

Rejane Batista Brinholi

Utilização da densitometria óptica em imagem radiográfica no estudo do efeito do porte, idade e sexo sobre a densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna de cães.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – Unesp, campus de Botucatu, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Cirurgia Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

Botucatu – SP
2004

Rejane Batista Brinholi

Utilização da densitometria óptica em imagem radiográfica no estudo do efeito do porte, idade e sexo sobre a densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna de cães.

Dissertação apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – Unesp, campus de Botucatu, como requisito para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária, Área de Cirurgia Veterinária.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

Botucatu – SP
2004

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO DIVISÃO TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO -
CAMPUS DE BOTUCATU – UNESP
BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: SELMA MARIA DE JESUS

Brinholi, Rejane Batista.

Utilização da densitometria óptica em imagem radiográfica no estudo do efeito do porte, idade e sexo sobre a densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna de cães / Rejane Batista Brinholi. – 2004.

Dissertação (mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

Orientador: Luiz Carlos Vulcano

Assunto CAPES: 50501070

Cão – Densitometria

CDD 616.0757

Palavras-chave: Cão; Densitometria óptica; Rádio-ulna

Para Roberta:

**“Vocação é ter a
felicidade de ter
como ofício a paixão.”**

Lígia Fagundes Telles

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano pela oportunidade de poder realizar e finalizar este trabalho.

Ao diretor do Hospital Veterinário da Universidade de Cuiabá-MT, Dr. Lázaro Manoel de Camargo pelo seu apoio e amizade.

Ao Diretor da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Cuiabá-MT, Prof. Lúcio de Carvalho pela oportunidade concedida para realização deste curso de pós-graduação e por todos os seus ensinamentos.

Aos funcionários do Hospital Veterinário da Universidade de Cuiabá-MT pelo auxílio na coleta de material.

Ao funcionário do Departamento de Radiologia Veterinária da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP, João Borioli Cassettari e aos residentes Sílvia Henrique Santi Antunes e Taízha Cristine Ciasca dos Santos pela importante ajuda na realização das radiografias.

À minha mãe Terezinha, ao meu pai Reinaldo e ao meu marido Augusto pelo amor, esforço e dedicação de ambos para que eu conseguisse terminar este estudo.

RESUMO

BRINHOLI, R.B. Utilização da densitometria óptica em imagem radiográfica no estudo do efeito do porte, idade e sexo sobre a densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna de cães.

Os valores da densidade mineral óssea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna de 95 cães de diferentes portes e idades foram determinados por meio da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas. Para a medida da DMO foi utilizado um programa computacional que analisou a densidade óptica das radiografias confeccionadas em projeção crânio-caudal da extremidade distal do rádio-ulna e de partes moles adjacentes, juntamente com uma escala de alumínio (penetrômetro), usada como referência densitométrica, permitindo a medida da DMO do rádio-ulna, que corresponde ao valor em milímetros de alumínio da escala. Os valores da média e os desvios padrões da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna da amostra foram: $2,38 \pm 0,70$ mmAl para cães entre 01 e 10 Kg, $3,55 \pm 1,04$ mmAl para cães entre 10,1 e 25 Kg, e $4,69 \pm 0,90$ mmAl para cães com mais de 25 Kg. Ocorreu forte correlação ($p < 0,001$) entre a DMO e o peso dos animais estudados, sendo que a DMO não foi significativamente influenciada pelo sexo e nem pela idade dos animais.

Abstract

ABSTRACT

BRINHOLI, R. B. Usage of optical densitometry in radiographic images in study of weight, age and sex about bone mineral density (BMD) of the distal extremity radius - ulna in dogs.

The values of bone mineral density (BMD) of distal extremity radius - ulna of 95 dogs of different weights and ages were determined using the technique of optical densitometry in radiographic images. To measure BMD it was used a computer software that analyses the optical density of radiographic in craniocaudal view from the distal extremity radius - ulna and adjacent soft parts, with an aluminum scale (penetrometer), used as a densitometry reference, allowing the measurement of the radius - ulna BMD, that corresponds to the value in millimeters of the scale. The mean values and the standard deviation of bone mineral density of the extremity radius - ulna of the sample were: $2,38 \pm 0,70$ mmAl for dogs between 01 and 10Kg, $3,55 \pm 1,04$ mmAl for dogs between 10,1 and 25Kg, and $4,09 \pm 0,90$ mmAl for dogs over 25Kg. There was a strong correlation ($p < 0,001$) between the BMD and the studied animals weight, although BMD was not significantly influenced by the animals sex or age.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA	18
3. MATERIAL E MÉTODO	24
3.1. Animais	24
3.2. Técnica	24
3.3. Estatística.....	26
4. RESULTADO	28
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO.....	37
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
8. APÊNDICE	44

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	Digitalização da imagem radiográfica por meio de software desksan II, configurado para captura no tipo e caminho Cromox-3 Densitometria (imagem invertida)	45
Figura 02	Tela de Abertura do programa para leitura da densidade mineral óssea Cromox 3.1 Vet	45
Figura 03	Tela do programa Cromox 3.1 Vet para seleção do animal a ser avaliado	46
Figura 04	Tela do programa Cromox 3.1 Vet mostrando a radiografia digitalizada do paciente em estudo com a imagem da extremidade distal do rádio-ulna e da escala de alumínio.....	46
Figura 05	Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para demarcar a escala de alumínio para posterior leitura da densidade mineral óssea.....	47
Figura 06	Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para demarcar a região distal do rádio-ulna para posterior leitura da densidade mineral óssea.....	47
Figura 07	Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para calibrar e demarcar a escala de alumínio para posterior leitura da densidade mineral óssea.....	48
Figura 08	Tela do programa Cromox 3.1 Vet definindo a área da extremidade distal do rádio-ulna	48

Figura 09	Tela do programa Cromox 3.1 Vet mostrando o gráfico de ajuste partes moles e definindo a área de leitura da densidade mineral óssea	49
Figura 10	Tela do programa Cromox 3.1 Vet ajustando partes moles e definindo a área de leitura da densidade mineral óssea	49
Figura 11	Tela final do programa Cromox 3.1 Vet apresentando o resultado final da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna em mmAl	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	Valores de tamanho amostral (n), média, desvio padrão ($X \pm s$) das subamostras resultantes da combinação dos 2 sexos (M e F), das 3 idades (JOV, AD e ID) e dos 3 pesos (PEQ, MED e GDE) para a variável DMO.....	30
Tabela 02	Análise estatística para verificar efeitos de sexo, idade e peso na DMO. Hipóteses testadas, estatísticas calculadas (F e p) e comentários.....	31
Tabela 03	Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis idade, peso e DMO para o conjunto dos 2 sexos e para cada sexo separadamente	32
Tabela 04	Valores de tamanho amostral (n), média (X), desvio padrão (s), intervalo de confiança da média a 95% (limites inferior e superior: Li – Ls), coeficiente de variação (CV%), mediana (Md), percentis (P25 – P75), mínimo (MÌN) e máximo (MÁX) da DMO separando-se os cães pelo peso (PEQ, MED, GDE).....	33

1. INTRODUÇÃO

A densidade mineral óssea (DMO) é parâmetro biofísico de grande importância experimental e clínica, podendo auxiliar o profissional da saúde a compreender e avaliar melhor o processo de mineralização óssea (LOUZADA et al.,1997).

