

DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DA EXTREMIDADE DISTAL DO RÁDIO DE CÃES DA RAÇA ROTTWEILER, POR MEIO DA DENSITOMETRIA ÓPTICA RADIOGRÁFICA

Jefferson Douglas Soares Alves¹
Franklin de Almeida Sterman²

RESUMO

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 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-chaves: radiologia, osso, alumínio.

DETERMINATION OF BONE MINERAL DENSITY OF THE DISTAL EXTREMITY OF THE RADIO IN ROTTWEILER, BY RADIOGRAPHIC OPTIC DENSITOMETRY

ABSTRACT

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 words: radiology, bone, aluminum.

¹ Professor da Disciplina de Clínica Médica I e II – Faculdade de Medicina Veterinária Octávio Bastos – Av. Dr. Octávio da Silva Bastos s/n – São João da Boa Vista – SP – 13870-000 – radiologia@unifeob.edu.br – UNIFEOB.

² Professor Associado da Universidade de São Paulo, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Departamento de Cirurgia. Av. Prof. Orlando Marques de Paiva, 87 – Butantã - São Paulo, SP - 05508-000.

DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA EN LA EXTREMIDAD DISTAL DEL RADIO DE PERROS DE LA RAZA ROTTWEILER, POR MEDIO DE LA DENSITOMETRÍA ÓPTICA RADIOGRÁFICA

RESUMEN

Este estudio permitió la uniformidad de la densidad mineral ósea (DMO) en la extremidad distal del radio de 36 perros adultos de raza Rottweiler, por medio de la densitometría óptica radiográfica. Los miembros fueron radiografiados en conjunto con una escala de referencia confeccionada en aluminio. Las radiografías fueron digitalizadas y analizadas por un programa de computadora para la comparación de las tonalidades de gris entre las dos imágenes de la escala de referencia (padrón y la radiografiada junto al hueso). Tras los ajustes realizados en los tonos de la imagen, fueron hechas las mediciones densitométricas en el hueso, cuyos valores se expresaron en milímetros de aluminio (mmAl). También se estudió la correlación entre la DMO y el sexo, el peso corporal y las medidas externas, como la longitud de la columna, altura del animal y la circunferencia de la extremidad distal del miembro en estudio. Los valores medios y desviaciones normales de la densidad mineral ósea en la extremidad distal del radio fueron: para la región metafisaria de $7,88 \pm 0,89$, para la región diafisarias 1 fue $8,58 \pm 0,80$ y para la región diafisarias 2 fue $9,00 \pm 0,74$ mmAl.

Palabras clave: radiología, hueso, aluminio.

INTRODUÇÃO

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. 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 (1,2).

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 (3,4,5). O uso de medicamentos como alguns antiinflamatórios, diuréticos e quimioterápicos também podem interferir no metabolismo (6).

A avaliação da densidade mineral óssea nos últimos tempos se tornou muito importante para detecção de problemas relacionados ao sistema ósseo, utilizando um método estimativo preciso e acurado visto que, por meio de avaliação visual do exame radiográfico simples, podemos observar as lesões de forma subjetiva, somente quando a perda da matéria mineral óssea for superior a 30% (7,8,9).

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 (10,11,12,13).

Apesar da densitometria radiográfica ser um método de fácil realização e baixo custo (14,8,12), as variações radiográficas referentes a kilovoltagem, tempo de exposição, espessura dos tecidos moles, posicionamento e também fatores no processamento do filme podem causar alterações na densidade radiográfica, diminuindo, assim, a eficácia do método (8), portanto há necessidade de padronização da metodologia empregada para evitar qualquer influência nos valores obtidos (15,16).

Para minimizar estes problemas técnicos faz-se necessário à presença de uma escala de referência confeccionada em alumínio (17,18,19,14,20,21-23,24,25,26-28,29,8,30,12,31). O alumínio tem sido usado para confecção da escala, por possuir uma curva de absorção de radiação X muito semelhante a dos ossos (32,33). 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 (26) e gerando valores densitométricos expressos em equivalentes a milímetros de alumínio (mmAl).

