JEFFERSON DOUGLAS SOARES ALVES

**Estudo da densidade mineral óssea na extremidade
distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio
da densitometria óptica radiográfica**

São Paulo
2004

JEFFERSON DOUGLAS SOARES ALVES

Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:
Cirurgia

Área de Concentração:
Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres

Orientador:
Prof. Dr. Franklin de Almeida Sterman

São Paulo
2004

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1362
FMVZ

Alves, Jefferson Douglas Soares

Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica / Jefferson Douglas Soares Alves. – São Paulo : J. D. S. Alves, 2004.
70 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Cirurgia, 2004.

Programa de Pós-graduação: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Área de concentração: Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres.

Orientador: Prof. Dr. Franklin de Almeida Sterman.

1. Radiologia. 2. Densidade. 3. Cães. I. Título.

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia
Cidade Universitária "Armando de Salles Oliveira"
Comissão Bioética

CERTIFICADO

Certificamos que o Projeto intitulado "Estudo da densidade óssea em extremidade distal do osso rádio de cães da raça Rottweiler, através da densitometria óptica radiográfica correlacionando idade, sexo e peso", protocolo nº 281/2003, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Franklin de Almeida Stermán, utilizando 60 cães, está de acordo com os princípios éticos de experimentação animal da Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo e foi aprovado "ad referendum".

(We certify that the Research "Study of bone density in distal extremity of the radius bone in dogs of Rottweiler's breed, through the radiographic optic densitometry correlating age, sex and weight" protocol number 281/2003, under the responsibility of Prof. Dr. Franklin de Almeida Stermán, utilizing 60 dogs, agree with Ethical Principles in Animal Research adopted by Biotic Commission of the Faculty of Veterinary Medicine and Zootechny of University of São Paulo and was approved "ad referendum").

São Paulo, 28 de maio de 2003

Prof.^a Dr.^a Júlia Maria Matera
Presidente da Comissão de Bioética
FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome do autor: ALVES, Jefferson Douglas Soares

Título: Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. _____ Instituição: _____

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Agradeço a minha família por toda ajuda e principalmente a minha esposa **Daniela**, minha filhinha **Julia**, minha mãe **Aidi**, minha irmã **Juliane**, minha sogra **Cidinha** e meu sogro **Castilho** pelos momentos em que estive ausente e principalmente pelo carinho e incentivo para realização deste sonho!!

AGRADECIMENTO

Agradeço á Deus e a Nossa Senhora do Perpétuo Socorro por todos os dias!!

Ao meu orientador Prof. Dr. Franklin de Almeida Sterman pelo incentivo, exemplo de vida, seriedade, confiança, amizade!!!

Á Prof. Dra. Maria Angélica Miglino por acreditar na realização de um trabalho sério e muito gratificante.

Á minha amiga Prof. Dra. Ana Carolina B. C. F. Pinto pela ajuda dispensada e principalmente pelo incentivo no início deste trabalho.

Aos funcionários do Serviço de Diagnóstico por Imagem da Universidade de São Paulo por ter ajudado na realização do experimento!!!

Aos meus companheiros de pós-graduação por dividir momentos de alegrias, broncas, saudades!!

A minha amiga Caterina Muramoto por toda ajuda!!!

Aos meus amigos Denise, Viviane, Mila, Sylvia, Fernanda, Priscila, Dani Navarro, Cal, Rogério, Maria Adriana, João Flávio, Ana Flávia, Rose Eli, Livia, Alessandra, Serginho, Ana Paula Azarias, Maria Lúcia, Malu pela ajuda e pela paciência nos momentos de dificuldades!!

Ao Prof. Dr. Júlio César de Carvalho Balieiro pelos ensinamentos estatísticos!!

Aos funcionários do Hospital Veterinário Vicente Borelli por toda colaboração!!

Ao Centro Universitário da Fundação de Ensino Octávio Bastos por ter acreditado e incentivado para realização desta dissertação!!!

Aos animais e seus proprietários por acreditar na pesquisa e que futuramente poderá trazer benefícios para todos os animais!!!

RESUMO

ALVES, J. D. S. **Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica.** [Study of the bone mineral density of the distal extremity of the radio in Rottweiler, by radiographic optic densitometry]. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

Este estudo permitiu a padronização da densidade mineral óssea (DMO) na extremidade distal do rádio de 36 cães adultos da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica. Os membros foram radiografados juntamente com uma escala de referência confeccionada em alumínio. As radiografias foram digitalizadas e analisadas por um programa de computador para comparação de tonalidades de cinza entre as duas imagens da escala de referência (padrão e a radiografada junto ao osso). Posteriormente aos ajustes realizados nos tons da imagem, foram feitas as medições densitométricas no osso, cujos valores foram expressos em milímetros de alumínio (mmAl). Também foram estudadas correlações entre a DMO e o sexo, peso corpóreo e as medidas externas como o comprimento da coluna, altura do animal e circunferência na extremidade distal do membro em estudo. Os valores médios e os desvios-padrão da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio foram: para a região metafisária foi de $7,88 \pm 0,89$ mmAl, para a região diafisária 1 de $8,58 \pm 0,80$ mmAl e para região diafisária 2 de $9,00 \pm 0,74$ mmAl.

Palavras-chave: Radiologia. Densidade. Cães.

ABSTRACT

ALVES, J. D. S. **Study of the bone mineral density of the distal extremity of the radio in Rottweiler, by Radiographic Optic Densitometry.** [Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da Densitometria Óptica Radiográfica]. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

This study allowed the standardization of the bone mineral density (BMD) of the distal extremity of the radio of 36 dogs adults in Rottweiler breed by radiographic optic densitometry. The limbs of the animals were radiographed with scale of aluminum that served as a reference. The radiographies images were digitalized and analyzed by a computer program for comparison of gray tones between the standard image and the image of the reference scale radiographed with the bone. Afterwards the values of density were expressed in millimeters of aluminum. Also studied the correlations between BMD and the sex, weight and external measures as the length of spine, height of the animal and circumference the distal extremity of the limb in study. The mean values and standard deviations of the bone mineral density of the distal extremity of the radio were: for the metaphysary region the average of BMD of $7,88 \pm 0,89$ mmAl, the diaphysary region 1 the average of BMD of $8,58 \pm 0,80$ mmAl and for diaphysary region 2 of BMD of $9,00 \pm 0,74$ mmAl.

Key works: Radiology. Density. Dogs.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 – Foto ilustrativa das medidas externas colhidas: comprimento da coluna (em vermelho) e a altura do animal (em verde)
- Figura 2 – Foto ilustrativa mostrando a medida externa circunferência na extremidade distal do membro torácico direito
- Figura 3 – Foto ilustrativa mostrando a escala de alumínio utilizada como referência
- Figura 4 – Visualização do programa ImageLab mostrando a seleção dos 19 degraus da escala de referência da imagem padrão
- Figura 5 – Imagem da planilha e do gráfico representativos dos valores da densidade óptica dos degraus da imagem padrão da escala de alumínio
- Figura 6 – Visualização do programa ImageLab mostrando o rádio-ulna direito posicionado paralelamente a escala de referência de alumínio, com os 19 degraus selecionados
- Figura 7 – Visualização da planilha e do gráfico que mostra uma curva (em vermelho) representativa dos valores da densidade óptica dos degraus da imagem padrão da escala de alumínio e uma segunda curva (em azul) representativa dos degraus da escala de alumínio radiografada simultaneamente ao osso antes da equalização
- Figura 8 – Visualização do programa ImageLab mostrando os três quadriláteros correspondentes as regiões DORM (metafisária), DOD1 (diafisária 1) e a DOD2 (diafisária 2)
- Figura 9 – Imagem do programa ImageLab mostrando os três quadriláteros correspondentes as regiões DORM (metafisária), DOD1 (diafisária 1) e a DOD2 (diafisária 2) demarcadas e a leitura da densidade óptica da região metafisária

