



NATHÁLIA LOUISE DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE
CÃES EM CRESCIMENTO E SUA CORRELAÇÃO COM
PESO E SEXO**

LAVRAS – MG

2019

NATHÁLIA LOUISE DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE CÃES EM
CRESCIMENTO E SUA CORRELAÇÃO COM PESO E SEXO**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso
de Zootecnia, para obtenção do
título de Bacharel.

Profa. Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
Orientadora

Doutoranda Roberta Freitas Lacerda
Co-orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

NATHÁLIA LOUISE DE SOUZA

**DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE MINERAL ÓSSEA DE CÃES EM
CRESCIMENTO E SUA CORRELAÇÃO COM PESO E SEXO**

**DETERMINATION OF BONE MINERAL DENSITY OF GROWING DOGS AND ITS
CORRELATION WITH WEIGHT AND SEX**

Monografia apresentada à
Universidade Federal de Lavras
como parte das exigências do Curso
de Zootecnia, para obtenção do
título de Bacharel.

APROVADA em 30 de maio de 2019

Doutoranda Roberta Freitas Lacerda

UFLA

Doutoranda Moara Marina Belo Matos Silveira

UFLA

Profa. Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
Orientadora

**LAVRAS – MG
2019**

À Deus por sempre me acalmar em momentos de angústia e à minha mãe Maria de Fátima pelo apoio e carinho, por nunca deixar eu desistir dos meus sonhos e por ser o meu maior exemplo de vida.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Zootecnia pela oportunidade de estudo e da realização da minha graduação.

À professora Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad pela orientação.

À Doutoranda Roberta Freitas Lacerda pela paciência, pelos ensinamentos e por ter papel fundamental na realização desse trabalho.

À Doutoranda Moara Marina Belo Matos Silveira por se dispor a participar da banca e repassar um pouco de seus conhecimentos.

Ao Núcleo de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (NENAC) por ter me acolhido tão bem e por me ensinar a trabalhar em equipe.

Aos companheiros de graduação pelos anos passados juntos.

Aos amigos pelo infinito apoio e companheirismo.

À minha família pelo apoio e cooperação, principalmente meus pais, meus irmãos e minha cunhada que acompanharam cada etapa desse processo e me incentivaram a não desistir.

RESUMO

A densitometria óptica é uma técnica que vem sendo utilizada na Medicina Veterinária desde a década de 80, e em decorrência da carência de trabalhos e dados de referência de densidade mineral óssea (DMO) para cães, é que se justifica o trabalho. Desse modo, vinte cães (10 machos e 10 fêmeas) em crescimento com peso médio de $9,5 \pm 2,5$ Kg foram usados para determinação dos valores de referência da densidade mineral óssea (DMO) do rádio, ulna e úmero por meio da densitometria óptica radiográfica. Após a obtenção das imagens radiográficas, essas foram digitalizadas e analisadas por programa computacional para a comparação de tonalidade de cinza entre as imagens do osso e da escala de alumínio, a qual foi radiografada junto ao osso, usada como referencial densitométrico, obtendo a DMO dos ossos em questão. Os valores médios de DMO encontrados para fêmeas foram $2,233 \pm 0,593$ mmAl para o rádio, $2,245 \pm 0,534$ mmAl para o úmero e $2,225 \pm 0,592$ mmAl para a ulna. E para machos $2,362 \pm 0,527$ mmAl para o rádio, $2,462 \pm 0,479$ mmAl para o úmero e $2,296 \pm 0,526$ mmAl para a ulna. Não foi observado correlação ($P > 0,05$) entre a DMO e o sexo dos animais e, também não houve correlação entre o peso e a DMO para ambos os sexos.

Palavras-chave: Cães. Densitometria óptica. Densidade mineral óssea.