O objetivo deste trabalho foi determinar a densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, pois o local é susceptível a alterações ósseas devido a vários fatores, entre eles, o peso corpóreo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados 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.

Primeiramente foi realizada uma anamnese completa de cada caso com objetivo de selecionar apenas animais sem enfermidade óssea.

Os animais eram pesados em uma balança digital^a e tiveram algumas medidas externas colhidas, como a altura, comprimento da coluna (Figura 1) e também a circunferência da extremidade distal do membro torácico direito dorsalmente a articulação do carpo com auxílio de uma fita métrica (Figura 2).



Figura 1- Foto ilustrativa das medidas externas colhidas: comprimento da coluna (azul) e a altura do animal (vermelho).

Fonte: Jefferson D. S. Alves



Figura 2- Foto ilustrativa mostrando a medida externa da circunferência da extremidade distal do membro torácico direito. **Fonte:** Jefferson D. S. Alves

^a Lucastec PLE

Para realização dos exames radiográficos foi utilizado um aparelho de Raios-X¹, com distância foco-filme de 100 cm, ajustado para 47 KVp e o mAs de acordo com a espessura do membro de cada animal e utilizados filmes² 18 x 24 cm. Foram realizadas radiografias simples da extremidade distal do rádio, com o animal em decúbito ventral e incidência crânio caudal, juntamente com a escala de alumínio³. As radiografias foram reveladas em uma processadora automática⁴ do Serviço de Diagnóstico por Imagem da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (USP).

Esta escala, utilizada com a finalidade de calibração do sistema de avaliação de tonalidades por uma análise comparativa. Posteriormente foram realizadas as leituras densitométricas, as imagens radiográficas foram digitalizadas e então analisadas em computador, por meio do programa de processamento de imagens⁵.

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, foram obtidos 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 3).

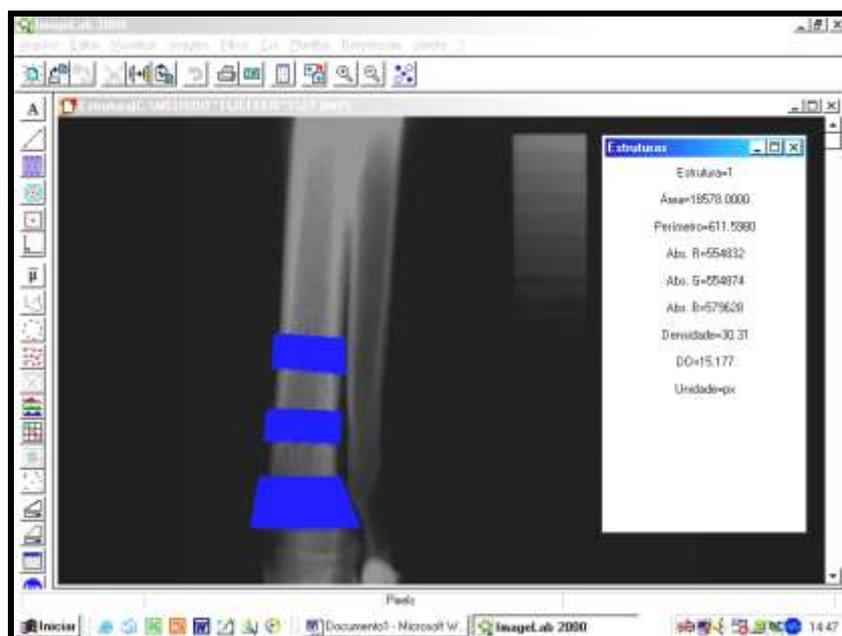


Figura 3- Foto ilustrativa do programa mostrando o exame radiográfico da extremidade distal de rádio-ulna ao lado da escala de alumínio. Observa-se também a presença das regiões analisadas (retângulos azuis) e uma tabela com os valores obtidos expressos em milímetros de alumínio.