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Valores médios da DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1 e Diafisária 2 para o grupo total de animais
- Gráfico 2 – Valores Médios das DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1, Diafisária 2 para o grupo total de animais (machos e fêmeas)
- Gráfico 3 – Representação da razão entre o comprimento da coluna e a altura dos animais selecionados
- Gráfico 4 – Representação da variação da DMO em função do peso corpóreo
- Gráfico 5 – Representação da variação da DMO em função da circunferência

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para o grupo de fêmeas
- Tabela 2 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para o grupo de machos
- Tabela 3 – Médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para os grupos de machos, fêmeas e total
- Tabela 4 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1), Diafisária 2 (DOD2), e a Média Total para o grupo de fêmeas
- Tabela 5 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1), Diafisária 2 (DOD2) e a Média Total para o grupo de machos
- Tabela 6 – Médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1, Diafisária 2 e também da Média Total para o grupo total de animais

LISTA DE ABREVIATURAS

DMO –	Densidade Mineral Óssea
mmAl –	Milímetros de alumínio
BMD –	Bone Mineral Density
DO –	Densidade Óptica
DOR –	Densitometria Óptica Radiográfica
PSI –	Puro Sangue Inglês
mA –	Miliamperagem
Kv –	Kilovoltagem
mAs –	Miliamperagem segundo
cm –	Centímetro
DP –	Desvio Padrão
DORM -	Densidade Óptica Região Metafisária
DOD1 -	Densidade Óptica Diafisária 1
DOD2 -	Densidade Óptica Diafisária 2
Kg –	Quilogramas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	18
3 MATERIAL E MÉTODO	25
3.1 ANIMAIS UTILIZADOS NO ESTUDO	25
3.2 COLHEITA DE DADOS REFERENTES AOS CÃES.....	25
3.3 EXAME RADIOGRÁFICO: EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS	28
3.4 EXAME DENSITOMÉTRICO	29
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
4 RESULTADOS	38
4.1 VARIÁVEIS IDADE, PESO CORPÓREO, COMPRIMENTO DA COLUNA, ALTURA E CIRCUNFERÊNCIA	38
4.1.1 Grupo de Fêmeas.....	27
4.1.2 Grupo de Machos.....	29
4.1.3 Grupo Total (Machos e Fêmeas)	31
4.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DAS REGIÕES METAFISÁRIA, DIAFISÁRIA 1, DIAFISÁRIA 2 E DA MÉDIA TOTAL	32
4.2.1 Grupo de Fêmeas.....	32
4.2.2 Grupo de Machos.....	35
4.2.3 Grupo Total (Machos e Fêmeas)	37
4.3 TIPO CONSTITUCIONAL DOS ANIMAIS	40
4.4 RELAÇÃO ENTRE PESO CORPÓREO E A DMO	42
4.5 RELAÇÃO ENTRE CIRCUNFERÊNCIA E A DMO	44
4.6 CIRCUNFERÊNCIA RELACIONADA COM O PESO CORPÓREO	46
5 DISCUSSÃO	57
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS	66

Introdução

1 INTRODUÇÃO

A quantidade de matéria mineral óssea nos cães que apresentam crescimento rápido é um fator importante para a resistência do osso tendo em vista o estresse físico a que são submetidos continuamente.

Fatores genéticos, hormonais, ambientais, nutricionais e agentes patogênicos podem alterar o desenvolvimento e o metabolismo ósseo normal de um animal. Para o diagnóstico de determinadas alterações ósseas faz-se necessário métodos estimativos que possam fornecer dados confiáveis e acurados. Alguns métodos para avaliação da densidade óssea têm restrições para sua realização, por apresentarem um custo mais elevado e uma certa complexidade para a sua realização. Recentes estudos têm mostrado a *Densitometria Óptica Radiográfica* (DOR) como sendo um método estimativo eficiente, de fácil execução e, principalmente, de baixo custo.

Este estudo tem como objetivo estabelecer padrões de normalidade para os valores de densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, em idade adulta, verificando se há influências do sexo, peso corpóreo e algumas medidas externas (comprimento da coluna, altura do animal e circunferência na extremidade distal do membro torácico direito) na quantidade de matéria mineral óssea.

Pretende-se desta forma, obter uma base para futuras correlações entre a densidade óssea normal e a densidade óssea de animais portadores de doenças provenientes de estresse físico, doenças de origem metabólica, infecciosa ou neoplásica.

Revisão de Literatura

2 REVISÃO DE LITERATURA

O tecido ósseo é basicamente formado de osso trabecular ou esponjoso e osso compacto, sendo que o osso trabecular apresenta uma menor densidade ou massa óssea, em relação ao osso compacto, por apresentar uma porosidade maior pela quantidade maior de espaço interósseo do que o compacto (BANKS, 1991).

Os ossos desempenham várias funções importantes no organismo, dentre elas: proteção para os órgãos, sustentação e conformação do corpo, armazenamento de íons de cálcio e fósforo, permitir deslocamentos do corpo por meio de um sistema de alavancas e também produção de células sanguíneas (DANGELO; FATTINI, 2000).

A regulação do metabolismo ósseo sofre influências do parato-hormônio, calcitonina, vitamina D, hormônio de crescimento, tiroxina, estrógeno, testosterona, vitaminas A e C entre outros fatores (FELDMAN; NELSON, 1996; GÜRTLER et al., 1984; GUYTON; HALL, 1997). O uso de medicamentos como alguns antiinflamatórios, diuréticos e quimioterápicos também podem interferir no metabolismo ósseo (SPINOSA; GÓRNIK; BERNARDI, 1999).

O estudo da densidade mineral óssea nos últimos tempos se tornou muito importante para detecção de problemas relacionados ao sistema ósseo, sendo importante à obtenção de um método estimativo preciso e acurado visto que, por meio de avaliação visual do exame radiográfico simples, podemos observar as lesões de forma subjetiva, quando a perda da matéria mineral óssea for superior a 30% (GARTON et al., 1994; SCHNEIDER, 1984; TROUERBACH et al., 1984).

A utilização de métodos para mensurar a matéria mineral óssea é de fundamental importância para um diagnóstico eficiente e precoce de determinadas

alterações como, por exemplo, a osteoporose, podendo reduzir o risco de fraturas patológicas em consequência da fragilidade óssea (HUI et al., 1997; YANG et al., 1994; YATES et al., 1995).

Vários métodos foram descritos na tentativa de estimar a quantidade de matéria mineral, tais como: a densitometria radiográfica (PLOTNICK; BERESIN; SIMKINS, 1970; VOSE, 1969), foto densitometria (DUBREZ et al., 1992; STOLIKER et al., 1976), fotometria radiográfica (MEAKIN et al., 1981), ultra-sonografia (JEFFCOTT; MCCARTNEY, 1985), densitometria radiográfica computadorizada (HAYASHI et al., 1996; SEO et al., 1994;), single photon absorptiometry e tomografia computadorizada (BOONEN et al., 1997; YANG et al., 1994; YATES et al., 1995), dual energy x-ray absorptiometry (MAKAN; BAYLEY; WEBBER, 1997; SWEZEY et al., 1996), densitometria óptica radiográfica (LEAL, 2002; LOUZADA et al., 1997; MURAMOTO, 2003; PRADO FILHO, 2001; RAHAL, 2002; SANTOS, 2002; STERMAN, 2001; VULCANO, 2001).

Stoliker (1976) mensurou a densidade mineral óssea do rádio de cães de corrida da raça Greyhounds, por meio da photon densitometry, pois os cães apresentavam uma susceptibilidade a traumas por exaustivos esforços físicos. Acreditava que a força para fraturar um osso dependeria em parte do conteúdo mineral ósseo ou da densidade óssea, esta, por sua vez, estava ligada a vários fatores como a dieta, ganho de peso, exercícios, idade, problemas endócrinos. Stoliker (1976) concluiu em seu estudo que o sexo, idade e o ganho de peso apresentaram correlação significativa com o conteúdo mineral ósseo.