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 9 |
| 1. Mineralização óssea | 9 |
| 2. Densidade mineral óssea | 10 |
| 3. Densitometria óptica | 10 |
| 4. Distúrbios nutricionais | 12 |
| 5. MATERIAL E MÉTODOS | 12 |
| 5.1. Animais | 12 |
| 5.2. Técnica | 13 |
| 5.3. Análise estatística | 14 |
| 6. RESULTADOS | 14 |
| 7. DISCUSSÃO | 15 |
| 8. CONCLUSÃO | 15 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 15 |

1. INTRODUÇÃO

A população de cães e gatos vem crescendo cada vez mais e esses animais estão se tornando membro da família ao invés de ser apenas um bicho de estimação. Segundo o presidente da Associação Brasileira da Indústria de Produtos para Animais de Estimação (Abinpet), o Brasil é o segundo maior do mundo em população de cães e gatos e o quarto em relação a população de animais de estimação. Sendo assim os proprietários buscam melhorias para a saúde e bem-estar do animal, um exemplo é a oferta de uma dieta balanceada com os níveis de exigências adequados.

Os animais devem ter uma dieta balanceada em todas as fases da sua vida (crescimento, lactação, gestação, idoso). Na fase de crescimento dos animais é necessária uma alimentação equilibrada para que atinjam o seu máximo desenvolvimento e um tamanho adulto normal (CASE, 2010). Em cães essa fase pode ocorrer até os 18 meses, pois existe diferença nos portes (pequeno, médio, grande e gigante).

As doenças esqueléticas são mais frequentes em animais jovens devido o rápido crescimento do esqueleto e a nutrição inadequada nessa fase, a maioria delas são osteodistrofias. Em cães de raças grandes e gigantes ocorre predisposição para problemas como distrofia óssea hipertrófica e osteocondrose.

Para realizar um diagnóstico precoce desses distúrbios ósseos são utilizadas técnicas que possuem um alto custo e são invasivas, o que inviabiliza a realização de exames de rotina (ALVES & STERMAN, 2010). Desse modo, a densitometria óptica radiográfica é uma das técnicas não invasivas que já vem sendo utilizada em várias espécies de animais domésticos, que permite avaliar as condições nutricionais e da saúde dos animais e tem um custo inferior as demais técnicas. Os métodos de diagnósticos precisam compreender de maneira sensível e precisa o crescimento e a mineralização óssea para detectar as alterações ósseas precoces e prevenir futuras fraturas mais graves.

Existe uma carência de trabalhos e dados de referência de densidade mineral óssea para cães. Com o objetivo de determinar tais valores de referência para a ulna, rádio e úmero para cães em crescimento, o seguinte estudo utilizou-se da densitometria óptica radiográfica para detectar possíveis alterações na mineralização óssea dos animais, com prováveis causas tanto na deficiência nutricional quanto na suplementação inadequada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

1. Mineralização óssea

O maior crescimento dos animais é intrauterino, sendo influenciado por fatores nutricionais, fisiológicos e físicos. O desenvolvimento do sistema nervoso é o mais priorizado pelo organismo, sendo seguido pelo crescimento do tecido ósseo, tecido muscular e tecido adiposo, respectivamente (GONZALES & SARTORI, 2002).

A fase de crescimento dos cães pode ocorrer até os 18 meses. Como existem diferentes portes (pequeno, médio, grande e gigante) ocorre alteração na velocidade de crescimento. Cães de pequeno e médio porte tem crescimento acelerado aos 2 meses, já os cães de porte grande e gigante ocorre até os 4 meses e depois ocorre crescimento lento até os 18 meses, sendo então os 4 meses iniciais uma fase crítica onde é importante o aumento da massa óssea e aquisição do conteúdo mineral do osso, sendo que a mineralização da matriz óssea permite sustentação e proteção dos ossos (JUDAS et al, 2012) prevenindo possíveis problemas ósseos.

Segundo Khan et al. (2001) o metabolismo do osso é regulado por três células especializadas: osteoblastos, osteócitos e osteoclastos. Os osteoblastos são as células que sintetizam e secretam matriz óssea e proteínas que estimulam a formação e a reabsorção óssea. Os osteócitos são osteoblastos maduros, encontrados em maior quantidade, encarregados da manutenção da matriz e de captarem os estímulos mecânicos que atuam sobre o osso, sendo assim consideradas células mecanossensoras; e os osteoclastos responsáveis pela reabsorção da cartilagem e com maior responsabilidade na remodelação óssea (JUDAS et al, 2012), desempenhando assim importante função no crescimento dos animais.

