butterworth, 2000).

Quanto ao tipo, as fraturas podem ser abertas, fechadas, completas, incompletas, impactadas ou deslocadas. São abertas, quando há uma solução de continuidade da pele; fechadas, quando não há comunicação entre o foco de fratura e o meio exterior; incompletas, quando se mantém, embora parcialmente, a continuidade anatômica do osso; completas, quando o osso se cinde em dois ou mais fragmentos distintos; impactadas, quando um fragmento do osso é comprimido contra outro fragmento do mesmo osso; e deslocadas quando um osso quebra e é deslocado, levando a que as extremidades quebradas sejam separados e não se alinhem (Denny & Butterworth, 2000).

Quanto ao foco, a fratura pode ser simples, múltipla (ou asa de borboleta) ou cominutiva (ou complexa). A fratura simples é aquela em que o osso é quebrado em dois fragmentos, representada por apenas uma linha de fratura; a múltipla, é representada por duas ou mais linhas de fratura; e a cominutiva, é caracterizada por apresentar diversos fragmentos, geralmente, de pequenas dimensões em que não é possível a redução anatômica de todos os fragmentos (Denny & Butterworth, 2000)..

A linha da fratura pode ainda ser classificada como: transversa, oblíqua ou em espiral. A fratura transversa implica uma linha de fratura transversa ao eixo axial do osso; a maioria implica forças de flexão. A fratura oblíqua implica uma linha de fratura que é oblíqua ao eixo axial do osso, estando as duas corticais de cada fragmento estão no mesmo plano; geralmente estão envolvidas forças de flexão e compressão axial. A fratura em espiral, com uma linha espiralada ao longo do eixo axial do osso, é causada por forças rotacionais ou de torção (Denny & Butterworth, 2000).

6.2. Fraturas do rádio e da ulna

As fraturas do rádio e ulna representam cerca de 18% a 21% das fraturas diagnosticadas no Cão, representando a terceira fratura mais comum. O terço distal é geralmente a zona mais

atingida (Phillips, 1997; Larsen, Roush, & McLaughlin, 1999; Fossum *et al.*, 2007; Giglio, *et al.*, 2007). Observa-se, geralmente, maior percentagem de fraturas em cães machos e em cachorros com idade até 1 ano, o que pode ser explicado pelo maior nível de actividade e ímpeto que apresentam, relativamente a fêmeas e a cães mais velhos (Giglio *et al.*, 2007; Simon, Ganesh, Ayyappan & Kumar, 2011).

A maioria das fraturas é devida a atropelamentos com veículos motorizados, no entanto, em cães pequenos podem verificar-se após traumas aparentemente mínimos, como saltar ou cair de alturas baixas; enquanto os cães maiores quando saltam ou caem têm maior tendência a sofrer hiperextensão do carpo, isto é, os ligamentos que sustentam a articulação sofrem distensão e ficam lesados (Muir, 1997; Brianza *et al.*, 2006). Isto sugere uma fragilidade óssea inerente nos cães pequenos.

O facto dos ossos do antebraço serem substancialmente desprovidos de cobertura muscular no seu 1/3 distal, contribui para que sejam frequentes as fraturas abertas da metade distal do rádio e da ulna. A fratura pode ser apenas de um osso ou de ambos os ossos do antebraço. O ligamento interósseo ajuda a que a relação espacial entre o rádio e a ulna se mantenha após a fratura (Tomlinson, 2006) mas, em animais jovens, o crescimento ósseo após uma fratura pode ocorrer de forma desigual devido ao encerramento prematuro dos discos epifisários, resultando em deformações ósseas acentuadas (Fossum *et al.*, 2007).

As fraturas do rádio e da ulna são muito predispostas a complicações, e em cães de pequeno porte ou em raças miniatura (como por exemplo: Yorkshire terrier, Chihuahua, Pinscher miniatura), a incidência de fraturas do terço distal do rádio e das suas complicações é ainda maior. Atrasos na união, a não união, a má união, a atrofia do osso, osteomielite, reincidência da fratura, neuropaxia iatrogénica, perda de função e perda de implantes são complicações que podem ocorrer, e que, em última instância, podem levar à necessidade de amputação do membro. Algumas causas envolvidas nas complicações observadas são: a instabilidade biomecânica da fratura, o aumento persistente da produção de cartilagem no foco de fratura, a menor vascularização da região metáfise-diáfise, a menor massa muscular envolvente que promova a irrigação extra-óssea e a menor superfície de contato entre os bordos da fratura devido ao menor diâmetro do osso quando comparados com cães maiores (Muir, 1997; Welch, 1997; Larsen *et al.*, 1999).

6.2.1. Fraturas diafisárias

As fraturas da diáfise, especialmente do terço distal, são as que mais atingem o rádio e a ulna, como já foi referido, sendo a fratura da ulna quase sempre concomitante com a do rádio (Milovancev & Ralphs, 2004; Giglio *et al.*, 2007).

É comum as fraturas distais do rádio serem do tipo transversal ou oblíquo (Simon *et al.*, 2011; Muir, 1997; Giglio *et al.*, 2007), indicando que predominam forças de flexão e/ou de

compressão. As fraturas cominutivas observam-se tipicamente após traumas muito severos e são, normalmente, mais proximais (Muir, 1997).

Os objectivos no tratamento de uma fratura são: o alinhamento ósseo, a aproximação e estabilização dos fragmentos e bordos da fratura, o retorno rápido ao apoio e a função do membro e tempos de regeneração curtos (Johnson *et al.*, 2005 citado por Witsberger, Hulse, Kerwin & Saunders, 2010).

A redução e o alinhamento das fraturas distais do rádio pode ser um desafio, principalmente, em cães pequenos por correrem maior risco de atraso na união e não união óssea. O pequeno diâmetro do osso e dos fragmentos, a orientação transversa ou oblíqua da fratura e as forças exercidas pelos músculos flexor carpal e digital que provocam o deslocamento caudolateral do segmento distal do rádio, podem resultar numa superfície de contato insuficiente entre os bordos ósseos da fratura. Uma vez que a vascularização e a capacidade regenerativa dependem directamente duma boa coaptação e imobilização do foco de fratura, a utilização de técnicas que permitam uma fixação interna estável é fundamental para promover a revascularização e, conseqüentemente, a regeneração óssea (Welch, 1997).

Portanto, todas as fraturas instáveis e a maioria das fraturas estáveis do rádio e da ulna recuperam melhor através de métodos que permitam a fixação interna dos fragmentos ósseos. Deste modo, as duas técnicas de fixação mais recomendadas utilizam fixadores externos e placa com parafusos (Milovancev & Ralphs, 2004). De salientar que nos cães jovens de tamanho médio e grande, a recuperação é geralmente mais fácil, independentemente do processo de estabilização (Welch, 1997), pois os discos epifisários estão ainda activos e, em geral, quanto maior o cão, menor a necessidade duma redução anatómica perfeita (Milovancev & Ralphs, 2004). Assim, a técnica utilizada na redução da fratura depende da idade do animal, do seu tamanho, do tipo, da condição e da severidade da fratura, se existem lesões simultâneas, grau de função que se pretende atingir, bem como da capacidade económica do proprietário do animal e dos cuidados pós-operatórios que podem ser oferecidos (Milovancev & Ralphs, 2004).

6.2.1.1. Coaptação externa

A utilização de talas, como método único é um tratamento pouco usado, estando reservado para fraturas recentes, fechadas, com o mínimo ou nenhum deslocamento dos fragmentos ósseos e em situações em que existe, no mínimo, 50% de contato entre as superfícies ósseas, sem desvios angulares significativos e que a fratura não esteja adjacente a uma articulação. Também se pode utilizar em cães jovens de porte médio/grande com fraturas “em ramo verde” (Milovancev & Ralphs, 2004). Em cães de raça pequena não é um método recomendado, pois estes animais são propensos à não-união ou má-união da fratura

(Fossum *et al.*, 2007), devido à menor vascularização da região e à maior instabilidade biomecânica da fratura devido ao pequeno diâmetro do osso e ao difícil alinhamento dos topos ósseos (Welch, 1997).

O gesso resiste eficientemente às forças de flexão, e as forças de rotação são parcialmente anuladas se se garantir que as articulações adjacentes são abrangidas (desde que se garanta uma adequada flexão do cotovelo). As forças de compressão axial são neutralizadas nas fraturas transversas, apesar de não totalmente. É importante que as articulações fiquem alinhadas, para que não se desenvolvam deformidades como varus ou valgus, mas não é necessário (ou possível) um alinhamento perfeito dos topos ósseos, bastando um mínimo de 50% de sobreposição como já foi referido (Fossum *et al.*, 2007). Este método tem uma incidência de complicações bastante elevada (aproximadamente 83% em cães de raça pequena), onde as não-uniões e os maus alinhamentos se destacam (Lappin *et al.*, 1983; Waters *et al.*, 1993 citados por Larsen *et al.*, 1999).

Em cães de porte pequeno e miniatura, a coaptação externa pode ainda resultar em processos de osteopénia; evita-se assim usar este método após a redução de fraturas por fixação interna (Larsen *et al.*, 1999).

Após o tratamento por coaptação externa, a actividade deve ser restrita.

6.2.1.2. Agulhas intramedulares e técnicas com cerclage

A utilização de agulhas intramedulares no rádio não é aconselhada, pois o acesso ao local para a sua inserção é difícil e provoca, muitas vezes, danos na superfície da articulação do cotovelo e/ou do carpo que conduzem a alterações degenerativas futuras. Além disso, a curvatura cranial do rádio, o tamanho relativamente pequeno e a forma oval da cavidade medular, não permitem a utilização de agulhas suficientemente grandes para resistir às forças de flexão e de cisalhamento. Também não conseguem contrariar as forças de rotação/torção e, por isso, não são capazes de estabilizar com sucesso fraturas (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007).

No entanto, as agulhas intramedulares podem ser utilizadas na ulna complementando outra técnica de fixação do rádio, especialmente, em cães grandes e activos (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007). A colocação da agulha intramedular na ulna deve ser realizada a partir da face medial do oleocrânio, ligeiramente direcionada contra a face lateral e inserida o mais distalmente possível sem perfurar o córtex. Para estimar o tamanho e diâmetro corretos da agulha intramedular, de forma a garantir que fica correctamente colocada na cavidade medular, é fundamental a utilização de radiografias (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007).

6.2.1.3. Fixação externa

O fixador externo é especialmente útil nas fraturas do rádio e da ulna, devido à reduzida musculatura do antebraço que permite um acesso total e fácil para a colocação das agulhas. Este método pode ser utilizado tanto em fraturas abertas como em fechadas. É uma técnica vantajosa, pois: evita maior rutura de tecidos em fraturas cominutivas e em feridas abertas, preserva o fluxo de sangue local, permite uma menor desvitalização dos tecidos (comparativamente às abordagens cirúrgicas abertas), evita a invasão do foco de fratura e permite uma fácil remoção dos implantes após o osso consolidar (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007). Os fixadores externos podem ainda, ser mais fáceis de aplicar, mais baratos e potencialmente reutilizáveis (Milovancev & Ralphs, 2004).

A redução e o alinhamento de uma fratura fechada podem ser conseguidos através da tração pela suspensão (ligeira) do animal pelo membro. No entanto, em cães miniatura, esta tarefa pode ser mais complicada devido ao reduzido diâmetro dos ossos e dos fragmentos, o que pode resultar numa manipulação excessiva com consequências negativas no fluxo sanguíneo do osso e de tecidos circundantes. Portanto, por vezes, para assegurar um alinhamento correto é necessária uma pequena abordagem cirúrgica (Milovancev & Ralphs, 2004).

Outra vantagem do fixador externo é poder funcionar como um extensor contra-forte para manter o comprimento do osso, pois há fraturas cominutivas ou por projéteis que implicam a perda de osso (Fossum *et al.*, 2007).

Os fixadores externos mais utilizados nas fraturas do rádio e da ulna são do tipo Ib (unilateral) ou II (bilateral). A fixação do tipo Ia pode ser utilizada em cães pequenos, no entanto, não é suficientemente forte para cães maiores. Já a fixação do tipo Ib é simples de aplicar e rígida o suficiente. Os sistemas bilaterais são os melhores mas, por vezes, a curvatura cranial do rádio obriga à utilização dos sistemas unilaterais. Os fixadores do tipo II e III são intrinsecamente mais robustos, ideais para fraturas mais complexas que necessitem de maior rigidez (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007).

Os fixadores do tipo Ia são colocados de modo a evitar as massas musculares mediais ou craniomediais ao rádio. Uma maior penetração muscular, como a que os fixadores do tipo II exigem, pode resultar num afrouxamento dos implantes e maior morbidade (Milovancev & Ralphs, 2004).

A escolha do método de fixação externa para a redução de fraturas distais em cães de pequeno porte e miniatura não é linear. Segundo Ferrigno *et al.* (2008), a aplicação de uma placa e de parafusos nestes casos é mais eficaz, pois os fixadores externos provocam maior dificuldade de movimentação devido ao seu peso, enquanto o estímulo no foco de fratura é menor e a proximidade das agulhas relativamente ao fragmento distal pode não promover a adequada estabilização do foco da fratura. No entanto, há outros métodos que podem tornar

a aplicação dos fixadores externos mais eficiente. Milovancev & Ralphs (2004) recomendam as barras de metilmetacrilato para unir as agulhas dos fixadores externos, uma vez que permitem maior versatilidade na aplicação das mesmas e são, especialmente, úteis em fraturas distais de cães de pequeno porte, pois são mais leves que as de aço. Yu, DeCamps e Rooks (2001) descreveram uma técnica em que foi usada uma agulha de Kirschner em conjugação com o fixador externo, o que facilitou a redução anatômica inicial e a manteve, enquanto se aplicou o fixador externo para estabilização da fratura. Os mesmos autores referiram que é um método que permite uma excelente redução anatômica e excelentes resultados pós-cirúrgicos. Alertam contudo, para o facto de ser uma técnica com um tempo de regeneração mais demorado comparativamente a uma redução anatômica fechada, devido à disrupção dos vasos medulares que causa.

Existem ainda os fixadores externos circulares, que são versáteis e que se aplicam com o mínimo de invasão dos tecidos. Oferecem uma boa estabilização da fratura e dos fragmentos ósseos, por resistirem às forças de flexão, translação, rotação e cisalhamento, permitindo micromovimentos axiais no local da fratura enquanto o animal está apoiado no membro, promovendo as condições ideais a uma boa união óssea (Wolf *et al.*, 1981, Goodship & Kenwright, 1985, citados por Piras, Cappellari, Peirone & Ferretti, 2011). Este tipo de fixadores tem bons resultados a longo prazo apesar de mostrarem uma maior taxa de complicações durante o período de recuperação, para além de implicarem uma montagem pré-cirúrgica cuidadosa através de raios X e de equipamento especial de tensão (Anderson, 2003 citado por Milovancev & Ralphs, 2004). Este método também pode ser utilizado com sucesso em cães de pequeno porte e miniatura, mas requer a cooperação do proprietário por um período de tempo prolongado e um cuidadoso seguimento por parte do veterinário para avaliar a estabilidade e integridade do sistema, e determinar o tempo certo para a sua remoção (Piras, Cappellari, Peirone & Ferretti, 2011).

As complicações associadas à aplicação de fixadores externos são o afrouxamento ou a quebra de agulhas, infecção, valgus ou mau alinhamento rotacional, união retardada ou não-união (Milovancev & Ralphs, 2004).

6.2.1.4. Placa e parafusos

A utilização de placa e parafusos é um método adaptável que permite uma excelente estabilização do foco de fratura, promovendo a utilização precoce do membro por parte do animal e reduzindo a incidência de complicações (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007). É uma técnica que tem especial interesse nas fraturas distais do rádio e da ulna em cães de raça pequena, mas que também pode ser usado em cães grandes e animais com múltiplas lesões ortopédicas (Fossum *et al.*, 2007).

Implica, geralmente, uma abordagem cirúrgica mais invasiva, resultando numa maior interrupção dos tecidos e do fluxo de sangue local. Por outro lado, tem a vantagem de facilitar a redução dos fragmentos e de permitir o implante de um enxerto ósseo autólogo, se necessário (Milovancev & Ralphs, 2004).

A aplicação da placa é feita geralmente na face cranial do rádio, sendo suficiente para a maioria dos cães. Pode ainda ser aplicada uma cavilha ou uma placa na ulna quando: é necessário reforçar a fixação, o cão é grande, o peso a suportar é muito elevado, coexistem múltiplas lesões ortopédicas ou quando o dono coopera pouco na recuperação do cão (Fossum *et al.*, 2007).

Também se pode colocar a placa na face medial do rádio. O acesso cirúrgico é mais difícil relativamente ao acesso pela face cranial devido à camada muscular, mas a rigidez axial que proporciona é comparável à da aplicação cranial. A aplicação da placa na face medial do rádio tem a vantagem dos parafusos aplicados no plano médio-lateral terem maior força que os colocados no plano crânio-caudal, evitarem os tendões dos músculos extensores e poder-se utilizar uma placa menor ou mais estreita, com menor espaço entre os parafusos de forma a conservar, ao máximo, a posição dos pequenos fragmentos ósseos (Fossum *et al.*, 2007).

Existem diferentes métodos de aplicação e vários tipos de placas. Ao longo dos anos foram surgindo novas pesquisas e as placas têm evoluído, existindo, hoje em dia, diferentes formas, tamanhos, estruturas e técnicas de aplicação. A escolha da placa a utilizar depende do animal, do tipo e da localização da fratura, do osso e dos tecidos envolventes, do acesso aos implantes e da força dos mesmos, de fatores económicos e da preferência e experiência do cirurgião. De seguida, são referidos alguns tipos de placas e métodos utilizados actualmente na redução de fraturas.

As placas convencionais geram estabilidade no foco de fratura através da redução anatómica dos fragmentos ósseos e de compressão interfragmentária, sendo fundamental o atrito criado entre a placa e o osso para gerar uma fixação interna rígida (Rüedi, 2000 citado por Gordon, Moens, Runciman & Monteith, 2010). Como requerem um contato íntimo com o osso, precisam de o contornar com exatidão e, têm a desvantagem, de afectarem o fluxo de sangue no periósteo, podendo resultar em necrose e reabsorção óssea abaixo da placa (Gautier, 1992 citado por Gordon *et al.*, 2010).

As placas convencionais de compressão dinâmica (dynamic compression plate - DCP) têm orifícios alongados, ovais, que permitem a colocação dos parafusos com diversos ângulos, o que é benéfico para fixar melhor fragmentos isolados, por exemplo. A tensão é feita nos fragmentos da fratura devido a forças de compressão axial unidirecionada, que os aproximam permanentemente, enquanto mantém a fixação interna rígida. Esta técnica também depende do atrito entre a placa e o osso, e do molde, requerendo uma boa redução

anatômica dos fragmentos, o que implica a dissecação dos tecidos e dos vasos circundantes, podendo contribuir para o atraso da regeneração óssea, não-união e maior susceptibilidade a infecções. Tem ainda o inconveniente dos parafusos poderem rodar sobre si próprios, pelo que têm que ser colocados em ambas as corticais para manterem a estabilidade. Deste modo, se houver alterações na cortical (microfraturas ou reabsorção) estes podem sofrer deslocamentos no orifício induzindo desvios aos fragmentos ósseos (Gordon *et al.*, 2010).

As placas de compressão dinâmica são muito úteis na resolução de fraturas transversas. Este tipo de fixação pode ser reforçado com cerclage quando a fratura é longa em espiral ou oblíqua; quando a fratura é cominutiva, a placa pode funcionar como contraforte, estabilizando os fragmentos (Fossum *et al.*, 2007).

Para cães miniatura, existem miniplacas ou placas que se cortam durante a cirurgia à medida do osso. Estas têm a vantagem dos parafusos ficarem próximos, o que pode compensar o facto de serem mais fracas que as placas de compressão dinâmica (Milovancev & Ralphs, 2004).