Plotnick, Beresin e Simkins (1970) observaram que a densitometria através da utilização de imagens radiográficas é uma metodologia confiável para mensurar o conteúdo mineral ósseo.

Hayashi et al. (1996) e Yang et al. (1994) mostraram em seus estudos que a técnica da densitometria radiográfica é rápida, de fácil execução, baixo custo e possui alta precisão.

Apesar da densitometria radiográfica ser um método de fácil realização e custo baixo, as variações radiográficas referentes a kilovoltagem, tempo de exposição, espessura dos tecidos moles e também fatores no processamento do filme podem causar alterações na densidade radiográfica, diminuindo, assim, a eficácia do método (SCHNEIDER, 1984).

Delaquerriere-Richardson et al. (1982) através da morfometria radiográfica e da foto densitometria radiográfica mensuraram o crescimento de fêmures de cães jovens da raça Beagle e as alterações da atividade óssea em relação à idade desses animais. A largura total do fêmur e sua densidade óptica radiográfica aumentaram significativamente com a idade e o peso corpóreo. Em seu estudo relataram a necessidade de padronização da metodologia, pois alguns fatores como o tempo de exposição, posicionamento, filme radiográfico, processamento, poderiam influenciar nos valores obtidos.

Para minimizar estes problemas técnicos faz-se necessário a presença de uma escala de referência confeccionada em alumínio (DUINKERKE et al., 1978; HAYASHI et al., 1996; HOFFMAN et al., 1999; LEAL, 2002; LOUZADA et al., 1997; MARTIN; PAPAMICHOS; DANNUCHI, 1990; MEAKIM et al., 1981; PLOTNICK; BERESIN; WEBBER, 1970; SANTOS, 2002; SCHNEIDER, 1984; SEO et al., 1994; STERMAN, 2001; TROUERBACH et al., 1984; VULCANO, 2001; YANG et al., 1994). Tem sido usado o alumínio para confecção da escala, por este material possuir uma curva de absorção de radiação X muito semelhante a dos ossos (MACK; VOSE; NELSON, 1959; OWEN, 1956). A escala de alumínio, por possuir

características conhecidas, serve como um padrão referencial densitométrico, permitindo estabelecer uma calibração pelo sistema computacional por comparação das tonalidades de cinza, minimizando possíveis alterações que a imagem possa apresentar em decorrência de variáveis radiológicas (PLOTNICK; BERESIN; WEBBER, 1970) e gerando valores densitométricos expressos em equivalentes a milímetros de alumínio (mmAl).

Vários autores desenvolveram trabalhos utilizando a metodologia de DOR com auxílio da escala de alumínio como referencial e obtiveram resultados confiáveis, estimulando o emprego do método na área de Medicina Veterinária.

Louzada et al. (1997) mensuraram a densidade de peças ósseas de frangos através da densitometria óptica radiográfica, sendo que as peças foram submetidas a uma descalcificação controlada em tempos pré-determinados e mostrou ser uma técnica de fácil reprodução e aplicação, boa sensibilidade, precisão acurada e custo baixo.

Louzada et al. (1998a) estudaram a densidade de peças ósseas de cães adultos através de uma descalcificação controlada, para avaliar a aplicabilidade e a sensibilidade da densitometria óptica radiográfica, salientando que a técnica empregada necessita de uma padronização rigorosa, pois as análises são feitas de forma relativa, fazendo-se uso de um objeto de referência (penetrômetro) e uma metodologia específica.

Louzada et al. (1998b) realizaram um trabalho sobre a metodologia para avaliação de densidade em imagem radiográfica que objetivou otimizar a técnica de densitometria óptica radiográfica, ressaltando novamente, a imprescindível necessidade de uma minuciosa padronização da metodologia empregada.

Sterman (2001) avaliou a densidade mineral óssea do carpo acessório de 40 eqüinos atletas destinados ao enduro eqüestre, com a idade variando entre quatro e dezesseis anos, por meio da densitometria óptica radiográfica, utilizando um programa de computador específico para comparação das tonalidades, onde o método mostrou ser preciso, seguro e de baixo custo.

Leal (2002) determinou os valores normais da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio de 293 caninos utilizando a densitometria óptica radiográfica, correlacionando o peso e sexo e idade. Não foram significativas as correlações estatísticas entre a densidade óptica radiográfica e sexo, entretanto, houve correlação estatística altamente significativa entre a densidade óptica radiográfica e o peso e correlação negativa entre a densidade óptica radiográfica e idade das fêmeas mais velhas.

Rahal et al. (2002) realizou um estudo através da densitometria óptica radiográfica para avaliação do hiperparatireoidismo nutricional secundário induzido em 10 felinos, sendo concluído que a densitometria óssea em imagens radiográficas, mostrou ser um método mais eficiente e confiável na avaliação da densidade óssea do que as avaliações bioquímicas séricas de cálcio, fósforo e fosfatase alcalina.

Santos (2002) determinou os valores normais da densidade mineral óssea da extremidade distal de rádio-ulna de 120 felinos, por meio da densitometria óptica radiográfica, correlacionando peso, sexo e idade. Foram observadas correlações estatísticas significativas entre a densidade mineral óssea, peso e a idade dos animais estudados.

Estudo realizado por Muramoto (2003) teve como objetivo o estabelecimento de valores de densidade mineral óssea (DMO) das regiões metafisária e diafisária do rádio de cães da raça Poodle, por meio da densitometria óptica radiográfica. Foram

utilizados 112 cães divididos em diferentes categorias de acordo com o sexo e a idade. Foram estudadas as correlações entre a DMO e as variáveis peso, idade, sexo, largura e espessura do terço distal de rádio e ulna direito, verificando-se que a equação de variação de DMO em função do peso foi que melhor conseguiu explicar a variação da densidade e ao analisar as diferentes regiões ósseas, observou-se que, pela diferença na quantidade de osso esponjoso e compacto entre as regiões metafisária e diafisária, os animais apresentaram a densidade mineral óssea da região metafisária menor em relação à diáfise, fato não observado no grupo de animais de até um ano de idade, devido ao seu alto metabolismo ósseo na região metafisária na fase de crescimento.

Material e Método

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 ANIMAIS UTILIZADOS NO ESTUDO

Foram utilizados neste trabalho 36 animais da espécie canina, da raça Rottweiler, sendo 11 machos e 25 fêmeas, com idade variando entre 13 a 84 meses.

O experimento foi realizado com animais encaminhados ao Hospital Veterinário "Vicente Borelli", da Faculdade de Medicina Veterinária Octávio Bastos, e animais provenientes da região do município de São João da Boa Vista – SP, no período de março a junho de 2003.

3.2 COLHEITA DE DADOS REFERENTES AOS CÃES

Primeiramente foi realizada uma anamnese completa de cada animal com objetivo de selecionar apenas animais sem patologia óssea. Desta forma, foram descartados animais castrados, portadores de distúrbios nutricionais e locomotores (claudicação, impotência funcional, dificuldade em se levantar, incoordenação motora) e em tratamento com fármacos que pudessem alterar o metabolismo ósseo.

Os animais eram pesados em uma balança digital da marca Lucastec PLE e tiveram algumas medidas externas colhidas:

- ✦ Altura do animal – medida que compreende a distância em linha reta, perpendicular ao solo da extremidade dorsal dos processos espinhosos das 1ª e 2ª vértebras torácicas até a extremidade palmar (Figura 1).
- ✦ Comprimento da Coluna – medida que compreende a distância da região da articulação atlanto-occipital até sacro-coccígea (Figura 1).

Figura 1 – Foto ilustrativa das medidas externas colhidas: comprimento da coluna (em vermelho) e a altura do animal (em verde)

♦ Circunferência - medida da circunferência da extremidade distal do membro torácico direito dorsalmente a articulação do carpo com auxílio de uma fita métrica (Figura 2).

Figura 2 – Foto ilustrativa mostrando a medida externa circunferência da extremidade distal do membro torácico direito

Todos os dados foram catalogados em fichas individuais com identificação completa do animal.