A ossificação pode ocorrer em dois diferentes tipos: a intramembranosa, onde o osso é formado sem nenhuma cartilagem, mas sim pela associação de tecidos; e endocondral, onde um modelo de cartilagem hialina é formado primeiro para depois ser substituído por ossos. Como a matriz dos ossos no feto é constituída apenas de cartilagem ocorre o processo de ossificação endocondral. Esse processo é a fonte do crescimento de ossos curtos e longos do corpo, como as patas. Tem início em um centro de ossificação primária localizado na diáfise e após um estágio de desenvolvimento assume lugar em um secundário centro de ossificação na epífise. Ocorre a formação do primeiro tecido ósseo entre as membranas em uma área ao redor da diáfise, dentro desse tecido ocorre a calcificação a partir da deposição de cálcio. Nas epífises permanecem dois níveis de cartilagem, a cartilagem articular e a cartilagem da zona de crescimento, a cartilagem de crescimento possibilita a ocorrência constante de ossificação endocondral, através da atuação dos osteoclastos que atuam como fragmentadores do osso e efetuam constantemente a reabsorção de tecido ósseo, enquanto novo tecido ósseo é formado

pelos osteoblastos (WERBA, 2010). A cartilagem de crescimento é substituída por osso, durante o período de desenvolvimento esquelético, através de um processo sequencial de proliferação celular, síntese de matriz extracelular, hipertrofia dos condrócitos, mineralização da matriz e invasão vascular (LEFEBVRE & SMITS, 2005).

O tecido ósseo possui diversas funções como a hematopoiese, base mecânica para movimentos, proteção dos órgãos vitais e principalmente, sustentação do organismo. Como em todas as espécies a taxa de deposição de tecido muscular nas fêmeas é inferior à dos machos, quando relaciona a função de sustentação com o sexo implica, conseqüentemente, a um desenvolvimento ósseo superior em machos. Autores citam também que existe diferença no crescimento ósseo entre sexos quando se leva em consideração hormônios sexuais, como Turner et al (1990) citou que estes hormônios tem papel importante na fisiologia do osso, regulando o dimorfismo sexual do esqueleto. Callewaert et al (2010), em um experimento com ratos, detectaram uma diminuição na expansão óssea radial dos machos vasectomizados, enquanto que nas fêmeas castradas notou-se um aumento desse crescimento, contribuindo para a conclusão de que andrógenos estimulam positivamente o crescimento ósseo masculino enquanto os estrógenos limitam o tamanho do osso feminino. Além disso descobriram que os hormônios sexuais e seus receptores têm impacto na sensibilidade mecânica do esqueleto em crescimento.

2. Densidade mineral óssea

A densidade mineral óssea (DMO) é a quantidade de mineral que existe numa determinada área de osso, que reflete o processo de formação desse tecido, e pode ser uma das maneiras de diagnosticar patologias, intervenções cirúrgicas e terapêuticas e estratégias preventivas relacionadas ao metabolismo ósseo. As metodologias que podem ser empregadas para mensurar essa densidade dividem-se entre as invasivas e as não invasivas, que podem ser divididos em métodos radiológicos e não-radiológicos. A densitometria óptica radiográfica é uma das técnicas não invasivas que ajuda a compreender e avaliar a mineralização óssea com boa precisão e sensibilidade, tem fácil aplicabilidade, já que não precisa de nenhum procedimento anestésico e o tempo de execução é pequeno e possui um custo significativamente inferior as demais técnicas.

3. Densitometria óptica

A densitometria óptica é um procedimento que através da ação fotoquímica da luz sobre emulsões sensíveis, determina a relação existente entre a quantidade de luz recebida em uma

película sensível e a quantidade de sal de prata que será reduzida por enegrecimento direto (LOBEL & DUBOIS, 1973). Assim, a densidade óptica de um filme radiográfico será essa medida de enegrecimento.