Em fraturas extremamente distais ou para correcção de deformidades angulares, a aplicação de placas pode ser desaconselhada devido às características anatómicas do osso. Neste caso, as placas em T são mais eficazes e uma boa solução, proporcionando uma fixação adequada do fragmento distal através da aplicação de dois ou mais parafusos no plano transversal (Brasil, 2010). Também pode ser útil estabilizar a ulna com uma placa; existem placas semi-tubulares especialmente adequadas para a superfície curva da ulna (Fossum *et al.*, 2007).

Para corrigir parte das alterações vasculares sofridas pelo perióstio no foco de fratura, foram desenvolvidas as placas de compressão dinâmica com contato limitado (limited contact dynamic compression plate - LC-DCP). Estas permitem uma redução no contato com o osso superior a 50%, comparativamente às placas de compressão dinâmica, e moldam-se de forma mais fácil e uniforme. Têm a capacidade de exercer uma compressão axial multifocal, mas ainda assim continuam a requerer forças de compressão contra o perióstio e contra os fragmentos ósseos para promover estabilidade (Perren, 1991 citado por DeTora e Kraus, 2008).

Mais recentemente, foram desenvolvidas as placas de compressão bloqueada que permitem contornar o problema dos parafusos que se soltam e melhorar a regeneração óssea (Gordon *et al.*, 2010). Nos sistemas bloqueados, os parafusos têm uma rosca que tranca na placa de forma a bloquear qualquer movimento, aumentando, em muito, a estabilidade do foco da fratura. Deste modo, a placa não depende do atrito, não necessita dum contato direto com o osso, nem de ser perfeitamente moldada a ele para manter a redução anatômica como necessitam as placas convencionais. Consequentemente, consegue-se reduzir o tempo de cirurgia, a dissecação dos tecidos e o fluxo de sangue no perióstio é

beneficiado, o que significa uma menor probabilidade de necrose óssea e menos casos de osteomielite. Neste sistema, os orifícios estão desenhados de forma a ser possível usar parafusos convencionais ou parafusos bloqueados, sendo possível conjugar os dois tipos de parafusos na mesma placa (Gordon *et al.*, 2010). Esta possibilidade trás vantagens porque associa a maior resistência às forças de torção, flexão e cisalhamento dos parafusos bloqueados (DeTora & Kraus, 2008), com a capacidade de angulação (necessária, por exemplo, para evitar uma superfície articular) e de compressão no foco de fratura dos parafusos convencionais. Adicionalmente, como os parafusos convencionais são mais baratos, tornam a técnica mais económica. Apesar dos parafusos bicorticais resistirem a maiores forças de torção, os parafusos monocorticais em placas bloqueadas são uma hipótese eficiente em muitas ocasiões, uma vez que não há hipótese deles se deslocarem e, por isso, implicam menor stress cortical (Gordon *et al.*, 2010).

No entanto, há que ter em atenção o tamanho dos parafusos relativamente ao osso, pois a extremidade deste não deve atingir o córtex oposto sob pena de desgaste e de se soltar, sendo preferível usar parafusos bicorticais nestes casos, assim como no córtex metafisário e epifisário que são ainda mais finos (Gautier & Sommer, 2003).

Uma variante das placas bloqueadas são as placas SOP (string of pearls) que utilizam parafusos ortopédicos convencionais de forma bloqueada e possuem flexibilidade. Podem ser moldadas (no sentido medial-lateral, cranial-caudal e em torção) até um ângulo de seis graus sem deformar a estrutura da rosca da placa e sem perder a sua força e rigidez (DeTora & Kraus, 2008).

Relativamente à abordagem cirúrgica, foi desenvolvida uma técnica menos traumática e invasiva, que requer mínima ou nenhuma exposição do foco de fratura e o contato com o perióstio é limitado, causando menos disrupção vascular dos tecidos envolventes e do perióstio. A técnica dá ênfase ao alinhamento do membro e das articulações, evitando a manipulação excessiva dos fragmentos da fratura e diminuindo assim o tempo de cirurgia. Deste modo, espera-se causar menor morbidade, melhorar o retorno à função e encurtar o tempo de regeneração óssea. No entanto, o facto de não se analisarem as extremidades da fratura pode tornar-se um inconveniente, pois não permite ter a certeza do alinhamento rotacional correto e de qual a curvatura certa para moldar a placa ao osso (Krettek *et al.*, 2001 citado por Witsberger *et al.*, 2010).

Figura 9 - Placa SOP (string of pearls), com capacidade de flexão até 6°. Fonte: Ness (2009).



Denominada como placa de osteossíntese de invasão mínima, utiliza pequenas incisões sobre as epífises ou metáfises, geralmente distantes do local de fratura, criando um túnel epi-periosteal ao longo da diáfise cranial por onde vai ser colocada a placa (Witsberger *et al.*, 2010). Há um portal proximal que facilita o acesso ao osso e a colocação da placa entre os músculos extensor digital lateral e o ulnar lateral. Assim, a redução dos fragmentos ósseos pode ser realizada com uma abordagem direta ou indireta. Nesta técnica é colocada geralmente uma agulha medular Steinman na ulna para auxiliar na redução da fratura e aumentar a estabilidade biomecânica do sistema. Portanto, além de reduzir a fadiga e a tensão a que a placa no rádio está sujeita através da aplicação da agulha de Steinman, este sistema ainda tem a vantagem de, numa redução indirecta, se poder usar uma placa maior no rádio, o que implica menor tensão e menos parafusos necessários, sem grande prejuízo para a ruptura dos vasos dos tecidos moles (Gautier & Sommer, 2003). No estudo de Witsberger *et al.* (2010), o tempo médio de união observável ao RX foi de 10,5 semanas e para esta técnica não teve casos de insucesso. No entanto, os autores aconselham a remoção da agulha intramedular da ulna após a resolução da fratura, devido à irritação frequente do tendão do músculo tricépede junto ao oleocrânio, onde a agulha sai.

A dificuldade em aplicar uma agulha na ulna de cães de raça miniatura devido ao tamanho reduzido do osso, pode impedir a utilização deste método nestas raças (Witsberger *et al.*, 2010).

Em certos casos, como os das fraturas cominutivas em que é difícil moldar a placa ao osso ou, casos em que não se possam usar parafusos bicorticais, é útil conjugar a técnica de invasão mínima com as placas bloqueadas (Haaland *et al.*, 2009 citado por Witsberger *et al.*, 2010).

O uso de placas e parafusos está associado a algumas complicações como, por exemplo: falha dos implantes, deformidades angulares, osteopénia induzida por stress de proteção, infecção, condução térmica com irritação e erosão da pele (Larsen *et al.*, 1999).

Em cães miniatura, após a aplicação da placa é frequente a osteopénia induzida por stress de proteção. O processo consiste na atrofia do córtex em resultado de uma carga subfisiológica a que o osso está sujeito, devido a um excesso de rigidez do implante comparativamente ao osso, isto é, o osso deixa de ter cargas a estimulá-lo e começa a ser

reabsorvido, implicando que a placa e os parafusos tenham que ser removidos para que continue a haver regeneração óssea, envolvendo maiores riscos e custos.

Para evitar este problema, Saikku-Bäckström *et al.* (2005) desenvolveram um método de osteossíntese com placas reabsorvíveis, mini-parafusos metálicos e talas. As placas de polilactídeo auto-reforçadas (SR-PLA (70/30)) são constituídas por uma matriz de polímeros biodegradáveis reforçada por fibras do mesmo material. Estas permitem a fixação e a estabilização dos segmentos fraturados até à completa regeneração óssea, sendo completamente reabsorvidos após exercer a sua função. Como têm uma flexibilidade similar ao osso cortical e, gradualmente, transferem o stress que suportam para o osso em regeneração, evitam a osteopénia por stress de proteção e estimulam o crescimento do osso e a sua remodelação à medida que são reabsorvidas (2-3 anos). Apesar dos dados apontarem para uma resistência das placas comparável às do aço, durante o estudo de Saikku-Bäckström *et al.* (2005) não havia experiência clínica a corroborar a robustez das placas, pelo que foram utilizadas talas por precaução e para suporte adicional.

As placas de titânio estão cada vez mais em voga, apesar das placas de aço inoxidável continuarem a ser a mais comumente utilizadas. Segundo Syrcle & Cook (2004), as placas de titânio apresentam menor risco de indução de osteopénia por stress de proteção, pois têm maior elasticidade que as placas de aço inoxidável. Além disso, têm a vantagem de ser mais leves e resistentes à corrosão que o aço inoxidável, ter algum grau suplementar de maleabilidade, maior biocompatibilidade com o osso e menores taxas de infecção (Brasil, 2010). Por outro lado, são relativamente mais fracas, podem falhar antes do osso consolidar e tendem a criar uma ligação ao osso muito mais forte do que outros materiais, tornando-se difícil removê-las quando necessário (Syrcle & Cook, 2004).

As placas de titânio, bloqueadas e reabsorvíveis são as mais caras. Mas o investimento acaba por compensar, se se reduzir a necessidade de múltiplas intervenções cirúrgicas para remoção dos implantes que também envolvem riscos e custos.

6.2.2. Fraturas epifisárias

As fraturas envolvendo as epífises proximal e distal requerem métodos especiais de fixação. Uma fratura proximal do rádio pode ser estabilizada aplicando uma fixação que englobe o rádio e a ulna, isto é, a parte distal deve ser aplicada no rádio e a parte proximal aplicada na ulna. A utilização dum fixador externo é uma boa solução. Tratando-se duma fratura distal, pode utilizar-se uma fixação transarticular que temporária ou permanentemente, actue como uma artrodése (Fossum *et al.*, 2007).

6.3. Fraturas isoladas do rádio

6.3.1. Fratura da extremidade proximal do rádio

A fratura isolada da extremidade proximal do rádio é rara. Ocorre geralmente devido a um trauma e apresenta-se tipicamente como uma fratura intra-articular com lascas ósseas, necessitando de uma redução anatómica perfeita para minimizar futuros problemas de degeneração articular (Milovancev & Ralphs, 2004; Fossum *et al.*, 2007). Se o fragmento for de grandes dimensões, é recomendado usar fixação com parafusos. No entanto, são mais frequentes as pequenas fraturas resultantes da avulsão da inserção do ligamento colateral lateral. Este tipo de fratura é difícil de tratar, pois as agulhas de Kirschner não conferem estabilidade suficiente, pelo que a utilização de parafusos tem que ser feita de forma a fixar simultaneamente o fragmento e os tecidos moles. Isto só é possível através da utilização de uma anilha de segurança que mantém o fragmento ósseo e o tecido mole envolvente juntos (Fossum *et al.*, 2007).

Se não for possível reparar a fratura por ser cominutiva ou crónica, a alternativa mais eficaz é recorrer a uma artrodése da articulação úmero-rádio-ulnar (Fossum *et al.*, 2007).

6.3.2. Fratura do corpo do rádio

A fratura isolada do corpo do rádio é mais comum em animais jovens e resulta frequentemente de traumatismos, dentadas ou tiros de arma de fogo a baixa velocidade (Fossum *et al.*, 2007). Em cães jovens de médio/grande porte é comum tratar-se duma fratura “em ramo verde”, em que o osso dobra, partindo-se parcialmente. É uma fratura geralmente fechada, em que a ulna não é afetada e, portanto, não é comum haver um deslocamento significativo dos fragmentos. No caso de ser recente, é possível tratar este tipo de fratura apenas através de coaptação externa (tala ou gesso) e restrição da actividade (Fossum *et al.*, 2007).

A coaptação externa é particularmente eficaz em fraturas do corpo do rádio transversas porque anula as forças de flexão e de torção mas, pelo contrário, tem pouco sucesso em fraturas oblíquas e em espiral porque pouco faz quanto às forças de compressão, tensão e cisalhamento (Egger, E.L.,1993 citado por Milovancev & Ralphs, 2004). Cães de raça pequena como já foi referido anteriormente, não são bons candidatos ao tratamento por coaptação externa (Waters, 1993 citado por Milovancev & Ralphs, 2004), sendo preferível o tratamento através de placa e parafusos.

6.3.3. Fratura do processo estilóide radial

A fratura do processo estilóide dá-se no espaço intra-articular e associa-se, normalmente, à avulsão do ligamento colateral medial, resultando na instabilidade da articulação. Requer um alinhamento perfeito e fixação interna. O fragmento ósseo é geralmente pequeno, não

permitindo a fixação por parafuso. Neste caso é frequente utilizar-se pequenas agulhas de Kirschner para promover o alinhamento e a estabilidade rotacional e uma cerclage em oito, funcionando como uma banda de tensão para neutralização das forças de distração. É também frequente usar proteção extra através de coaptação externa nas primeiras semanas após a redução da fratura (Fossum *et al.*, 2007).

6.4. Fraturas de cães em crescimento

Durante o crescimento, a região do disco epifisário é mais propensa a lesões devido à sua estrutura que a torna mais frágil. A experiência clínica indica que quando há uma fratura nesta região, o crescimento normal do osso pode ser afectado, pois verifica-se geralmente o encerramento precoce do disco epifisário. Como foi referido anteriormente, as metáfises proximais e distais do rádio e da ulna crescem a ritmos diferentes, o que significa que o encerramento precoce de qualquer uma destas cartilagens provoca o encurtamento do osso e deformidades angulares do antebraço devido à restrição de crescimento dum osso comparativamente ao outro. Sem tratamento, o antebraço fica deformado e a função do membro é afectada (Fossum *et al.*, 2007).

O encerramento precoce da metáfise proximal do rádio não é comum; quando ocorre, há normalmente um ligeiro encurtamento do rádio e a articulação úmero-radial alarga mas, em princípio, não se verificam deformidades angulares do membro (Fossum *et al.*, 2007).

O encerramento precoce da metáfise distal do rádio pode ser simétrico ou assimétrico. Quando é simétrico verifica-se o encurtamento do rádio, há deformação angular do membro em varus com rotação interna da pata e um aumento do espaço articular úmero-radial que resulta em diferentes estágios de subluxação ulnar proximal. No caso de ocorrer um encerramento assimétrico da metáfise distal, a parte lateral é a mais atingida, resultando num valgus a nível do carpo ou num encurtamento do rádio e subluxação da articulação do cotovelo (Fossum *et al.*, 2007).

A lesão que ocorre mais comumente é o encerramento precoce da metáfise distal da ulna. Provavelmente devido à sua forma cónica, qualquer força exercida lateralmente no membro significa uma força compressiva na metáfise. Esta lesão restringe secundariamente o crescimento longitudinal do rádio, resultando no seu encurtamento e curvatura cranial, rotação externa da pata, valgus a nível do carpo e subluxação do cotovelo (Fossum *et al.*, 2007).

A sinostose do rádio e da ulna mimetiza o encerramento precoce da metáfise distal da ulna. É causada por um trauma que atinge ambos os ossos. Estes ao saírem acabam por se fundir. Como o rádio continua a crescer longitudinalmente, o oleocrânio tem que se estender distalmente e acaba por se verificar uma separação/subluxação úmero-ulnar. Consequentemente, existe dor no cotovelo e diminuição da amplitude de movimento

articular. Também podem ocorrer alterações a nível distal mas não tão pronunciadas como as que se verificam a nível do cotovelo (Fossum *et al.*, 2007). Se após a lesão, o encerramento do disco epifisário for detectado a tempo, podem-se evitar as deformidades e encurtamento ósseo. O tratamento passa, geralmente, pela remoção da metáfise afetada através de ostectomia. Quando se trata de animais imaturos, convém retardar a regeneração óssea para que não se sintam efeitos de restrição no osso intacto, o que se consegue removendo o perióstio e colocando um enxerto de gordura autólogo no espaço da ostectomia (Fossum *et al.*, 2007).

Quando o encerramento do disco epifisário já ocorreu, a ostectomia ainda é capaz de corrigir uma leve a moderada subluxação do cotovelo, mas deve-se começar o tratamento o quanto antes, para que as lesões (osteoartrite) a nível da articulação não evoluam ao ponto de se tornarem irreversíveis e piorem o prognóstico. Portanto, primeiro restaura-se a congruência da articulação e só depois se corrigem as deformidades angulares e rotacionais do membro. Se ainda não houver deformidades ou osteoartrite, é possível fazer uma correcção aguda da articulação do cotovelo, procedendo-se a uma osteotomia ulnar proximal, que permite que a congruência da articulação seja restabelecida. É inserida uma agulha intramedular na ulna para contrariar as forças de rotação exercidas pelos músculos e providenciar estabilização. Esta técnica também é muito utilizada nos casos de encerramento precoce da metáfise distal da ulna (Fossum *et al.*, 2007).

Quando se verifica o encerramento prematuro da metáfise distal do rádio em animais com menos de 5 meses de idade, há uma grande perda de comprimento ósseo. Nestes casos, deve fazer-se uma osteotomia do rádio e uma osteotomia ou ostectomia da ulna, e utilizar-se um fixador externo que controle as deformidades e que permita estimular o crescimento ósseo diariamente por distração osteogénica. Esta técnica requer cooperação por parte do dono e exame médico frequente (Fossum *et al.*, 2007).

Em animais de 7 a 9 meses, em que o potencial de crescimento é já limitado, o tratamento é menos complexo, uma vez que a maioria do crescimento longitudinal já ocorreu, sendo necessário apenas corrigir as deformidades. O método envolve osteotomia e estabilização do osso por fixador externo, placas e parafusos ou coaptação externa. Se a ulna estiver intacta, deve-se proceder à sua ostectomia (juntamente com o perióstio) para permitir o acesso ao rádio e impedir qualquer influência no crescimento que ainda possa ocorrer. Como as deformidades surgem tipicamente nos 2 a 3 cm distais do rádio, uma placa em T ou um fixador externo são hipóteses eficientes para a estabilização da fratura. Simultaneamente, para um alinhamento adequado podem utilizar-se agulhas de Kirschner. É esperado um período de recuperação de cerca de 8 semanas (Fossum *et al.*, 2007).

IV. MATERIAIS E MÉTODOS

1. Modelo experimental

Com o objectivo de estudar o rádio do cão e, em particular, a sua metade distal, radiografou-se duas projecções (latero-lateral – LL e dorso-ventral – VD) do antebraço de 80 cães. Após a avaliação dos raios X, observou-se que 19 rádios tinham alterações da estrutura óssea, pelo que foram excluídos do estudo. Deste modo, a amostra analisada foi de 61 cães, sem história de fratura, deformidades angulares ou claudicação, de ambos os géneros e variadas idades e raças.

Como se observou diferenças óbvias nos rádios durante a medição e, de modo a facilitar o estudo estatístico, agruparam-se os cães segundo o porte e grupo racial, tendo em conta a forma e tamanho do rádio, em: baixotes, pequenos, médios e grandes. O grupo dos cães baixotes é caracterizado por rádios curtos com uma forma mais angular e larga na sua porção distal, que se destaca dos rádios doutros cães. O grupo dos cães pequenos inclui todos os cães com um comprimento longitudinal de rádio inferior a 140 mm, o grupo dos cães médios inclui todos os cães com um comprimento longitudinal de rádio de 140 a 180 mm e o grupo dos cães grandes inclui todos os cães com um comprimento longitudinal de rádio superior a 180 mm. A Tabela 1 resume as características e raças de cada grupo.

Tabela 1 - Classificação segundo o porte dos cães.

Grupo	Discrição	Raças estudadas
Baixotes n=7	rádio curto, maior angularidade e diâmetro da porção distal	1 Basset Hound, 3 Bulldog Francês, 1 Bulldog Inglês, 1 Scottish Terrier, 1 Teckel;
Pequenos n=30	< 140 mm	1 Bedlington Terrier, 1 Beagle, 1 Bull Terrier, 6 Caniche, 1 Charles King Spaniel, 1 Spitz, 14 SRD, 2 Schnauzer, 3 Yorkshire Terrier;
Médios n=16	140 – 180 mm	1 Cão de Água Português, 2 Epanhol Breton, 1 Galgo, 3 Labrador, 9 SRD;
Grandes n=8	> 180 mm	1 Boxer, 1 Golden Retriever, 2 Pastor Alemão, 1 Perdigueiro Português, 2 SRD, 1 Weimaraner.