3.3 EXAME RADIOGRÁFICO: EQUIPAMENTOS E PROCEDIMENTOS

Foi utilizado um aparelho de Raios-X Emic-GR 500, de 500 mA e 125 Kv, com distância foco-filme de 100 cm, ajustado para 47 Kv e o mAs de acordo com a espessura do membro de cada animal. Foi utilizado chassis Konex de 18 x 24 cm, com telas intensificadoras regular Lanex da marca Kodak (Kodak Eastman Company[®]) e filmes da marca AGFA Ortho cp-g-plus (Agfa-Gevaert S.A[®]). Foram realizadas radiografias simples da extremidade distal do rádio, com o animal em decúbito ventral e incidência crânio-caudal. As radiografias foram reveladas em processadora automática RP-X-OMAT Processor (Kodak Eastman Company[®]) do Serviço de Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo.

Sobre o chassi eram colocados uma escala de referência e o membro do animal, lado a lado, e ambas as estruturas radiografadas simultaneamente. Esta escala, utilizada com a finalidade de calibração do sistema de avaliação de tonalidades por uma análise comparativa, foi confeccionado com liga de alumínio específica, padronizada internacionalmente, sendo constituída de 20 degraus sendo o primeiro degrau com 0,5 mm de espessura e os demais seguindo de 0,5 mm em 0,5 mm até o vigésimo degrau. Os degraus contêm 5 x 19 mm de área de superfície (Figura 3).

Figura 3 – Foto ilustrativa mostrando a escala de alumínio utilizada como referência

3.4 EXAME DENSITOMÉTRICO

As imagens radiográficas foram digitalizadas¹ e então analisadas em computador², por meio do programa de processamento de imagens ImageLab³.

A densidade óptica na extremidade distal do rádio foi comparada com a densidade óptica dos degraus da escala de alumínio determinando, assim, qual a correspondência em milímetros de alumínio (mmAl) da densidade do osso em estudo.

Inicialmente, foi feita uma radiografia somente da escala de alumínio, utilizando a mesma técnica para radiografar os membros dos animais a serem analisados.

¹ Scanner Scanjet 6300C (Hewlett-Packard®)

² Pentium III de 133MHz, HD de 11Gb de memória RAM (Itautec®)

³ Desenvolvido pela Softium Sistemas de Informática

Esta imagem radiográfica foi denominada como imagem padrão e após ser escaneada foi armazenada no computador como referência para comparação posterior com a imagem da mesma escala de alumínio, radiografada simultaneamente ao osso cuja densidade óptica foi medida. Para padronizar os valores de densidade óptica dos degraus da escala de alumínio, foi aberto um arquivo contendo a imagem padrão e selecionamos os dezenove primeiros degraus da escala de referência de alumínio (Figura 4).

Utilizando-se o mouse sobre esta seleção, foi aberta uma planilha contendo os valores de densidade óptica (DO) de cada degrau da imagem padrão. A DO varia de 1 a 19 conforme o degrau da escala, sendo que o programa computacional considera o primeiro degrau como o mais radiotransparente, com DO de valor 1, o segundo degrau com valor 2 e assim sucessivamente, até atingir 19º degrau, o mais radiopaco, com valor 19. Lateralmente à planilha, observa-se o gráfico que representa a curva densitométrica, cujo eixo x representa as densidades ópticas (de 1 a 19) e o eixo y representa os tons de cinza, que variam neste programa, de 0 (preto) a 256 (branco) tons (Figura 5).

Para a análise comparativa entre as inúmeras radiografias, utilizou-se o recurso do programa de equalizar os tons de cinza dos degraus da escala de cada radiografia com os tons dos degraus da escala de uma única radiografia denominada imagem padrão. Assim, as 36 radiografias tiveram todas suas escalas de referências equalizadas a uma mesma radiografia padrão. Para isso, foi aberto o arquivo que continha a imagem radiográfica de um dos animais e a escala de referência. Foram selecionados os mesmos dezenove degraus da escala, radiografada simultaneamente ao osso cuja densidade mineral óssea se queira obter (Figura 6). Este procedimento é uma calibração do sistema, que permite minimizar

diferenças nas imagens radiográficas, praticamente eliminando a interferência de variáveis do processo radiográfico nos resultados finais. Clicando-se sobre a seleção, abriu-se uma nova planilha e um gráfico contendo a curva densitométrica da imagem padrão, em vermelho, e a curva densitométrica da nova imagem selecionada, em azul (Figura 7).

Figura 4 – Visualização do programa ImageLab mostrando a seleção dos 19 degraus da escala de referência da imagem padrão

Figura 5 – Imagem da planilha e do gráfico representativos dos valores da densidade óptica dos degraus da imagem padrão da escala de alumínio

Figura 6 – Visualização do programa ImageLab mostrando o rádio-ulna direito posicionado paralelamente a escala de referência de alumínio, com os 19 graus selecionados

Figura 7 – Visualização da planilha e do gráfico que mostra uma curva (em vermelho) representativa dos valores da densidade óptica dos degraus da imagem padrão da escala de alumínio e uma segunda curva (em azul) representativa dos degraus da escala de alumínio radiografada simultaneamente ao osso antes da equalização

Para realização das leituras da densidade óptica radiográfica foram selecionadas com a ajuda do mouse, três regiões pré-determinadas que apresentavam formato quadrilátero, com largura de uma cortical óssea a outra (incluindo-se uma porção apenas de tecidos moles), e altura igual a metade do valor da largura (Figura 8). Em todos os animais foram realizadas três leituras consecutivas, de cada uma das três áreas diferentes selecionadas no rádio: região metafisária (DORM), região diafisária 1 (DOD1) e região diafisária 2 (DOD2); a região metafisária foi delimitada logo acima da linha epifisária e as distâncias entre a região metafisária e a diafisária 1 e entre a diafisária 1 e a diafisária 2 foram de 1 cm. Posteriormente às três leituras de cada área, foi obtido um valor médio da densidade mineral óssea de cada região pré estabelecida e este valor foi dividido

por dois para se obter a DMO em milímetros de alumínio, pois, cada degrau corresponde a 0,5 milímetro de alumínio de altura (Figura 9).

Figura 8 – Visualização do programa ImageLab mostrando os três quadriláteros correspondentes as regiões DORM (metafisária), DOD1 (diafisária 1) e a DOD2 (diafisária 2)

Figura 9 – Imagem do programa ImageLab mostrando os três quadriláteros correspondentes as regiões DORM (metafisária), DOD1 (diafisária 1) e a DOD2 (diafisária 2) demarcadas e a leitura da densidade óptica da região metafisária

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi realizada uma análise estatística para a obtenção dos dados descritivos da média e desvio-padrão para a determinação de padrões de normalidade da densidade óptica radiográfica. Realizou-se, também, teste de correlação de Pearson para verificar uma possível associação entre DMO e algumas variáveis.

Resultados

4 RESULTADOS

4.1 VARIÁVEIS IDADE, PESO CORPÓREO, COMPRIMENTO DA COLUNA, ALTURA E CIRCUNFERÊNCIA

Estão apresentados neste item os resultados de mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação das variáveis analisadas para grupo de fêmeas.