Devido a sua alta precisão, e pela sua natureza não invasiva, a técnica de absorção de raios X de duas energias (DXA) tem sido empregada na monitorização da perda óssea em pacientes humanos idosos, além de fornecer informações da composição do tecido mole ao redor do osso. Na medicina veterinária tem sido empregada com o inconveniente que o paciente a ser examinado deve permanecer, no caso de pequenos animais durante 10 a 15 minutos imóvel, sendo necessário a utilização de determinados protocolos anestésicos para a realização do exame (TOOL et al., 1994). Já na técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica, não há necessidade de submeter o animal a um protocolo anestésico e é possível a análise seqüencial de variações de massa óssea, com custo significativamente menor que as demais metodologias, que incluem a absorção de fótons de uma energia (SPA), a absorção de fótons de duas energias (DPA) e a tomografia computadorizada quantitativa (QCT), que são técnicas de custos elevados, inacessíveis à maioria da população (LOUZADA,1994; LEAL, 2002; SANTOS, 2002).

Assim, o desenvolvimento de novas técnicas de medida da densidade mineral óssea, visa auxiliar estudos nutricionais que avaliem o crescimento de animais jovens, e o acompanhamento da evolução do tecido ósseo em animais idosos. Pois a avaliação da densidade mineral óssea usando radiografias convencionais é pouco satisfatória devido à sua pobre reprodutibilidade, havendo então necessidade do desenvolvimento de técnicas apropriadas para a aferição da densidade mineral óssea nos pequenos animais (TOOL et al , 1994).

A partir da necessidade de diagnósticos mais precisos em determinadas alterações do sistema ósseo, como o hiperparatireoidismo secundário nutricional,

osteodistrofia renal, ou em animais que sofreram danos ou perdas ósseas pelas mais variadas causas, há necessidade segundo LEAL (2002), de conseguirmos padronizar valores de referência da DMO em cães realizada por meio da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica, para que esses dados possam ser aplicados e passem a auxiliar o estabelecimento de protocolos terapêuticos que ajudem no restabelecimento destas entidades nosológicas.

Por meio da utilização da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica, este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do porte, idade e sexo na DMO de cães.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica óssea (LOUZADA, 1994) permite a análise seqüencial de variações de massa óssea de partes do esqueleto, além de ser um exame rápido, não invasivo e relativamente barato (LOUZADA et al,1997); pois uma importante utilização das técnicas não invasivas, é a habilidade de detecção precoce de distúrbios no processo de recuperação normal ou anormal a injúrias ocorridas no tecido ósseo (MARKEL, M. D., BOGDANSKE, J. J., 1994).

Técnicas precisas e seguras de medida da densidade mineral óssea em humanos têm permitido aos pesquisadores identificar os fatores de riscos associados com osteoporose e fornecer um mecanismo para a avaliação preventiva e de tratamentos terapêuticos. Pois uma tecnologia que seja precisa, não invasiva e que permita repetibilidade na medida da densidade mineral óssea pode permitir aos pesquisadores realizarem estudos relacionando os possíveis efeitos de uma dieta, de medicamentos, exercícios ou outros fatores que possam estar afetando a densidade mineral óssea (McCLURE et al., 2001).

Radiografias têm sido usadas para quantificar o conteúdo mineral ósseo dos animais vivos. Só que as radiografias são pouco seguras na detecção de mudanças no conteúdo mineral ósseo quando estas são pouco menores do que 30% (LAUTEN et al., 2001; GARTON, 1993).

A osteoporose tem sido tradicionalmente definida como uma condição de massa óssea baixa acompanhada por fraturas atraumáticas. Recentemente, mais ênfase tem sido dada na densidade mineral óssea do paciente na tentativa de identificar aqueles que possuem alto risco para desenvolver fraturas patológicas antes que estas fraturas ocorram. Como resultado a técnica de densitometria óssea tem se tornado altamente importante (GENANT et al.,1991).

Historicamente, muitas outras técnicas têm sido usadas para a medida da densidade mineral óssea *in vivo*, como a tomografia computadorizada quantitativa

(QCT), que é capaz de medir o osso trabecular, sítios do esqueleto axial e periférico, alcançando alta sensibilidade para diagnosticar perdas ósseas relacionadas com a idade ou processos doentios. Mas este procedimento é caro e a dose de radiação empregada é 30 vezes maior que a utilizada na técnica de absorção de raios X de duas energias (DXA), onde a fonte de radiação é mais estável e há uma maior diferença entre os níveis de energia. A absorção de fótons de uma energia (SPA), surgiu nos anos 60 e foi o primeiro método prático de medida não invasiva da densidade óssea, estando limitada a medir sítios ósseos que estivessem imersos em água ou embebidos em materiais com as mesmas propriedades de absorção às do tecido mole. A absorção de fótons de duas energias (DPA) foi desenvolvida para superar algumas das limitações da (SPA), esta técnica pode medir sítios que não estejam circundados por uma constante espessura de tecido mole como a coluna lombar e fêmur proximal, fornecendo a composição corporal e mineral total do organismo, mas conta com a desvantagem prática do longo tempo do exame (20 a 40 minutos) (GRIER et al., 1996).

A utilização da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica vem sendo aplicada em estudos realizados por LOUZADA et al., 1997; VULCANO et al., 1998; VULCANO, 2001; GUERRA, 2002; LEAL, 2002; RAHAL et al., 2002; SANTOS, 2002; que comprovaram que esta metodologia é precisa, confiável e de baixo custo.

A densidade mineral óssea é a concentração de mineral por unidade de volume de osso, correlacionando-se com as propriedades materiais do osso e com suas características histológicas. Os minerais estão incrustados na matriz orgânica do osso para fornecer ao esqueleto a sua dureza e rigidez. (McCLURE et al., 2001).

O esqueleto é formado por 80% de osso cortical e 20% de osso trabecular, sendo que o osso trabecular está localizado principalmente no esqueleto axial. Por causa de sua grande superfície de área, o osso trabecular é metabolicamente mais ativo e mais sujeito a mudanças, mas fisiologicamente a perda óssea afeta o esqueleto inteiro. Há, no entanto, diferenças nos padrões de perda óssea em diferentes ossos; e a perda óssea ocorre em taxas diferentes, em diferentes superfícies, mesmo dentro de um mesmo osso. Sendo que estes padrões variam em

proeminência nos indivíduos, e estas variações influenciam nos padrões de fraturas em diversas doenças e devem ser consideradas quando as medidas da densidade mineral óssea são interpretadas (WAHNER,1984).

Na espécie humana é sabido que a perda óssea com o decorrer da idade passa a ocorrer, e pesquisas subseqüentes têm mostrado que esta conclusão estende-se a determinadas espécies de vertebrados examinados, indo de roedores a espécies animais de vida doméstica. Embora o modelo de perda óssea seja diferente entre as espécies, estes estudos em animais têm produzido informações valiosas para as causas de perda óssea em humanos, particularmente nos efeitos da atividade física e nutricional. Muitas informações da composição, morfologia e metabolismo do esqueleto canino foram acumuladas durante as décadas de 50 e 60 quando esta espécie foi utilizada para avaliar o risco para a espécie humana dos radionuclídeos que poderiam ser acumulados no tecido ósseo durante testes de bombas atômicas na atmosfera. Em muitos aspectos, o osso do cão é um excelente modelo para o estudo das mudanças ósseas relacionadas com a idade na espécie humana. O esqueleto adulto de ambas espécies contém uma fração similar de osso compacto (80%), e é similar na composição e características microscópicas, exhibe perda óssea mais rápida nas fêmeas, e mostra respostas similares a fatores que influenciam o metabolismo ósseo como os hormônios, drogas e imobilização (DRAPER,1994).

Mas o cão é questionável como um modelo animal apropriado para o estudo da osteoporose por causa da sua insuficiência para desenvolver significativa osteopenia e fragilidade óssea seguida à queda de estrógeno após ovariectomia e, além disso, o perfil endócrino canino é muito diferente do da mulher. No entanto, os cães estão entre os animais experimentais mais comumente utilizados para os estudos do metabolismo ósseo, avaliando tratamentos instituídos para impedir perdas ósseas ou restituir massa óssea, e avaliar respostas a exercícios (GRIER et al., 1996).