Sua eficiência pode ser reduzida por um grande número de variáveis como a influência da quilovoltagem, da miliamperagem, do posicionamento e do tempo de exposição, sendo necessário o estabelecimento de uma curva de calibração para servir como padrão referencial densitométrico (LEMBO, 2006). Para otimizar a conversão dos valores de densidade para valores em espessura, muitos autores adotaram a conversão para valores em milímetros de alumínio (mmAl) (LOUZADA, 1994), material que possui uma curva de absorção da radiação semelhante à dos ossos. Aliadas a uma representação matemática, as imagens obtidas com a escala de alumínio reproduzem seguramente a interação da radiação com o alumínio.

É uma técnica não invasiva de medição da densidade mineral óssea, que é rápida e não há necessidade de submeter o animal a um protocolo anestésico e é possível a análise sequencial 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). 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).

Tal processo já foi realizado em cães (ALVES, 2010; MURAMOTO, 2005) e gatos (RAHAL, 2002; SANTOS, 2002), provando ser adequado para ser aplicado na rotina da medicina veterinária brasileira, sendo sensível para compreensão da mineralização óssea.

Alves & Serman (2010) concluíram, em estudo com 36 cães adultos da raça Rottweiler, que é um método confiável para avaliação da densidade mineral óssea e que permitiu estabelecer valores densitométricos de referência para a espécie estudada.

Já em trabalho com 112 cães da raça Poodle, Muramoto et al. (2005) afirmaram que a metodologia é uma ferramenta conveniente para se estudar o metabolismo ósseo e acompanhar suas patologias.

Rahal et al. (2002) constataram que a densitometria óptica foi um artifício eficiente na avaliação da desmineralização óssea de gatos com hiperparatireodismo nutricional.

Santos (2002) conclui que essa metodologia é precisa, confiável e de baixo custo para correlacionar o conteúdo mineral ósseo com o peso, sexo e a idade em gatos.

Avaliar a densidade mineral óssea recorrendo à densitometria óptica radiográfica, como

mencionou os autores citados, é uma forma confiável e de fácil execução em animais domésticos. Utilizar essa técnica na rotina diagnóstica da clínica em pequenos animais, auxilia nas possibilidades de diferenciação entre as possíveis respostas do tecido ósseo relacionadas às doenças, de forma que poderá ser revolvida com maior precisão e rapidez.

4. Distúrbios nutricionais

O animal jovem da maioria das espécies cresce rapidamente e, concomitantemente, tem um crescimento igualmente rápido de seu esqueleto. As doenças esqueléticas são assim mais frequentes e manifestas no jovem e a maioria delas são osteodistrofias, que é causada pela má nutrição, já que o rápido aumento da massa óssea requer a ingestão de quantidades adequadas de proteína, energia, cálcio e fósforo, além de vitaminas, como A e D, e elementos traço, como o cobre, para o crescimento e mineralização do osso (BAKER & BROTHWELL, 1980).

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), tem-se que ficar atento as necessidades nutricionais.

Deve-se atentar que níveis elevados de energia na dieta de cães podem causar crescimento muito rápido, podendo acarretar problemas esqueléticos, principalmente em raças grandes e gigantes que apresentam predisposição a problemas como distrofia óssea hipertrófica e osteocondrose. Dessa forma, o objetivo principal nesta fase de alimentação é atender ao crescimento complexo, a interação entre os nutrientes, genótipo e meio ambiente.