4.1.1 GRUPO DE FÊMEAS

A Idade apresentou mínimo e máximo de 13 a 84 meses, média e desvio-padrão de $47,80 \pm 21,37$ meses e coeficiente de variação de 44,80% ; o Peso Corpóreo apresentou valores mínimo e máximo de 29,3 e 50,0 Kg, respectivamente, média e desvio-padrão de $38,91 \pm 6,33$ Kg e coeficiente de variação de 16,27%; em relação ao Comprimento da Coluna a variação foi entre 77 e 90 cm, com média e desvio-padrão de $83,16 \pm 3,85$ cm e coeficiente de variação de 4,63% ; para a variável Altura a variação foi entre 58 e 72 cm, tendo uma média e desvio-padrão de $65,36 \pm 3,25$ cm e um coeficiente de variação de 4,97%; a Circunferência apresentou valores mínimo e máximo 12 e 15 cm, média e um desvio-padrão de $13,64 \pm 0,91$ cm, com coeficiente de variação de 6,67% (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para o grupo de fêmeas

Nº do Animal	Nº de Identificação	Idade (meses)	Peso (Kg)	Comp. Coluna (cm)	Circunfer. (cm)	Altura (cm)
1	43	13	50,0	90	15	68
2	25	17	33,5	87	13	69
3	07	17	36,0	82	14	62
4	09	21	39,0	81	14	65
5	49	21	40,0	88	15	72
6	04	34	31,5	82	13	62
7	20	36	29,3	77	12	58
8	34	36	30,0	87	13	64
9	48	36	40,1	86	14	69
10	22	36	40,5	81	15	65
11	42	36	50,0	78	15	65
12	31	41	39,0	84	13	67
13	14	48	36,4	81	14	65
14	28	48	41,1	86	13	63
15	15	48	46,6	85	13	66
16	45	57	30,0	79	13	64
17	23	57	40,5	87	14	67
18	26	57	45,8	82	14	69
19	10	60	45,0	82	14	67
20	18	69	47,9	87	14	67
21	03	72	34,5	82	12	58
22	01	72	42,0	81	15	65
23	16	77	31,0	78	13	63
24	29	84	33,0	77	13	67
25	30	84	40,0	89	13	67
$\bar{X}$	-	47,80	38,91	83,16	13,64	65,36
DP	-	21,37	6,33	3,85	0,91	3,25

4.1.2 GRUPO DE MACHOS

No grupo de macho, a Idade variou de 14 e 72 meses, com média e um desvio-padrão de $43,09 \pm 21,59$ meses e coeficiente de variação de 50,1%; já o Peso Corpóreo variou entre 35 e 68 Kg, com média e desvio-padrão $43,91 \pm 9,46$ Kg e coeficiente de variação de 21,54%; a variação relativa ao Comprimento da Coluna foi de 79 a 95 cm, com média e desvio-padrão de $85,73 \pm 4,65$ cm e coeficiente de variação de 5,42%; para a Altura os valores mínimo e máximo foram 61 e 80 cm com uma média e desvio-padrão de $70,55 \pm 5,14$ cm e coeficiente de variação de 7,29%; a Circunferência apresentou uma variação de 14 a 16 cm, média e desvio-padrão de $14,72 \pm 0,79$ cm e um coeficiente de variação de 5,37% (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para o grupo de machos

Nº do animal	Nº de identificação	Idade (meses)	Peso (Kg)	Comp. Coluna (cm)	Circunfer. (cm)	Altura (cm)
01	32	14	36,5	87	14	70
02	35	17	35,0	89	14	74
03	46	26	35,4	79	14	61
04	33	26	43,0	83	14	69
05	37	36	40,0	84	15	68
06	17	36	49,1	83	15	70
07	13	51	39,3	83	14	65
08	24	62	40,7	92	15	70
09	44	62	68,0	95	16	80
10	50	72	47,5	85	16	74
11	51	72	48,5	83	15	75
$\bar{X}$	-	43,09	43,91	85,73	14,72	70,55
DP	-	21,59	9,46	4,65	0,79	5,14

4.1.3 GRUPO TOTAL (MACHOS E FÊMEAS)

Os resultados de mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência, Altura para o grupo total de animais estão relacionados abaixo. A variável Idade apresentou um valor mínimo e máximo de 13 e 84 meses respectivamente, com média e desvio-padrão de $45,86 \pm 21,21$ meses e coeficiente de variação de 46,25%; para o Peso Corpóreo a variação foi entre 29,3 e 68,0 Kg, com média e desvio-padrão de $40,44 \pm 7,65$ Kg e coeficiente de variação de 18,92%; o Comprimento da Coluna variou entre 77 e 95 cm, média e desvio-padrão

de $83,94 \pm 4,22$ cm e um coeficiente de variação de 5,03%; para a Circunferência a variação foi de 12 a 16 cm, com média e desvio-padrão de $13,97 \pm 1,00$ cm e coeficiente de variação de 7,16%; para a Altura os valores mínimo e o máximo foram de 58 a 80 cm, tendo uma média e desvio-padrão de $66,94 \pm 4,55$ e um coeficiente de variação de 6,80% (Tabela 3).

Tabela 3 – Médias e desvios-padrão das variáveis Idade, Peso Corpóreo, Comprimento da Coluna, Circunferência e a Altura para os grupos de machos, fêmeas e total

	Idade (meses)	Peso (Kg)	Comp. Coluna (cm)	Circunfer. (cm)	Altura (cm)
Machos	43,09±21,59	43,91±9,46	85,73±4,65	14,72±0,79	70,55±5,14
Fêmeas	47,80±21,37	38,91±6,33	83,16±3,85	13,64±0,91	65,36±3,25
Média Total	45,86±21,21	40,44±7,65	83,94±4,22	13,97±1,00	66,94±4,55

4.2 DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DAS REGIÕES METAFISÁRIA, DIAFISÁRIA 1, DIAFISÁRIA 2 E DA MÉDIA TOTAL

Neste item estão expostos os resultados de valores mínimo e máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação das DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1) , Diafisária 2 (DOD2) e também da Média Total (média das 3 regiões ósseas) do grupo de fêmeas.

4.2.1 GRUPO DE FÊMEAS

Para região Metafisária obteve-se valores mínimo e máximo de 5,86 e 8,73 mmAl respectivamente, com média e desvio-padrão de $7,60 \pm 0,83$ mmAl e um coeficiente de variação de 10,91%; na região Diafisária 1 a variação foi de 6,87 a 9,38 mmAl, com média e desvio-padrão de $8,34 \pm 0,78$ mmAl e coeficiente de variação de 9,35%; na região Diafisária 2 a variação foi entre 7,37 a 9,77 mmAl, com média e desvio-padrão de $8,76 \pm 0,72$ mmAl e coeficiente de variação de 8,22%; em relação a Média Total observou-se uma variação entre 6,74 a 9,29 mmAl, com média e desvio-padrão de $8,23 \pm 0,77$ mmAl e coeficiente de variação de 9,36% (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1), Diafisária 2 (DOD2), e a Média Total para o grupo de fêmeas

Nº do Animal	Nº de identificação	DORM mmAl	DOD1 mmAl	DOD2 mmAl	Média mmAl
1	43	8,62	8,88	9,21	8,90
2	25	8,43	8,76	8,86	8,68
3	07	8,20	8,56	9,41	8,72
4	09	8,07	9,04	9,48	8,86
5	49	8,06	8,97	9,34	8,79
6	04	7,69	8,69	9,03	8,47
7	20	5,86	7,15	7,46	6,82
8	34	7,39	7,98	8,53	7,97
9	48	8,60	9,26	9,53	9,13
10	22	7,74	8,28	8,88	8,30
11	42	8,06	9,18	9,59	8,95
12	31	6,96	7,46	8,04	7,49
13	14	7,79	8,82	8,99	8,53
14	28	7,34	8,16	8,53	8,01
15	15	5,96	6,90	7,37	6,74
16	45	8,17	9,13	9,43	8,91
17	23	8,12	8,70	9,06	8,63
18	26	7,82	8,31	8,57	8,24
19	10	7,87	8,95	9,28	8,70
20	18	7,26	8,06	8,77	8,03
21	03	8,08	8,45	8,75	8,43
22	01	8,73	9,38	9,77	9,29
23	16	6,69	7,40	7,91	7,33
24	29	6,60	7,10	7,60	7,10
25	30	6,02	6,87	7,54	6,81
$\bar{X}$	-	7,60	8,34	8,76	8,23
DP	-	0,83	0,78	0,72	0,77

