

JOSÉ FERNANDO AUGUSTO DE CAMPOS

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DO RÁDIO E ULNA DE GATOS POR MEIO DA TÉCNICA DE DENSITOMETRIA ÓPTICA EM IMAGEM RADIOGRÁFICA E SUA CORRELAÇÃO COM O PESO, PORCENTAGEM DE CINZAS E OS NÍVEIS DE CÁLCIO E FÓSFORO DA AMOSTRA DO TECIDO ÓSSEO DA REGIÃO ESTUDADA.

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

2005

*A Deus , em quem tenho
depositado toda a minha fé ,
nos piores e nos melhores
momentos de minha vida*

*Ao meu pai, Olavo (In memorian) ,
minha mãe Marina e meu irmão José
Roberto pelo amor que nos mantém
unidos .*

*À minha esposa Lílian e meus filhos
Rafael e Fernanda pelo amor e
pelo apoio que sempre me deram em
todo o tempo que desfrutamos juntos.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano pela confiança em mim depositada e pela oportunidade de realizar o grande sonho de ingressar no Mestrado.

Ao Prof. Dr. Roberto de Oliveira Roça por sua inestimável colaboração no preparo das amostras utilizadas neste estudo

À Profa. Ass Dra. Lucy Marie Ribeiro Muniz e Profa. Ass. Dra. Maria Jaqueline Mamprim pelo apoio e pela simpatia com que sempre fui recebido nas ocasiões de dificuldade.

Aos funcionários do Serviço de Radiologia Veterinária Sr. João Borioli Cassetari, Sr. Benedicto José Alho Favan e Sra. Wilma Maria de Castro, pelo apoio na realização das radiografias e pela amizade e simpatia que sempre demonstraram.

À Dra Hilda Fátima de Jesus Pena da FMVZ da USP e ao funcionário do Departamento de Patologia Veterinária Campus de Botucatu Sr. Maury Raul pelo empenho em viabilizar os animais necessários a esta pesquisa.

A todos os docentes desta Faculdade que, indubitavelmente, contribuíram para o meu crescimento profissional, não apenas por transmitir seus conhecimentos em sala de aula, mas também pelo exemplo de dedicação à ciência e o respeito que demonstram pela profissão.

RESUMO

RESUMO

CAMPOS, J.F.A. : Avaliação da densidade mineral óssea do rádio e ulna de gatos por meio da técnica de densitometria óptica em imagem radiográfica e sua correlação com o peso, porcentagem de cinzas e os níveis de cálcio e fósforo da amostra do tecido ósseo da região estudada.

O trabalho teve por objetivo estabelecer a correlação entre a densidade mineral óssea (DMO) em mmAl e o conteúdo mineral ósseo (CMO) da extremidade do rádio e ulna de gatos.

A DMO foi correlacionada com o peso dos animais, o peso das amostras, o peso e a porcentagem das cinzas, bem como os níveis de cálcio e fósforo da amostra.

Neste estudo foram utilizados 61 animais que foram divididos em grupos segundo o sexo e o fechamento epifisário e que vieram a óbito sem doenças relacionadas aos tecidos ósseos. Os membros anteriores direitos foram radiografados juntamente com uma escala de alumínio (penetrômetro). As imagens obtidas foram digitalizadas e analisadas por meio de um software (CROMOX) que compara as imagens da região óssea analisada com as tonalidades de cinza da escala, obtendo-se valores em milímetros de Alumínio (mmAl).

Os membros foram processados a fim de remover todo o tecido mole, restando somente o rádio-ulna que, após o devido preparo, foram seccionados no tamanho e forma da imagem estudada. Em seguida foi obtido o peso das amostras, as mesmas foram incineradas e suas cinzas analisadas.

Os valores médios da DMO foram: $2,01 \pm 0,32$ mmAl e $1,94 \pm 0,23$ mmAl para os machos e fêmeas adultos e $1,68 \pm 0,17$ mmAl e $1,66 \pm 0,30$ mmAl para machos e fêmeas jovens.

Foram observadas correlações lineares entre DMO, em mmAl, e os níveis de cálcio, em miligramas, nas cinzas nos machos e fêmeas adultos $r = 0,58$ e $r = 0,61$ ($P < 0,05$) e nos machos e fêmeas jovens $r = 0,60$ e $r = 0,67$ ($P < 0,05$).

Também ocorreu correlação linear entre DMO e os níveis de fósforo, em gramas, presentes nas amostras de cinzas nos machos e fêmeas adultos $r = 0,62$ e $r = 0,63$ ($P < 0,05$) e para os machos e fêmeas jovens $r = 0,52$ e $r = 0,59$ ($P < 0,05$).

Apesar das correlações terem sido lineares e positivas, as mesmas ficaram abaixo do esperado para que uma grandeza (peso de Ca e P) pudesse ser determinada pelo valor DMO em mmAl.

ABSTRACT

ABSTRACT

CAMPOS, J.F.A. Evaluation of Bone Mineral Density (BMD) of cats radius-ulna through the technique of optical densitometry in radiographic images and their correlation with weight of ashes and mass of calcium and phosphorus from the bone tissue sample.

The aim of this research was to establish the correlation between the bone mineral density (BMD) in mmAl from cats, young and adult male and female, and weight of the animals, weight and percentage of ashes as well (Ca) and (P) amount.

There were used 61 cat's right front members. The pieces were X-rayed joined an aluminum scale (penetrometer). The images obtained were digitalized and analyzed by software (CROMOX) that compares member and scale's image establishing the bone densitometry in millimeters of aluminum (mmAl).

The members were processed to remove all soft tissue, remaining only radius-ulna witch were prepared and sectioned as the image figure. The bone pieces were measured in mass and volume, incinerated and ashes were analyzed.

The average of DMO was $2,01 \pm 0,32$ mmAl e $1,94 \pm 0,23$ mmAl to adult male and female, and $1,68 \pm 0,17$ mmAl e $1,66 \pm 0,30$ mmAl to young male and female respectively. They was observed linear correlation between BMD and Ca : $r = 0,58$ and $r = 0,61$ ($P < 0,05$) to adult male and female and $r = 0,60$ e $r = 0,67$ ($P < 0,05$) to young male and female. And between BMD and (P): $r = 0,62$ and $r = 0,63$ to adult male and female and $r = 0,52$ and $r = 0,59$ to young male and female ($P < 0,05$) respectively.