A alimentação dos cães atualmente vai além de simplesmente nutrir, sob o ponto de vista metabólico e fisiológico, e sim busca auxiliar na qualidade de vida, melhorando a saúde, reduzindo o risco de doenças e promovendo o bem-estar. Deve se ofertar aos cães, uma nutrição específica para cada fase de sua vida, com o intuito de suprir as necessidades momentâneas, aumentando assim a sua expectativa de vida.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Animais

O experimento foi realizado com animais do canil do Centro de Estudos em Nutrição de Cães e Gatos (Cenac), do Departamento de Zootecnia, da Universidade Federal de Lavras. Foram utilizados 20 cães filhotes sem raça definida (SRD), sendo 10 machos e 10 fêmeas, aos seis meses de idade, com peso médio de 9,5kg, vacinados e vermifugados. As radiografias

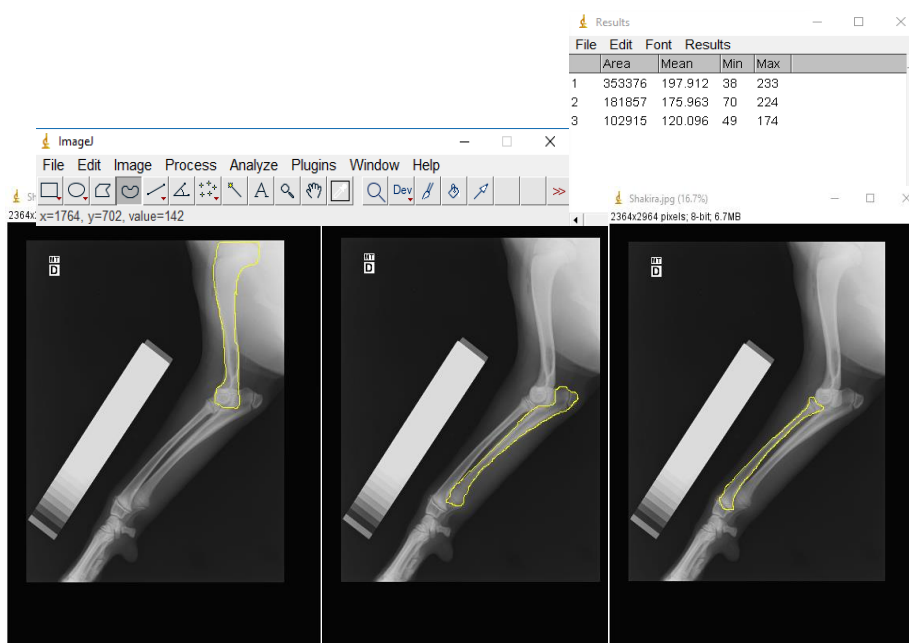
foram tiradas no Setor de Diagnóstico Por Imagem do Hospital Veterinário da Universidade Federal de Lavras. Os filhotes tiveram o membro torácico direito radiografado em projeção médio-lateral, em decúbito lateral direito para avaliação da densidade óssea do rádio, úmero e ulna.

5.2. Técnica

Todas as radiografias foram feitas com chassi metálico e filme radiográfico (Fujifilm Holdings Co., Japão) tamanho 24 x 30cm, no conjunto de aparelho radiográfico (modelo ST503HF, Sawae Co., Brasil). A técnica radiográfica utilizada como padrão para todas as radiografias foi fixada em quilovoltagem de 40Kv e tempo de exposição de 10mA/s. Junto ao chassi foi fixado o penetrômetro de alumínio (Liga específica padronizada pela ABNT), usado como referencial densitométrico, o qual foi posicionado paralelamente ao membro radiografado. A escala continha 29 degraus, tendo o primeiro degrau 1,0mm de espessura, variando a seguir de 1,0 em 1,0mm.

Os filmes radiográficos foram salvos em formato JPG. As imagens digitalizadas dos ossos e do penetrômetro foram analisadas através do software ImageJ® (Wayne Rasband, National Institutes of Health, Estados Unidos), onde foi feita a comparação de tonalidades de cinza entre a escala de referência e os ossos (rádio, ulna e úmero). Em todos os animais foram realizadas três leituras consecutivas de todo os ossos e da escala.

Figura 1 - Análise das radiografias no ImageJ®



5.3. Análise estatística

O experimento foi constituído de um tratamento (sexo) em um delineamento inteiramente casualizado, com 10 repetições por sexo e 20 unidades experimentais. Foi utilizado o PROG GLM do SAS, versão 9.0, (SAS Inst., Inc., Cary, NC) para análise de variância dos dados de DMO do rádio, úmero e ulna e, também, dos pesos dos animais. Foi considerado como efeito fixo o sexo dos animais.