2. Método de recolha dos dados

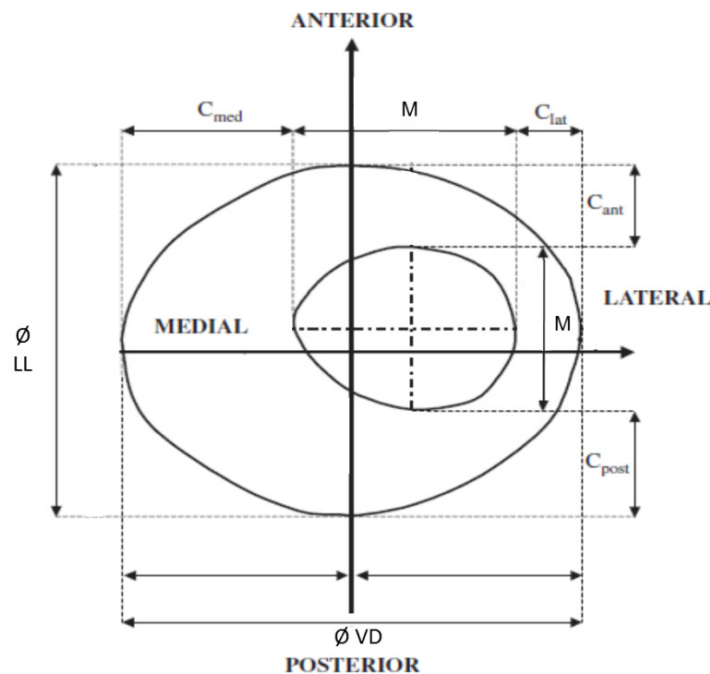
Os raios X foram gravados numa imagem DICOM e depois transformados em JPEG para poderem ser medidos no programa AutoCAD 2011 (Autodesk, CA, EUA/USA). Como a imagem do RX inclui uma escala, esta foi utilizada para escalonar a imagem dos raios X no

AutoCAD, de modo a tornar precisas as medições posteriormente realizadas. Todas as imagens foram manipuladas e medidas pelo mesmo operador.

Para medir o comprimento longitudinal do rádio, foi traçada uma linha entre as extremidades proximal e distal da face caudal, no caso da projecção LL, e entre as extremidades proximal e distal da face medial, no caso da projecção VD, até à intersecção de linhas paralelas à extremidade proximal e à extremidade distal do osso (como se este estivesse a ser medido numa superfície plana).

Seguidamente, com o intuito de estudar o rádio ao longo da sua metade distal, traçou-se uma linha entre a metade da metáfise distal e a metade da medula a meio do rádio, tanto na vista LL como na vista VD. Esta foi dividida em dez e, em cada um destes pontos/regiões, traçou-se perpendiculares que serviram de base para medir o diâmetro do osso, as corticais, a cavidade medular e, também, a curvatura do rádio. Obtiveram-se assim, onze medições de cada parâmetro morfométrico ao longo da metade distal do rádio e, ainda, o diâmetro e a curvatura do rádio na região distal mais larga do osso. Na figura 6 é possível ver as regiões medidas, sendo um exemplo da forma como o diâmetro, a cavidade medular e a curvatura maior foram medidos.

Figura 10 – Representação esquemática das medições registadas no rádio.



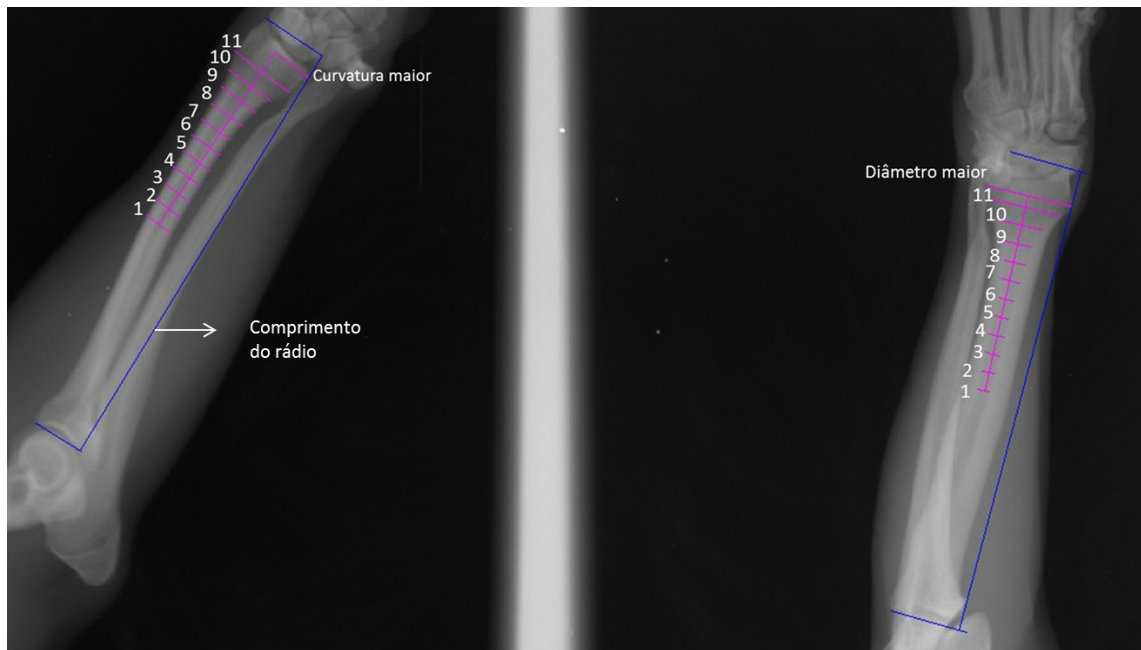
Legenda: C_{med} (cortical medial); C_{lat} (cortical lateral); M (cavidade medular); C_{ant} (cortical anterior); C_{post} (cortical posterior); $\varnothing LL$ (diâmetro do rádio, vista latero-lateral); $\varnothing VD$ (diâmetro do rádio, vista ventro-dorsal)

A região 11 corresponde à metáfise distal, e o que se designou de curvatura e diâmetro maior, na região 12, corresponde à zona mais larga da epífise distal.

A curvatura do rádio foi medida em cada uma das regiões traçando uma linha perpendicular desde a linha central medular até à cortical (posterior na vista LL e medial na vista VD).

Com o objectivo de fazer comparações entre os grupos de cães, as medidas do diâmetro do osso, corticais, cavidade medular e curvatura foram depois normalizadas pelo comprimento do respectivo rádio.

Figura 11 - Exemplo do método de medição e regiões medidas.



3. Análise estatística

A análise estatística foi realizada através do comando PROC GLM do programa SAS (SAS Institute Inc., NC; EUA/USA), que permite fazer uma análise de variância (ANOVA) com dados não balanceados. Realizou-se uma ANOVA dos dados não padronizados e, outra, com os dados padronizados. As medidas de cada parâmetro, ao longo da metade distal do rádio, foram usadas para calcular as médias por grupo e as respectivas significâncias foram obtidas. Os dados foram, deste modo, analisados na tentativa de descrever e comparar os parâmetros morfométricos reais dos cães baixotes, pequenos, médios e grandes, bem como comparados os parâmetros morfométricos entre grupos após terem sido padronizados pelo tamanho do rádio. O nível de significância utilizado foi de $p \leq 0,05$.

Foram realizadas também correlações entre o comprimento do rádio e os outros parâmetros morfométricos. Foi considerada existir uma correlação forte valores que se situavam entre 0,70 a 1, moderada de 0,3 a 0,7 e fraca de 0 a 0,3.

Utilizou-se o Excel da Microsoft para realizar os gráficos representativos dos resultados. Em resumo, pretendeu-se obter resultados descritivos que permitissem conhecer um pouco melhor a variabilidade morfométrica existente entre os raios na espécie canina, bem como encontrar dados padronizados que permitam comparar os diferentes grupos entre si.

V. RESULTADOS

No Anexo 1 e Anexo 2 são apresentados os resultados, não padronizados (NP) e padronizados (P), dos valores médios (e respectivas significâncias) dos parâmetros morfométricos estudados no rádio de cada grupo de cães. Para auxiliar a análise das tabelas do Anexo 1 e 2, foram elaborados gráficos que representam as características anatómicas do osso de cada grupo.

Analisando a tabela do Anexo 1, encontram-se diferenças significativas no comprimento médio do rádio entre grupos quando se tem em conta o porte, sendo que o grupo dos baixotes apresenta um rádio mais curto, depois os cães pequenos e, à medida que o porte aumenta, também o comprimento do rádio aumenta.

A tabela 2 resume as características médias dos cães estudados. Nela é possível verificar que no grupo dos baixotes, os cães apresentam uma elevada densidade, isto é, apesar de serem os mais curtos mostram um peso muito considerável, quase o dobro dos cães pequenos. Nos restantes grupos há uma relação positiva entre o tamanho do cão, o peso e o tamanho do rádio.

Tabela 2 – Valores médios das características estudadas no rádio, segundo o porte do animal.

	Baixotes	Pequenos	Médios	Grandes
Idade	5 anos	8 anos	8 anos	5 anos
Peso (kg)	14,5	8,0	17,1	30,4
Género (m, f)	5 m, 2 f	13 m, 17 f	4 m, 12 f	5 m, 3 f
Comprimento (mm)	88,79	97,13	156,23	192,03
$p < 0,001$	\pm 9,342	\pm 4,639	\pm 2,966	\pm 6,027

Continuando a analisar o Anexo 1, verifica-se que o rádio tem tendência a apresentar uma curvatura no sentido antero-posterior e outra no sentido medio-lateral. No entanto, enquanto a curvatura medio-lateral é mais evidente apenas na porção distal (a partir da região 7), a curvatura antero-posterior tem início logo no início da metade distal do rádio (Gráficos 1 e 2). Tendo em conta as medidas registadas (NP), quanto maior é o cão, maior a curvatura do seu rádio, exceptuando os baixotes, que mostram uma curvatura maior que os cães

pequenos na projeção LL, e uma curvatura maior que os pequenos e os médios na projeção VD, excepto a partir da região 11, em que os cães de porte médio voltam a ter uma curvatura maior que os baixotes (Gráfico 1).

Gráfico 1 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).

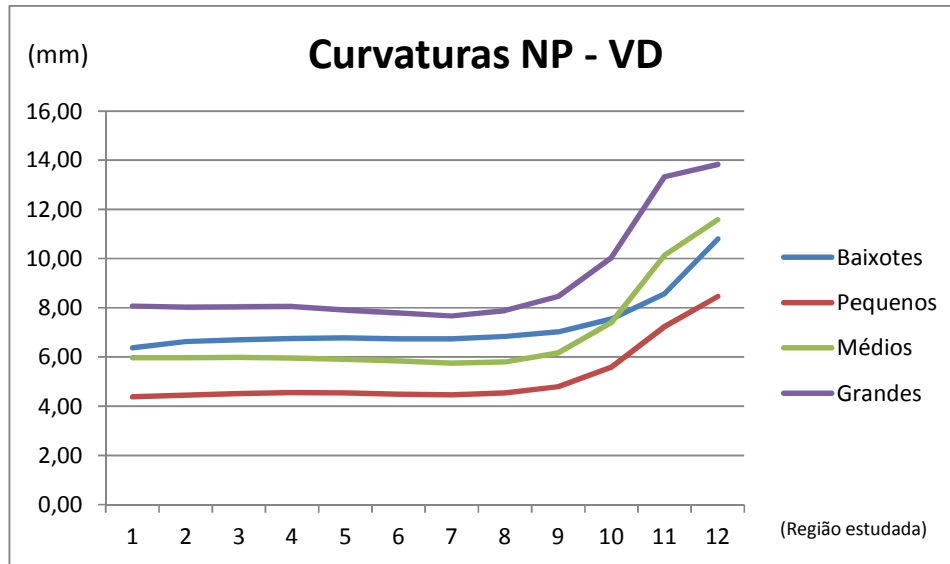
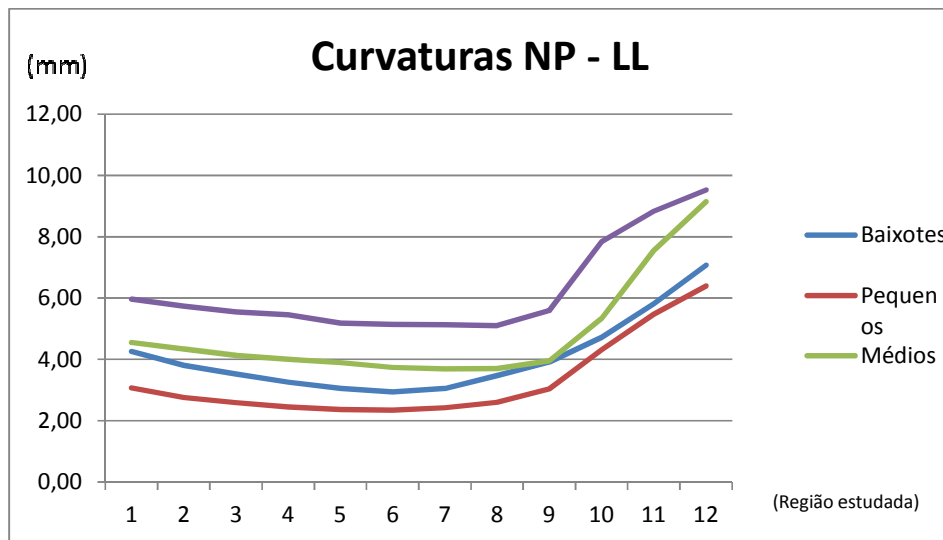


Gráfico 2 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).



No entanto, quando se comparam os grupos através das medidas padronizadas, é facilmente perceptível que, proporcionalmente, o grupo dos baixotes é o que tem o rádio mais curvo, em ambas as projeções radiográficas. A curvatura na extremidade distal é mais discreta nos outros grupos, sendo interessante verificar que, em proporção, os cães

pequenos têm uma maior curvatura que os cães médios e grandes na projeção VD (Gráfico 3) e, a partir da região 8, na projecção LL (Gráfico 4).

Gráfico 3 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).

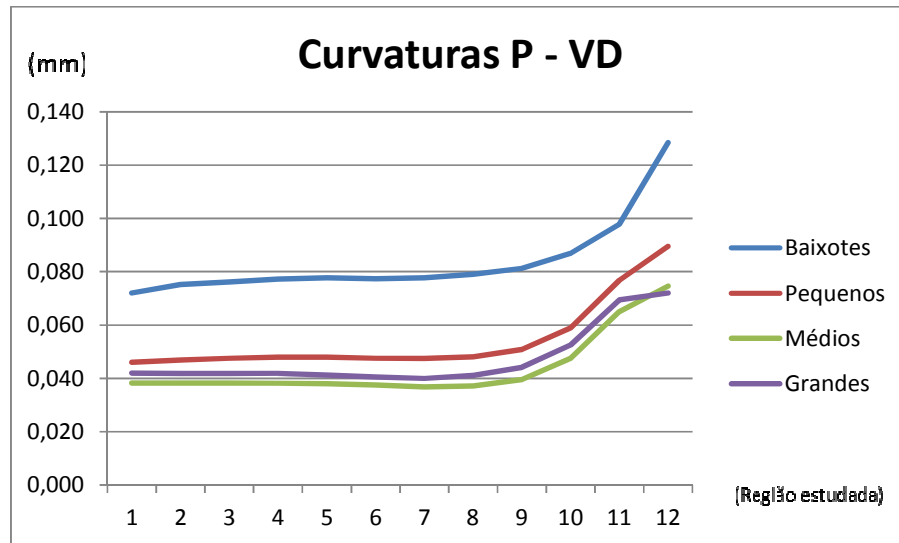
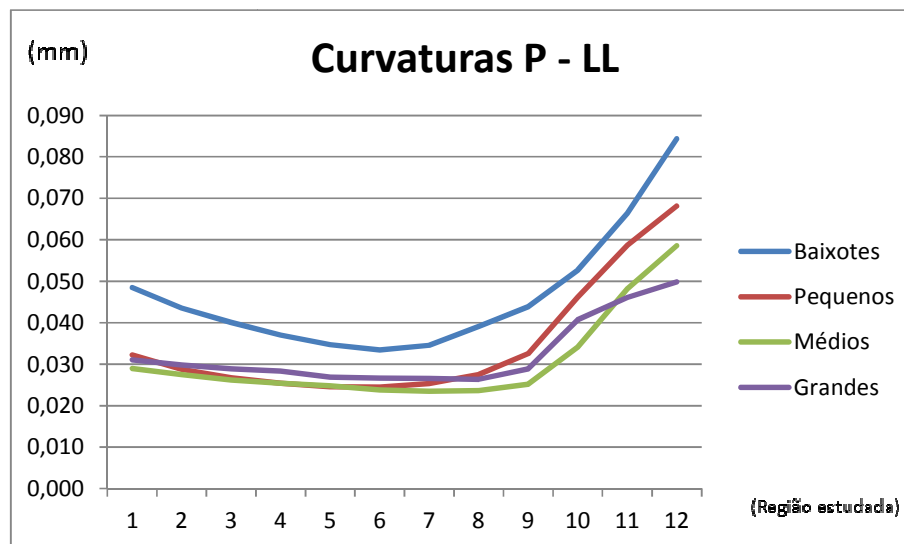


Gráfico 4 - Representação da evolução da curvatura do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).



Quanto ao diâmetro do rádio, este vai aumentando à medida que se avança na metade distal. Tendo em conta as medições feitas, o diâmetro aumenta tendencialmente com o comprimento do rádio, no entanto, os baixotes têm diâmetros superiores aos cães pequenos, apesar destes últimos terem um comprimento de rádio maior (Gráfico 5). Observam-se, diferenças entre a projeção LL e a VD, pois na projeção LL os cães médios

têm um diâmetro de osso maior que os dos baixotes, mas na projeção VD (Gráfico 6) a situação inverte-se: apenas na região 11 e na região distal mais larga do osso é que os cães médios têm diâmetros maiores que dos baixotes. As diferenças entre grupos são significativas em todas as regiões, excepto na região 7, 8, 9, e 10. Quando se analisam as medidas padronizadas, observa-se que proporcionalmente, os baixotes são o grupo com diâmetro de rádio maior, seguido do grupo dos cães pequenos e, só então, os cães grandes e os médios. Os cães grandes têm, proporcionalmente, maior diâmetro de rádio que os médios, excepto na projecção LL na região 11 e na região distal mais larga do osso (Gráfico 8), no entanto, o nível de significância destes resultados não é significativo.

Gráfico 5 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).

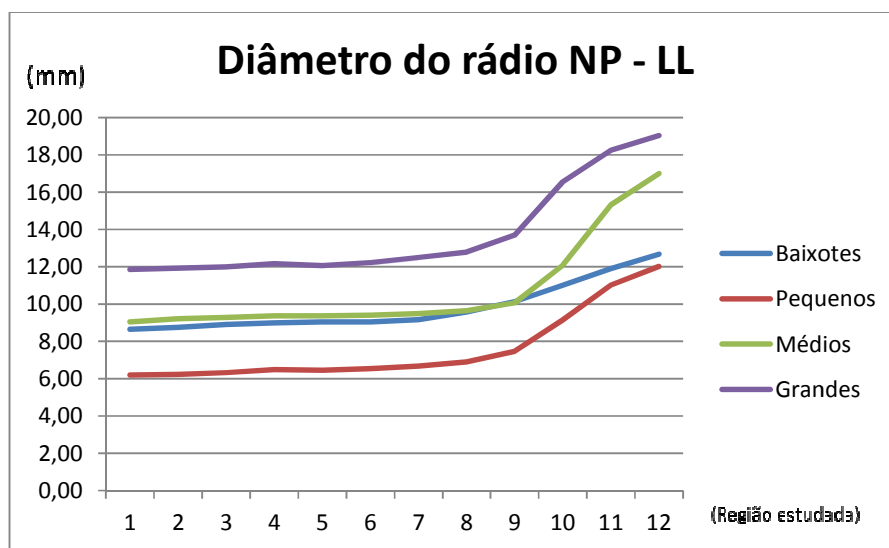


Gráfico 6 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).