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

¹ Emic-GR 500

² AGFA Ortho cp-g-plus (Agfa – Gevaert S.A.®)

³ liga 6063

⁴ RP-X-OMAT Processor (Kodak Eastman Company®)

⁵ ImageLab.

radiográfica. Realizou-se, também, teste de correlação de Pearson para verificar uma possível associação entre DMO e algumas variáveis.

RESULTADOS

Os resultados obtidos estão expressos nas tabelas 1, 2 e no gráfico 1.

Tabela 1- 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)	Comprimento Coluna (cm)	Circunferência (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

Tabela 2- Médias e desvios-padrão da DMO das regiões metafisária, diafisária 1, diafisária 2 e também da média total para o grupo de animais.

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

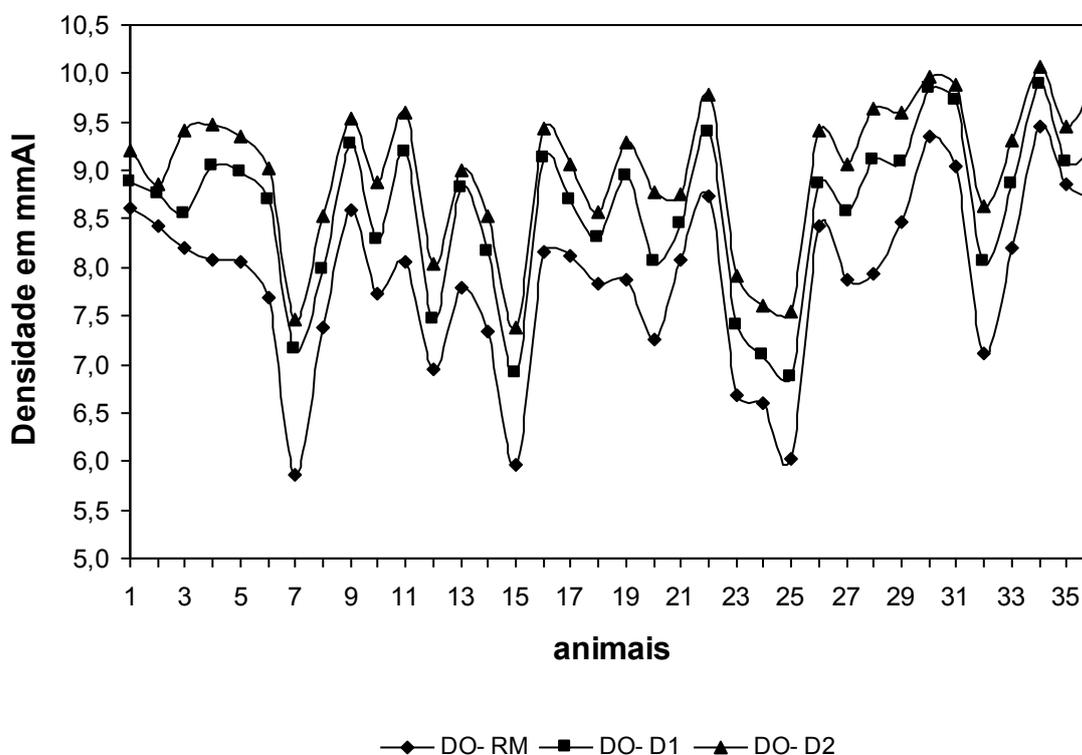


Gráfico 1- Valores médios das DMO das regiões metafisária, diafisária 1, diafisária 2 para o grupo total de animais

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 havendo a necessidade da utilização de contenção química e posteriormente 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 por meio 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 custo reduzido, pois, os valores obtidos não apresentaram discrepâncias entre si, estes mesmos dados também foram observados por outros pesquisadores (22,34,27,11,30).