They also occurred linear correlation between BMD and P: $r = 0,62$ and $r = 0,63$ ($P < 0,05$) to adult male and female and $r = 0,52$ and $r = 0,59$ to young male and female.

Despite the correlations were linear and positive, there were below the expected in order that one value (weight of Ca and P) should not be determinate by another one (BMD mmAl).

SUMÁRIO

Lista de figuras

Lista de tabelas

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DE LITERATURA	21
3. MATERIAL E MÉTODO	29
3.1 ANIMAIS	29
3.2 TÉCNICA	29
3.3 ESTATÍSTICA	32
4. RESULTADO	34
5. DISCUSSÃO	42
6. CONCLUSÃO	47
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
8. APÊNDICE	54

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Figura 01 Gráfico de correlação entre a DMO mmAl e a peso de cinzas (g).

Figura 02 - Tela de demarcação da região óssea a ser avaliada (Extremidade distal de Rádio – Ulna).

Figura 3 - Tela de definição da área a ser estudada (Largura = ao dobro da altura).

Figura 4 - Tela mostrando o gráfico de ajuste de definição entre partes moles e a área de leitura da densidade mineral óssea.

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 - Distribuição das amostras segundo o sexo por meio de frequências absoluta e relativa.

Tabela 02 - Distribuição das amostras segundo o fechamento epifisário (idade) por meio de frequências absoluta e relativa.

Tabela 03 - Média e desvio padrão do peso segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 04 - Média e desvio padrão da DMO mmAl segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 05 - Média e desvio padrão do peso da amostra (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 06 - Média e desvio padrão do peso das cinzas (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 07 - Média e desvio padrão do peso do cálcio (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 08 - Média e desvio padrão do peso do fósforo (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 09 - Média e desvio padrão da relação Ca / P segundo o sexo e a faixa etária.

Tabela 10 - Média e desvio padrão da porcentagem de cinzas segundo o sexo e a faixa etária.

INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

A densidade mineral óssea 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 ou DEXA) tem sido empregada na monitoração da perda óssea em pacientes humanos idosos, além de fornecer informações da composição do tecido mole ao redor do osso (EIS, 1998). Sua utilização na medicina veterinária implica em manter o paciente a ser examinado imóvel durante 10 a 15 minutos, no caso de pequenos animais, e isto é conseguido através de determinados protocolos anestésicos (TOOL *et al.*, 1994). Estudos em ratos utilizando o DEXA estabeleceram alta correlação entre a DMO (densidade mineral óssea) e o peso das cinzas, ($r = 0,64$). A correlação entre o conteúdo mineral ósseo (CMO) e o volume de cinzas foi linear ($r = 0,94$) confirmando a alta eficácia da técnica (PANIAGUA *et al.*, 1998). 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), técnicas de custos elevados, inacessíveis à maioria da população (LOUZADA, 1994).

Com os avanços da pesquisa no campo da nutrição de pequenos animais, poderíamos considerar que os problemas ocasionados pela nutrição desbalanceada e que causam comprometimento no desenvolvimento do sistema músculo esquelético, como o Hiperparatireoidismo Nutricional Secundário, estão praticamente resolvidos. Entretanto, ainda encontramos caninos e felinos de várias raças sendo alimentados com comida caseira ou rações de qualidade duvidosa que induzem os animais a estados carenciais, levando ao comprometimento do metabolismo do cálcio e fósforo e, com isso, a um mau desenvolvimento da estrutura óssea (FARROW *et al.*, 1994).

Assim, o desenvolvimento de novas técnicas de medida da densidade mineral óssea pode ser útil no auxílio de estudos nutricionais que avaliem o crescimento de animais jovens, bem como no acompanhamento da evolução do tecido ósseo em animais idosos.

A partir da necessidade de diagnósticos mais precisos em determinadas doenças que afetam o sistema ósseo, como o Hiperparatireoidismo Nutricional Secundário, o Hiperparatireoidismo Renal, e em animais que sofreram danos ou perdas ósseas pelas mais variadas causas, há a necessidade de buscarmos correlacionar o valor da densidade mineral óssea com o conteúdo mineral ósseo do paciente a ser examinado, objetivando a padronização de dados, que possam auxiliar no estabelecimento de protocolos terapêuticos que ajudem na recuperação destas entidades nosológicas.

Para avaliar com maior precisão os valores da densidade mineral óssea (DMO) em milímetros de alumínio (mmAl), se faz necessário a medida e/ou análise das cinzas ósseas (GRIER *et al.*, 1996) e também dos minerais presentes nas cinzas como o Cálcio e o Fósforo. (KIENZLE *et al.*, 1998).

Buscando maior exatidão dos valores da DMO em (mmAl) nos gatos, este estudo teve como objetivo determinar a DMO (mmAl) na extremidade distal do

radio-ulna e a sua correlação com o peso, com a porcentagem de cinzas e os níveis de Ca e P na amostra do tecido ósseo da região determinada para o estudo da DMO em mm Al.

REVISÃO DE LITERATURA

2. REVISÃO DE LITERATURA

A técnica de Densitometria Óptica em Imagem Radiográfica óssea 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). A grande importância do uso das técnicas não invasivas é a habilidade de detecção precoce de distúrbios no processo de recuperação normal ou anormal às injúrias ocorridas no tecido ósseo (MARKEL, M. D., BOGDANSKE, J. J., 1994).

A osteoporose é definida como uma condição de baixa massa óssea acompanhada por fraturas espontâneas (GNUDI *et al.*, 1995). Recentemente, maior ênfase tem sido dada à densidade mineral óssea do paciente, na tentativa de identificar aqueles que possuem alto risco para desenvolver fraturas osteoporóticas, antes que estas fraturas ocorram. Como resultado, a técnica de densitometria óssea tem se tornado importante (GENANT *et al.*, 1991).

Radiografias têm sido usadas para quantificar o conteúdo mineral ósseo dos animais vivos. Entretanto, elas são pouco seguras na detecção de alterações discretas no conteúdo mineral ósseo, principalmente quando estas são ligeiramente menores do que 30% (GARTON, 1993; LAUTEN *et al.*, 2001).