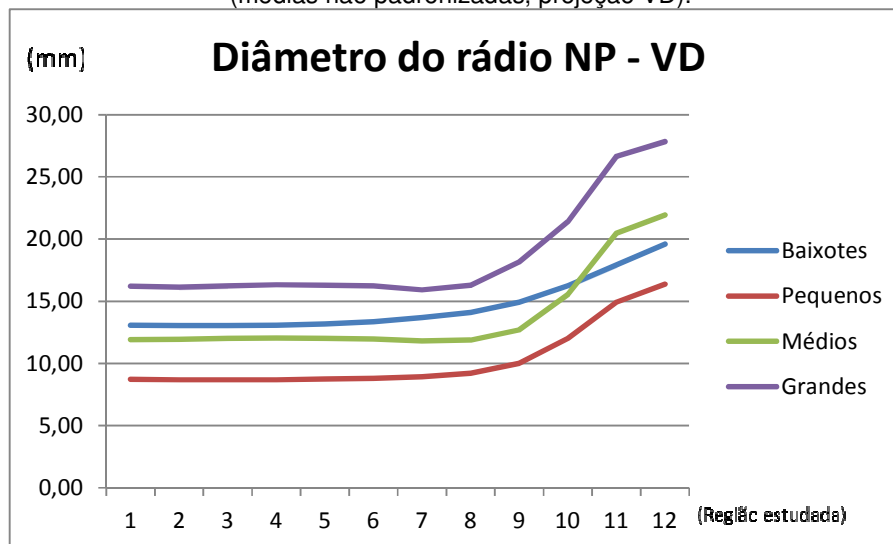


Gráfico 7 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).

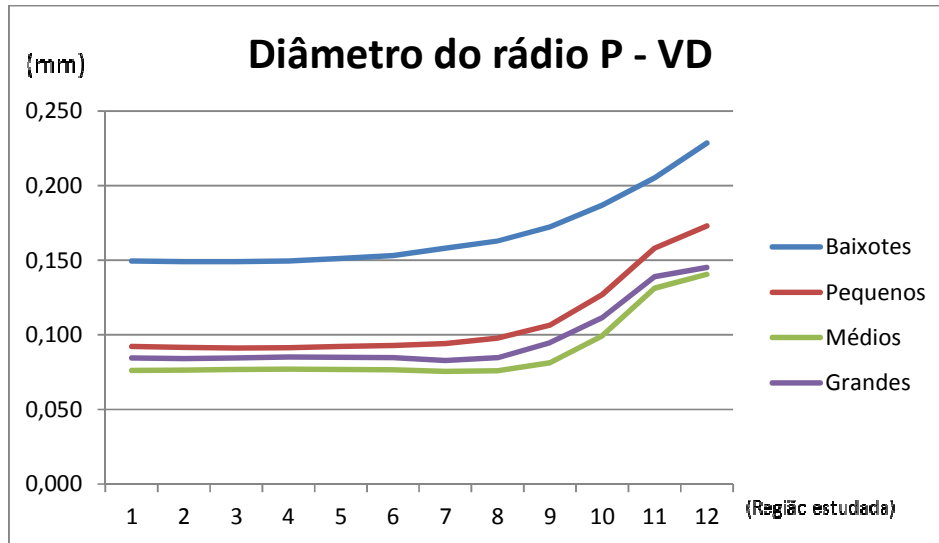
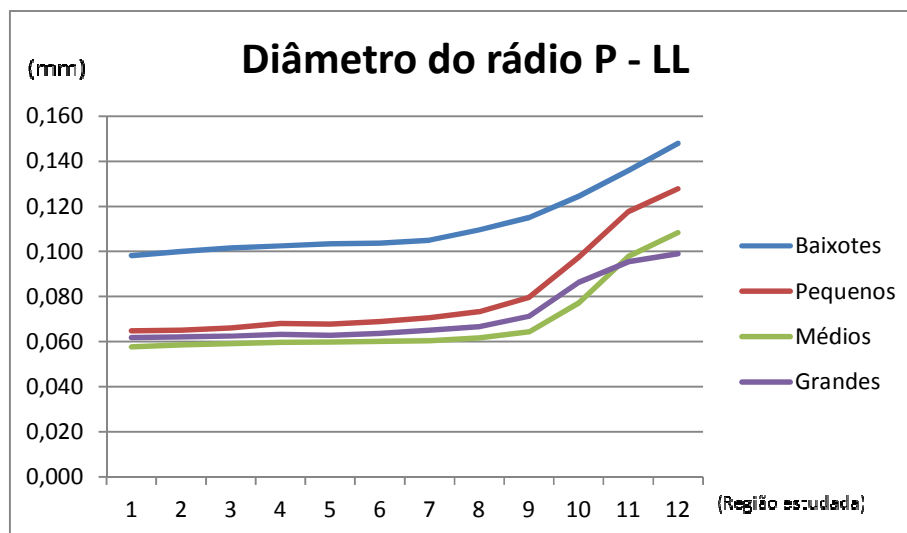


Gráfico 8 - Representação da evolução do diâmetro do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).



As corticais anteriores do rádio, por grupo, não variam muito de tamanho a não ser a partir da região 9 em que ficam tendencialmente mais finas à medida que se aproximam da extremidade distal, principalmente no grupo dos cães grandes e baixotes (Gráfico 9). As corticais posteriores seguem a mesma tendência que as anteriores, ficando progressivamente mais finas a partir da região 8. Começam por ser tendencialmente mais espessas que as anteriores em todos os grupos (Gráfico 10), mas na região 11 a situação inverte-se. As corticais posteriores dos baixotes são a exceção, pois vão diminuindo de espessura ao longo da metade distal do rádio. Os cães grandes têm as corticais mais

grossas, seguidos dos médios, depois os baixotes e, por fim, as corticais mais finas pertencem ao grupo dos cães pequenos. Não há diferenças significativas, a não ser na região 9 e 10 da cortical posterior.

Gráfico 9 - Representação da evolução das corticais anteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).

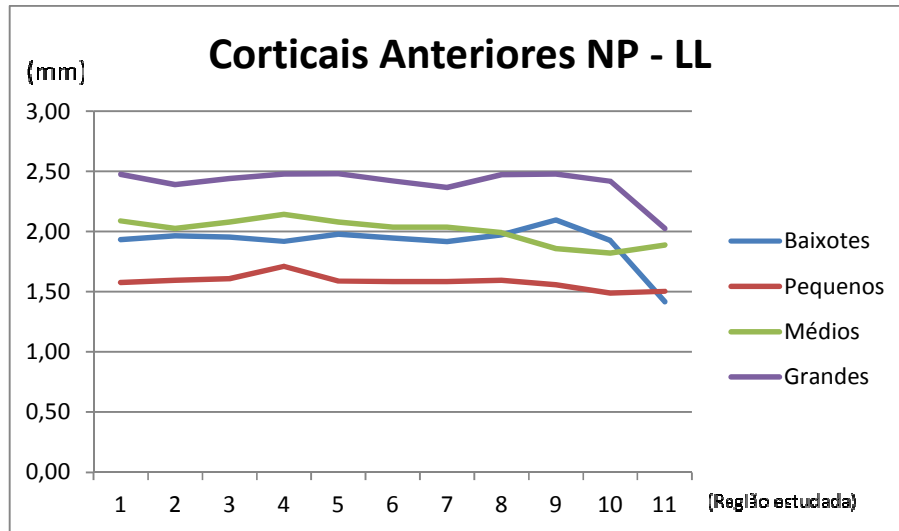
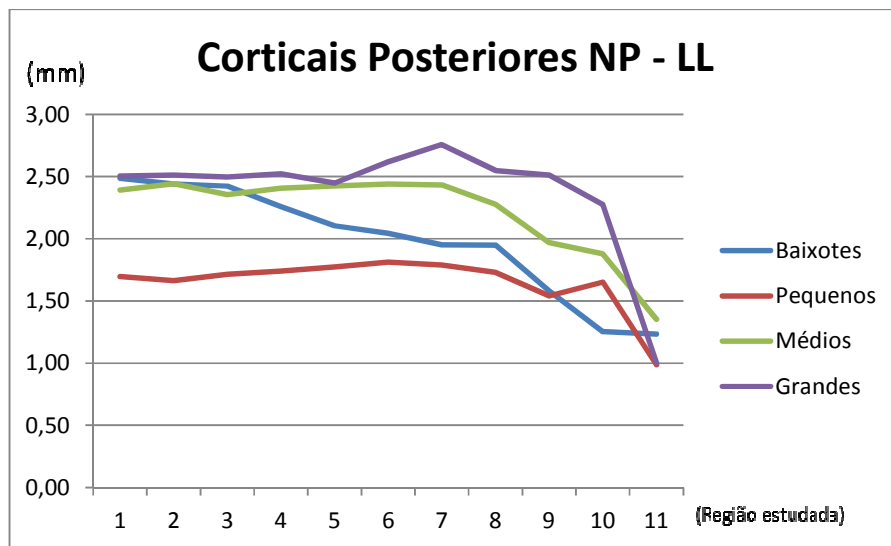


Gráfico 10 - Representação da evolução das corticais posteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).



Analisando as medidas padronizadas, verifica-se pouca diferença entre as corticais anteriores e posteriores entre os diferentes grupos, sendo as diferenças não significativas. No entanto, a cortical posterior é ligeiramente maior que a anterior no grupo dos baixotes e dos médios. O grupo dos baixotes e dos cães pequenos têm, proporcionalmente, uma

cortical anterior e posterior ligeiramente maior que os cães médios e grandes (Gráficos 11 e 12).

Gráfico 11 - Representação da evolução das corticais anteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).

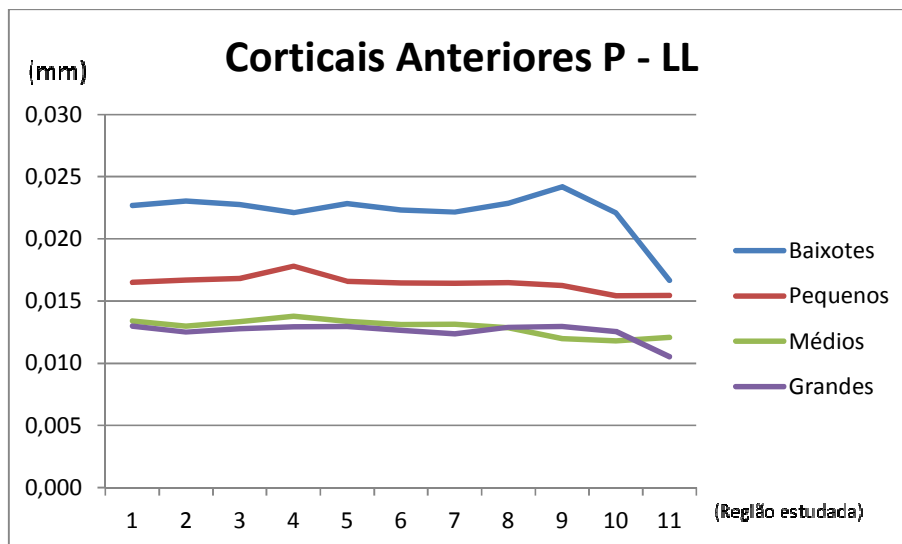
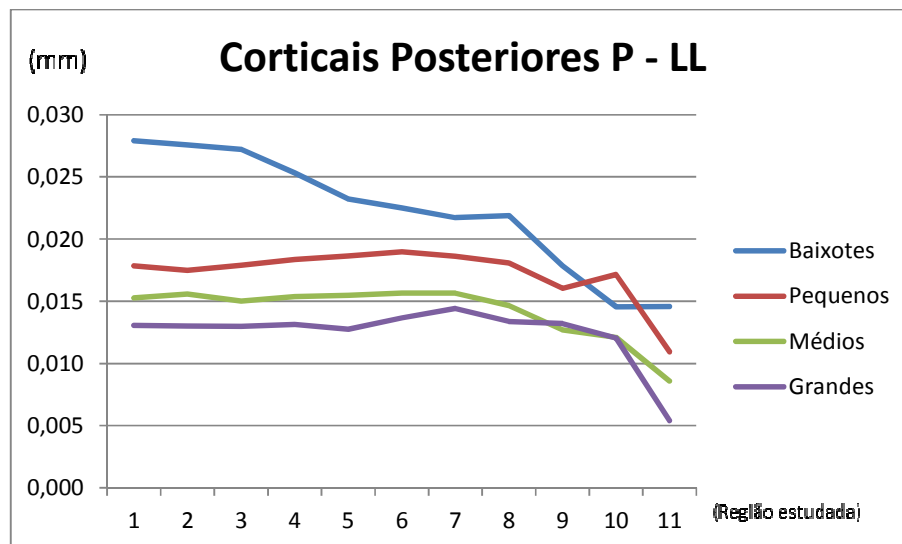


Gráfico 12 - Representação da evolução das corticais posteriores do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção LL).



Na projeção VD, as medidas das corticais laterais têm tendência a diminuir paulatinamente ao longo da metade distal do rádio, ficando consideravelmente mais finas na sua porção mais distal, a partir da região 9; excepto no grupo dos cães grandes, cuja cortical da região 11 é maior que a da região 10 (Gráfico 13). Quanto às corticais mediais, estas têm tendência a ficar cada vez mais finas à medida que se aproximam da extremidade distal em

todos os grupos, principalmente a partir da região 9. Verifica-se que as corticais mediais tendem a ser mais espessas que as corticais laterais no início da metade distal do rádio, invertendo-se a situação a partir da região 9 (Gráfico 14).

Gráfico 13 - Representação da evolução das corticais laterais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).

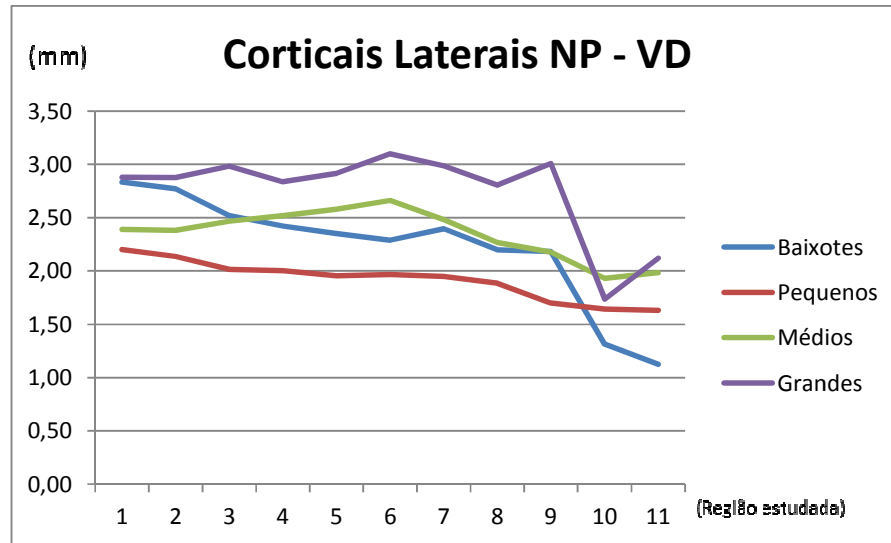
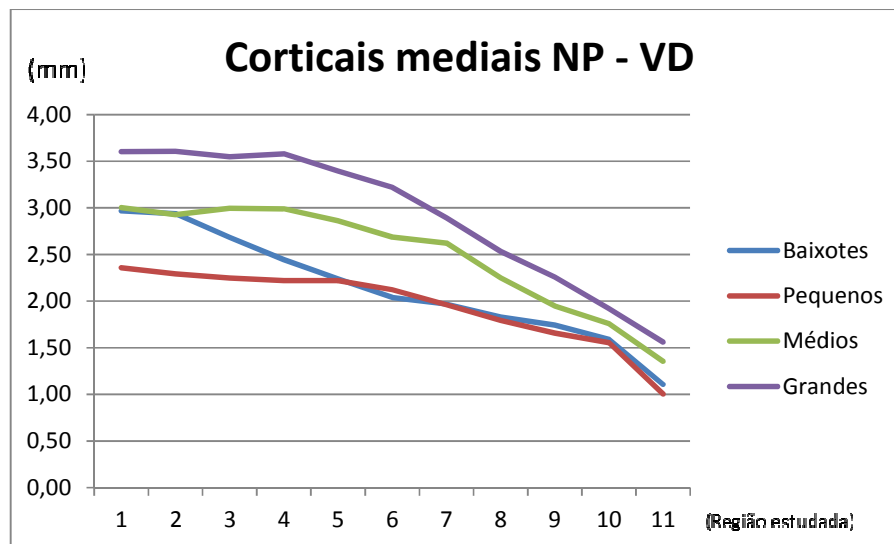


Gráfico 14 - Representação da evolução das corticais mediais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).



Observa-se que tanto as corticais laterais como as mediais, são mais espessas no grupo dos cães grandes, depois vão-se tornando progressivamente mais finas nos cães médios, baixotes e pequenos. As medidas padronizadas seguem a mesma tendência, isto é, as corticais laterais e mediais vão ficando mais finas à medida que se aproximam do extremo

distal do rádio, não se verificando grande diferença entre elas, em termos de espessura. As corticais laterais e mediais dos baixotes são, proporcionalmente, maiores que as dos cães pequenos, que, por sua vez, são maiores que as dos cães médios e grandes, cujas corticais têm valores padronizados semelhantes, mas ainda assim, inferiores nos cães grandes (Gráficos 15 e 16).

Gráfico 15 - Representação da evolução das corticais laterais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).

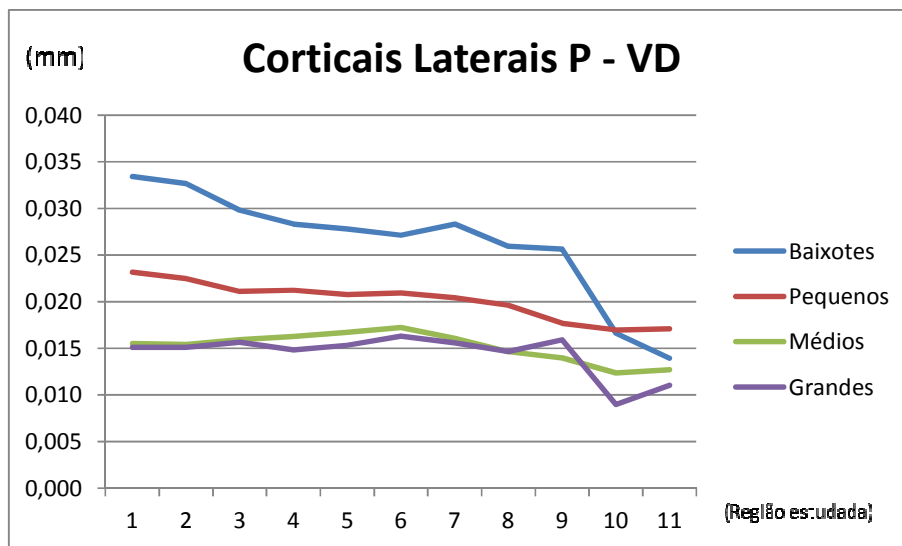
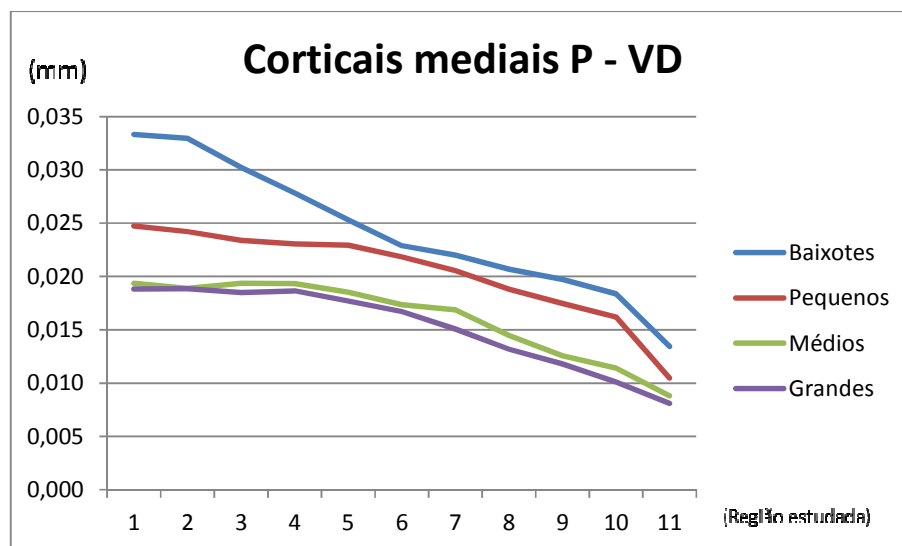


Gráfico 16 - Representação da evolução das corticais mediais do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projeção VD).