Uma vez que a densidade mineral óssea depende de vários fatores como a dieta, carga de peso crônica (ex: peso corporal), exercícios, idade e equilíbrio endócrino (STOLIKER et al., 1976), e que a maior incidência de não união de

fraturas nos ossos longos de cães ocorre no rádio, em particular no terço distal do osso (SUMMER-SMITH, G., CAWLEY, A. J., 1970), temos que as necessidades nutricionais e os cuidados com cães durante a fase de crescimento devem ser diferenciados em relação aos animais adultos (LAUTEN et al., 2002). Assim dietas pobres em cálcio ou excessivamente ricas em fósforo, ou com menor disponibilidade de cálcio devido a insuficientes níveis de vitamina D ou A, são fatores que levam ao desenvolvimento de osteodistrofias na espécie canina (STURION, D. J., PEREIRA, P. M., 1995).

WENTWORTH et al. (1971) adaptaram a técnica para determinação do conteúdo mineral in vivo para uso em animais, baseado na atenuação de um fóton monoenergético através do conteúdo mineral ósseo. Para isto observou os efeitos de concentrações diferentes de cálcio na dieta de cães no conteúdo mineral ósseo, concluindo que houve remineralização óssea quando uma dieta deficiente em cálcio foi substituída por uma suplementada em cálcio.

Com o objetivo de estimular o processo de formação do calo ósseo no terço distal do rádio de cães de pequeno porte, GUERRA (2002) induziu fraturas transversas cirurgicamente em 24 animais, observando que a leitura da densidade mineral óssea por meio da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica foi maior no grupo de cães onde foram realizadas perfurações ósseas nas bordas proximais e distais no sentido crânio caudal e mediolateral do foco da fratura, pois houve rápida promoção no início do processo de reparação óssea, seguida de mineralização do foco da fratura.

RAHAL et al. (2002) concluíram que a densitometria óptica em imagens radiográficas é um método eficiente de avaliação da desmineralização óssea em felinos que foram submetidos a uma dieta composta por coração bovino moído e cru.

FRANK et al. (2002) examinando cortes transversais do terço médio da diáfise do úmero de cães de várias idades, encontraram que a quantidade de microdanos e porosidade aumenta com a idade, embora esse aumento seja relativamente pequeno quando comparado à espécie humana. Com relação ao sexo dos animais (fêmeas castradas ou não e machos castrados ou não) não observou efeito significativo na porosidade e quantidade de microdanos ósseos.

JORCH et al. (1982) realizaram medidas do conteúdo mineral ósseo na margem cranial da cabeça do fêmur de Beagles adultos, sendo esta região composta de 60% de osso trabecular e 40% de osso cortical; onde observou correlação positiva com o peso corporal e com a idade.

DELAQUERRIERE-RICHARDSON et al. (1982) por meio da morfometria radiográfica e da fotodensitometria concluíram que houve claro aumento na densidade óssea do fêmur de cães da raça Beagle entre 13 e 21 meses de idade.

VULCANO et al. (1998) determinaram os valores de normalidade para a densidade mineral óssea nas extremidades distais do rádio de 18 cães da raça Rottweiler, 09 machos e 09 fêmeas, não sendo observada diferença estatisticamente significativa entre os grupos.

Utilizando a técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica LEAL (2002) determinou os valores de densidade mineral óssea da extremidade distal de rádio-ulna de 293 cães, sendo que na comparação entre os sexos não houve diferença estatisticamente significativa entre machos e fêmeas, mas observou uma forte correlação entre peso e a DMO.

A partir da utilização da densitometria óptica em imagem radiográfica no auxílio da rotina diagnóstica da clínica de pequenos animais, a possibilidade de diferenciação entre as possíveis respostas do tecido ósseo relacionadas às doenças ou terapias empregadas poderão ser resolvidas com maior precisão e rapidez.

Material e Método

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Animais

Foram selecionados e utilizados 95 membros anteriores direitos de caninos atendidos e que vieram a óbito no Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de Cuiabá - MT e em Clínicas Veterinárias dos municípios de Cuiabá (MT) e Várzea Grande (MT) no período de novembro de 2001 a março de 2003, para a formação de três grupos de animais de acordo com o porte físico (pequeno, médio, grande), os filhotes com peso adulto esperado maior que 25 Kg ou mais foram considerados de porte grande, os com peso menor (até 10 Kg) no grupo de porte pequeno ou médio (>10Kg-25Kg), onde dentro de cada grupo foram estabelecidas três subdivisões de acordo com a faixa etária 2 meses a 1 ano (jovem); >1 ano a 6 anos (adulto); >6 anos (idoso).

Os membros foram desarticulados na região da articulação úmero-rádio-ulnar direita, e mantidos congelados na câmara fria do Serviço de Patologia do Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária da UNIC-MT, onde posteriormente foram descongelados na câmara refrigerada do Serviço de Patologia Animal do Hospital Veterinário da FMVZ, UNESP, Campus de Botucatu-SP, para que fossem radiografados.

3.2 Técnica

Foram realizadas radiografias simples de membro anterior direito, região distal da diáfise do rádio-ulna, de cães. Os membros foram radiografados em

projeção crânio-caudal, utilizando-se aparelho radiográfico convencional¹, com distância foco-filme de 90 cm, chassis metálicos 24x30cm, com telas intensificadoras² e filmes radiográficos³ 24x30cm. O chassi foi acondicionado dentro do porta-chassi, confeccionado em madeira compensada de 3 mm de espessura, onde estava afixado o penetrômetro de alumínio (*phantom*) de liga específica usado como referencial densitométrico, sendo radiografado ao lado da extremidade distal do rádio-ulna. Este penetrômetro é constituído de 20 degraus, tendo o primeiro degrau 0,5mm de espessura, variando a seguir de 0,5mm em 0,5mm até o vigésimo degrau. Cada degrau tem 15 x 05mm de área. A kilovoltagem (kVp) padronizada foi de 40 kVp, e a miliamperagem por segundo (mAs) foi determinada de acordo com o porte do animal, sendo de 1,3 mAs o valor mínimo e de 6,3 mAs o valor máximo. Os filmes radiográficos foram revelados em processadora automática padrão⁴.

Para a digitalização das imagens radiográficas obtidas empregou-se scanner de mesa HP, modelo scanjet 6C, com adaptador para transparência HP, modelo scanjet 6C/T. Uma vez digitalizadas pelo programa computacional Deskscan (Fig. 01), as imagens foram armazenadas em disco rígido do microcomputador e em discos flexíveis, do tipo Zip Disk de 100Mb de capacidade.

As imagens digitalizadas de rádio-ulna e do *phantom* foram recapturadas e analisadas por meio do programa computacional (software)⁵ desenvolvido (Fig. 02 a 11) que permite a medida da densidade mineral óssea (DMO).

Para a realização das leituras e análise da densidade óptica radiográfica, selecionou-se, com auxílio do mouse, a extremidade distal do rádio-ulna do membro anterior direito, acima da linha metafisária, abrindo uma janela retangular, cuja largura abrange a cortical lateral do rádio a cortical lateral da ulna. A altura desta janela foi padronizada como sendo a metade da largura da janela obtida. Em seguida, foi realizado um ajuste de largura para que os tecidos moles fossem adicionados à região analisada.

¹ TUR 800, 500mA

² Kodak Lanex X-Omatic Regular Screens (Kodak Eastman Company)

³ BRAF – Kodak Brasileira Com. e Ind. Ltda.

⁴ MACROTEC

⁵ CROMOX 3.1 Vet por ATHENA – SIA/Sistemas de Inteligência Avançada, S. J. C., SP.