4.2.2 GRUPO DE MACHOS

Os resultados de mínimo, máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação das DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1) , Diafisária 2 (DOD2) e também a Média Total do grupo de machos estão descritos neste item. A região Metafisária apresentou valores de densidade mínimo e máximo de 7,11 e 9,45 mmAl, com média e desvio-padrão de $8,49 \pm 0,70$ mmAl e um coeficiente de variação de 8,24%; para a região Diafisária 1 a variação foi de 8,06 a 9,88 mmAl, com média e desvio-padrão de $9,12 \pm 0,55$ mmAl e um coeficiente de variação de 6,03%; na região Diafisária 2 os valores de densidade variaram entre 8,62 a 10,06 mmAl, com média e desvio-padrão de $9,54 \pm 0,43$ mmAl e o coeficiente de variação 4,51%; para a Média Total a variação foi de 7,93 a 9,80 mmAl com média e desvio-padrão de $9,05 \pm 0,55$ mmAl e coeficiente de variação de 6,08% (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores absolutos, médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária (DORM), Diafisária 1 (DOD1), Diafisária 2 (DOD2) e a Média Total para o grupo de machos

Nº do Animal	Nº de identificação	DORM mmAl	DOD1 mmAl	DOD2 mmAl	Média mmAl
01	32	8,43	8,86	9,42	8,90
02	35	7,87	8,57	9,06	8,50
03	46	7,93	9,11	9,64	8,90
04	33	8,47	9,09	9,60	9,05
05	37	9,36	9,85	9,96	9,72
06	17	9,04	9,72	9,89	9,55
07	13	7,11	8,06	8,62	7,93
08	24	8,20	8,85	9,31	8,78
09	44	9,45	9,88	10,06	9,80
10	50	8,86	9,07	9,46	9,13
11	51	8,71	9,22	9,88	9,27
$\bar{X}$	-	8,49	9,12	9,54	9,05
DP	-	0,70	0,55	0,43	0,55

4.2.3 GRUPO TOTAL (MACHOS E FÊMEAS)

Estão dispostos neste item os resultados referentes aos valores mínimo e máximo, média, desvio-padrão e coeficiente de variação da DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1, Diafisária 2 e também a Média Total para o grupo total de animais (machos e fêmeas). A região Metafisária obteve um mínimo e máximo de DMO de 5,86 e 9,45 mmAl, respectivamente, tendo uma média e desvio-padrão de $7,88 \pm 0,89$ mmAl e coeficiente de variação de 11,30%; para região Diafisária 1 a variação foi entre 6,87 a 9,88 mmAl, com média e desvio-padrão de $8,58 \pm 0,80$ mmAl e coeficiente de variação de 9,33%; já na região Diafisária 2 a densidade variou entre 7,37 e 10,06 mmAl, com uma média e desvio-padrão de $9,00 \pm 0,74$

mmAI e coeficiente de variação de 7,40%; a Média Total apresentou uma variação de 6,74 a 9,80 mmAI, média e desvio-padrão de $8,48 \pm 0,80$ mmAI e coeficiente de variação de 9,43% (Tabela 6),(Gráficos 1 e 2).

Tabela 6 – Médias e desvios-padrão da DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1, Diafisária 2 e também da Média Total para o grupo total de animais

	DORM mmAI	DOD1 mmAI	DOD2 mmAI	Média Total mmAI
Machos	$8,49 \pm 0,70$	$9,12 \pm 0,55$	$9,54 \pm 0,43$	$9,05 \pm 0,55$
Fêmeas	$7,61 \pm 0,83$	$8,34 \pm 0,78$	$8,76 \pm 0,72$	$8,23 \pm 0,77$
Média Total	$7,88 \pm 0,89$	$8,58 \pm 0,80$	$9,00 \pm 0,74$	$8,48 \pm 0,80$

Gráfico 1 – Valores médios da DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1 e Diafisária 2 para o grupo total de animais

Gráfico 2 – Valores Médios das DMO das regiões Metafisária, Diafisária 1, Diafisária 2 para o grupo total de animais (machos e fêmeas)

4.3 Tipo Constitucional dos Animais

Os animais selecionados representaram um grupo homogêneo quanto ao seu biotipo, não havendo discrepâncias da razão entre o comprimento da coluna e a altura dos animais (Gráfico 3). A média e o desvio-padrão da razão entre o comprimento da coluna e a altura foram de: $1,26 \pm 0,07$.

Gráfico 3 – Representação da razão entre o comprimento da coluna e a altura dos animais selecionados

4.4 Relação entre Peso corpóreo e a DMO

A análise comparativa dos dados referentes ao peso corpóreo e a DMO média dos animais estudados, permitiu estabelecer que o coeficiente de correlação (R) entre eles foi de apenas 0,42 o que gera um coeficiente de determinação (R^2) igual a 0,17, significando que apenas 17% da variação da densidade é explicada pela equação de densidade em função do peso (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Representação da variação da DMO em função do peso corpóreo

4.5 Relação entre Circunferência e DMO

A variável circunferência mostrou uma boa correlação com a densidade óssea, cujo coeficiente de correlação (R) foi de 0,71, gerando um coeficiente de determinação igual 0,51, mostrando que 51% da variação da densidade pode ser explicada pela equação de variação de densidade em função da circunferência (Gráfico 5).

Gráfico 5 – Representação da variação da DMO em função da circunferência

4.6 Circunferência relacionada com o peso corpóreo

Ao correlacionar circunferência com o peso corpóreo, foi obtido um coeficiente de correlação (R) igual a 0,71 e um coeficiente de determinação (R^2) de 0,50, indicando que 50% da variação da circunferência da extremidade distal do rádio é explicada pela equação circunferência em função do peso, podendo-se dizer que conforme aumenta o peso corpóreo do animal, tende a haver uma maior circunferência da extremidade distal.

Discussão

5 DISCUSSÃO

A Medicina Humana conta com muitos métodos para avaliação da densidade mineral óssea (DMO), porém utilizam aparelhos que apresentam custo elevado, inviabilizando a realização destes procedimentos rotineiramente na Medicina Veterinária, além disso, temos que contar com a colaboração do animal e na maioria das vezes há a necessidade da utilização de contenção química para posterior realização do exame. Um outro fator importante é que existe uma grande variação de espécies e também dentro delas.

Em função destes problemas, pesquisas recentes buscam métodos de avaliação da DMO que atendam as necessidades na Medicina Veterinária, e principalmente no que diz respeito ao custo e a facilidade de aplicação.

Neste estudo foi utilizado um programa computacional para mensurar a DMO através de um exame radiográfico simples da extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler e que mostrou ser bastante eficiente, de fácil aplicação, confiável e de custo reduzido, pois, os valores obtidos não apresentaram discrepâncias entre si, estes mesmos dados também foram observados por Muramoto (2003), Prado Filho (2001) e Stermann (2001).

Conforme citado por Delaquerriere-Richardson et al. (1982) e Schneider (1984) foi de fundamental importância à padronização de alguns fatores como a Kilovoltagem, posicionamento, processamento do filme, e somente era alterado a miliamperagem de acordo com a espessura da extremidade distal do membro torácico radiografado.

Neste trabalho, não houve correlação boa entre peso e densidade ($R=0,42$), contrariando resultados encontrados em alguns trabalhos desenvolvidos anteriormente por Leal (2002), Muramoto (2003) e Santos (2002). Esse fato deveu-se, provavelmente, por ter sido utilizado um grupo mais homogêneo de animais, os quais por serem de uma raça que não apresenta grandes diferenças no biótipo de seus representantes e por serem todos de uma mesma faixa etária, observou-se uma variação de peso de apenas 17% (em relação à média e desvio-padrão do peso do grupo total que foi de $40,44 \pm 7,65$).