A cavidade medular evolui de forma similar em todos os grupos, nas projeções LL e VD, não variando muito ao longo da metade distal do rádio, excepto a partir da região 9, em que

aumenta. É mais larga na projeção VD que na LL. Os cães grandes têm as cavidades medulares maiores, e os pequenos as cavidades medulares menores, em ambas as projeções. Os cães médios, na projeção LL (Gráfico 17), têm medições da cavidade medular similares aos baixotes, sendo ligeiramente superiores a partir da região 10, no entanto, na projeção VD, a cavidade medular dos baixotes é sempre maior que nos cães médios, excepto na região 11 (Gráfico 18).

Gráfico 17- Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção LL).

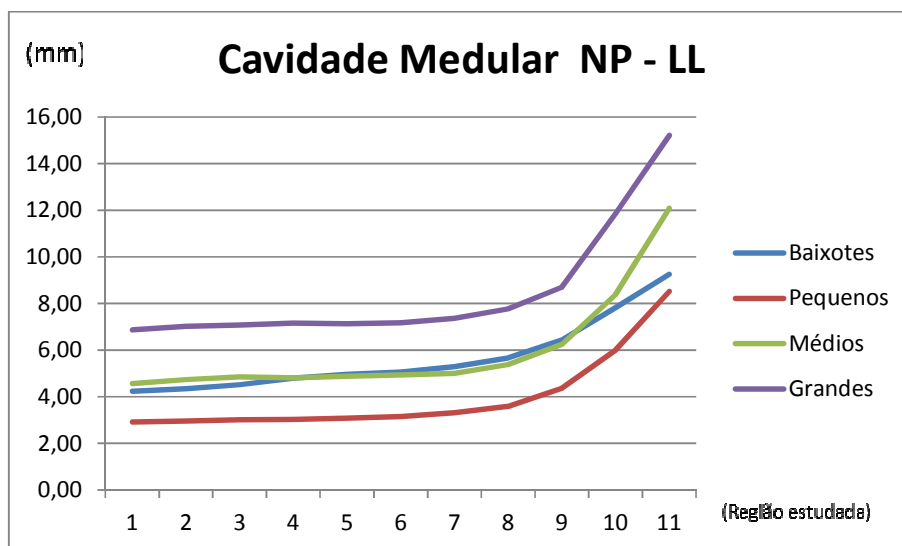
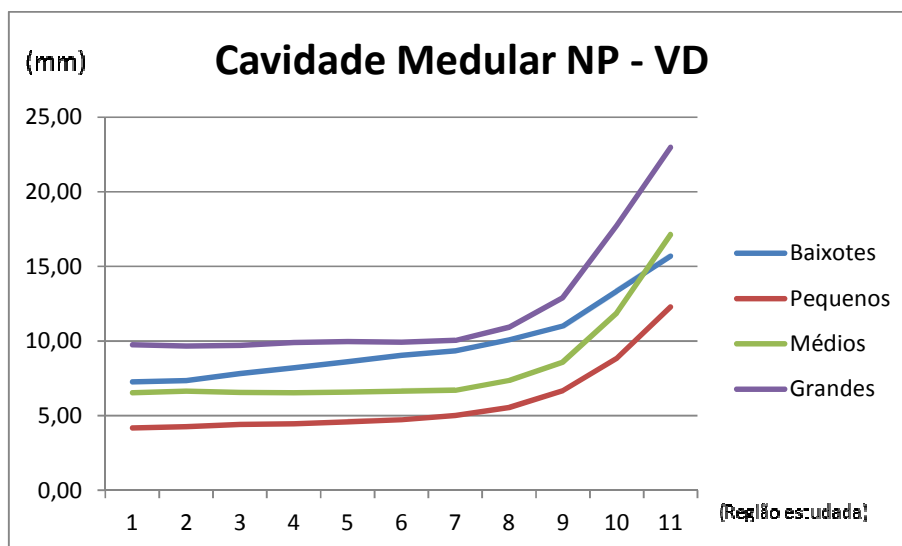


Gráfico 18 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias não padronizadas, projeção VD).



Analisando os dados padronizados, em ambas as projeções, os baixotes têm cavidades medulares proporcionalmente maiores que todos os outros grupos, enquanto os cães pequenos, médios e grandes têm cavidades medulares de dimensões mais aproximadas. Ainda assim, proporcionalmente, os cães médios mostram espaços medulares menores, enquanto os cães grandes têm cavidades medulares superiores às dos pequenos, excepto a partir da região 9 na projecção LL (Gráfico 19), e da região 7 na projecção VD (Gráfico 20).

Gráfico 19 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projecção LL).

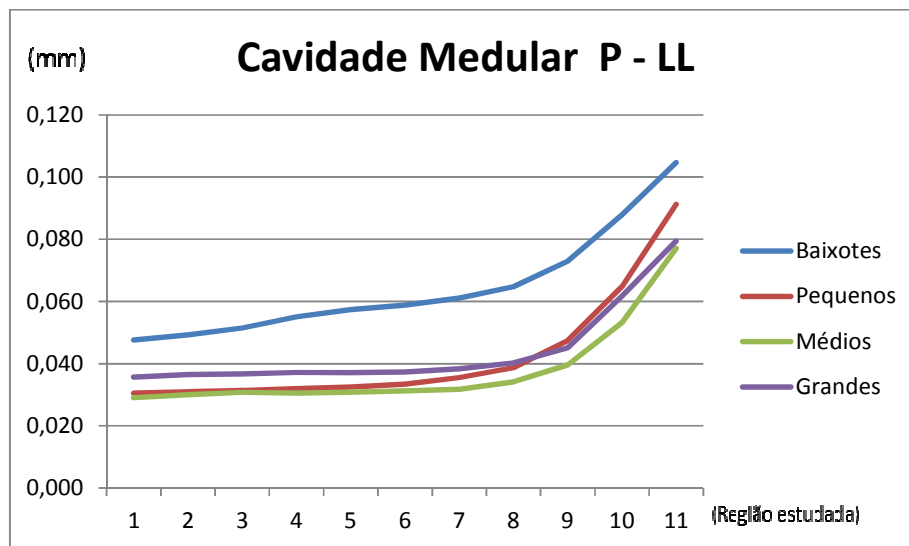
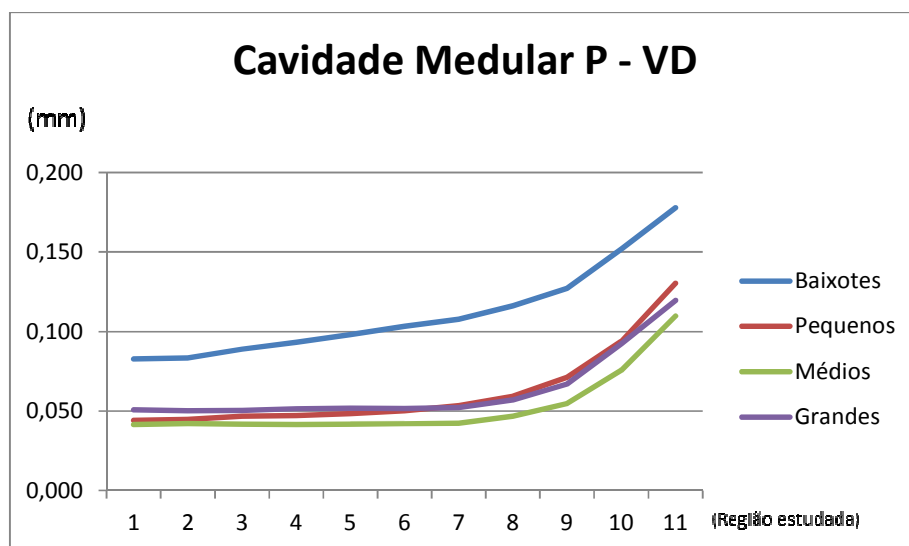


Gráfico 20 - Representação da evolução da cavidade medular do rádio ao longo das várias regiões estudadas (médias padronizadas, projecção VD).



Na tabela 3, são apresentadas as correlações entre o comprimento do rádio e os restantes parâmetros morfométricos do rádio.

Tabela 3 - Coeficientes de correlação entre o comprimento do rádio e os vários parâmetros morfométricos em cada região.

Regiões (LL)	Comprimento	ρ	Regiões (VD)	Comprimento	ρ
LLdiâmetro1	0,787	<,0001	VDdiâmetro1	0,708	<,0001
LLdiâmetro2	0,781	<,0001	VDdiâmetro2	0,712	<,0001
LLdiâmetro3	0,769	<,0001	VDdiâmetro3	0,715	<,0001
LLdiâmetro4	0,767	<,0001	VDdiâmetro4	0,711	<,0001
LLdiâmetro5	0,758	<,0001	VDdiâmetro5	0,697	<,0001
LLdiâmetro6	0,755	<,0001	VDdiâmetro6	0,672	<,0001
LLdiâmetro7	0,749	<,0001	VDdiâmetro7	0,627	<,0001
LLdiâmetro8	0,722	<,0001	VDdiâmetro8	0,594	<,0001
LLdiâmetro9	0,689	<,0001	VDdiâmetro9	0,596	<,0001
LLdiâmetro10	0,723	<,0001	VDdiâmetro10	0,636	<,0001
LLdiâmetro11	0,758	<,0001	VDdiâmetro11	0,762	<,0001
LLdiâmetroMaior	0,742	<,0001	VDdiâmetroMaior	0,780	<,0001
LLCurvatura1	0,800	<,0001	VDcurvatura1	0,715	<,0001
LLCurvatura2	0,804	<,0001	VDcurvatura2	0,682	<,0001
LLCurvatura3	0,801	<,0001	VDcurvatura3	0,663	<,0001
LLCurvatura4	0,808	<,0001	VDcurvatura4	0,640	<,0001
LLCurvatura5	0,788	<,0001	VDcurvatura5	0,615	<,0001
LLCurvatura6	0,787	<,0001	VDcurvatura6	0,595	<,0001
LLCurvatura7	0,760	<,0001	VDcurvatura7	0,559	<,0001
LLCurvatura8	0,692	<,0001	VDcurvatura8	0,546	<,0001
LLCurvatura9	0,635	<,0001	VDcurvatura9	0,557	<,0001
LLCurvatura10	0,676	<,0001	VDcurvatura10	0,614	<,0001
LLCurvatura11	0,740	<,0001	VDcurvatura11	0,791	<,0001
LLCurvaturaMaior	0,692	<,0001	VDcurvaturaMaior	0,664	<,0001
LLCorticalAnterior1	0,724	<,0001	VDcorticalLateral1	0,362	0,0041
LLCorticalAnterior2	0,708	<,0001	VDcorticalLateral2	0,378	0,0027
LLCorticalAnterior3	0,711	<,0001	VDcorticalLateral3	0,499	<,0001
LLCorticalAnterior4	0,574	<,0001	VDcorticalLateral4	0,512	<,0001
LLCorticalAnterior5	0,719	<,0001	VDcorticalLateral5	0,490	<,0001
LLCorticalAnterior6	0,714	<,0001	VDcorticalLateral6	0,519	<,0001
LLCorticalAnterior7	0,646	<,0001	VDcorticalLateral7	0,486	<,0001
LLCorticalAnterior8	0,577	<,0001	VDcorticalLateral8	0,477	0,0001
LLCorticalAnterior9	0,467	0,0001	VDcorticalLateral9	0,481	<,0001
LLCorticalAnterior10	0,401	0,0013	VDcorticalLateral10	0,273	0,033
LLCorticalAnterior11	0,348	0,006	VDcorticalLateral11	0,321	0,0115
LLCorticalPosterior1	0,621	<,0001	VDcorticalMedial1	0,635	<,0001
LLCorticalPosterior2	0,644	<,0001	VDcorticalMedial2	0,639	<,0001
LLCorticalPosterior3	0,596	<,0001	VDcorticalMedial3	0,699	<,0001
LLCorticalPosterior4	0,664	<,0001	VDcorticalMedial4	0,698	<,0001

Tabela 4 - Coeficientes de correlação entre o comprimento do rádio e os vários parâmetros morfométricos em cada região (continuação).

Regiões (LL)	Comprimento	<i>p</i>	Regiões (VD)	Comprimento	<i>p</i>
LLCorticalPosterior5	0,644	<,0001	VDCorticalMedial5	0,677	<,0001
LLCorticalPosterior6	0,634	<,0001	VDCorticalMedial6	0,686	<,0001
LLCorticalPosterior7	0,661	<,0001	VDCorticalMedial7	0,690	<,0001
LLCorticalPosterior8	0,540	<,0001	VDCorticalMedial8	0,665	<,0001
LLCorticalPosterior9	0,616	<,0001	VDCorticalMedial9	0,581	<,0001
LLCorticalPosterior10	0,383	0,0023	VDCorticalMedial10	0,269	0,0359
LLCorticalPosterior11	0,120	ns	VDCorticalMedial11	0,384	0,0023
LLMedula1	0,714	<,0001	VDMedula1	0,661	<,0001
LLMedula2	0,710	<,0001	VDMedula2	0,650	<,0001
LLMedula3	0,701	<,0001	VDMedula3	0,593	<,0001
LLMedula4	0,677	<,0001	VDMedula4	0,576	<,0001
LLMedula5	0,659	<,0001	VDMedula5	0,538	<,0001
LLMedula6	0,652	<,0001	VDMedula6	0,498	<,0001
LLMedula7	0,621	<,0001	VDMedula7	0,465	0,0002
LLMedula8	0,600	<,0001	VDMedula8	0,463	0,0002
LLMedula9	0,574	<,0001	VDMedula9	0,494	<,0001
LLMedula10	0,641	<,0001	VDMedula10	0,614	<,0001
LLMedula11	0,738	<,0001	VDMedula11	0,736	<,0001

Legenda: ns – Não significativo

Após a análise da tabela 3, verifica-se que o comprimento tem uma correlação positiva e significativa com o diâmetro do osso. As correlações são fortes em todas as regiões medidas, excepto na projecção VD da região 5 à 10, em que são moderadas.

As correlações entre o comprimento e a curvatura do rádio também são positivas e significativas em todas as regiões. Na projecção LL, as correlações são fortes da região 1 à 7 e também na região 11, sendo moderadas nas regiões 8, 9, 10 e na curvatura maior do rádio. Na projecção VD, as correlações são moderadas, excepto nas regiões 1 e 11 que apresentam correlações fortes.

Quanto à correlação do comprimento com as corticais anteriores e posteriores (projecção LL), estas são positivas e significativas, com excepção da região 11 na cortical posterior, cuja correlação com o comprimento não é significativa. As correlações entre o comprimento e a cortical anterior são fortes nas regiões 1, 2, 3, 5 e 6, sendo moderadas nas restantes; já entre o comprimento e a cortical posterior, as correlações são fracas nas regiões 10 e 11, sendo moderadas nas restantes. Na projecção VD, as correlações entre o comprimento e as corticais laterais e mediais são moderadas, excepto na região 10 em que são correlações fracas.

Para concluir, verificou-se existir uma correlação positiva entre o tamanho da cavidade medular e o comprimento do rádio, significativa em todas as regiões. As correlações são

fortes nas regiões 1, 2, 3 e 11 na projecção LL, e ainda na região 11 na projecção VD, sendo moderadas nas restantes regiões.

Os gráficos 16 e 17, representam a dispersão das correlações na projecção LL e VD, respectivamente, onde se pode observar que as correlações mais fortes são, normalmente, entre o comprimento e o o diâmetro do osso e entre o comprimento e a curvatura.

Gráfico 21 - Representação das correlações entre o comprimento do rádio e os restantes parâmetros morfométricos analisados(projecção LL).

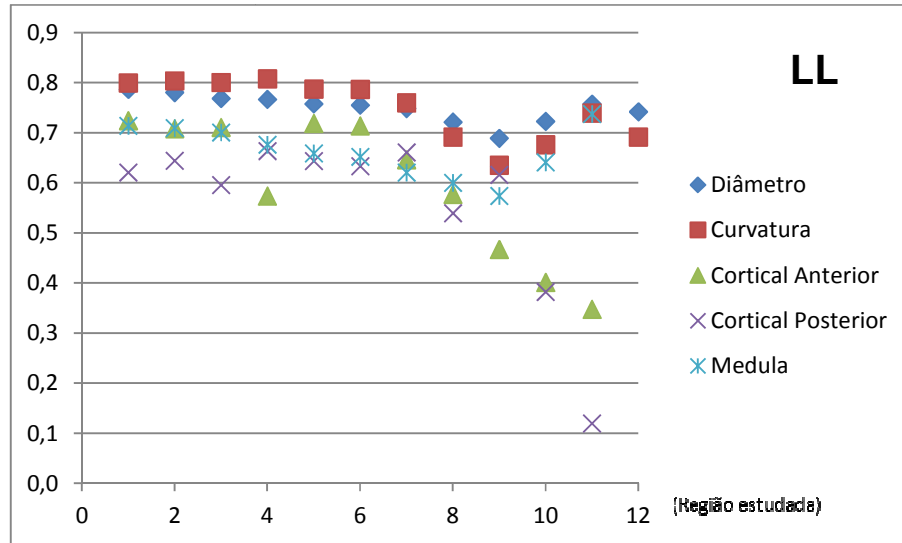
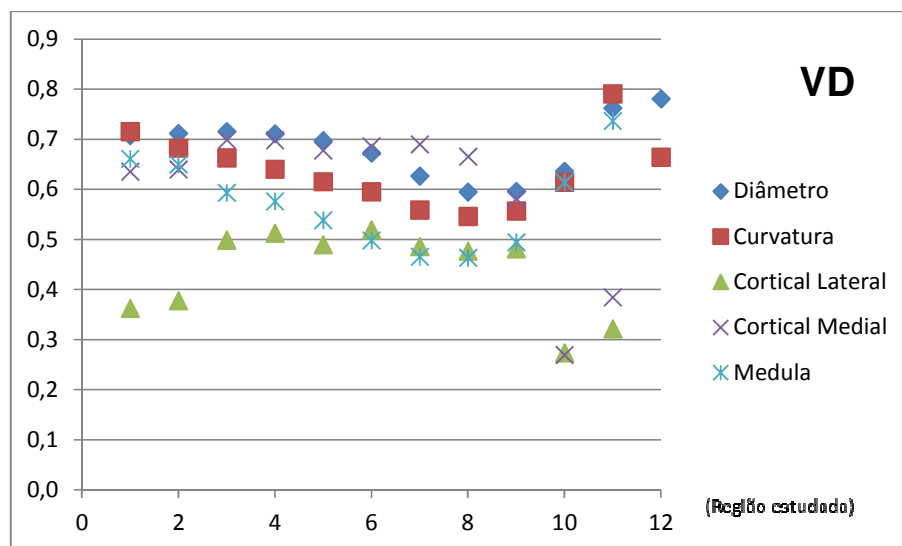


Gráfico 22 - Representação das correlações entre o comprimento do rádio e os restantes parâmetros morfométricos analisados (projecção VD).