Com a comparação entre densidade média da região distal de rádio-ulna selecionada com a densidade média do *phantom*, determinou-se a densidade mineral óssea, com valores expressos em milímetros de alumínio (mmAl).

Foram realizadas três leituras consecutivas, da região pré-selecionada de cada membro, para a obtenção de um valor médio da densidade mineral óssea.

3.3. Estatística

Os procedimentos estatísticos utilizados neste trabalho estão descritos em CURI (1998).

Foram efetuados estudos descritivos da variável peso (porte), calculando-se média ($\bar{x}$), desvio padrão (s), coeficiente de variação (CV %), mediana (M_d), intervalo de confiança da média (IC) a 95% (L_i e L_s), percentis (P25 e P75) cujo intervalo inclui 50% das observações e valores mínimo (mín) e (max).

Considerando-se os fatores sexo, peso e idade foram estabelecidos 18 subamostras (combinando-se os 2 sexos: M e F; os 3 pesos: pequeno, médio e grande; e as 3 idades: jovem, adulto e idoso. Em cada subamostra foram calculados a média ($\bar{x}$) e o desvio padrão (s) da DMO.

Para verificar o efeito dos fatores (sexo, peso e idade) na DMO utilizou-se análise de variância com o cálculo de estatísticas F e p e contrastes entre pares de médias pelo método de Tukey, com $\alpha = 0,05$.

Foram, ainda calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson entre os pares de variáveis (idade, peso e DMO) considerando-se o conjunto total dos dados (M+F) e separando-se por sexo.

As estatísticas calculadas foram consideradas significativas quando $p < 0,05$, onde p é a probabilidade de erroneamente concluir pela significância.

Resultado

4. RESULTADO

Na Tabela 01 são apresentados os valores de tamanho amostral (n), média e desvio padrão das subamostras resultantes da combinação dos 2 sexos (M e F), das 3 idades (jovem, adulto e idoso) e dos 3 pesos (pequeno, médio e grande) para a variável DMO. A análise estatística para verificar efeitos de sexo, idade e peso na DMO está apresentada na Tabela 02.

A correlação entre a densidade mineral óssea com a idade e o peso dos animais avaliados para o conjunto dos 2 sexos e para cada sexo separadamente está demonstrada na Tabela 03, onde observa-se forte correlação entre o peso e a DMO ($p < 0,001$).

Os valores da média e dos desvios padrões da DMO separando-se os cães pelo porte (pequeno, médio e grande) são respectivamente $2,38 \pm 0,70$ mmAl, $3,55 \pm 1,04$ mmAl, $4,69 \pm 0,90$ mmAl (Tabela 04).

Tabela 01 – Valores de tamanho amostral (n), média e desvio padrão ($X \pm s$) das subamostras resultantes da combinação dos 2 sexos (M e F), das 3 idades (JOV, AD e ID) e dos 3 pesos (PEQ, MED e GDE) para a variável DMO

IDADE - PESO		SEXOS		
		MACHO	FÊMEA	MACHO + FÊMEA
JOV - PEQ		2,13 $\pm$ 0,37 (5)	1,62 $\pm$ 0,48 (5)	1,88 $\pm$ 0,48 (10)
JOV - MED		3,12 $\pm$ 0,85 (5)	3,39 $\pm$ 1,66 (5)	3,26 $\pm$ 1,25 (10)
JOV - GDE		4,36 $\pm$ 0,61 (7)	4,14 $\pm$ 0,96 (3)	4,30 $\pm$ 0,68 (10)
AD - PEQ		2,56 $\pm$ 0,55 (7)	2,00 $\pm$ 0,64 (4)	2,40 $\pm$ 0,65 (11)
AD - MED		4,02 $\pm$ 1,36 (6)	3,41 $\pm$ 0,98 (7)	3,63 $\pm$ 1,11 (11)
AD - GDE		4,71 $\pm$ 0,69 (6)	4,54 $\pm$ 1,11 (7)	4,62 $\pm$ 0,91 (13)
ID - PEQ		2,76 $\pm$ 0,66 (8)	3,00 $\pm$ 0,66 (3)	2,83 $\pm$ 0,63 (11)
ID - MED		3,31 $\pm$ 0,59 (4)	4,08 $\pm$ 0,64 (6)	3,77 $\pm$ 0,71 (10)
ID - GDE		5,63 $\pm$ 0,90 (5)	4,71 $\pm$ 0,78 (4)	5,22 $\pm$ 0,93 (9)
Para	M:	n = 51	; X = 3,58	; s = 1,27
Para	F:	n = 44	; X = 3,50	; s = 1,33

Tabela 02 – Análise estatística para verificar efeitos de sexo, idade e peso na DMO. Hipóteses testadas, estatísticas calculadas (F e p) e comentários

HIPÓTESE	ESTATÍSTICA	COMENTÁRIO
Diferença entre sexos	F=0,31 p>0,50	Não foi constatado efeito significativo de sexo M=F
Efeito de idade em cada peso	Em PEQ: F=6,68; p<0,05 Em MED: F=0,64; p>0,10 Em GDE: F=2,85; p>0,05	JOV<ID; AD intermediário JOV = AD = ID JOV = AD = ID
Efeito de peso em cada idade	Em JOV: F=19,62; p<0,001 Em AD: F = 17,76; p<0,001 Em ID: F=24,98; p<0,001	PEQ < MED < GDE PEQ < MED < GDE PEQ < MED < GDE

Tabela 03 – Coeficiente de correlação linear de Pearson entre as variáveis idade, peso e DMO para o conjunto dos 2 sexos e para cada sexo separadamente

CORRELAÇÃO	MACHO + FÊMEA	MACHO	FÊMEA
IDADE X PESO	0,23 *	0,14 ^{NS}	0,36 *
IDADE X DMO	0,22 *	0,10 ^{NS}	0,36 *
PESO X DMO	0,70 ***	0,75 ***	0,66 ***

* = $p < 0,05$

NS= não significativa

*** = $p < 0,001$ (a probabilidade erroneamente ocorrer a correlação)

Tabela 04 – Valores da amostra (n), média (X), desvio padrão (s), intervalo de confiança da média a 95% (limites inferior e superior: Li – Ls), coeficiente de variação (CV%), mediana (Md), percentis (P25 – P75), mínimo (MÍN) e máximo (MÁX) da DMO separando-se os cães pelo peso (PEQ, MED, GDE)

VALORES	PESO		
	PEQ	MED	GDE
N	32	31	32
X	2,38	3,55	4,69
s	0,70	1,04	0,90
Li – Ls	2,09 – 2,67	3,11 – 3,99	4,31 – 5,07
CV%	29,4	29,3	19,2
Md	2,42	3,64	4,87
P25 – P75	1,73 – 3,00	2,86 – 4,03	3,82 – 5,39
MÍN – MÁX	1,26 – 3,75	1,32 – 5,46	3,05 – 6,37

Discussão

5. DISCUSSÃO

Este estudo permitiu a utilização da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica, padronizada por LEAL (2002), na avaliação do efeito do porte, idade e sexo sobre a densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna de cães.

Os resultados encontrados mostram que a densidade mineral óssea não foi significativamente influenciada pelos sexos dos animais. O mesmo resultado foi obtido por LEAL (2002) em uma amostra de 293 cães (169 machos e 124 fêmeas).

Resultados diferentes dos encontrados por SANTOS (2002), que avaliando os valores da densidade mineral óssea, por meio da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica de 120 felinos domésticos, constatou diferença estatisticamente significativa entre as médias dos valores de densidade mineral óssea entre machos e fêmeas. E que também confrontam com os de STOLIKER et al. (1976), que relataram uma forte associação dos valores da densidade mineral óssea com o peso e sexo; mas este resultado pode estar relacionado ao pequeno número da amostra utilizada.