A padronização de alguns fatores como a Kilovoltagem, posicionamento, processamento do filme, e o ajuste da miliamperagem de acordo com a espessura da extremidade distal do membro torácico radiografado, foi de fundamental importância para confiabilidade do estudo (15,8).

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. Concordando com alguns autores (28,35), o peso influencia diretamente sobre a densidade mineral óssea, pela produção de células osteogênicas e também massa óssea. Este fator não foi constatado em outras pesquisas, talvez porque os autores tenham trabalhado com raças ou espécies em que não são observadas tantas diferenças de porte entre os dois sexos (21,34).

A região metafisária proximal da tíbia pode ser um local de avaliação pela DOR (19), por não ter correlacionamento com o peso corpóreo, podendo detectar precocemente qualquer alteração óssea.

Concordando com os resultados obtidos (34), 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 (1).

CONCLUSÃO

A avaliação da densidade mineral óssea por meio da densitometria óptica radiográfica, 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 de aumento da densidade óptica de acordo com o 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. Neste estudo foram utilizados animais com biótipos homogêneos, que para fins de comparação com outro estudo, os animais de raças diferentes deverão apresentar um biótipo semelhante.

REFERÊNCIAS

1. Dangelo JG, Fattini CA. Anatomia básica dos sistemas orgânicos. São Paulo: Atheneu; 2000.
2. Feldman EC, Nelson RW. Canine and feline endocrinology and reproduction. Philadelphia: Saunders; 1996: 785.
3. Spinosa HS, Górnaiak SL, Bernardi MM. Farmacologia aplicada à medicina veterinária. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1999.
4. Trouerbach WT, Steen WHA, Zwanborn AW, Schouten HJA. A study of the radiographic aluminum equivalent values of the mandible. *oral surg.* 1984; 58: 610-6.
5. Hui SL, Gao S, Zhou X, Johnston Junior CC, Lu Y, Glüer CC, et al. Universal standardization of bone density measurements: a method with optimal properties for calibration among several instruments. *J Bone Miner Res.* 1997; 12: 1463-0.
6. Seo SG, Shiraki M, Aoki C, Chen JT, Aoki J, Imose K, et al. Assessment of bone density in the distal radius with computer assisted X-ray densitometry (CXD). *Bone Miner.* 1994; 27: 173-2.
7. Giglio RF, Balieiro JCC, Sterman FA, Pinto ACBCF, Miglino MA, Zatz M, et al. Estudo longitudinal da densidade mineral óssea em cães jovens da raça goldem retriever: correlações com idade e peso corpóreo. *Braz. J Res Anim Sci.* 2006; 43: 681-7.
8. Santos FAM. 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 [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2002.
9. Vulcano LC. Determinação e padronização dos valores normais da densidade mineral óssea (DMO) do carpo acessório de equinos em crescimento, da raça Puro Sangue Inglês (PSI), por meio da densitometria óptica em imagem radiográfica [livre-docência]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2001.
10. Yates AJ, Ross PD, Lydick E, Epstein RS. Radiographic absorptiometry in the diagnosis of osteoporosis. *Am J Med.* 1995; 98: 41S-7S.
11. Plotnik IJ, Beresin VE, Simkins AB. Study of in vivo radiographic densitometry. *J Dent Res.* 1970; 49: 1034-1.
12. MAck PB, Vose GP, Nelson JD. New development in equipment for the roentgenographic measurement of bone density. *Am J Roentgenol.* 1982; 82: 303-0.