VI. DISCUSSÃO

Antes de começar a discussão, é preciso salientar que, o facto do estudo ter sido realizado com uma amostragem por grupos tão variada e não balanceada tornou, por vezes, difícil a comparação dos parâmetros morfométricos do rádio. Para além disso, há muito pouca literatura sobre este tema em específico, pelo que é difícil comparar os resultados obtidos com os descritos por outros autores.

A elevada incidência de fraturas na metade distal do rádio, principalmente, no terço distal e em cães de raça pequena (Muir, 1997) é um assunto que tem sido discutido e algumas causas têm sido avançadas. Pensa-se que certas alterações morfométricas existentes entre os cães de diferentes portes sejam fundamentais na justificação destas observações (Brianza *et al.*, 2006). Por isso, este trabalho foi realizado com o objectivo de incrementar o conhecimento sobre as características morfométricas do rádio, com o intuito de melhorar a compreensão sobre as fraturas que o acometem, tentando criar um perfil morfométrico do rádio que sirva de base à concepção de implantes melhor adaptados ao osso e, conseqüentemente, levar a tempos de recuperação mais curtos e menos complicações pós-cirúrgicas.

Estudou-se a metade distal do rádio, englobando parte da diáfise e epífise distal, de forma a incluir as zonas de maior incidência de fraturas, mas também as zonas possíveis de colocação duma placa ortopédica.

Após a avaliação dos resultados, e como seria de esperar, observou-se que o comprimento médio do rádio aumenta à medida que o porte do cão aumenta. Contudo, verificou-se que o rádio do grupo dos baixotes se destaca dos demais. O grupo dos baixotes inclui raças com uma fisionomia diferente, mais maciça, isto é, são mais pesados e mais curtos que os cães dos outros grupos, cuja tendência é para que à medida que os cães são maiores, o peso e o tamanho do rádio também aumentem. Esta diferença na fisionomia reflecte-se também na angularidade do rádio, cuja curvatura antero-posterior e medio-lateral é maior nos baixotes comparativamente às dos cães pequenos e maior que as dos cães médios quando apenas é considerada a curvatura medio-lateral, sendo maior que as curvaturas antero-posterior e medio-lateral de todos os outros grupos, quando as medidas são padronizadas.

Nos outros grupos, observou-se que quanto maior é o cão, maior são as curvaturas médias do rádio, sendo mais discretas que nos baixotes. Assim, tendo em conta a forma como a medição da curvatura foi feita e que o diâmetro do rádio é maior quanto maior for o cão, é normal obterem-se valores de curvatura superiores em cães maiores. No entanto, tendo em conta as medidas padronizadas, verificou-se que a curvatura medio-lateral é,

proporcionalmente, maior nos cães pequenos que nos médios e grandes, enquanto a curvatura antero-posterior é superior apenas a partir da região 8.

Por outro lado, à medida que se avançou na metade distal do rádio, o diâmetro aumentou, tendo tendência a ser tanto maior quanto maior o tamanho do rádio. No entanto, os baixotes apresentaram diâmetros superiores aos cães pequenos (apesar destes últimos terem um comprimento de rádio maior). Uma possível explicação para este facto é o diâmetro do rádio aumentar consoante o peso que tem que suportar. O facto de na projeção LL, os cães médios terem um diâmetro de osso maior que o dos baixotes, mas na projeção VD a situação inverter-se, indica que há tendência para o osso dos baixotes ser mais achatado no sentido antero-posterior que nos cães médios. Tendo em conta as medidas padronizadas, a tendência é para que o diâmetro do rádio seja proporcionalmente maior no grupo dos baixotes, seguido do grupo dos pequenos, grandes e médios.

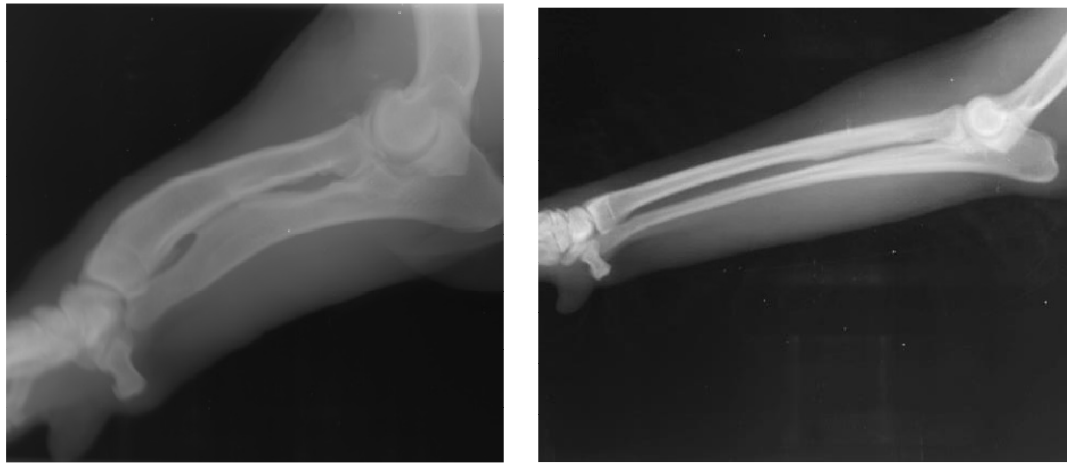
As corticais anteriores e posteriores, não mostraram uma tendência para variarem muito de espessura ao longo da metade distal do rádio, a não ser quando se aproximam (a partir da região 8) da epífise distal, onde têm, normalmente, uma espessura menor. Já as corticais laterais, mostraram tendência para diminuir paulatinamente ao longo da metade distal do rádio, enquanto as corticais mediais diminuíram de espessura numa forma mais evidente; mas ambas, são consideravelmente mais finas na sua porção mais distal (a partir da região 8). Portanto, uma vez que as corticais vão diminuindo de espessura, é normal que a metade distal do rádio seja uma zona mais sujeita a fraturas.

A espessura das corticais posteriores é tendencialmente maior que a das corticais anteriores, tendo-se invertido esta situação apenas na região 11. As corticais mediais tendem a ser mais espessas que as corticais laterais no início da metade distal do rádio, invertendo-se a situação a partir da região 9. Ora, é de esperar que as corticais mais espessas sejam aquelas sujeitas a maiores forças, isto é, sujeitas a suportar maior peso. Logo, tendo em conta a postura normal do cão e que a curvatura do rádio é no sentido antero-posterior e medio-lateral, sendo que no sentido medio-lateral a curvatura só começa a ser mais acentuada a partir da região 9, é lógico que as corticais posteriores, as corticais mediais no início da metade do rádio e as corticais laterais a partir da região 9 sejam as mais espessas.

Foi referido que as corticais posteriores dos baixotes vão diminuindo de espessura ao longo da metade distal do rádio, ao contrário do que acontece com os outros grupos que têm tendência a ter corticais posteriores com valores mais constantes. É possível que esta disparidade se deva à diferença que existe entre os baixotes e os outros grupos no que toca à robustez da ulna, que é notavelmente maior nos baixotes (Figura 7) e, conseqüente, divisão no suporte de peso entre os dois ossos.

Analisando a tendência geral da espessura das corticais entre os diferentes grupos, verifica-se uma maior propensão para que sejam mais espessas, por ordem decrescente, nos cães grandes, médios, depois nos baixotes e, por fim, nos cães pequenos. Proporcionalmente, todas as corticais têm tendência a ser tanto mais espessas quanto menor o porte do animal. É provável que a relação entre o peso do animal e o tamanho do rádio seja responsável pelo desenvolvimento em espessura das corticais. Brianza *et al.* (2006) chegaram a resultados e conclusões semelhantes, sendo que esta hipótese será discutida mais adiante, englobando o osso como um todo.

Figura 12 - Comparação entre ulnas de cão do grupo dos baixotes (A) e um cão pequeno (B), por RX.



A – Basset Hound

B – Caniche

A cavidade medular do rádio de cão evolui ao longo da metade distal do rádio em consonância com o diâmetro do osso: é maior na projeção VD que na LL; é relativamente constante ao longo da metade distal do rádio, excepto a partir da região 9, onde aumenta; sendo maior nos cães grandes e menor nos cães pequenos, varia a tendência nos cães médios e baixotes consoante se trata da projeção LL ou VD, isto é, é maior nos cães médios na projeção LL enquanto na projeção VD é maior nos baixotes.

Tendo em conta as medidas padronizadas, as cavidades medulares dos baixotes são notavelmente maiores que as dos outros grupos, sendo as dos cães médios as menores (acompanhando a tendência do diâmetro do osso padronizado). Já as medulas de cães pequenos, médios e grandes (padronizadas) são muito semelhantes. O paralelismo entre a cavidade medular e o diâmetro do osso cessa quando se comparam os cães grandes com os pequenos, pois a medula dos cães grandes é proporcionalmente maior que a dos pequenos no início da metade distal do rádio, mas à medida que se avança para a extremidade distal, esta relação inverte-se. Analisando o diâmetro do osso padronizado dos

cães pequenos, observa-se que este é sempre maior que o dos cães grandes; para tal contribuirá o facto das corticais padronizadas serem sempre maiores nos cães pequenos, uma vez que a cavidade medular é muito similar entre cães pequenos, médios e grandes.

Tal como Brianza *et al.* (2006), chegou-se à conclusão que quando se comparam os grupos tendo em conta as medidas padronizadas, o rádio nos cães pequenos não é uma redução exata do rádio dos cães grandes. No entanto, segundo Muir (1997), os cães de raças pequena são mais propensos a fraturas do rádio após traumas aparentemente mínimos. Analisando as características do rádio dos cães pequenos tendo em conta as medidas padronizadas, não se fica com a sensação do osso ser mais frágil, comparativamente aos outros grupos, porque o diâmetro e as corticais são, proporcionalmente, maiores. No entanto, analisando as médias das medidas não padronizadas, verifica-se que o diâmetro, as corticais e a cavidade medular dos cães pequenos são, geralmente, mais pequenos, logo, pela lógica, mais frágeis. É provável que seja a relação entre as dimensões do diâmetro, das corticais e da cavidade medular que proporciona um osso mais fraco, isto é: um osso com diâmetro menor e com corticais mais finas é, pela lógica, menos resistente; por outro lado, por ser esponjosa, talvez a medula actue como um amortecedor das forças a que o osso é sujeito, logo, quanto menor for, menos amortece.

Brianza *et al.* (2006) num estudo algo semelhante a este, mas com metodologia diferente, chegaram à conclusão que o antebraço dos cães de raça pequena é mais susceptível a fracturas do que o de raças grandes devido a diferenças morfológicas, nomeadamente, devido a uma estrutura transversal do osso mais fraca, caracterizada por uma área de medula proporcionalmente menor e uma área de cortical proporcionalmente maior, cujo arranjo relativamente ao centro de massa é desfavorável. Segundo os autores, ao seleccionar para raças menores, o ratio cortical/medula deveria ter sido alterado no sentido da área da cortical ser menor, no entanto, devido à contínua sobre-estimulação do osso por parte do peso do animal (maior do que seria esperado fisiologicamente), dá-se uma remodelação óssea para optimizar a forma do esqueleto à nova condição de carga, aumentando a área de cortical e diminuindo a da medula.

Portanto, as diferenças morfológicas entre grupos de cães são devidas à informação genética herdada e à adaptação biológica a fatores de stress, como o peso do cão (Brianza *et al.*, 2006), o que explica os resultados obtidos neste trabalho, o fenómeno das fraturas em cães pequenos e o facto do grupo dos baixotes se destacar dos restantes grupos. Isto é, a selecção de raças e a informação genética que cada animal recebe tem um papel fundamental no desenvolvimento e fragilidade intrínseca do rádio.

As correlações encontradas entre o comprimento e os vários parâmetros medidos no rádio foram positivas e significativas (excepto na região 11 da cortical posterior). Portanto, tendo em conta as medições efectuadas no rádio e as correlações encontradas, pode concluir-se

que os parâmetros morfométricos do rádio dependem do comprimento do rádio e porte do cão, mas, também, que o grupo racial é um factor fundamental na avaliação do osso, pois cães que tenham as características dos cães do grupo dos baixotes, não seguem sempre as mesmas tendências que os outros cães.

VII. CONCLUSÃO

Após a realização deste estudo morfométrico inicial do rádio, há algumas conclusões que se podem apontar. Observou-se que o comprimento médio do rádio aumenta à medida que o porte do cão aumenta. No entanto, o rádio do grupo dos baixotes destaca-se dos demais, pois são, proporcionalmente, mais pesados e mais curtos que os cães dos outros grupos, enquanto a tendência nos cães pequenos, médios e grandes é para que à medida que os cães são maiores, o peso e o tamanho do rádio aumentem simultaneamente. Há uma diferença clara na fisionomia dos cães do grupo dos baixotes comparativamente aos outros grupos, que se reflecte também na angularidade do rádio. A curvatura antero-posterior e medio-lateral é maior nos baixotes comparativamente à dos cães pequenos, maior que a dos cães médios quando considerada a apenas a curvatura medio-lateral; e maior que as curvaturas antero-posterior e medio-lateral de todos os outros grupos, quando as medidas são padronizadas. Tendo em conta o rádio padronizado, verifica-se que a curvatura medio-lateral é, proporcionalmente, maior nos cães pequenos que nos médios e grandes.

Relativamente ao diâmetro do rádio, à medida que se avança na metade distal do osso, este vai aumentando. Tem tendência a ser tanto maior quanto maior for o tamanho do rádio, no entanto, os baixotes têm diâmetros superiores aos cães pequenos. É provável que o diâmetro do rádio aumente consoante o peso que tem que suportar. Verificou-se ainda, uma tendência para o osso dos baixotes ser mais achatado no sentido antero-posterior que o osso dos cães médios.

As corticais anteriores e posteriores não têm tendência a variar muito de espessura ao longo da metade distal do rádio, a não ser quando se aproximam da epífise distal, onde têm, normalmente, uma espessura menor. Já as corticais laterais têm tendência a diminuir paulatinamente ao longo da metade distal do rádio, enquanto as corticais mediais vão diminuindo de espessura numa forma mais evidente; ficando ambas consideravelmente mais finas na sua porção mais distal. Portanto, uma vez que as corticais vão diminuindo de espessura, é normal que a metade distal do rádio seja uma zona muito sujeita a fraturas.

A espessura das corticais posteriores é tendencialmente maior que a das corticais anteriores, e as corticais mediais tendem a ser mais espessas que as corticais laterais no início da metade distal do rádio, invertendo-se a situação a partir da região 9. A espessura das corticais está, provavelmente, correlacionada com a zona onde o osso é sujeito a maiores forças, isto é, onde se apoia a maior parte do peso.

As corticais posteriores dos baixotes vão diminuindo de espessura ao longo da metade distal do rádio, ao contrário do que acontece com os outros grupos que têm tendência a ter corticais posteriores com valores mais constantes. Esta diferença pode dever-se à maior

robustez da ulna dos baixotes (que se destaca claramente das ulnas dos outros cães) e diferente divisão de peso entre os dois ossos.

As corticais são tendencialmente mais espessas, por ordem decrescente, nos cães grandes, médios, depois nos baixotes e, por fim, nos cães pequenos. Proporcionalmente, todas as corticais têm tendência a ser tanto mais espessas quanto menor o porte do animal. É provável que a relação entre o peso do animal e o tamanho do rádio seja responsável pelo desenvolvimento das corticais em espessura.

A cavidade medular do rádio evolui ao longo da metade distal do rádio em concordância com o diâmetro do osso: é maior na projeção VD que na LL; é relativamente constante ao longo da metade distal do rádio, excepto a partir da região 9, onde aumenta; e é maior nos cães grandes, menor nos cães pequenos, variando a tendência nos cães médios e baixotes consoante se trata da projeção LL ou VD, isto é, é maior nos cães médios na projeção LL enquanto na projeção VD é maior nos baixotes. Tendo em conta as medidas padronizadas, a cavidade medular nos baixotes é notavelmente maior que as dos outros grupos, sendo a dos cães médios a menor. As cavidades medulares padronizadas de cães pequenos, médios e grandes são muito parecidas, mas a dos cães grandes é proporcionalmente maior que a dos pequenos no início da metade distal do rádio, invertendo-se a relação à medida que se avança para a extremidade distal. Com a tabela 4 pretende-se sintetizar e simplificar as tendências gerais que se verificaram na medição do rádio, ordenando numericamente os grupos de cães (do grupo que têm as medidas maiores para o grupo com as medidas menores). No entanto, é necessário referir que há pequenas nuances na ordenação dos grupos, sobretudo a partir da região 9, e que as medidas padronizadas não são medidas reais mas uma proporção relativamente ao tamanho do rádio.

As dimensões do diâmetro, das corticais e da cavidade medular dos cães pequenos são, normalmente, mais reduzidas, logo, pela lógica, mais frágeis. No entanto, chega-se à conclusão que o rádio de cães pequenos não é uma redução exata do rádio de cães grandes. É provável que seja a relação entre as dimensões do diâmetro, das corticais e da medula que determina a resistência dum osso. Um osso com diâmetro menor e com corticais mais finas é, pela lógica, menos resistente; por outro lado, talvez a medula, por ser esponjosa, actue como um amortecedor das forças a que o osso é sujeito, logo, quanto menor for, menos amortece.

Portanto, as diferenças morfológicas entre os grupos de cães são, fundamentalmente, devidas à informação genética herdada e à adaptação biológica a fatores de stress, como o peso do cão (Brianza *et al.*, 2006), o que explica os resultados obtidos neste trabalho, o fenómeno das fraturas em cães pequenos e o facto do grupo dos baixotes se destacar dos restantes grupos. Isto é, a selecção de raças e a informação genética que cada animal recebe, tem um papel fundamental no desenvolvimento e fragilidade intrínseca do rádio.

Tabela 5 - Resumo das tendências gerais observadas na medição do rádio, por parâmetro morfométrico e por grupo.

Medidas não padronizadas					
		Pequenos	Baixotes	Médios	Grandes
Curvatura	LL	4	3	2	1
	VD	4	2	3	1
Diâmetro	LL	4	3	2	1
	VD	4	2	3	1
Cortical anterior		4	3	2	1
Cortical posterior		4	2	3	1
Cortical lateral		4	2	3	1
Cortical medial		4	3	2	1
Cavidade medular	LL	4	3	2	1
	VD	4	2	3	1
Medidas padronizadas					
		Pequenos	Baixotes	Médios	Grandes
Curvatura	LL	3	1	4	2
	VD	2	1	4	3
Diâmetro	LL	2	1	4	3
	VD	2	1	4	3
Cortical anterior		2	1	3	4
Cortical posterior		2	1	3	4
Cortical lateral		2	1	3	4
Cortical medial		2	1	3	4
Cavidade medular	LL	3	1	4	2
	VD	3	1	4	2

Legenda: LL – projecção latero-lateral; VD – projecção ventro-dorsal;

1 (grupo com medições maiores) > 2 > 3 > 4 (grupo com medidas menores);

Células que não tenham divisão entre elas significa que, a partir de determinado ponto, a ordem numérica inverte-se.

Conclui-se que os parâmetros morfométricos do rádio dependem do comprimento do rádio e porte do cão, mas, também, que o grupo racial é um factor fundamental na avaliação do osso, pois cães que tenham as características dos cães do grupo dos baixotes, não seguem sempre as mesmas tendências que os outros cães.

Assim sendo, é imperativo que o rádio continue a ser estudado para perceber que fatores o influenciam, e se se podem criar padrões para o desenho de placas ortopédicas mais específicas e adaptadas ao osso de cada tipo de cão. Com este trabalho inicial é possível perceber que há tendências e que se podem apontar alguns padrões, mas também que a variabilidade entre cães é muito grande, pelo que a avaliação individual de cada animal é fundamental.