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. 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 (MCCLURE *et al.*, 2001).

Muitas técnicas têm sido usadas para a medida da densidade mineral óssea *in vivo*. 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. Entretanto, estava limitada a medir apenas segmentos distais como antebraço e paleta. Estes segmentos, em humanos, não representavam sítios de repercussão definitiva para os distúrbios osteometabólicos. O estudo de outros segmentos, como o colo femoral ou mesmo a coluna, necessitava ser viabilizado para atender as necessidades clínicas de predição de fraturas. Nos anos 80, com desenvolvimento do DPA (Absorção de Fótons de Duas Energias), o emprego clínico da densitometria iniciou sua disseminação com a possibilidade de se quantificar o conteúdo mineral ósseo (BMC) e a densidade óssea (BMD) de ossos proximais e axiais. 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 desvantagens práticas, devido à fonte de radiação empregada: o Gadolínio (^{153}Gd). A meia vida curta deste elemento (aproximadamente 1 ano), além de aumentar progressivamente o tempo necessário para o exame de 20 para 40 minutos, gerava inconsistência quanto à reprodutibilidade. Além disso, imagens geradas por este método não permitiam análise e interpretação adequadas.

Com a substituição da fonte de radiação por tubos de RX, em 1987, houve melhorias na reprodutibilidade e resolução de imagem. Nascia o DEXA (Dual-

Energy X-Ray Absorptiometry). Esta evolução permitiu o crescimento do uso da densitometria óssea. (EIS, 1998).

A densitometria óssea mede a quantidade de radiação absorvida pelo corpo ou segmento desejado, calculando a diferença entre radiação emitida pela fonte de radiação e a que sensibiliza um detector de fótons (Absorciometria).

O princípio do DEXA baseia-se no fato, de que as características de atenuação (absorção) dos tecidos moles e ósseos são diferentes e, portanto o emprego de dois feixes de energia (alta e baixa) permite o estabelecimento deste diferencial. Com a atenuação medida nos dois feixes de fótons calcula-se a linha base, isto é, o limiar de diferenciação entre densidade de tecidos moles e do tecido ósseo. Braillon *et al.*, (1998) realizaram estudos que definiram a precisão das medidas do conteúdo mineral ósseo do esqueleto humano pelo DEXA. Em seu experimento, utilizaram tablets de Ossopan ® e Orocal ® contendo 129 mg e 500 mg de cálcio respectivamente, acondicionados em um bloco de acrílico de 2,5 cm de espessura com a finalidade de imitar os tecidos moles. A análise dos dados foi feita por um software específico para amostras pequenas utilizado nos exames em recém nascidos. O DXA mediu os tablets com precisão de 28,5%. Entretanto, a precisão chegou a 1,83% para valores acima de 3.550g. Os autores concluíram que quanto menor o objeto do estudo menor é a precisão do DXA na determinação do BMC.

Outro método eficaz de avaliação do tecido ósseo é a velocidade de transmissão do ultra-som (UTV) que, comparada ao DEXA, apresenta alta repetibilidade de resultados, tornando-se opção viável na prevenção de osteoporose (GNUDI *et al.*, 1995).

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, o osso trabecular é metabolicamente mais

ativo e mais sujeito às mudanças. Fisiologicamente, a perda óssea afeta o esqueleto inteiro. Há, no entanto, diferenças nos padrões de perda óssea em diferentes ossos, podendo ocorrer em taxas diferentes, em diferentes superfícies, mesmo dentro de um mesmo osso. Estes padrões têm variações individuais, e influenciam os padrões de fraturas em diversas doenças, devendo ser consideradas quando as medidas são interpretadas (WAHNER, 1984).

Na espécie humana é sabido que a perda óssea aumenta com o avanço da idade. Esta conclusão estende-se a determinadas espécies de vertebrados examinados, desde roedores a espécies de animais domésticos. Os estudos em animais têm produzido informações valiosas para as causas de perda óssea em humanos, particularmente nos efeitos da atividade física e nutricional, embora o modelo de perda óssea seja diferente entre as espécies.

Tzaphlidou e Zaichick (2003) determinaram as concentrações de cálcio e fósforo bem como a relação Ca/P no esqueleto humano utilizando análise instrumental de ativação de nêutrons. Observaram que indivíduos normais apresentaram variações individuais significativas nos níveis de cálcio e fósforo dos ossos. Entretanto nestes indivíduos, a relação Ca/P se manteve estável, em média igual a 1,63:1 indicando que esta estimativa é mais adequada para a determinação de alterações ósseas.

Veloso *et al.* (2000), em um estudo realizado com suplementação de fósforo em suínos de engorda, verificaram que, a relação cálcio:fósforo nas cinzas ósseas manteve-se entre 1,77:1 e 1,95:1, não havendo diferença ($P>0,05$) entre tratamentos. Estes resultados mostraram-se uniformes e aparentemente dentro dos limites fisiológicos normais, indicando que a deposição desses elementos na mineralização óssea manteve a proporcionalidade normal na composição óssea, independentemente dos fosfatos que supriram o fósforo disponível.

Silva e Moraes (2002), em estudo realizado com pintos de corte, constataram que a osteodistrofia da tíbia e fêmur também chamada de “Mal de pernas” não teve relação com os níveis de cálcio e fósforo nos ossos. Concluíram que a enfermidade está ligada à fração orgânica dos ossos, uma vez que a relação Ca/P permaneceu inalterada em 2:1 em média, o que é o normal para a espécie.

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. Desta forma observaram os efeitos que concentrações diferentes de cálcio na dieta de cães causavam no conteúdo mineral ósseo, concluindo que houve remineralização óssea quando uma dieta deficiente em cálcio foi substituída por uma suplementada em cálcio.

Uma vez que a densidade 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 e gatos ocorre no rádio (60%), em particular no terço distal do osso (KADERLY, 1995), temos que as necessidades nutricionais e os cuidados com felinos durante a fase de crescimento devem ser diferenciados em relação aos animais adultos. 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 (STURION, PEREIRA, 1995).