Em relação à idade, como se tratava de cães de uma mesma faixa etária (apenas cães adultos de 13 a 84 meses), já com disco epifisário fechado, era esperado que o coeficiente de correlação fosse baixo, como o obtido ($R=-0,27$). No trabalho de Leal (2002) a autora obteve correlação negativa entre a densidade e a idade do grupo de fêmeas, afirmando que havia uma tendência de reduzir os valores de densidade conforme aumentava a idade. Como a autora trabalhou com grupos de cães muito heterogêneos em relação a raça (em sua maioria sem raça definida), peso e idade, torna-se difícil a comparação com o presente trabalho em que foram utilizados apenas Rottweilers adultos. Muramoto (2003) não encontrou esta correlação negativa entre a densidade e a idade descrita por Leal (2002), relatando que este resultado talvez fosse em virtude da raça trabalhada (poodles) que, por serem de pequeno porte convivam, com maior frequência, próximos a seus proprietários, mantendo-se ativos por mais tempo, alimentando-se de forma mais adequada, visto os avanços na indústria alimentícia para cães e entrando em fase senil mais tardiamente que cães de grande porte. Santos (2002), em seu estudo realizado com gatos encontrou uma correlação positiva entre a densidade e a idade dos animais estudados (quanto maior a idade há uma tendência em aumentar a

densidade). Neste trabalho, como o citado autor também observou correlação positiva da densidade com o peso, talvez a correlação com a idade tenha sofrido influência do peso corpóreo, pelo fato de muitos gatos serem gonadectomizados, o que aumenta a tendência ao ganho de peso. Torna-se imprópria uma comparação relativa a variável idade, deste estudo com os supra citados, visto que não foram incluídos neste, rottweilers abaixo de 13 meses e acima de 84 meses, por não constituírem um grupo amostral semelhante ao grupo dos adultos.

A circunferência da extremidade distal do rádio foi a que apresentou melhor correlação com a densidade ($R=0,71$), mas mesmo assim, visto que seu coeficiente de determinação foi de 51%, ainda permanece 49% da variação da densidade sem ser explicada pela função de densidade em função da circunferência, o que indica a existência de muitos outros fatores influenciando no processo de metabolismo ósseo.

Foi obtida uma boa correlação entre as variáveis, circunferência e peso corpóreo, indicando que há uma tendência a aumentar a circunferência da extremidade distal do rádio-ulna conforme aumenta o peso corpóreo do animal.

A DMO média gerada para o grupo de machos foi significativamente maior que para o grupo de fêmeas, fato esperado em virtude do grupo de machos possuir, em média, uma circunferência da extremidade distal do rádio-ulna e um peso corpóreo maiores que as do grupo de fêmeas. Este fator não foi constatado em outros trabalhos talvez porque os autores tenham trabalhado com raças ou espécies em que não são observadas tantas diferenças de porte entre os dois sexos, como no caso da espécie felina trabalhada na dissertação de Santos (2002) e da raça poodle do trabalho de Muramoto (2003). Leal (2002), por ter trabalhado com diversas raças

em conjunto, onde machos e fêmeas possuem tamanhos diversos, não havendo uma padronização de biotipos, também não obteve diferença significativa entre os dois sexos, neste caso, não convém uma comparação com estudos que tenham trabalhado apenas com animais de uma raça.

Muramoto (2003) constatou que, em seu grupo amostral total de 112 cães poodles, os valores densitométricos do grupo dos machos era significativamente maior que o das fêmeas por influência da variável peso que em média também era maior para os machos. Porém, quando selecionou 30 machos e 30 fêmeas, homogeneizando os grupos quanto a categoria peso, verificou que os valores densitométricos não apresentavam mais a diferença estatística significativa observada no grupo total. Assim, se houvesse condições de selecionar machos e fêmeas com mesmo peso, talvez obtivéssemos uma média de circunferência semelhantes e não obtivéssemos uma diferença estatisticamente significativa entre o grupo de machos e fêmeas.

Concordando com os resultados obtidos por Muramoto (2003) a região metafisária possui uma densidade mineral óssea menor quando comparada com a região diafisária, este fato se deve à região metafisária apresentar maior quantidade de osso trabecular, porém menor quantidade de massa óssea e conseqüentemente menor densidade óssea e à região diafisária apresentar maior quantidade de osso compacto, massa óssea e também uma densidade mineral óssea (BANKS, 1991).

Por meio da razão entre o comprimento da coluna e a altura dos animais foi constatado que a amostra selecionada tratava-se de um grupo homogêneo em relação ao tipo constitucional (confirmado pelo baixo valor do desvio-padrão da amostra $1,26 \pm 0,07$), como era esperado por se tratarem de animais da mesma raça. Esta constatação torna-se interessante ao se pensar em futuras comparações

dos valores obtidos em cães SRD ou de raças de mesmo biótipo que, se tiverem uma mesma proporção entre comprimento da coluna e altura e peso corpóreo e circunferência da extremidade distal semelhantes poderão ter valores densitométricos comparados aos de referência determinados para a raça rottweiler.

O valor médio da DMO e o desvio-padrão para região metafisária (DORM) foi de $7,88 \pm 0,89$ mmAl, para a região diafisária 1 (DOD1) de $8,58 \pm 0,80$ mmAl e a região diafisária 2 (DOD2) de $9,00 \pm 0,74$ mmAl. Desta forma, conseguiu-se atingir o objetivo de estabelecer padrões de normalidade para a densidade óptica radiográfica da extremidade distal do rádio em cães da raça Rottweiler, podendo-se futuramente, contribuir para um diagnóstico mais preciso e precoce das doenças que causam alterações ósseas.

Conclusão

6 CONCLUSÃO

Diante do exposto podemos concluir que:

- A avaliação da densidade mineral óssea (DMO) por meio da densitometria óptica radiográfica (DOR), utilizando um programa de computador, mostrou ser um método estimativo de fácil realização, confiável e também com um custo bastante reduzido comparado a outras metodologias.
- Foi possível estabelecer valores densitométricos de referência para cães da raça Rottweiler, por meio da DOR, sendo que, para o grupo dos machos a média e desvio-padrão foi de $9,05 \pm 0,55$ mmAl e para o grupo das fêmeas foi de $8,23 \pm 0,77$ mmAl.
- Há uma tendência em que haja um aumento da densidade óptica conforme haja um aumento da circunferência na extremidade distal do rádio, a qual está diretamente relacionada ao aumento do peso corpóreo do animal.
- O valor da DORM foi menor que DOD1 que foi menor que DOD2 pelas diferenças na proporção de osso trabecular e compacto nas diferentes porções dos ossos longos. As regiões selecionadas obtiveram os seguintes valores médios e desvios-padrão: DORM = $7,88 \pm 0,89$ mmAl; DOD1 = $8,58 \pm 0,80$ mmAl; DOD2 = $9,00 \pm 0,74$ mmAl.

■ Para fins de comparação dos valores de referência de DMO obtidos neste trabalho com valores obtidos para cães de outras raças, o animal deve apresentar razão entre comprimento da coluna e altura dentro da variação de $1,26 \pm 0,07$ e média de peso de $40,44 \pm 7,65$ e de circunferência da extremidade distal de $13,97 \pm 1,00$.