Com relação à influência da idade dos animais estudados e os valores da DMO, não houve efeito significativo da idade no valor da DMO, corroborando os resultados encontrados por LEAL (2002), e de LAUTEN et al. (2001) que utilizando a técnica de absorção de duas energias (DEXA), comparou a densidade mineral óssea de 40 fêmeas entre 1 a 12 anos de idade de cães da raça Beagle, não obtendo diferença significativa nos valores da densidade mineral óssea entre as diferentes faixas etárias. Já DELAQUERRIERE-RICHARDSON et al. (1982) utilizando 8 cães machos da raça Beagle, 4 com 13 meses e 4 com 21 meses de idade observou correlação significativa entre a densidade mineral óssea com o aumento da idade e do peso corporal.

Mas analisando a população canina pertencente ao porte pequeno foi observado um aumento da DMO com a idade ($p < 0,05$). Valores também observados por SANTOS (2002), ou seja, os animais idosos apresentaram uma densidade

mineral óssea maior, embora a associação encontrada entre as variáveis idade e DMO seja relativamente fraca neste estudo, no de LEAL (2002) e no de SANTOS (2002).

Analisando a associação da densidade mineral óssea com a idade, segundo o sexo, a correlação foi não significativa para os machos, e relativamente fraca para as fêmeas, sugerindo que estudos envolvendo amostras maiores sejam realizados, sendo que LEAL (2002) observou uma fraca correlação negativa entre os valores de DMO e a idade de 124 fêmeas caninas.

Neste estudo também foi encontrada forte correlação entre os valores da densidade mineral óssea e o peso da população estudada ($P < 0,001$). A mesma correlação foi observada por LEAL (2002), SANTOS (2002), DELAQUERRIERE-RICHARDSON et al. (1982) permitindo afirmar que há um aumento de densidade mineral óssea em animais mais pesados. Segundo LIPSCOMB et al. (2001), o esqueleto é uma estrutura que suporta uma carga de peso, e tem que se adaptar a carga imposta, aumentando a osteogênese, com conseqüente aumento de massa óssea.

A média da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna em cães na amostra foi de $3,54 \pm 1,29$ mmAl, sendo de $3,58 \text{ mmAl} \pm 1,27$ mmAl para os machos, e $3,50 \text{ mmAl} \pm 1,33$ mmAl para as fêmeas.

Considerando os animais de acordo com o porte, os valores da média da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna foram: $2,38 \pm 0,70$ mmAl para animais entre 01 e 10 Kg; $3,55 \pm 1,04$ mmAl para animais entre 10,1 e 25 Kg; e $4,69 \pm 0,90$ mmAl para animais com mais de 25 Kg.

Com este trabalho foi possível a avaliação da densidade mineral óssea de cães em mmAl, determinando valores para cães de porte pequeno, médio e grande, fornecendo material para futuras comparações em estudos direcionados ao sistema ósseo na clínica veterinária de pequenos animais.

Conclusão

6. CONCLUSÃO

A densitometria óptica em imagens radiográficas é uma tecnologia que pode ser utilizada como importante ferramenta clínica e de pesquisa para a medida da densidade mineral óssea na medicina veterinária.

A média da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio – ulna em cães considerando a amostra (n=95) foi de $3,54 \pm 1,29$ mmAl.

Os valores da média e dos desvios padrões, considerando os grupos pelo porte foram: $2,38 \pm 0,70$ mmAl para cães entre 01 e 10 Kg; $3,55 \pm 1,04$ mmAl para cães entre 10,1 e 25 Kg; e $4,69 \pm 0,90$ mmAl para cães com mais de 25 Kg.

A densidade mineral óssea não foi significativamente influenciada pelo sexo e nem pela idade dos animais.

Houve forte correlação entre densidade mineral óssea e o peso da amostra estudada ($p < 0,001$).

Referências Bibliográficas

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CURI, P.R. **Metotologia e análise da pesquisa em ciências biológicas**. 2.ed. Botucatu: Tipomic,1998. 263p.

DELAQUERRIERE-RICHARDSON, M.D et al. Radiographic morphometry and radiographic photodensitometry of the femur in the Beagle at 13 and 21 months. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.43, n.12, p.2255-2258, dec.1982.

DRAPER, H.H. Bone loss in animals. **Adv. Nutr. Res.**, New York, v.9, p.53-71,1994.

FRANK, J.D. et al. Aging and accumulation of microdamage in canine bone. **Bone.**, Tarrytown, v.30, n.1, p.201-206, jan. 2002.

GARTON, M.J. et al. Can radiologists detect osteopenia on plain radiographs? **Clin. Radiol.**, London, v.49, p.118-122, 1993.

GENANT, H.K.; FAULKNER, K.G.; GLÜER, C.C. Measurement of bone mineral density: current status. **Am. J. Med.**, New York, v.91, n.25, p.5B-49S-5B-53S, nov. 1991.

GRIER, S.J.; TURNER, A.S.; ALVIS, M.R. The use of dual-energy X-ray absorptiometry in animals. **Invest. Radiol.**, Philadelphia, v.31, n.1, p.50-62, jan. 1996.

GUERRA, P.C. **Utilização de perfurações na consolidação de fraturas do terço distal de cães: avaliação radiográfica, tomográfica e histológica**. 2002. 83p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

JORCH, U.M. et al. Measurements of bone mineral content by photon absorptiometry of the Beagle. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.43, n.5, p907-908, may. 1982.

LAUTEN, S.D. et al. Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurements in clinically normal dogs. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.62, n.8, p.1295-1301, aug. 2001.

LAUTEN, S.D. et al. Influence of dietary calcium and phosphorus content in a fixed ratio on growth and development in Great Danes. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.63, n.7, p.1036-1047, jul. 2002.

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 em imagens radiográficas: correlação entre o peso, sexo e idade.** 2002, 51p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

LIPSCOMB, V.J. et al. Asymmetric densitometric and mechanical adaptation of the 7left fifth metacarpal bone in racing greyhounds. **Vet. Rec.**, v.148, n.10, p.308-311, mar. 2001.

LOUZADA, M.J.Q. **Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo “in vitro”.** 1994, 191p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

LOUZADA, M.J.Q. et al. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. **Vet. e Zoot.**, São Paulo, v.9, p.95-109, 1997.

MARKEL, M.D.; BOGDANSKE, J J. Dual-energy x-ray absorptiometry of canine femurs with and without fracture fixation devices. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.55, n.6, p.862-866, jun. 1994.

McCLURE, S. R. et al. Evaluation of dual energy x-ray absorptiometry for in situ measurement of bone mineral density of equine metacarpi. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.62, n.5, p.752-56, may. 2001.

RAHAL, S.C. et al. 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 ósea (DMO) da extremidade distal do rádio-ulna em gatos, por meio da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas: correlação entre peso, sexo, idade.** 2002. 55p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

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. **Vet. Med. Small Anim. Clin.**, Bonner Springs, v.71, n.11, p.1545-1550, nov. 1976.

STURION, D.J., PEREIRA, P.M. Diagnósticos radiográficos de caninos e felinos com hiperparatireoidismo nutricional secundário. **Semina: Ci. Agr.**, Londrina, v.16, n.1, p.28-33, mar. 1995.

SUMNER-SMITH, G., CAWLEY, A.J. Nonunion of fractures in dog. **J. Small Anim. Pract.**, Oxford, v.11, p.311-325, 1970.

TOLL, P.W. et al. Usefulness of dual energy x-ray absorptiometry for body composition in adult dogs. **J. Nutr.**, Philadelphia, v.124, p.2601S-2603S, 1994.