Vulcano *et al.*, (1998), através da técnica de densitometria óssea em imagem radiográfica, realizaram um estudo piloto utilizando 18 cães da raça Rottweiler, 09 machos e 09 fêmeas, que quantificou os valores normais de

densidade mineral óssea nas extremidades distais do rádio. O trabalho concluiu que não houve diferença estatística entre os 2 grupos estudados.

Farrow *et al.*, (1994) determinaram a alta incidência de fraturas espontâneas em felinos portadores de enfermidades congênitas, como a mucopolissacaridiose, ou metabólicas, como o hiperparatireoidismo secundário nutricional. Animais com tais enfermidades apresentaram redução generalizada da densidade mineral óssea.

Santos (2002) determinou os valores normais da densidade mineral óssea (DMO) em milímetros de alumínio da extremidade distal do rádio-ulna em gatos por meio da técnica de densitometria óssea em imagem radiográfica, estabelecendo correlação entre peso, sexo e idade. Obteve valores médios de densidade mineral óssea para os machos de $1,98 \pm 0,52$ mmAl, para as fêmeas $1,76 \pm 0,41$ mmAl, de $1,73 \pm 0,38$ mmAl para jovens e $1,97 \pm 0,51$ mmAl para adultos, afirmando que a metodologia empregada foi precisa, confiável e de baixo custo.

Rahal, *et al.*, (2002) estudando alterações da densidade mineral óssea em gatos por meio do método de Densitometria Óptica Radiográfica e as alterações bioquímicas, concluíram que o método é eficiente para avaliar a desmineralização óssea. Além disso, verificaram ser um método de fácil e rápida execução, dispensando protocolos anestésicos. Na avaliação comparativa entre o exame radiográfico simples e DOR, este último permitiu a quantificação da lesão, constituindo uma importante ferramenta para o acompanhamento da doença. No estudo, a redução máxima da DMO foi observada no trigésimo dia após o início da dieta oferecida aos animais, que era constituída basicamente de coração bovino moído. Esta redução manteve-se no mesmo limiar aos 45 e 60 dias da dieta, permitindo o diagnóstico antes do início dos sinais clínicos da enfermidade.

Crovace *et al.*, (1997), em estudo realizado em gatos com hiperparatireoidismo secundário nutricional, concluíram que a técnica densitométrica óssea bifotônica computadorizada possibilitou avaliação quantitativa precoce do conteúdo mineral ósseo, ao contrário da radiografia convencional que avalia de maneira qualitativa. Na avaliação de dois animais que apresentaram sintomatologia clínica relacionada com o hiperparatireoidismo nutricional, não foram evidenciados sinais radiográficos de alterações ósseas referentes à patologia, concluindo que a avaliação pelo método densitométrico permite determinar a variação do conteúdo mineral ósseo decorrente de alterações na dieta alimentar.

MATERIAL E MÉTODO

4. MATERIAL E MÉTODO

4.1 ANIMAIS

Neste estudo foram utilizados sessenta e um membros anteriores direitos de gatos SRD que vieram a óbito sem doenças que afetassem o sistema ósseo. Destes animais, uma parte foi obtida no Serviço de Patologia da FMVZ da UNESP e o restante através do Centro de Zoonoses da cidade de São Paulo. Os animais foram distribuídos em quatro grupos segundo o sexo e o fechamento epifisário, compostos por: 16 machos adultos, 12 machos jovens, 20 fêmeas adultas e 14 fêmeas jovens. Os animais considerados jovens apresentaram o disco epifisário do rádio e ulna aberto e os adultos o disco epifisário fechado. Todos os gatos foram pesados após o óbito.

4.2 TÉCNICA

A estrutura óssea escolhida para radiografar e realizar o estudo da densidade mineral óssea nos gatos foi a extremidade distal do rádio e ulna na projeção crânio-caudal. Para tanto os membros foram seccionados na região distal do úmero. Utilizou-se o chassi 18 X 24 cm, inserido dentro de um dispositivo confeccionado em madeira compensada com espessura de 3 mm. O plano superior do dispositivo apresenta-se dividido por uma ripa de madeira e

em um dos lados está fixada uma escala de alumínio¹ (penetrômetro) utilizada como referencial densitométrico, constituída de 20 degraus, tendo o primeiro degrau a espessura de 0,5 mm, variando a seguir de 0,5 mm de um degrau para outro até o vigésimo. Cada degrau apresenta área de 5 x 15 mm. Na outra metade o membro é posicionado paralelamente ao penetrômetro e desta forma o conjunto é radiografado.

Para a realização das radiografias utilizou-se um aparelho de raios-X modelo TUR-800², utilizando a distância foco-filme de 90 cm. A kilovoltagem (kVp) foi padronizada em 40 kVp. A miliamperagem /segundo variou de 1,3 a 2,5 mAs. Utilizou-se filme da marca BRAF³. O processo de revelação e fixação foi realizado em processadora automática da marca Macrotec⁴.

Após a realização das radiografias dos membros, procedeu-se a digitalização das imagens radiográficas do rádio-ulna e do penetrômetro, realizada por meio de um Scanner HP ScanJet 6C⁵, com adaptador para transparência HP ScanJet 6C⁶. As imagens digitalizadas foram armazenadas no disco rígido do PC e em "Zip disk-100Mb".

Em seguida, os membros foram processados de forma a separar a estrutura óssea dos tecidos moles. Os fragmentos de rádio e ulna foram introduzidos em solução de H₂O₂ 10 vol., macerados e dissecados.

Utilizou-se um programa computacional (software)⁷ que permite a medida de densidade mineral óssea. Foram realizadas 03 (três) medidas de cada imagem com a finalidade minimizar as variações produzidas pelo operador, e tomada a

¹ Liga 6063 - ABNT (Brasil)

² FNX – Distribuidora de Equipamentos Médicos Ltda. - RJ.

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

⁴ MACROTEC – Ind. e Com. De Equipamentos Ltda.

⁵ Hewlett Packard

⁶ Hewlett Packard

⁷ ATHENA - SAI - Sistema de Inteligência Avançada Com. Imp. Exp. Ltda. – SJC – SP.

média aritmética como resultado. Os valores são correspondentes aos milímetros de alumínio da escala utilizada (penetrômetro).