O modelo estatístico usado foi: $Y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$. Em que:

Y_{ij} = vetor das variáveis dependentes;

μ = média geral;

T_i = efeito fixo de sexo, com i variando de 1 a 2;

e_{ij} = erro residual.

Para comparação da DMO entre machos e fêmeas foi realizado o Teste T, para correlação entre DMO e peso corporal em ambos os sexos realizou-se a correlação de Pearson, levando em consideração o nível de significância de 5%.

6. RESULTADOS

Tabela 1 - Médias e desvios padrões das variáveis: densidade mineral óssea (DMO) e peso corpóreo para machos (10 animais) e fêmeas (10 animais).

| Sexo | DMO Rádio (mmAl) | DMO Úmero (mmAl) | DMO Ulna (mmAl) | Peso (kg) |
|-------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------|
| Fêmea | 2,233±0,593 | 2,245±0,534 | 2,225±0,592 | 8,445±2,158 |
| Macho | 2,362±0,527 | 2,462±0,479 | 2,296±0,526 | 10,528±2,445 |

(P > 0,05)

Os valores médios de DMO encontrados para fêmeas foram 2,233±0,593mmAl para o rádio, 2,245± 0,534mmAl para o úmero e 2,225±0,592mmAl para a ulna. E para machos 2,362±0,527mmAl para o rádio, 2,462±0,479mmAl para o úmero e 2,296±0,526mmAl para a ulna. A média de peso do grupo de fêmeas foi 8,445±2,158kg e do grupo dos machos 10,528±2,445kg, não apresentou diferença entre eles (P>0,05) (Tabela 1).

Não foi observado diferença na DMO entre machos e fêmeas. O peso em ambos os sexos não influenciou a DMO. Todas as discussões dos resultados foram realizadas no nível de 5% de significância.

7. DISCUSSÃO

Os resultados não apresentaram variações estatísticas, mostrando que não houve alterações na densidade óssea entre machos e fêmeas.

Tanto os animais machos quanto as fêmeas obtiveram valores semelhantes para a densidade mineral óssea, não apresentando diferença significativa. O mesmo resultado foi obtido por Vulcano et al. (1998), Leal (2002) e Zotti (2004). Porém contradiz Martin et al. (1981) e Lauten et al (2001) que ao analisarem a densidade mineral óssea em relação ao sexo dos animais estudados obtiveram correlação entre eles, sendo que o macho apresentava uma maior densidade mineral óssea em ambos os trabalhos. Isto, segundo Lipscomb et al. (2001), pode ser explicado pelo fato de o esqueleto ser uma estrutura peso-dependente, adaptando-se ao peso a ele conferido por meio de osteogênese e aumento de massa óssea. Além disso, de acordo com Turner et al (1990), hormônios sexuais tem papel importante na fisiologia do osso. A testosterona aumenta o tamanho do osso cortical estimulando o crescimento longitudinal e radial, elevando as dimensões do osso e a força óssea nos machos.

A média dos pesos entre os sexos não apresentou diferença e, também, não teve correlação significativa entre peso e DMO. Contrariando Leal et al (2002) e Alves (2004), que relataram maior DMO em animais de maior peso corporal e Muramoto (2005) que observou forte correlação entre peso e DMO em estudo com cães da raça Poodle.

8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a densitometria óptica radiográfica é uma metodologia de fácil execução, rápida, confiável e apresenta baixo custo comparada as outras técnicas, sendo uma técnica eficaz para mensurar o conteúdo mineral ósseo de cães em crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, J. D. S. **Estudo da densidade mineral óssea na extremidade distal do rádio de cães da raça Rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica**. 2004. 70 f. Dissertação (Mestrado em Anatomia dos Animais Domésticos e Silvestres) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ALVES, J. D. S; STERMAN, F. A. Determinação da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio de cães da raça rottweiler, por meio da densitometria óptica radiográfica. **Veterinária e Zootecnia**, v. 17, n. 2, p. 229-237, 2010.