13. Owen M. Measurement of the variations in calcification in normal rabbit bone. *J Bone Jt Surg.* 1956; 38B: 762-9.
14. Schmidt C, Franco SRVS, Vulcano LC, Godoy CLB, Raiser AG. Densidade mineral óssea em candelas submetidas à ovariosterectomia com e sem reposição estrogênica oral. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2006; 58: 506-0.
15. Gürtler AC, Kolb E, Schröder L, Ketz HA, Seidel H. *Fisiologia veterinária.* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1984. p.454-78.
16. Costa FS, Muniz LMR, Vulcano LC, Padovani CR. Determinação de desmineralização em gatos após tirotoxicose experimental. *Braz J Res Anim Sci.* 2006; 43: 695-01.
17. Banks WJ. *Histologia veterinária aplicada.* São Paulo: Manole; 1991. p.137-65.
18. Guyton AC, Hall JE. *tratado de fisiologia médica.* Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1997. p.895-6.
19. Schneider R. Radiology methods of evaluating generalized osteopenia. *Orthop Clin N Am.* 1984; 15: 631-51.
20. Yang S, Hagiwara S, Engelke K, Dhillon MS, Guglielmi G, Bendavid EJ, et al. Radiographic absorptiometry for bone mineral measurement of the phalanges: precision and accuracy study. *Radiology.* 1994; 192: 837-59.
21. Hayashi T, Satoh H, Soga T, Tanaka D, Itabashi K, Okuyama K. Evaluation of bone density in newborn infants by computed X-ray densitometry. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1996; 23: 130-4.
22. Delaquierre-richardson L, Anderson C, Jorch UM, Cook M. Radiographic morphometry and radiographic photodensitometry of the femur in the Beagle at 13 and 21 months. *Am J Vet Res.* 1982; 43: 2255-8.
23. Louzada MJQ, Pelá CA, Belangero WD, Santos-Pinto R. Metodologia para avaliação de densidade em imagem radiográfica. *Cad Eng Bioméd.* 1998; 14: 37-7.
24. Giglio RF, Balieiro JCC, Sterman FA, Pinto ACBCF, Miglino MA, Zatz M, et al. Estudo longitudinal da densidade mineral óssea em cães jovens da raça goldem retriever: correlações com idade e peso corpóreo. *Braz. J Res Anim Sci.* 2006; 43: 681-7.
25. Hoffman RM, Lawrence LA, Kronfeld DS, Cooper WL, Sklan DJ, Dascanio JJ, et al. Dietary carbohydrates and fat influence radiographic bone mineral content of growing foals. *J Anim Sci.* 1999; 77: 3330-8.
26. Louzada MJQ, Pelá CA, Belangero WD, Santos-Pinto R. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. *Vet Zootec.* 1997; 9: 95-9.
27. Martin RB, Papamichos T, Dannucci GAA. Linear calibration of radiographic mineral density using video-digitizing methods. *Calcif Tissue Int.* 1990; 47: 82-1.
28. Meakim DW, Ott EA, Asquith RL, Feaster JP. Estimation of mineral content of the equine third metacarpal by radiographic photometry. *J Anim Sci.* 1981; 53: 1019-6.

29. Prado Filho JRC. Avaliação da densidade óssea em potros da raça Puro Sangue Inglês em início de treinamento [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2001.
30. Trouerbach WT, Steen Wha, Zwanborn AW, Schouten HJA. A study of the radiographic aluminum equivalent values of the mandible. *Oral Surg.* 1984; 58: 610-6.
31. 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 [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2003.
32. Duinkerke ASH, Van de Poel ACM, Van der Linden FPGM, Doesburg WH, Lemmens WAJG. Compensation of differences in density of radiographs by densitometry. *Oral Surg.* 1978; 45: 637-2.
33. Lembo M. Estudo comparativo da densidade mineral óssea (DMO) em gatos domésticos (*felis catus*) castrados e não castrados, por meio da técnica de densitometria óptica radiográfica [dissertação]. São Paulo: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo; 2006.
34. Leal, ACR. 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 [dissertação]. Botucatu: Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista; 2002.
35. Vulcano LC, Santos FAM, Godoy CLB. Determinação da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna em gatos: correlação entre sexo, peso e idade. *Ciênc Rural.* 2008; 38: 124-8.

Recebido em: 21/10/2008

Aceito em: 02/08/2009