Tomando a imagem como referência, a região analisada foi transcrita na peça óssea para que a mesma fosse seccionada no tamanho exato.

Observou-se uma diferença entre as medidas reais e as das imagens digitalizadas. Para corrigir este problema, utilizou-se uma imagem obtida de uma moeda de diâmetro conhecido e comparou-se com as medidas oferecidas pelo programa. Houve uma relação de 2:1, ou seja: (Diâmetro da moeda = 2 cm medida digital = 4 cm)

Os fragmentos dos ossos devidamente identificados foram levados à estufa a 100°C por 48 horas. Em seguida cada peça foi acondicionada em envelope de papel de filtro e levada ao Extrator de Soxhler por 3 a 4 dias, fornecendo as amostras secas desengorduradas que foram para a mufla a 550° C por 7 a 10 dias para a obtenção do resíduo mineral ósseo.

O fósforo foi determinado pelo método de colorimetria do metavanadato, e o cálcio por meio de espectrofotometria de absorção atômica a partir da digestão nítrico-perclórica (MALAVOLTA *et al.*, 1989) de 0,40 g do resíduo mineral ósseo obtido acima.

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os animais foram distribuídos em grupos segundo o sexo e o fechamento epifisário considerando as frequências absoluta e relativa percentual. Os resultados foram complementados pelo teste do Qui-quadrado para amostras independentes (COSTA NETO, 1977).

Para a determinação da média e desvio padrão do peso, da DMO, peso das amostras, massa de cinzas, teores de cálcio e fósforo e porcentagem de cinzas segundo o sexo e a faixa etária foi utilizada a técnica de análise de variância para o modelo com dois fatores (ZAR, 1999).

Para a determinação da correlação entre a DMO (mmAl) e o peso das amostras, massa de cinzas, cálcio e fósforo, foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson (ZAR, 1999).

Todas as discussões dos resultados foram realizadas no nível de 5% de significância.

RESULTADOS

5. RESULTADOS

Foram obtidos inicialmente os valores da DMO, expressos em mmAl, dos 61 membros anteriores de felinos distribuídos segundo o sexo e idade.

Os animais apresentaram peso médio de $2,53 \pm 0,87$ kg. O grupo de fêmeas jovens apresentou peso médio de $1,99 \pm 0,56$ kg e das fêmeas adultas $2,51 \pm 0,51$ kg. Os machos jovens pesaram $2,29 \pm 0,76$ kg e os adultos pesaram $3,26 \pm 1,03$ kg. As idades foram determinadas pela abertura ou fechamento do disco epifisário, sendo os animais classificados como jovens e adultos.

Os animais adultos, machos e fêmeas, apresentaram densidade mineral óssea de $2,01 \pm 0,32$ mmAl e $1,94 \pm 0,23$ mmAl respectivamente. Os machos e fêmeas jovens apresentaram densidade mineral óssea de $1,68 \pm 0,17$ mmAl e $1,66 \pm 0,30$ mmAl, respectivamente. As distribuições segundo o sexo e o fechamento epifisário encontram-se nas tabelas 01 e 02.

A média e o desvio padrão das variáveis: peso do animal, DMO (mmAl), peso da amostra, peso das cinzas, cálcio, fósforo, relação cálcio/fósforo e porcentagem de cinzas, segundo o sexo e o fechamento epifisário encontram-se respectivamente nas tabelas 03 a 10.

A tabela 11 apresenta as medidas de associação entre os valores DMO em mmAl e as variáveis: peso da amostra, peso das cinzas, peso de cálcio e peso de fósforo, peso dos animais.

Tabela 01 - Distribuição das amostras segundo o sexo por meio de frequências absoluta e relativa

Sexo	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Macho	28	45
Fêmea	33	55
Total	61	100

$X^2 = 0,58$

Tabela 02 - Distribuição das amostras segundo o fechamento epifisário (idade) por meio de frequências absoluta e relativa .

Idade	Frequência absoluta	Frequência relativa (%)
Aberto	25	40
Fechado	36	60
Total	61	100

$X^2 = 1,16$

Tabela 03 - Média e desvio padrão do peso dos animais (kg) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	1,99 ± 0,56	2,51 ± 0,51	P < 0,05
Macho	2,29 ± 0,76	3,26 ± 1,03	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,01	

Tabela 04 - Média e desvio padrão da DMO (mmAl) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	1,66 ± 0,30	1,94 ± 0,23	P < 0,01
Macho	1,68 ± 0,17	2,01 ± 0,32	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,05	

Tabela 05 - Média e desvio padrão do peso da amostra (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	0,27 ± 0,07	0,33 ± 0,06	P < 0,05
Macho	0,32 ± 0,10	0,47 ± 0,10	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,01	

Tabela 06 - Média e desvio padrão do peso das cinzas (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	0,17± 0,05	0,21 ± 0,04	P < 0,05
Macho	0,20 ± 0,06	0,30 ± 0,07	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,01	

Tabela 07 - Média e desvio padrão do peso de cálcio (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	0,062 ± 0,017	0,077 ± 0,016	P < 0,05
Macho	0,069 ± 0,024	0,106 ± 0,024	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,01	

Tabela 08 - Média e desvio padrão do peso do fósforo (g) segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	0,058± 0,020	0,064 ± 0,017	P > 0,05
Macho	0,063 ± 0,022	0,095 ± 0,024	P < 0,01
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P < 0,01	

Tabela 09 - Média e desvio padrão da relação Ca / P segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	1,10 ± 0,17	1,22 ± 0,16	P < 0,05
Macho	1,11 ± 0,15	1,13 ± 0,09	P > 0,05
Resultado do teste estatístico de sexo	P > 0,05	P > 0,05	

Tabela 10 - Média e desvio padrão da porcentagem de cinzas segundo o sexo e a faixa etária.

Sexo	Faixa etária		Resultado do teste estatístico de faixa etária
	Jovem	Adulto	
Fêmea	63,10 ± 2,29	63,87 ± 2,70	P > 0,05
Macho	62,46 ± 2,72	63,29 ± 2,30	P > 0,05
Resultado do teste estatístico de sexo			

P > 0,05

P > 0,05

Tabela 11 - Medidas de associação entre DMO e as variáveis: peso da amostra, peso das cinzas, massa de cálcio e massa de fósforo e peso do animal.