VULCANO, L.C. et al. Determination of the normal values of density of the radius in Rottweilers, using radiographic optical densitometry (experimental study). CONGRESSO MUNDIAL DE MEDICINA VETERINÁRIA DE PEQUENOS ANIMAIS, 23, 1998, Buenos Aires. **Anais...** Buenos Aires, 1998.

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. 62p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.

WAHNER, H.W. Bone mineral measurements: a new clinical tool. **J. Nucl. Med.**, New York, v.25, n.3, p.383-384, 1984.

WENTWORTH, R.A. et al. In vivo estimation of bone mineral content: a research and diagnostic technique for veterinary medicine. **Am. J. Vet. Res.**, Schaumburg, v.32, n.6, p.985-992, jun. 1971.

8. APÊNDICE

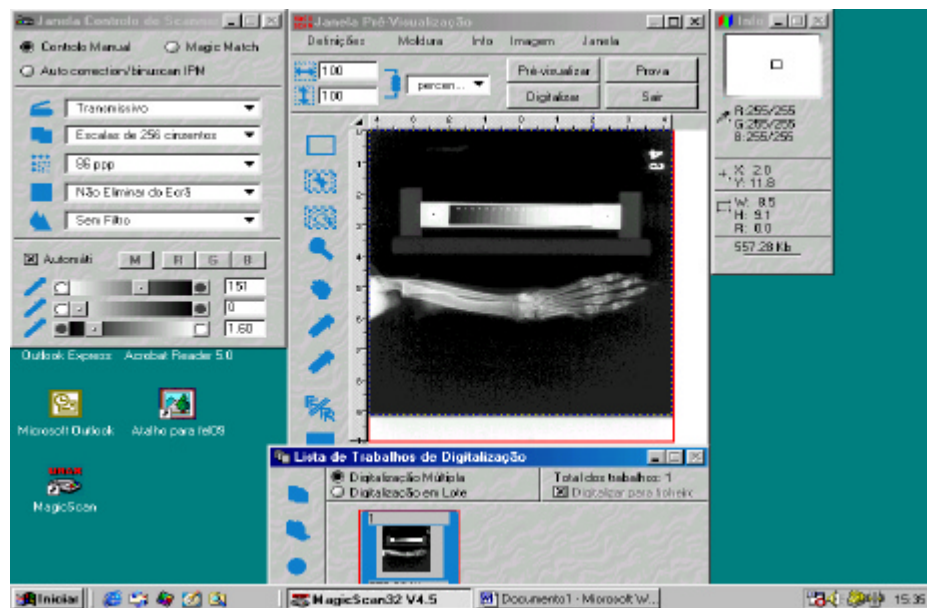


Figura 1 – Digitalização da imagem radiográfica por meio de software deskscan II, configurado para captura no tipo e caminho Cromox-3 Densitometria (imagem invertida)



Figura 2 – Tela de Abertura do programa para leitura da densidade mineral óssea Cromox 3.1 Vet

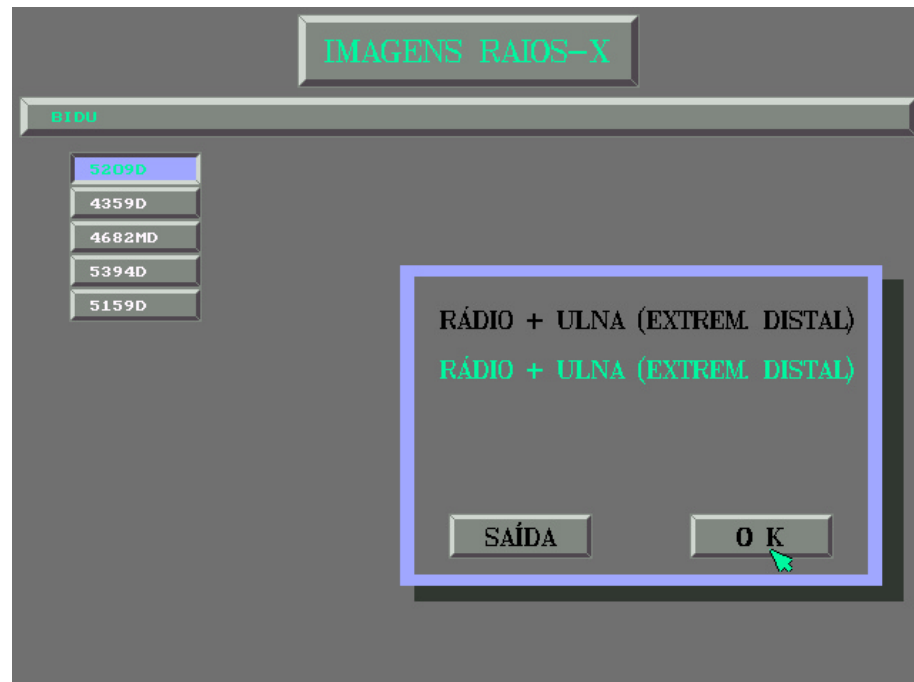


Figura 3 – Tela do programa Cromox 3.1 Vet para seleção do animal a ser avaliado

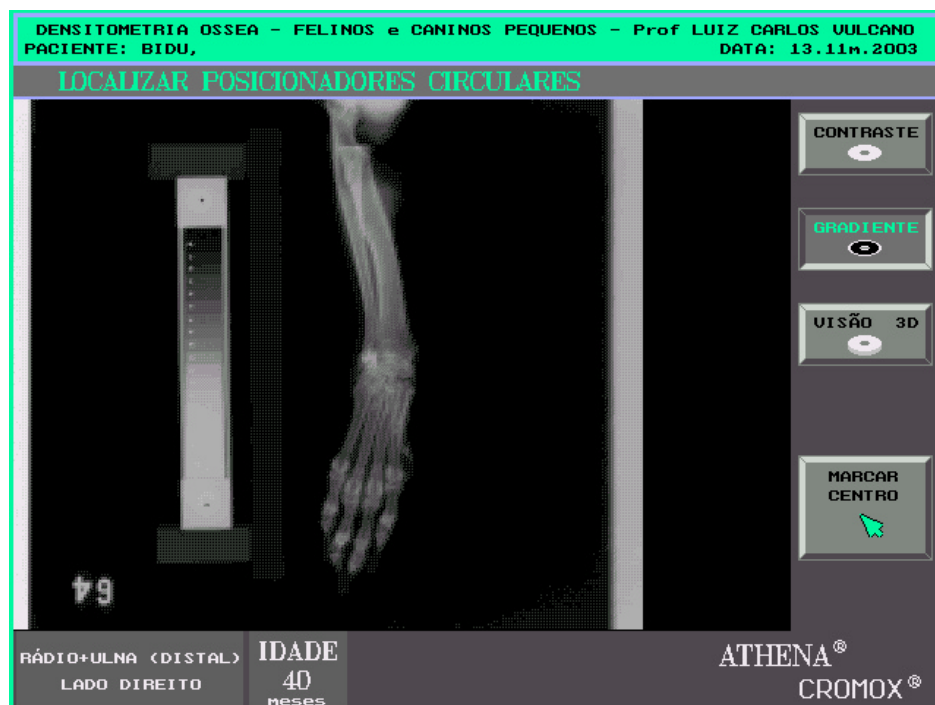


Figura 4 – Tela do programa Cromox 3.1 Vet mostrando a radiografia digitalizada do paciente em estudo com a imagem da extremidade distal do rádio-ulna e da escala de alumínio