Referências

REFERÊNCIAS

- BANKS, W. J. **Histologia veterinária aplicada**. São Paulo: Manole, 1991. p. 137-165.
- BOONEN, S.; CHENG, X.; NICHOLSON, P. H. F.; VERBEKE, G.; BROOS, P.; DEQUERER, J. The accuracy of peripheral skeletal assessment at radius in estimating femoral bone density as measured by dual-energy X-ray absorptiometry: a comparative study of single-photon absorptiometry and computed tomography. **Journal of Internal Medicine**, v. 242, p. 323-328, 1997.
- DANGELO, J. G.; FATTINI, C. A. **Anatomia básica dos sistemas orgânicos**. São Paulo: Atheneu, 2000. p. 12-30.
- DELAQUIERRE-RICHARDSON, L.; ANDERSON, C.; JORCH, U. M.; COOK, M. Radiographic morphometry and radiographic photodensitometry of the femur in the Beagle at 13 and 21 months. **American Journal of Veterinary Research**, v. 43, n. 12, p. 2255-2258, 1982.
- DUBREZ, B.; JACOT-DESCOMBES, A.; PUN, T.; CIMASONI, G. Comparison of photodensitometric with high-resolution digital analysis of bone density from serial dental radiographs. **Dentomaxillofacial Radiology**, v. 21, p. 40-44, 1992.
- DUINKERKE, A. S. H.; VAN DE POEL, A. C. M.; VAN DER LINDEN, F. P. G. M.; DOESBURG, W. H.; LEMMENS W. A. J. G. Compensation of differences in density of radiographs by densitometry. **Oral Surgery**, v. 45, n. 4, p. 637-642, 1978.
- FELDMAN, E. C.; NELSON, R. W. **Canine and feline endocrinology and reproduction**. Philadelphia: Saunders, 1996, p. 785.
- GARTON, M. J.; ROBERTSON, E. M.; GILBERT, F. J.; GOMERSALL, L.; REID, D. M. Can radiologists detect osteopenia on plain radiographs. **Clinical Radiology**, v. 49, p. 118-122, 1994.
- GÜRTLER, A. C.; KOLB, E.; SCHRÖDER, L.; KETZ, H. A. SEIDEL, H. **Fisiologia veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1984. p. 454-478.
- GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997. p. 895-906.
- HAYASHI, T.; SATOH, H.; SOGA, T.; TANAKA, D.; ITABASHI, K.; OKUYAMA, K. Evaluation of bone density in newborn infants by computed X-ray densitometry. **Journal Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 23, n. 2, p. 130-134, 1996.
- HOFFMAN, R. M.; LAWRENCE, L. A.; KRONFELD, D. S.; COOPER, W. L.; SKLAN, D. J.; DASCANIO, J. J.; HARRIS, P. A. Dietary carbohydrates and fat influence

radiographic bone mineral content of growing foals. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 3330-3338, 1999.

HUI, S. L.; GAO S.; ZHOU, X.; JOHNSTON JR., C. C.; LU, Y.; GLÜER, C. C.; GRAMPP, S.; GENANT, H. Universal standardization of bone density measurements: a method with optimal properties for calibration among several instruments. **Journal of Bone and Mineral Research**, v. 12, n. 9, p. 1463-1470, 1997.

JEFFCOTT, L. B.; MCCARTNEY, R. N. Ultrasound as a tool for assessment of bone quality in the horse. **The Veterinary Record**, v. 116, p. 337-342, 1985.

LEAL, A. C. R. **Determinação dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio em cães por meio da técnica de densitometria óptica radiográfica em imagens radiográficas: correlação entre o peso, sexo e idade.** 2002. 51 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS-PINTO, R. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. **Veterinária e Zootecnia**, v. 9, p. 95-109, 1997.

LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS-PINTO, R. Avaliações de densidade óssea em imagens radiográficas. Estudo em peças ósseas de cães. **Caderno de Engenharia Biomédica**, v. 14, n. 1, p. 47-64, 1998a.

LOUZADA, M. J. Q.; PELÁ, C. A.; BELANGERO, W. D.; SANTOS-PINTO, R. Metodologia para avaliação de densidade em imagem radiográfica. **Caderno de Engenharia Biomédica**, v. 14, n. 2, p. 37-47, 1998b.

MACK, P. B.; VOSE, G. P.; NELSON, J. D. New development in equipment for the roentgenographic measurement of bone density. **American Journal of Roentnology**, v. 82, n. 2, p. 303-10, 1959.

MAKAN, S.; BAYLEY, H. S.; WEBBER, C. E. Precision and accuracy of total bone mass and body composition measurements in the rat using X-ray-based dual photon absorptiometry. **Canadian Journal Physiology and Pharmacology**, v. 75, p. 1257-1261, 1997.

MARTIN, R. B.; PAPAMICHOS, T.; DANNUCCI, G. A. A. Linear calibration of radiographic mineral density using video-digitizing methods. **Calcified Tissue International**, v. 47, p. 82-91, 1990.

MEAKIM, D. W.; OTT, E. A.; ASQUITH, R. L.; FEASTER, J. P. Estimation of mineral content of the equine third metacarpal by radiographic photometry. **Journal of Animal Science**, v. 53, n. 4, p. 1019-1026, 1981.

MURAMOTO, C. **Estabelecimento de valores de densidade mineral óssea (DMO) das regiões metafisária e diafisária do rádio em cães da raça poodle por meio da densitometria óptica radiográfica.** 2003. 125 f. Dissertação (Mestrado) -

Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

OWEN, M. Measurement of the variations in calcification in normal rabbit bone. **Journal of Bone and Joint Surgery**, v. 38B, n. 3, p. 762-769, 1956.

PLOTNIK, I. J.; BERESIN, V. E.; SIMKINS, A. B. Study of in vivo radiographic densitometry. **Journal of Dental Research**, v. 49, p. 1034-1041, 1970.

PRADO FILHO, J. R. C. **Avaliação da densidade óssea em potros da raça Puro Sangue Inglês em início de treinamento**. 2001. 43 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

RAHAL, S. C.; MORTARI, A. C.; CAPOLARI, E. H. G.; VULCANO, L. C.; SANTOS, F. A. M.; TAKAHIRA, R. K.; CROCCI, A. J. Densitometria óptica radiográfica na avaliação do hiperparatireoidismo secundário nutricional induzido em gatos jovens. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 3, p. 421-425, 2002.

SANTOS, F. A. M. **Determinação dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna em gatos, por meio da técnica da densitometria óptica em imagens radiográficas: correlação entre peso, sexo, idade**. 2002. 54 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

SCHNEIDER, R. Radiology methods of evaluating generalized osteopenia. **Orthopedic Clinics of North America**, v. 15, n. 4, p. 631-651, 1984.

SEO, S. G.; SHIRAKI, M.; AOKI, C.; CHEN, J. T.; AOKI, J.; IMOSE, K.; TOGAWA, Y.; INOUE, T. Assessment of bone density in the distal radius with computer assisted X-ray densitometry (CXD). **Bone and Mineral**, v. 27, p. 173-182, 1994.

SPINOSA, H. S.; GÓRNIK, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia aplicada à medicina veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1999. p. 319-330.

STERMAN, F. A. **Avaliação da densidade mineral óssea em eqüinos atletas destinados ao enduro eqüestre pelo método de densitometria óptica radiográfica**. 2001. 47 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

STOLIKER, H. E.; DUNLAP, H. L.; KRONFELD, D. S. Bone mineral measurement by photon densitometry in racing sled dogs and its relationship to body weight, sex, and bone fractures. **Veterinary Medicine. Small Animal Clinician**, p. 1045-1050, Nov. 1976.

SWEZEY, R. L.; DRAPER, D.; SWEZEY, A. M. Bone densitometry: comparison of dual energy X-ray absorptiometry to radiographic absorptiometry. **The Journal of Rheumatology**, v. 23, p. 1734-1738, 1996.

TROUERBACH, W. T.; STEEN, W. H. A.; ZWANBORN, A. W.; SCHOUTEN, H. J. A. A study of the radiographic aluminum equivalent values of the mandible. **Oral Surgery**, v. 58, p. 610-616, 1984.

VOSE, G. P. Estimation of changes in bone calcium content by radiographic densitometry. **Radiology**, v. 93, p. 841-844, 1969.

VULCANO, L. C. **Determinação e padronização dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) do carpo acessório de eqüinos em crescimento, da raça Puro Sangue Inglês (PSI), por meio da densitometria óptica em imagem radiográfica.** 2001. 62 f. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.

YANG, S.; HAGIWARA, S.; ENGELKE, K.; DHILLON, M. S.; GUGLIELMI, G.; BENDAVID, E. J.; SOEJIMA, O.; NELSON, D. L.; GENANT, H. K. Radiographic absorptiometry for bone mineral measurement of the phalanges: precision and accuracy study. **Radiology**, v. 192, p. 837-859, 1994.

YATES, A. J.; ROSS, P. D.; LYDICK, E.; EPSTEIN, R. S. Radiographic absorptiometry in the diagnosis of osteoporosis. **The American of Journal Medicine**, v. 98, p. 41S-47S, 1995. Supplement 2A.