Associação	Grupo			
	Fêmea jovem	Fêmea adulta	Macho Jovem	Macho adulto
DMO X peso da amostra	0,67 (P < 0,01)	0,63(P<0,01)	0,54(P<0,05)	0,61(P<0,05)
DMO X peso de cinzas	0,67 (P<0,01)	0,67(P<0,01)	0,52 (P<0,05)	0,64(P<0,05)
DMO X Cálcio	0,67 (P<0,01)	0,61 (P<0,05)	0,60 (P<0,05)	0,58(P<0,05)
DMO X Fósforo	0,59 (P<0,05)	0,63(P<0,05)	0,52(P<0,05)	0,62(P<0,05)
DMO X Peso do animal	0,30 (P>0,05)	0,16(P>0,05)	0,54(P<0,05)	0,45(P>0,05)

DISCUSSÃO

5. DISCUSSÃO

O estudo permitiu a avaliação da DMO em mmAl da extremidade distal do radio-ulna de gatos e a sua correlação como o peso da amostra, peso das cinzas, porcentagem de cinzas e os níveis de Ca e P do tecido ósseo da região determinada para o estudo da DMO.

De acordo com a observação de Wahner (1984), 20% do esqueleto é composto por osso trabecular. Observou também que os padrões de reabsorção óssea diferem entre as várias partes do esqueleto, e que devido à sua maior superfície o osso trabecular apresenta maior taxa de remodelação, a escolha da região do esqueleto a ser estudada caiu sobre a extremidade distal de rádio-ulna, além de esta região oferecer a vantagem de apresentar menor quantidade de tecidos moles, facilitando a leitura e o processamento da imagem.

Os machos adultos (epífise distal do rádio fechada) apresentaram densidade mineral óssea média de $2,01 \pm 0,32$ mmAl e as fêmeas adultas de $1,94 \pm 0,23$ mmAl. Na comparação entre estes dois grupos houve diferença estatisticamente significativa ($P < 0,05$), indicando que os machos adultos apresentaram média DMO em mmAl maior do que a das fêmeas adultas resultados que foram semelhantes àqueles obtidos em gatos por Santos (2002).

Entre os animais jovens (epífise distal do rádio aberta), os machos apresentaram densidade mineral óssea média de $1,68 \pm 0,17$ mmAl e as fêmeas de $1,66 \pm 0,30$ mmAl. Não houve diferença significativa entre os dois grupos, confirmando os resultados obtidos por Vulcano *et al.*, (1998) em um

estudo experimental realizado com 18 cães, machos e fêmeas, da raça Rottweiler.

Nos animais do mesmo sexo, os jovens apresentaram DMO, em média, menor do que a dos adultos ($P < 0,01$). (Tabela 4)

Os machos e fêmeas jovens apresentaram peso médio de $2,29 \pm 0,76$ kg e $1,99 \pm 0,56$ kg respectivamente. Não houve diferença significativa entre estes dois grupos. ($P > 0,05$). Nos animais adultos, os machos apresentaram peso médio de $3,20 \pm 1,03$ kg e as fêmeas $2,53 \pm 0,53$ kg demonstrando diferença entre os grupos ($P < 0,01$). Em ambos os sexos, os jovens apresentaram peso médio menor do que o dos adultos (Tabela 3), mostrando correlação entre peso e DMO, uma vez que os animais jovens também apresentam DMO mais baixa do que os adultos.

O peso das amostras obtidas dos membros variou segundo o sexo e a idade de forma similar à que ocorreu com a variação do peso dos animais. (Tabela 5).

Os níveis médios de cálcio e fósforo variaram entre os grupos paralelamente à variação do peso das cinzas. Isso demonstra que a porcentagem de cálcio e fósforo no volume total de cinzas é constante. Em média, estes elementos, juntos, compõem 70% dos minerais presentes nas cinzas nesta espécie. Segundo Veloso *et al.*, (2000) em um estudo realizado em suínos, o cálcio e o fósforo compõem em média 61% do total de minerais das cinzas dos ossos. Esta diferença encontrada entre gatos e suínos sugere que a porcentagem de cálcio e fósforo nos ossos pode variar de uma espécie para outra.

A relação Ca / P no gato foi em média, $1,14 \pm 0,14 : 1$, indicando que em gatos, os níveis de cálcio nos ossos são ligeiramente mais baixos em relação aos níveis de fósforo do que em algumas espécies. Na espécie humana, a relação Ca/P é de $1,63 : 1$ (TZAPHLIDOU e ZAICHICK 2003). Em suínos a relação

Ca/P é de 1,77 : 1 (VELOSO et.al., 2000). Em frangos de corte, Silva e Moraes (2003), encontraram relação Ca/P de 2 : 1.

Em nosso estudo obtivemos boa correlação entre o peso da amostra e o peso do animal. (0,65 $P < 0,05$). As quantidades de Ca e P estão fortemente correlacionadas com o peso das amostras: 0,92 ($P < 0,001$), porém a porcentagem de cinzas nos ossos apresentou pouca variação em relação ao peso das amostras, e a média da porcentagem de cinzas das amostras não variou estatisticamente ($P < 0,01$) entre os grupos formados por machos jovens e adultos e fêmeas jovens e adultas.

A correlação entre o peso das cinzas das amostras e a quantidade de Ca e P foi de 0,992 ($P < 0,001$) para o cálcio e de 0,94 ($P < 0,001$) para o fósforo, indicando que as variações do conteúdo mineral ósseo (CMO) estão diretamente relacionadas com os níveis de Ca e P.

O índice de correlação entre a densidade mineral óssea, em mmAl, e o conteúdo mineral ósseo, dado pela quantidade de cinzas obtidas das amostras estudadas, foi positivo (0,67 $P < 0,05$). A dispersão dos pontos, entretanto, foi grande (fig 1), o que não permitiu a determinação de uma grandeza pela outra. Assim, apesar dos valores da DMO, em mmAl, estarem diretamente relacionados com a quantidade de Ca e P nos ossos, estes últimos não puderam ser determinados pelos valores da DMO.