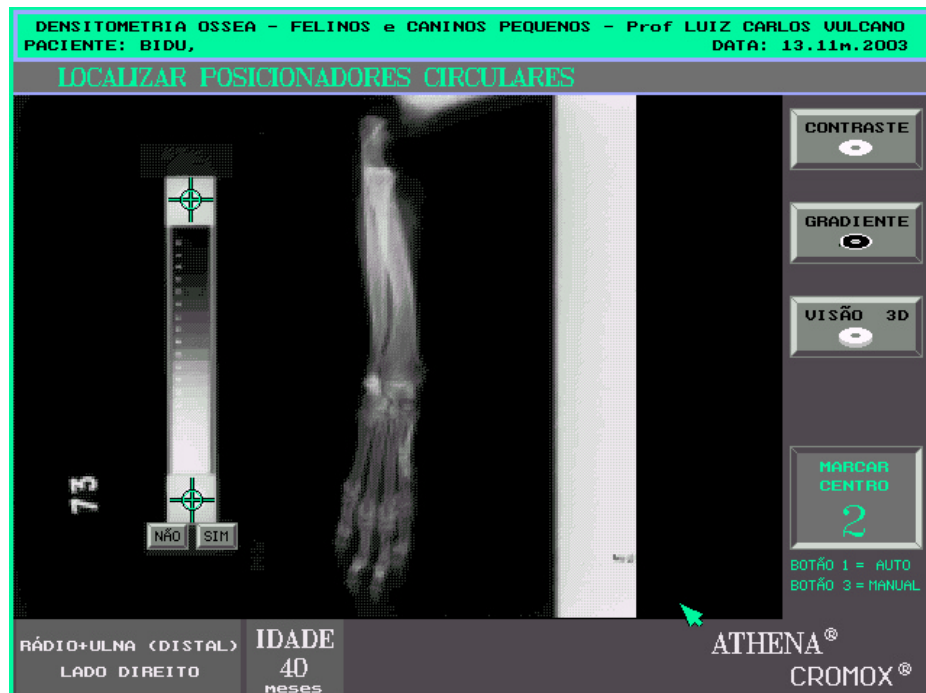


Figura 5 – Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para demarcar a escala de alumínio para posterior leitura da densidade mineral óssea

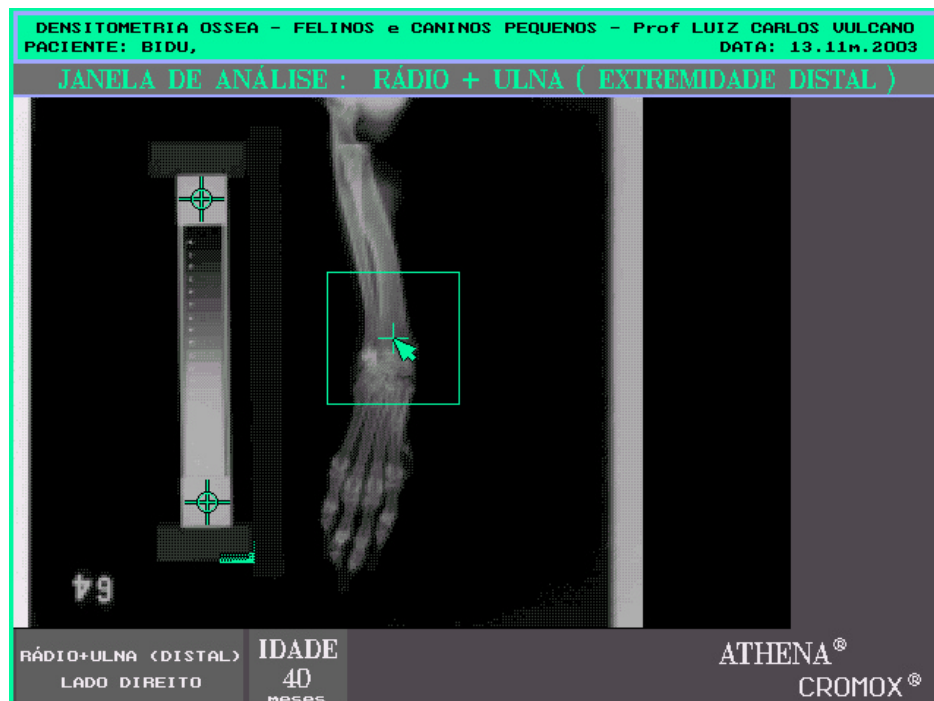


Figura 6 – Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para demarcar a região distal do rádio-ulna para posterior leitura da densidade mineral óssea

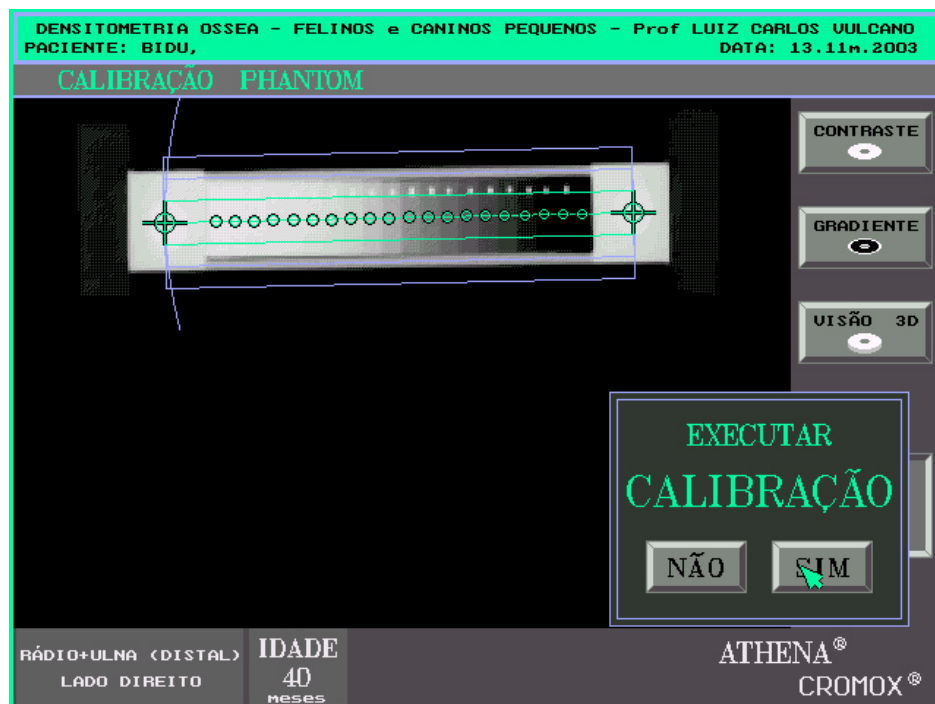


Figura 7 – Tela de abertura do programa Cromox 3.1 Vet para calibrar e demarcar a escala de alumínio para posterior leitura da densidade mineral óssea

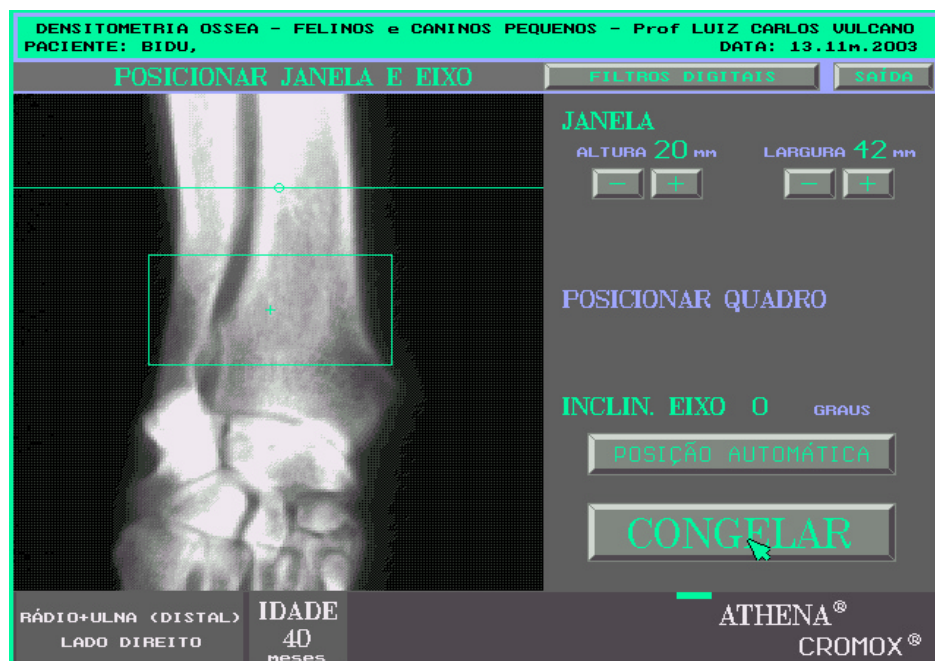


Figura 8 – Tela do programa Cromox 3.1 Vet definindo a área da extremidade distal do rádio-ulna