BAKER, J., BROTHEWELL, D. **Animal diseases in archaeology**. London: Academic, 1980. 235p.

CALLEWAERT, F et al. Skeletal sexual dimorphism: relative contribution of sex steroids, GH-IGF1, and mechanical loading. **Journal of Endocrinology**, v. 207, n. 2, p. 127-134, 2010.

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 níveis de cálcio e fósforo da amostra do tecido da região estudada**, 2005, 57p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2005.

CASE, L. P; CAREY, D. P. **Nutrição canina e felina: Manual para Profissionais**. 1 ed. Lisboa: Harcourt brace, 1998. 424p. cap. 20, p. 209.

COSTA, F. S. **Tirotoxicose experimental em gatos: efeitos sobre o tecido ósseo, isoenzimas da fosfatase alcalina e metaloproteínas de matriz -2 e -9**, 2006, 132p. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

GONZALES, E.; SARTORI, J.S. **Crescimento e metabolismo muscular. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p.279-298, 2002.

JUDAS, F et al. "Estrutura e dinâmica do tecido ósseo." **Texto de apoio para os alunos do Mestrado Integrado em Medicina Disciplina de Ortopedia**, 2012.

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

KHAN, K. Physical activity and bone health. **Human Kinetics**, 2001.

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 radiográfica em imagens radiográficas: correlação entre o peso, sexo e idade**. 2002. 43 f. Dissertação (Mestrado em Cirurgia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2002.

LEFEBVRE V. SMITS P. Transcriptional control of chondrocyte fate and differentiation. **Birth Defects Res C Embryo Today**, v.75, p.200–212, 2005.

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**, 2006. 87 p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

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.

LOBEL, L.; DUBOIS, M. **Manual de Densitometría. La Técnica de la Medición de los Materiales Fotográficos. Segunda Edición Revisada y ampliada**. Ediciones Omega, SA

Barcelona, 1973.

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

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

LOUZADA, M. J. Q. et al. Avaliações de densidade óssea em imagens radiográficas: estudo em peças ósseas de cães. **RBE – Caderno de Engenharia Biomédica**, v. 14, n. 1, p. 47-64, 1998

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.

MARTIN, R. et al. Bone loss in the Beagle tibia: influence of age, weight and sex. A.M. Bone histomorphometry. **Paris: SNPMD Publishers**, p.497, 1981.

MURAMOTO, C; STERMAN, F. A; PINTO, A. C. B. C. F. 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. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 2, p. 89-97, 2005.

RAHAL, S. C. et al. Densitometria óptica radiográfica na avaliação do hiperparatireoidismo secundário nutricional induzido em gatos jovens. **Ciência Rural**. Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), 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, Botucatu, 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.

TURNER R.T; WAKLEY, G.K; HANNON K.S. Differential effects of androgen on cortical bone histomorphometry in gonadectomized male and female rats. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 8, p. 612–617, 1990.

VULCANO, L. C. et al. Determination of normal values of density of the radius in Rottweilers, using radiographic optical densitometry (an experimental study). In: **CONGRESS OF THE WORLD SMALL ANIMAL VETERINARY ASSOCIATION**, 23, 1998, Buenos Aires. Anais, Buenos Aires: WSAVA, 1998. p. 767.

VULCANO, L. C. et al. Determinación de los valores normales de la densidad mineral ósea del carpo accesorio de equinos de la raza Puro Sangre Inglés (P.S.I.) por medio de la densitometria óptica em imagen radiográfica. **Imagen Veterinaria**, v. 3, n. 6, p. 237240, 2000.

WERBA, F. R. **Osteocondromatose em pequenos animais**, 2010. 17p. Monografia (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2010.

ZOTTI, A.; SELLERI, P.; CARNIER, P.; MORGANTE, M.; BERNARDINI, D. Relationship between metabolic bone disease and bone mineral density measured by dual-energy xray absorptiometry in the green iguana (Iguana iguana). **Veterinary Radiology and Ultrasound**, v. 45, n. 1, p.10-16, 200.