A dispersão dos pontos da correlação entre DMO mmAl e os níveis de cálcio e fósforo das amostras estudadas provavelmente está relacionada com:

- A imprecisão na determinação do volume das peças ósseas estudadas, ou seja, a região óssea selecionada para a leitura da DMO mmAl que foi seccionada para determinar os níveis de Ca e P nas cinzas.
- Foram correlacionadas grandezas diferentes (mmAl x g de Ca), isto é, espessura e massa. A massa é uma grandeza relacionada ao volume e a

densidade do material. Sugere-se que a correlação a ser estudada para se obter uma correlação eficiente deva ocorrer entre a massa do alumínio da escala em mmAl e a massa da amostra óssea.

CONCLUSÃO

CONCLUSÃO

Diante do método empregado neste estudo podemos concluir que :

- Os valores da DMO para os grupos de machos e fêmeas, jovens e adultos, foram: fêmeas jovens $1,66 \pm 0,30$ mmAl ; fêmeas adultas $1,94 \pm 0,23$ mmAl ; machos jovens $1,68 \pm 0,17$ mmAl ; machos adultos $2,01 \pm 0,32$ mmAl.
- A DMO em mmAl variou segundo o peso dos animais independentemente do sexo e da idade, ou seja, quanto maior o peso maior a DMO.
- A DMO em mmAl dos machos adultos foi significativamente maior do que a DMO das fêmeas adultas.
- O estudo possibilitou a determinação da relação Ca/P da espécie que foi em média $1,14 \pm 0,14 : 1$
- A porcentagem de cinzas, nos ossos apresenta-se constante independentemente do grupo estudado com média aproximada de 63%.
- A correlação entre a DMO média das amostras e os níveis de Ca ($r=0,61$) e P ($r=0,59$) foi linear, porém fraca, mostrando a impossibilidade de determinar nos gatos, os valores dos níveis de Ca e P nos ossos a partir dos valores da DMO em mmAl da região estudada.

A partir das conclusões deste estudo, abrem-se novas perspectivas para as pesquisas no campo da Densitometria óssea por imagem radiográfica. As alterações propostas para o sistema computacional fornecerão aos pesquisadores uma ferramenta mais precisa na determinação do conteúdo mineral ósseo e sua correlação com a densidade mineral óssea.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRAILLON, P., LAPILLON, S., GIRAUD, B., SALLE, L., COCHAT, P.
Precision of body composition measurements by Dual Energy X-ray
Absorptiometry. **Applied Radiat.Isot.**, v.49, p.501-502 ,199

COSTA NETO, P.L.O. , **Estatística**. Edgard Blücher, 1977. 264 p.

CROVACE, A., BELLO, A., MASTRONARDI, M., Studio
dell'iperparatiroidismi secondario alimentare del gato mediante la
densitometria óssea bifotonica computerizzata. **Documenti Veterinari**,
n.10, p. 61-64, 1992.

EIS, S. R. DEXA – Problemas e Soluções 1ªed. Copiset Editora
empresarial. p.12, 13 ,1998

FARROW, C.S., GREEN, R., SHIVELY, M. The limbs. In: **Radiology of
the cat** . Philadelphia, Mosby, 1994, p.277-78.

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. 1993.

GENANT, H. K., FAULKNER, K. G., GLÜER, C. C. Measurement of
bone mineral density: current status. **Am J Med**, v. 91 (supl 5B), p.
5B-49S-5B-53S, 1991.

GNUDI, S., MALAVOLTA, N., CAUDARELLA, R. Ultrasound in the
evaluation of osteoporosis: a comparision with bone mineral density at

distal radius. **The British Journal of Radiology**, V.68 p. 476-80 – 1995.

GRIER, S. J., TURNER, A. S., ALVIS, M. R. The use of Dual-Energy X-ray Absorptiometry in animals. **Invest radiol.** v. 31, p. 50-62, 1996.

KADERLY, R. E. União Retardada , Não união e União viciosa. In SLATER, D. **Manual de Cirurgia Veterinária** 2ºed. vol.2 , p. 1985 .

KIENZLE, E., ZENTECK, J., MEYER, H. Body composition of puppies and young dogs. **J.Nutr.** V. 128, p. 2680s-2683s, 1995.

LAUTEN, S. D., COX, N. R., BRAWNER JR, W. R., BAKER, H. J. Use of dual energy x-ray absorptiometry for noninvasive body composition measurements in clinically normal dogs. **Am J Vet Res**, v. 62(8), p. 1295- 1301, 2001.

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.** Botucatu, 2002, 51p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – Universidade Estadual Paulista – Campus de Botucatu.

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

LOUZADA, M. J. Q., PELÁ, C. A., BELANGERO, W. D., SANTOS-

PINTO, R. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. **Vet. e Zoot.**, v. 9, p. 95-109, 1997.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA de, S. A. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: Princípios e Aplicações. Piracicaba: **Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato**, 1989, 201p.

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

McCLURE, S. R., GLICKMAN, L. T., GLICKMAN, N. W., WEAVER, C. M. Evaluation of dual energy x-ray absorptiometry for in situ measurement of bone mineral density of equine metacarpi. **Am J Vet Res**, v. 62(5), p. 752-56, 2001.

RAHAL, S.C. et al. Densitometria óptica radiográfica na avaliação do hiperparatireodismo 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 de densitometria óptica em imagens radiográficas : correlação entre peso, sexo e idade.** Botucatu, 2002. 54p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual Paulista.

SILVA, F.A., MORAES, G.H.K. Efeitos do ácido L-Glutâmico da dieta em pintos de corte. *Rev. Bras. Zootec.* v.31 n.1 jan./fev. 2002.

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.** v. 71(11), p. 1545-50, 1976.

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

TZAPHLIDOU, M., ZAICHICK, V.. Calcium, phosphorus, calcium/phosphorus ratio in rib bone of healthy humans. **Biological Trace Elements Research** v.99 (1-3), p. 63 – 74, 2003 .

VELOSO, J.A.F., MEDEIROS, S.L.S., COSTA, E.C.A. Mineralização óssea com quatro fontes de fósforo na terminação de suínos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* vol.52 n.4, 2000.