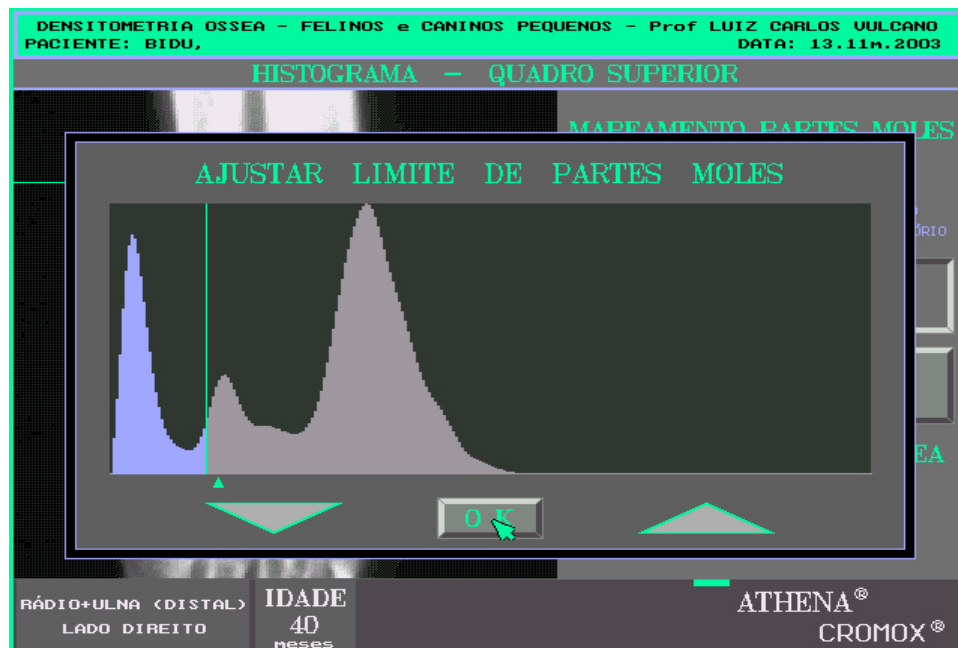


Figura 9 – Tela do programa Cromox 3.1 Vet mostrando o gráfico de ajuste partes moles e definindo a área de leitura da densidade mineral óssea

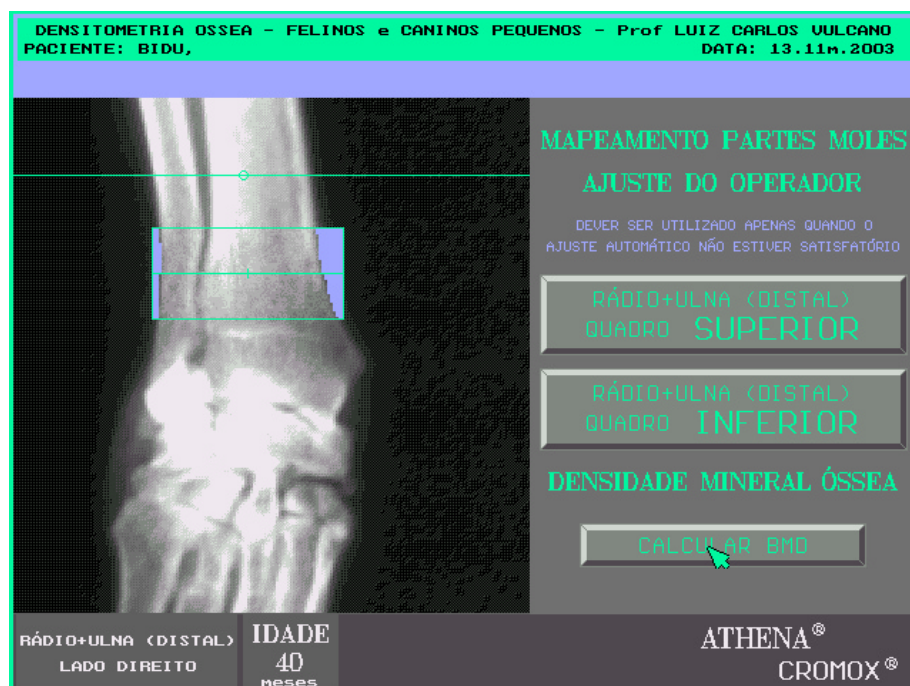


Figura 10 – Tela do programa Cromox 3.1 Vet ajustando partes moles e definindo a área de leitura da densidade mineral óssea

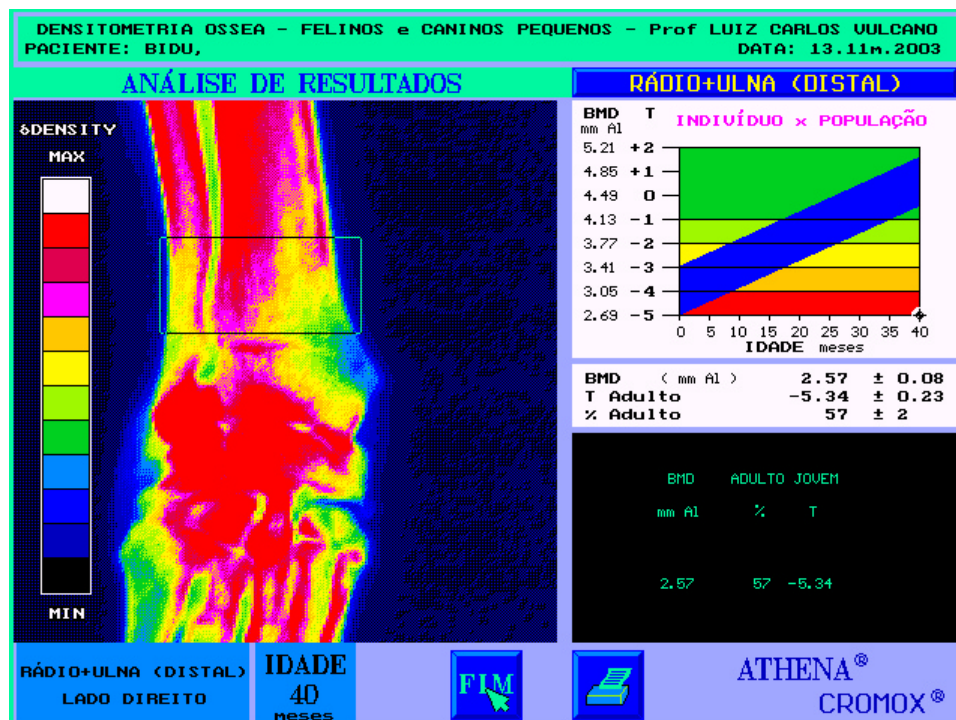


Figura 11 – Tela final do programa Cromox 3.1 Vet apresentando o resultado final da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna em mmAl