A investigação deste trabalho poderia ter sido mais aprofundada, aliás, era um objectivo inicial fazer comparações dentro do grupo quanto ao género, idade e peso dos cães. No entanto, a amostra teria que ser maior e mais balanceada, para o estudo ter significado estatístico e biológico, pelo que não foi possível cumprir o objectivo inicial. Nas circunstâncias deste trabalho foi feito o possível, pois a recolha de dados foi realizada no decurso do estágio, com animais que eram hospitalizados ou que apareciam para consulta. De futuro, um estudo mais controlado e com menor variabilidade entre animais será mais fácil de conduzir.

Ao analisar os resultados, chega-se à conclusão que este estudo deveria ter sido feito em paralelo com o estudo da ulna, pois pelo facto de serem ossos pares, influenciam o desenvolvimento um do outro, o que é notório no caso do grupo dos baixotes, por exemplo. Deste modo, ainda há muito que estudar sobre o rádio e sobre os fatores que influenciam o seu desenvolvimento e sua performance.

BIBLIOGRAFIA

- Barone, R. (1966). *Anatomie comparée des mammifères domestiques: Tome 1 : Osteologie*. Lyon, France: Ecole Nationale Veterinaire de Lyon.
- Barone, R. (1996). *Anatomie comparée des mammifères domestiques (5- Angiologie)*. Paris, França: Vigot Frères.
- Brasil, F. (2010). Utilização de placa de titânio semitubular com garras para estabilização das fraturas de rádio e ulna de cães miniaturas. *Ciência Animal Brasileira* 11, pp. 376-383.
- Brianza, S., Delise, M., Ferraris, M., D'Amelio, P., & Botti, P. (2006). Cross-sectional geometrical properties of distal radius and ulna in large, medium and toy breed dogs. *Journal of Biomechanics* 39, pp. 302-311.
- Denny, HR; Butterworth, S. J. (2000). *A Guide to Canine Orthopaedic Surgery (4th ed.)*. Oxford, Blackwell Scientific Publications,
- DeTora, M., & Kraus, K. (2008). Mechanical testing of 3.5 mm locking and non-locking bone plates. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 4, pp. 318–322.
- Evans, H., & De Lahunta, A. (2010). *Guide to the dissection of the dog (7th ed.)*. Missouri, EUA: Saunders Elsevier.
- Ferrigno, C., Schmaedecke, A., Patané, C., Baccarin, D., & Silveira, L. (2008). Estudo crítico do tratamento de 196 casos de fratura diafisária de rádio e ulna em cães. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 28, pp. 371-374.
- Fossum, T., Hedlund, C., Johson, A., Schulz, K., Seim III, H., Willard, M., et al. (2007). *Small Animal Surgery (3rd ed)*. St. Luis, Missouri, EUA: Mosby Elsevier.
- Garofolo, S., & Pozzi, A. (2013). Effect of plating technique on periosteal vasculature of the radius in dogs: a cadaveric study. *Veterinary Surgery* 42, pp. 255-261.
- Gautier, E., & Sommer, C. (2003). Guidelines for the clinical application of the LCP. *Injury* 34, pp. 63-76.
- Giglio, R., Sterman, F., Pinto, A., Unruh, S., Schmaedeck, A., Ferrigno, et al. (2007). Estudo retrospectivo de radiografias com fraturas rádio e ulna em cães. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*. 44, pp. 122-124.
- Gordon, S., Moens, N. M., Runciman, J., & Monteith, G. (2010). The effect of the combination of locking screws and non-locking screws on the torsional properties of a locking-plate construct. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* 23, pp. 7-13.
- Junqueira, L., & Carneiro, J. (2004). *Histologia básica (10ª ed)*. Rio de Janeiro, Brasil: Guanabara Koogans, S.A.

- Larsen, L. J., Roush, J. K., & McLaughlin, R. M. (1999). Bone plate fixation of distal radius and ulna fractures in small- and miniature-breed dogs. *Journal of the American Animal Hospital Association* 35, pp. 243-250.
- Milovancev, M., & Ralphs, S. (2004). Radius/Ulna fracture repair. *Clinical techniques in small animal practice* 19, pp. 128-133.
- Muir, P. (1997). Distal antebrachial fractures in toy breed dogs. *Compendium on Continuing Education for the Practising Veterinarian* 19, pp. 137–145.
- Ness, M. (2009). The effect of bending and twisting on the stiffness and strength of the 3 . 5 SOP implant. *Veterinary and comparative orthopaedics traumatology* 2, pp. 132-136.
- Otranto, D., & Dutto, M. (April de 2008). Human Thelaziasis, Europe . *Emerging Infectious Diseases* 14 (4), pp. 647–649.
- Phillips, I. (1997). A survey of bone fractures in the dog and cat. *Journal Small Animal Practice* 20, pp. 661-674.
- Piras, L., Cappellari, F., Peirone, B., & Ferretti, A. (2011). Treatment of fractures of the distal radius and ulna in toy breed dogs with circular external skeletal fixation: a retrospective study. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* 24, pp. 228-235.
- Saikku-Bäckström, A., Räihä, J. E., Välimaa, T., & Tulamo, R. (2005). Repair of radial fractures in toy breed dogs with self-reinforced biodegradable bone plates, metal screws, and light-weight external coaptation. *Veterinary surgery* 34, pp. 11-17.
- Simon, M., Ganesh, R., Ayyappan, S., & Kumar, R. S. (2011). Incidence of pectoral limb fractures in dogs: a survey of 331 cases. *Tamilnadu Journal of Veterinary & Animal Sciences* 7, pp. 94-96.
- Sisson, S., & Grossman, J. M. (1986). *Anatomia dos Animais Domésticos; Volume 1*. (5^a ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan.
- Syrclle, J., & Cook, J. (2004). Use of a titanium plate for novel fixation of a distal radius fracture in an Italian Greyhound. *Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology* 3, pp. 121-124.
- Tomlinson, J. (2006). Fractures and growth deformities of the radius and ulna, luxation of the elbow. In S. Birchard & R. Sherding, *Saunders manual of small animal practice: skeletal system*. St. Louis: Saunders Elsevier.
- Welch, J. B.; Boudrieau, R.; DeJardin, L.M.; Spodnick, (1997). The intraosseous blood supply of the canine radius: implications for healing of distal fractures in small dogs. *Veterinary surgery* 26, pp. 57-61.
- Witsberger, T., Hulse, D., Kerwin, S., & Saunders, W. (2010). Minimally invasive application of a radial plate following placement of an ulnar rod in treating antebrachial fractures -

Technique and case series. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* 23, pp. 459-467.

Yu, J., DeCamp, C. E., & Rooks, R. (2011). Improving surgical reduction in radial fractures using a 'dowel' pinning technique in miniature and. *Veterinary Comparative Orthopaedics Traumatology* 24, pp. 45-49.

Yu, J., DeCamp, C., & Rooks, R. (2011). Improving surgical reduction in radial fractures using a 'dowel' pinning technique in miniature and. *Veterinary and comparative orthopaedics and traumatology* 24, pp. 45-49.

ANEXOS

Anexo 1 - Média dos parâmetros morfométricos medidos no rádio de cão, valores não padronizados.

	Baixotes		Pequenos		Médios		Grandes		p
	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	
Comprimento	88,79	± 9,342	97,13	± 4,639	156,23	± 2,966	192,03	± 6,027	<0,001
LLCurvatura1	4,26	± 0,507	3,07	± 0,168	4,55	± 0,238	5,97	± 0,286	0,0045
LLCurvatura2	3,81	± 0,436	2,76	± 0,170	4,33	± 0,285	5,74	± 0,370	0,0203
LLCurvatura3	3,52	± 0,449	2,59	± 0,178	4,13	± 0,298	5,55	± 0,372	0,0255
LLCurvatura4	3,26	± 0,439	2,45	± 0,160	4,00	± 0,292	5,45	± 0,448	0,0091
LLCurvatura5	3,06	± 0,453	2,37	± 0,151	3,89	± 0,302	5,18	± 0,479	0,0103
LLCurvatura6	2,94	± 0,437	2,35	± 0,148	3,74	± 0,254	5,14	± 0,483	0,0056
LLCurvatura7	3,06	± 0,482	2,43	± 0,154	3,69	± 0,247	5,13	± 0,505	0,0153
LLCurvatura8	3,47	± 0,557	2,60	± 0,163	3,70	± 0,238	5,10	± 0,535	NS
LLCurvatura9	3,92	± 0,614	3,04	± 0,187	3,96	± 0,255	5,59	± 0,574	NS
LLCurvatura10	4,72	± 0,706	4,32	± 0,255	5,34	± 0,332	7,84	± 0,497	0,0367
LLCurvatura11	5,81	± 0,634	5,47	± 0,310	7,54	± 0,379	8,83	± 0,310	0,0119
LLCurvaturaMaior	7,07	± 0,815	6,40	± 0,283	9,15	± 0,530	9,53	± 0,396	0,0024
VDcurvatura1	6,38	± 0,818	4,38	± 0,218	5,98	± 0,301	8,07	± 0,355	0,0020
VDcurvatura2	6,63	± 0,822	4,45	± 0,229	5,98	± 0,304	8,03	± 0,351	0,0114
VDcurvatura3	6,70	± 0,817	4,51	± 0,238	5,98	± 0,307	8,03	± 0,395	0,0341
VDcurvatura4	6,76	± 0,811	4,55	± 0,244	5,96	± 0,314	8,05	± 0,434	NS
VDcurvatura5	6,77	± 0,799	4,54	± 0,251	5,91	± 0,311	7,92	± 0,449	NS
VDcurvatura6	6,73	± 0,819	4,49	± 0,268	5,84	± 0,311	7,79	± 0,475	NS
VDcurvatura7	6,74	± 0,819	4,47	± 0,286	5,75	± 0,316	7,66	± 0,516	NS
VDcurvatura8	6,83	± 0,786	4,53	± 0,317	5,80	± 0,338	7,89	± 0,589	NS
VDcurvatura9	7,02	± 0,735	4,79	± 0,352	6,16	± 0,369	8,46	± 0,654	NS
VDcurvatura10	7,54	± 0,717	5,59	± 0,437	7,40	± 0,408	10,05	± 0,626	NS
VDcurvatura11	8,57	± 0,784	7,25	± 0,399	10,14	± 0,473	13,33	± 0,617	0,0021
VDcurvaturaMaior	10,80	± 1,264	8,46	± 0,418	11,58	± 0,586	13,83	± 0,633	0,0017
LLdiâmetro1	8,65	± 1,075	6,19	± 0,343	9,05	± 0,455	11,85	± 0,549	0,0098

LLdiâmetro2	8,75 ± 1,031	6,22 ± 0,355	9,21 ± 0,490	11,92 ± 0,647	0,0270
LLdiâmetro3	8,90 ± 1,129	6,33 ± 0,372	9,29 ± 0,500	12,00 ± 0,596	0,0375
LLdiâmetro4	8,98 ± 1,166	6,49 ± 0,353	9,37 ± 0,493	12,16 ± 0,646	0,0325
LLdiâmetro5	9,05 ± 1,223	6,45 ± 0,351	9,38 ± 0,469	12,06 ± 0,584	0,0161
LLdiâmetro6	9,04 ± 1,225	6,54 ± 0,346	9,41 ± 0,442	12,22 ± 0,549	0,0117
LLdiâmetro7	9,16 ± 1,244	6,69 ± 0,355	9,48 ± 0,430	12,49 ± 0,558	0,0125
LLdiâmetro8	9,59 ± 1,321	6,91 ± 0,371	9,65 ± 0,424	12,79 ± 0,643	0,0223
LLdiâmetro9	10,12 ± 1,364	7,47 ± 0,410	10,07 ± 0,469	13,69 ± 0,874	0,0366
LLdiâmetro10	11,00 ± 1,394	9,14 ± 0,495	12,07 ± 0,634	16,54 ± 0,955	0,0248
LLdiâmetro11	11,90 ± 1,270	11,01 ± 0,617	15,32 ± 0,773	18,24 ± 0,643	0,0089
LLdiâmetroMaior	12,68 ± 1,230	12,01 ± 0,592	17,00 ± 0,904	19,02 ± 1,150	0,0492
VDdiâmetro1	13,06 ± 1,450	8,74 ± 0,435	11,92 ± 0,603	16,22 ± 0,685	0,0015
VDdiâmetro2	13,04 ± 1,483	8,69 ± 0,442	11,94 ± 0,583	16,13 ± 0,692	0,0019
VDdiâmetro3	13,03 ± 1,501	8,68 ± 0,453	12,03 ± 0,592	16,23 ± 0,727	0,0027
VDdiâmetro4	13,07 ± 1,530	8,69 ± 0,455	12,04 ± 0,598	16,32 ± 0,766	0,0028
VDdiâmetro5	13,20 ± 1,533	8,75 ± 0,457	12,02 ± 0,588	16,28 ± 0,771	0,0050
VDdiâmetro6	13,36 ± 1,608	8,82 ± 0,476	11,98 ± 0,586	16,24 ± 0,800	0,0135
VDdiâmetro7	13,70 ± 1,590	8,92 ± 0,509	11,80 ± 0,573	15,91 ± 0,896	NS
VDdiâmetro8	14,10 ± 1,559	9,23 ± 0,562	11,88 ± 0,601	16,27 ± 1,065	NS
VDdiâmetro9	14,93 ± 1,534	10,03 ± 0,655	12,71 ± 0,685	18,17 ± 1,099	NS
VDdiâmetro10	16,25 ± 1,566	12,02 ± 0,842	15,55 ± 0,843	21,40 ± 1,237	NS
VDdiâmetro11	17,92 ± 1,629	14,92 ± 0,824	20,47 ± 1,018	26,66 ± 1,341	0,0070
VDdiâmetroMaior	19,60 ± 1,570	16,38 ± 0,785	21,93 ± 0,951	27,85 ± 1,128	0,0023
LLCorticalAnterior1	1,93 ± 0,130	1,58 ± 0,064	2,09 ± 0,075	2,47 ± 0,173	NS
LLCorticalAnterior2	1,97 ± 0,112	1,59 ± 0,067	2,03 ± 0,085	2,39 ± 0,130	NS
LLCorticalAnterior3	1,95 ± 0,113	1,61 ± 0,072	2,08 ± 0,094	2,44 ± 0,117	NS
LLCorticalAnterior4	1,92 ± 0,143	1,71 ± 0,124	2,14 ± 0,090	2,48 ± 0,125	NS
LLCorticalAnterior5	1,98 ± 0,148	1,59 ± 0,070	2,08 ± 0,093	2,48 ± 0,106	NS
LLCorticalAnterior6	1,95 ± 0,158	1,58 ± 0,069	2,03 ± 0,092	2,42 ± 0,075	NS
LLCorticalAnterior7	1,91 ± 0,135	1,58 ± 0,082	2,04 ± 0,097	2,36 ± 0,053	NS

LLCorticalAnterior8	1,97 ± 0,164	1,60 ± 0,101	1,99 ± 0,109	2,47 ± 0,096	NS
LLCorticalAnterior9	2,09 ± 0,225	1,56 ± 0,094	1,86 ± 0,137	2,48 ± 0,126	NS
LLCorticalAnterior10	1,92 ± 0,241	1,49 ± 0,115	1,82 ± 0,185	2,42 ± 0,286	NS
LLCorticalAnterior11	1,41 ± 0,194	1,50 ± 0,178	1,89 ± 0,206	2,02 ± 0,344	NS
VDcorticalLateral1	2,83 ± 0,142	2,20 ± 0,095	2,39 ± 0,145	2,88 ± 0,124	NS
VDcorticalLateral2	2,77 ± 0,234	2,14 ± 0,095	2,38 ± 0,148	2,88 ± 0,134	NS
VDcorticalLateral3	2,52 ± 0,307	2,02 ± 0,087	2,47 ± 0,166	2,98 ± 0,190	NS
VDcorticalLateral4	2,42 ± 0,302	2,00 ± 0,072	2,52 ± 0,166	2,84 ± 0,191	NS
VDcorticalLateral5	2,35 ± 0,284	1,96 ± 0,089	2,58 ± 0,186	2,92 ± 0,208	NS
VDcorticalLateral6	2,29 ± 0,265	1,97 ± 0,096	2,66 ± 0,172	3,10 ± 0,188	NS
VDcorticalLateral7	2,40 ± 0,254	1,95 ± 0,111	2,48 ± 0,161	2,99 ± 0,291	NS
VDcorticalLateral8	2,20 ± 0,263	1,89 ± 0,105	2,27 ± 0,154	2,80 ± 0,300	NS
VDcorticalLateral9	2,18 ± 0,395	1,70 ± 0,113	2,18 ± 0,175	3,01 ± 0,371	NS
VDcorticalLateral10	1,31 ± 0,120	1,64 ± 0,162	1,93 ± 0,202	1,74 ± 0,330	0,0186
VDcorticalLateral11	1,12 ± 0,202	1,63 ± 0,162	1,98 ± 0,261	2,12 ± 0,523	NS
LLCorticalPosterior1	2,49 ± 0,354	1,70 ± 0,072	2,39 ± 0,112	2,51 ± 0,142	NS
LLCorticalPosterior2	2,44 ± 0,281	1,66 ± 0,081	2,44 ± 0,124	2,51 ± 0,211	NS
LLCorticalPosterior3	2,42 ± 0,324	1,72 ± 0,094	2,36 ± 0,147	2,50 ± 0,114	NS
LLCorticalPosterior4	2,26 ± 0,341	1,74 ± 0,073	2,41 ± 0,121	2,52 ± 0,123	NS
LLCorticalPosterior5	2,10 ± 0,363	1,77 ± 0,082	2,43 ± 0,122	2,45 ± 0,118	NS
LLCorticalPosterior6	2,04 ± 0,376	1,81 ± 0,093	2,44 ± 0,109	2,62 ± 0,152	NS
LLCorticalPosterior7	1,95 ± 0,341	1,79 ± 0,106	2,43 ± 0,109	2,76 ± 0,185	NS
LLCorticalPosterior8	1,95 ± 0,336	1,73 ± 0,112	2,28 ± 0,121	2,55 ± 0,242	NS
LLCorticalPosterior9	1,58 ± 0,285	1,54 ± 0,088	1,97 ± 0,110	2,51 ± 0,274	0,0095
LLCorticalPosterior10	1,25 ± 0,222	1,65 ± 0,135	1,88 ± 0,190	2,28 ± 0,351	0,0042
LLCorticalPosterior11	1,23 ± 0,101	0,99 ± 0,129	1,35 ± 0,210	1,00 ± 0,158	NS
VDCorticalMedial1	2,97 ± 0,360	2,36 ± 0,117	3,00 ± 0,170	3,60 ± 0,205	NS
VDCorticalMedial2	2,94 ± 0,382	2,29 ± 0,109	2,93 ± 0,173	3,61 ± 0,173	NS
VDCorticalMedial3	2,68 ± 0,338	2,25 ± 0,110	3,00 ± 0,182	3,55 ± 0,217	NS
VDCorticalMedial4	2,44 ± 0,269	2,22 ± 0,108	2,99 ± 0,201	3,58 ± 0,227	0,0445