VULCANO, L.C., LEAL, A.C.R., LOUZADA, M.J.Q., MUNIZ, L.M.R., MAMPRIN, M.J. Determination of the normal values of density of the radius in Rotweillers, using radiographic optical densitometry (experimental study). **Anais do XXIII Congresso Mundial de Medicina Veterinária de Pequenos Animais**, Buenos Aires Argentina, 1998, p. 767.

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.** Botucatu, 2001, 62p. Tese (Livre-Docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu.

WAHNER, H. W. Bone mineral measurements: a new clinical tool. **J Nucl Med**, v. 25 (3), p. 383-4, 1984.

WENTWORTH, R. A., KALLFELZ, F. A., HILTZ, F. L., SCHRYVER, H., SHEFFY, B., KROOK, L. P. In vivo estimation of bone mineral content: a research and diagnostic technique for veterinary medicine. **Am J Vet Res**, v. 32 (6), p. 985-92, 1971.

ZAR, J. H., Biostatistical analysis, 4th ed. Prentice Hall, New Jersey, 663p. 1999.

APÊNDICE

8. APÊNDICE

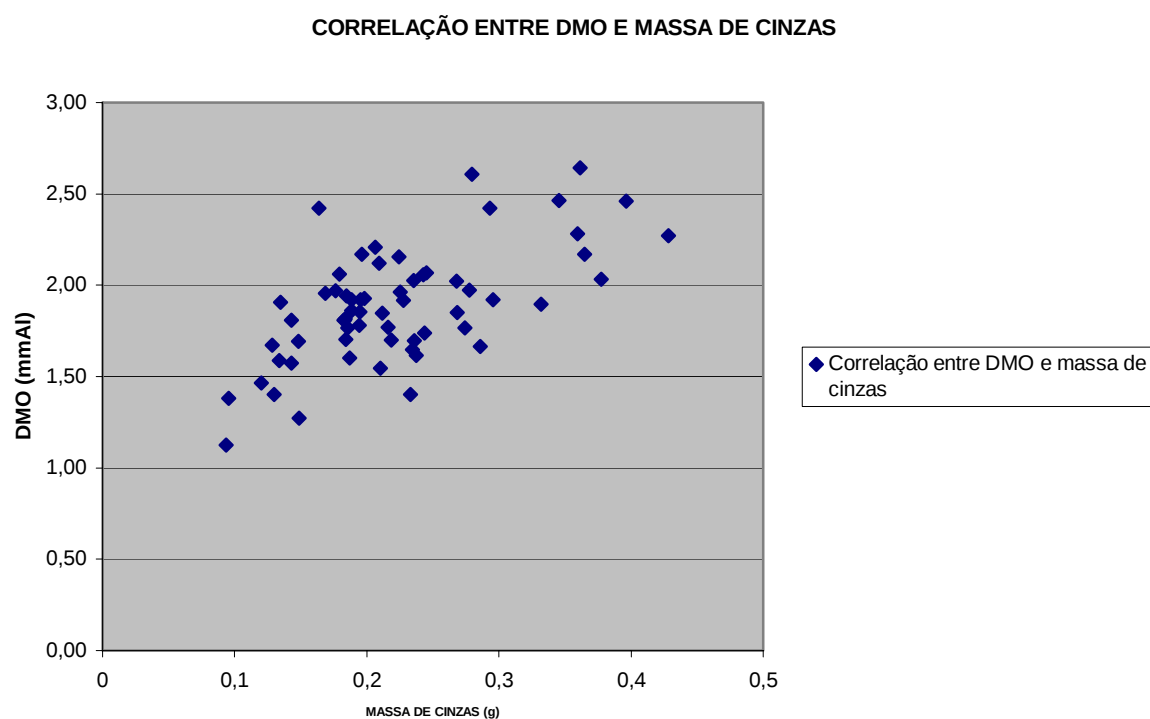


Figura 01 - Gráfico de correlação entre a DMO em mmAl e a massa de cinzas em gramas (g)



Figura 02 Tela de demarcação da região óssea a ser avaliada (Extremidade distal de Rádio – Ulna).



Figura 03 Tela de definição da área a ser estudada (Largura = ao dobro da altura).

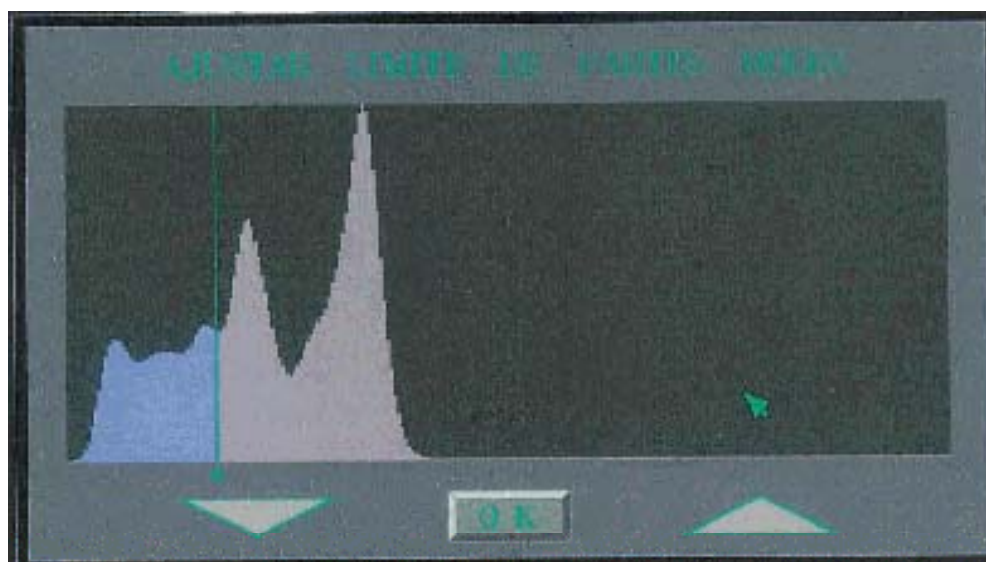


Figura 04 Tela mostrando o gráfico de ajuste de definição entre partes moles e a área de leitura da densidade mineral óssea.