VDCorticalMedial5	2,24 ± 0,278	2,22 ± 0,114	2,86 ± 0,192	3,40 ± 0,228	0,0135
VDCorticalMedial6	2,04 ± 0,289	2,12 ± 0,128	2,69 ± 0,146	3,22 ± 0,244	NS
VDCorticalMedial7	1,97 ± 0,267	1,96 ± 0,104	2,62 ± 0,113	2,89 ± 0,213	NS
VDCorticalMedial8	1,83 ± 0,223	1,80 ± 0,088	2,25 ± 0,093	2,53 ± 0,151	0,0413
VDCorticalMedial9	1,74 ± 0,201	1,66 ± 0,075	1,95 ± 0,105	2,26 ± 0,131	NS
VDCorticalMedial10	1,59 ± 0,117	1,56 ± 0,117	1,76 ± 0,120	1,92 ± 0,288	NS
VDCorticalMedial11	1,11 ± 0,116	1,00 ± 0,082	1,36 ± 0,179	1,56 ± 0,128	NS
LLMedula1	4,23 ± 0,795	2,92 ± 0,269	4,57 ± 0,372	6,87 ± 0,517	<0,0001
LLMedula2	4,35 ± 0,743	2,96 ± 0,286	4,74 ± 0,386	7,01 ± 0,541	0,0401
LLMedula3	4,52 ± 0,754	3,00 ± 0,294	4,86 ± 0,397	7,07 ± 0,557	NS
LLMedula4	4,81 ± 0,788	3,04 ± 0,287	4,82 ± 0,404	7,16 ± 0,566	0,0341
LLMedula5	4,97 ± 0,837	3,09 ± 0,283	4,87 ± 0,410	7,13 ± 0,576	0,0450
LLMedula6	5,06 ± 0,831	3,14 ± 0,275	4,93 ± 0,404	7,18 ± 0,573	0,0406
LLMedula7	5,30 ± 0,876	3,31 ± 0,290	5,01 ± 0,416	7,37 ± 0,663	0,0365
LLMedula8	5,66 ± 0,952	3,58 ± 0,317	5,39 ± 0,442	7,76 ± 0,759	0,0271
LLMedula9	6,44 ± 1,091	4,37 ± 0,353	6,24 ± 0,471	8,70 ± 1,029	NS
LLMedula10	7,82 ± 1,209	6,00 ± 0,432	8,38 ± 0,635	11,85 ± 1,070	NS
LLMedula11	9,25 ± 1,248	8,52 ± 0,556	12,08 ± 0,667	15,21 ± 0,446	0,0113
VDMedula1	7,26 ± 1,185	4,18 ± 0,316	6,53 ± 0,521	9,74 ± 0,715	0,0006
VDMedula2	7,33 ± 1,179	4,27 ± 0,354	6,64 ± 0,537	9,65 ± 0,725	0,0029
VDMedula3	7,83 ± 1,367	4,42 ± 0,373	6,56 ± 0,542	9,70 ± 0,768	0,0110
VDMedula4	8,21 ± 1,427	4,47 ± 0,387	6,53 ± 0,570	9,91 ± 0,786	0,0218
VDMedula5	8,60 ± 1,513	4,57 ± 0,409	6,58 ± 0,603	9,96 ± 0,822	0,0414
VDMedula6	9,03 ± 1,633	4,73 ± 0,437	6,63 ± 0,581	9,92 ± 0,819	NS
VDMedula7	9,34 ± 1,627	5,01 ± 0,479	6,70 ± 0,550	10,03 ± 0,838	NS
VDMedula8	10,08 ± 1,597	5,55 ± 0,554	7,37 ± 0,560	10,94 ± 0,907	NS
VDMedula9	11,01 ± 1,440	6,67 ± 0,628	8,59 ± 0,592	12,91 ± 1,202	NS
VDMedula10	13,34 ± 1,490	8,83 ± 0,703	11,87 ± 0,770	17,75 ± 1,326	0,0488
VDMedula11	15,69 ± 1,646	12,28 ± 0,703	17,13 ± 1,001	22,98 ± 1,338	0,0062

NS – Não significativo

Anexo 2 - Média dos parâmetros morfométricos medidos no rádio de cão, valores padronizados.

Regiões	Baixotes		Pequenos		Médios		Grandes		p
	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	Média (mm)	Erro-padrão	
LLCurvatura1	0,048	± 0,0038	0,032	± 0,0012	0,029	± 0,0012	0,031	± 0,0011	0,0176
LLCurvatura2	0,044	± 0,0034	0,029	± 0,0012	0,028	± 0,0015	0,030	± 0,0014	0,0469
LLCurvatura3	0,040	± 0,0032	0,027	± 0,0012	0,026	± 0,0015	0,029	± 0,0016	NS
LLCurvatura4	0,037	± 0,0032	0,025	± 0,0011	0,025	± 0,0015	0,028	± 0,0020	NS
LLCurvatura5	0,035	± 0,0035	0,025	± 0,0011	0,025	± 0,0017	0,027	± 0,0021	NS
LLCurvatura6	0,033	± 0,0035	0,024	± 0,0012	0,024	± 0,0014	0,027	± 0,0022	NS
LLCurvatura7	0,035	± 0,0039	0,025	± 0,0014	0,023	± 0,0013	0,027	± 0,0022	NS
LLCurvatura8	0,039	± 0,0044	0,027	± 0,0016	0,024	± 0,0013	0,026	± 0,0023	<0,1
LLCurvatura9	0,044	± 0,0048	0,033	± 0,0021	0,025	± 0,0014	0,029	± 0,0023	0,0084
LLCurvatura10	0,053	± 0,0052	0,046	± 0,0028	0,034	± 0,0020	0,041	± 0,0020	<0,1
LLCurvatura11	0,066	± 0,0044	0,059	± 0,0035	0,048	± 0,0021	0,046	± 0,0015	<0,1
LLCurvaturaMaior	0,084	± 0,0116	0,068	± 0,0029	0,059	± 0,0034	0,050	± 0,0023	0,0229
VDcurvatura1	0,072	± 0,0062	0,046	± 0,0018	0,038	± 0,0017	0,042	± 0,0015	0,0313
VDcurvatura2	0,075	± 0,0061	0,047	± 0,0019	0,038	± 0,0018	0,042	± 0,0014	0,0076
VDcurvatura3	0,076	± 0,0061	0,048	± 0,0019	0,038	± 0,0018	0,042	± 0,0015	0,0035
VDcurvatura4	0,077	± 0,0064	0,048	± 0,0020	0,038	± 0,0019	0,042	± 0,0017	0,0032
VDcurvatura5	0,078	± 0,0066	0,048	± 0,0021	0,038	± 0,0019	0,041	± 0,0019	0,0016
VDcurvatura6	0,077	± 0,0070	0,048	± 0,0023	0,037	± 0,0019	0,041	± 0,0021	0,0020
VDcurvatura7	0,078	± 0,0076	0,047	± 0,0025	0,037	± 0,0019	0,040	± 0,0025	0,0034
VDcurvatura8	0,079	± 0,0075	0,048	± 0,0027	0,037	± 0,0021	0,041	± 0,0029	0,0039
VDcurvatura9	0,081	± 0,0070	0,051	± 0,0030	0,040	± 0,0024	0,044	± 0,0034	0,0030
VDcurvatura10	0,087	± 0,0059	0,059	± 0,0037	0,047	± 0,0027	0,052	± 0,0034	0,0031
VDcurvatura11	0,098	± 0,0036	0,077	± 0,0037	0,065	± 0,0030	0,069	± 0,0025	<0,1
VDcurvaturaMaior	0,128	± 0,0179	0,090	± 0,0038	0,075	± 0,0042	0,072	± 0,0026	0,0091
LLdiâmetro1	0,098	± 0,0081	0,065	± 0,0025	0,058	± 0,0022	0,062	± 0,0023	0,0020
LLdiâmetro2	0,100	± 0,0078	0,065	± 0,0026	0,059	± 0,0024	0,062	± 0,0025	0,0023

LLdiâmetro3	0,101 ± 0,0086	0,066 ± 0,0026	0,059 ± 0,0025	0,062 ± 0,0024	0,0023
LLdiâmetro4	0,103 ± 0,0090	0,068 ± 0,0026	0,060 ± 0,0025	0,063 ± 0,0026	0,0019
LLdiâmetro5	0,103 ± 0,0098	0,068 ± 0,0028	0,060 ± 0,0024	0,063 ± 0,0023	0,0028
LLdiâmetro6	0,104 ± 0,0101	0,069 ± 0,0030	0,060 ± 0,0023	0,064 ± 0,0023	0,0048
LLdiâmetro7	0,105 ± 0,0102	0,071 ± 0,0032	0,061 ± 0,0022	0,065 ± 0,0022	0,0100
LLdiâmetro8	0,110 ± 0,0106	0,073 ± 0,0036	0,062 ± 0,0022	0,067 ± 0,0027	0,0102
LLdiâmetro9	0,115 ± 0,0103	0,080 ± 0,0043	0,064 ± 0,0025	0,071 ± 0,0041	0,0086
LLdiâmetro10	0,125 ± 0,0096	0,097 ± 0,0050	0,077 ± 0,0036	0,086 ± 0,0048	<0,1
LLdiâmetro11	0,136 ± 0,0087	0,118 ± 0,0065	0,098 ± 0,0041	0,095 ± 0,0037	NS
LLdiâmetroMaior	0,148 ± 0,0133	0,128 ± 0,0059	0,108 ± 0,0046	0,099 ± 0,0059	<0,1
VDdiâmetro1	0,149 ± 0,0112	0,092 ± 0,0035	0,076 ± 0,0035	0,085 ± 0,0031	0,0036
VDdiâmetro2	0,149 ± 0,0110	0,091 ± 0,0035	0,076 ± 0,0033	0,084 ± 0,0030	0,0015
VDdiâmetro3	0,149 ± 0,0111	0,091 ± 0,0036	0,077 ± 0,0033	0,085 ± 0,0031	0,0008
VDdiâmetro4	0,149 ± 0,0115	0,091 ± 0,0036	0,077 ± 0,0034	0,085 ± 0,0032	0,0006
VDdiâmetro5	0,151 ± 0,0120	0,092 ± 0,0037	0,077 ± 0,0033	0,085 ± 0,0033	0,0004
VDdiâmetro6	0,153 ± 0,0132	0,093 ± 0,0041	0,077 ± 0,0033	0,085 ± 0,0036	0,0008
VDdiâmetro7	0,158 ± 0,0141	0,094 ± 0,0045	0,075 ± 0,0032	0,083 ± 0,0042	0,0008
VDdiâmetro8	0,163 ± 0,0140	0,098 ± 0,0051	0,076 ± 0,0034	0,085 ± 0,0052	0,0009
VDdiâmetro9	0,172 ± 0,0135	0,106 ± 0,0062	0,081 ± 0,0039	0,095 ± 0,0055	0,0023
VDdiâmetro10	0,187 ± 0,0119	0,127 ± 0,0077	0,099 ± 0,0048	0,111 ± 0,0058	0,0141
VDdiâmetro11	0,205 ± 0,0091	0,158 ± 0,0077	0,131 ± 0,0062	0,139 ± 0,0056	NS
VDdiâmetroMaior	0,229 ± 0,0175	0,173 ± 0,0071	0,141 ± 0,0057	0,145 ± 0,0048	0,0388
LLCorticalAnterior1	0,023 ± 0,0018	0,016 ± 0,0006	0,013 ± 0,0005	0,013 ± 0,0010	NS
LLCorticalAnterior2	0,023 ± 0,0016	0,017 ± 0,0006	0,013 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	NS
LLCorticalAnterior3	0,023 ± 0,0013	0,017 ± 0,0006	0,013 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	NS
LLCorticalAnterior4	0,022 ± 0,0010	0,018 ± 0,0012	0,014 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	NS
LLCorticalAnterior5	0,023 ± 0,0012	0,017 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	0,013 ± 0,0006	NS
LLCorticalAnterior6	0,022 ± 0,0010	0,016 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	0,013 ± 0,0004	NS
LLCorticalAnterior7	0,022 ± 0,0013	0,016 ± 0,0008	0,013 ± 0,0007	0,012 ± 0,0003	NS
LLCorticalAnterior8	0,023 ± 0,0020	0,016 ± 0,0010	0,013 ± 0,0008	0,013 ± 0,0005	NS

LLCorticalAnterior9	0,024 ± 0,0026	0,016 ± 0,0010	0,012 ± 0,0009	0,013 ± 0,0008	NS
LLCorticalAnterior10	0,022 ± 0,0024	0,015 ± 0,0013	0,012 ± 0,0013	0,013 ± 0,0014	NS
LLCorticalAnterior11	0,017 ± 0,0022	0,015 ± 0,0017	0,012 ± 0,0013	0,011 ± 0,0018	NS
LLCorticalPosterior1	0,028 ± 0,0028	0,018 ± 0,0007	0,015 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	<0,1
LLCorticalPosterior2	0,028 ± 0,0018	0,017 ± 0,0008	0,016 ± 0,0006	0,013 ± 0,0008	NS
LLCorticalPosterior3	0,027 ± 0,0019	0,018 ± 0,0009	0,015 ± 0,0008	0,013 ± 0,0004	NS
LLCorticalPosterior4	0,025 ± 0,0023	0,018 ± 0,0008	0,015 ± 0,0007	0,013 ± 0,0004	NS
LLCorticalPosterior5	0,023 ± 0,0024	0,019 ± 0,0009	0,015 ± 0,0007	0,013 ± 0,0005	NS
LLCorticalPosterior6	0,023 ± 0,0027	0,019 ± 0,0011	0,016 ± 0,0007	0,014 ± 0,0008	NS
LLCorticalPosterior7	0,022 ± 0,0026	0,019 ± 0,0011	0,016 ± 0,0008	0,014 ± 0,0010	NS
LLCorticalPosterior8	0,022 ± 0,0027	0,018 ± 0,0013	0,015 ± 0,0008	0,013 ± 0,0013	NS
LLCorticalPosterior9	0,018 ± 0,0025	0,016 ± 0,0007	0,013 ± 0,0008	0,013 ± 0,0015	NS
LLCorticalPosterior10	0,015 ± 0,0023	0,017 ± 0,0012	0,012 ± 0,0013	0,012 ± 0,0020	NS
LLCorticalPosterior11	0,015 ± 0,0015	0,011 ± 0,0015	0,009 ± 0,0013	0,005 ± 0,0009	NS
VDcorticalLateral1	0,033 ± 0,0027	0,023 ± 0,0009	0,016 ± 0,0011	0,015 ± 0,0008	0,0258
VDcorticalLateral2	0,033 ± 0,0034	0,022 ± 0,0010	0,015 ± 0,0011	0,015 ± 0,0009	0,0430
VDcorticalLateral3	0,030 ± 0,0042	0,021 ± 0,0009	0,016 ± 0,0012	0,016 ± 0,0011	NS
VDcorticalLateral4	0,028 ± 0,0036	0,021 ± 0,0008	0,016 ± 0,0012	0,015 ± 0,0011	NS
VDcorticalLateral5	0,028 ± 0,0038	0,021 ± 0,0010	0,017 ± 0,0013	0,015 ± 0,0012	NS
VDcorticalLateral6	0,027 ± 0,0037	0,021 ± 0,0012	0,017 ± 0,0012	0,016 ± 0,0012	NS
VDcorticalLateral7	0,028 ± 0,0035	0,020 ± 0,0012	0,016 ± 0,0012	0,016 ± 0,0016	NS
VDcorticalLateral8	0,026 ± 0,0034	0,020 ± 0,0012	0,015 ± 0,0011	0,015 ± 0,0016	NS
VDcorticalLateral9	0,026 ± 0,0048	0,018 ± 0,0011	0,014 ± 0,0011	0,016 ± 0,0021	NS
VDcorticalLateral10	0,017 ± 0,0035	0,017 ± 0,0014	0,012 ± 0,0013	0,009 ± 0,0017	NS
VDcorticalLateral11	0,014 ± 0,0032	0,017 ± 0,0015	0,013 ± 0,0016	0,011 ± 0,0026	NS
VDCorticalMedial1	0,033 ± 0,0024	0,025 ± 0,0010	0,019 ± 0,0012	0,019 ± 0,0011	NS
VDCorticalMedial2	0,033 ± 0,0022	0,024 ± 0,0011	0,019 ± 0,0012	0,019 ± 0,0010	NS
VDCorticalMedial3	0,030 ± 0,0016	0,023 ± 0,0009	0,019 ± 0,0013	0,018 ± 0,0011	NS
VDCorticalMedial4	0,028 ± 0,0014	0,023 ± 0,0010	0,019 ± 0,0014	0,019 ± 0,0011	NS
VDCorticalMedial5	0,025 ± 0,0016	0,023 ± 0,0009	0,019 ± 0,0013	0,018 ± 0,0011	NS

VDCorticalMedial6	0,023 ± 0,0019	0,022 ± 0,0011	0,017 ± 0,0010	0,017 ± 0,0010	NS
VDCorticalMedial7	0,022 ± 0,0017	0,021 ± 0,0010	0,017 ± 0,0008	0,015 ± 0,0010	NS
VDCorticalMedial8	0,021 ± 0,0018	0,019 ± 0,0009	0,014 ± 0,0006	0,013 ± 0,0007	NS
VDCorticalMedial9	0,020 ± 0,0013	0,017 ± 0,0008	0,013 ± 0,0007	0,012 ± 0,0007	0,0047
VDCorticalMedial10	0,018 ± 0,0011	0,016 ± 0,0013	0,011 ± 0,0009	0,010 ± 0,0016	NS
VDCorticalMedial11	0,013 ± 0,0020	0,010 ± 0,0009	0,009 ± 0,0012	0,008 ± 0,0006	NS
LLMedula1	0,048 ± 0,0068	0,031 ± 0,0024	0,029 ± 0,0021	0,036 ± 0,0022	NS
LLMedula2	0,049 ± 0,0064	0,031 ± 0,0026	0,030 ± 0,0021	0,036 ± 0,0024	NS
LLMedula3	0,052 ± 0,0066	0,031 ± 0,0027	0,031 ± 0,0022	0,037 ± 0,0025	NS
LLMedula4	0,055 ± 0,0071	0,032 ± 0,0027	0,031 ± 0,0022	0,037 ± 0,0026	<0,1
LLMedula5	0,057 ± 0,0077	0,033 ± 0,0027	0,031 ± 0,0023	0,037 ± 0,0026	0,0390
LLMedula6	0,059 ± 0,0080	0,033 ± 0,0028	0,031 ± 0,0022	0,037 ± 0,0027	0,0164
LLMedula7	0,061 ± 0,0079	0,035 ± 0,0032	0,032 ± 0,0023	0,038 ± 0,0031	0,0075
LLMedula8	0,065 ± 0,0082	0,039 ± 0,0037	0,034 ± 0,0025	0,040 ± 0,0035	0,0031
LLMedula9	0,073 ± 0,0091	0,047 ± 0,0042	0,040 ± 0,0026	0,045 ± 0,0049	0,007
LLMedula10	0,088 ± 0,0091	0,065 ± 0,0049	0,053 ± 0,0035	0,062 ± 0,0054	<0,1
LLMedula11	0,105 ± 0,0087	0,091 ± 0,0059	0,077 ± 0,0036	0,079 ± 0,0022	NS
VDMedula1	0,083 ± 0,0104	0,044 ± 0,0030	0,041 ± 0,0028	0,051 ± 0,0032	0,0226
VDMedula2	0,083 ± 0,0100	0,045 ± 0,0032	0,042 ± 0,0029	0,050 ± 0,0032	0,0286
VDMedula3	0,089 ± 0,0117	0,047 ± 0,0036	0,042 ± 0,0030	0,050 ± 0,0036	0,0094
VDMedula4	0,093 ± 0,0124	0,047 ± 0,0036	0,041 ± 0,0031	0,052 ± 0,0036	0,0055
VDMedula5	0,098 ± 0,0134	0,048 ± 0,0039	0,042 ± 0,0033	0,052 ± 0,0038	0,0046
VDMedula6	0,103 ± 0,0149	0,050 ± 0,0043	0,042 ± 0,0032	0,052 ± 0,0040	0,0052
VDMedula7	0,108 ± 0,0155	0,053 ± 0,0048	0,042 ± 0,0031	0,052 ± 0,0041	0,0039
VDMedula8	0,116 ± 0,0151	0,059 ± 0,0057	0,047 ± 0,0031	0,057 ± 0,0045	0,003
VDMedula9	0,127 ± 0,0132	0,071 ± 0,0065	0,055 ± 0,0033	0,067 ± 0,0057	NS
VDMedula10	0,152 ± 0,0094	0,094 ± 0,0070	0,076 ± 0,0044	0,092 ± 0,0064	0,026
VDMedula11	0,178 ± 0,0071	0,130 ± 0,0071	0,110 ± 0,0060	0,120 ± 0,0059	0,037

NS – Não significativo