



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

Rafael Augusto Medeiros

ANÁLISE DA DENSIDADE ÓSSEA DE RÁDIO-ULNA DE
CÃES SRD UTILIZANDO O MÉTODO DE IMERSÃO

Botucatu

2011

Rafael Augusto Medeiros

ANÁLISE DA DENSIDADE ÓSSEA DE RÁDIO-ULNA DE
CÃES SRD UTILIZANDO O MÉTODO DE IMERSÃO

Monografia apresentada ao
Instituto de Biociências da
Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho", Campus
de Botucatu, para obtenção do
título de Bacharel em Física
Médica.

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Eliodoro Costa

Botucatu

2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉC. AQUIS. TRATAMENTO DA INFORM.

DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - CAMPUS DE BOTUCATU - UNESP

BIBLIOTECÁRIA RESPONSÁVEL: **ROSEMEIRE APARECIDA VICENTE**

Medeiros, Rafael Augusto.

Análise da densidade óssea de rádio-ulna de cães SRD utilizando o método de imersão / Rafael Augusto Medeiros. - Botucatu, 2011

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Física Médica) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu

Orientador: Vladimir Eliodoro Costa.

Capes: 10501002

1. Física médica. 2. Ossos – Densidade.

Palavras-chave: Arquimedes; Densidade óssea; Osso.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, que guiou meu caminho até aqui, me dando força para continuar e me iluminando durante todo o percurso.

A minha mãe e meu padrasto, que me deram todo o suporte necessário e me ajudaram bastante nessa luta, sempre me estendendo a mão quando precisei. Reconheço todo o suor derramado pra me manter, e sou eternamente grato por tudo o que fizeram por mim. Amo vocês.

As minhas irmãs Tatiana e Priscila, que mesmo estando longe, me deram apoio e força nessa caminhada.

A minha namorada Renata, que aturou o meu mau humor e sempre me ajudou quando eu precisei. Sem contar os momentos maravilhosos que ela me proporcionou. Sem você eu não chegaria até o fim. Te amo.

Ao professor Vladimir que me orientou e me ajudou nessa conquista, disponibilizando o seu tempo sempre que precisei.

Ao meu mais novo amigo Édson, que me aturou e me ajudou muito, sendo crucial nessa reta final.

Agradeço o meu amigo Paulo Garcia, que sempre me incentivou e acreditou em mim até o fim. Obrigado por toda a ajuda. Jamais esquecerei tudo o q você fez por mim.

Aos meus amigos Raoni, Jorge, Lucas, Rafael, Ricardo, André e todos os outros *Énoizmemo* que sempre acreditaram em mim e, mesmo estando longe, me deram total apoio em todos os momentos.

Agradeço à República Nostravamus, que me acolheu e me proporcionou bons momentos.

Se não citei algum nome, por favor, me perdoem, mas saibam que sinto gratidão por todos que passaram em minha vida e me ajudaram de alguma forma.

Resumo

O diagnóstico por imagem é uma especialidade médica que se utiliza de técnicas de imagem para realização de diagnóstico. No diagnóstico por imagem são utilizados vários métodos como a absorção direta por fótons – SPA e DPA, a fotometria radiográfica, a absorciometria radiográfica de dupla energia - DEXA, a ultra-sonografia, a ressonância magnética, a tomografia computadorizada e a densitometria óptica por imagem radiográfica. O cão pode ser considerado um dos animais mais utilizados no estudo de patologias ósseas e na procura de um diagnóstico confiável, apesar de não ser um modelo ideal no estudo da osteoporose, já que esses animais tendem a não desenvolver uma diminuição da densidade mineral óssea. O objetivo deste trabalho foi analisar a densidade óssea de cães sem raça definida a partir da determinação da variação da densidade ao longo do osso rádio-ulna e também do seu valor médio relacionado com o gênero, a massa e a idade dos indivíduos. As análises de densidade realizadas mostraram que, para esse conjunto de dados, não existe uma diferença significativa se tratando do gênero e da idade do animal, podendo generalizar de acordo com essas variáveis. A única diferença significativa encontrada foi em relação ao peso, o qual o aumento da massa óssea está relacionado com o ganho de peso através do crescimento do animal.

Abstract

Imaging diagnosis is a medical specialty that uses imaging techniques to perform diagnosis. In diagnostic imaging various methods are used such as direct absorption of photons - SPA and DPA, radiographic photometry, the dual-energy radiographic absorptiometry - DEXA, ultrasound, magnetic resonance imaging, computed tomography and optical densitometry in radiographic image. The dog can be considered one of the most widely used animals in the study of bone diseases and searching for a reliable diagnosis, although not an ideal model for the study of osteoporosis, because these animals tend not to develop a decrease in bone mineral density. The objective of this study was to analyze bone density in mongrel dogs from the determination of the variation of density along the radio-ulna bone and also the mean value related to gender, weight and age of individuals. The density analysis carried out showed that for this data set, there is a significant difference in the case of gender and age of the animal and may generalize according to these variables. The only significant difference was found in the weight, which increases bone mass is related to weight gain through the growth of the animal.

Sumário

Resumo	IV
Sumário	VI
1. INTRODUÇÃO	7
1.1 Objetivo	10
2. METODOLOGIA	11
2.1.1 Amostragem	11
2.1.2 Procedimentos	11
2.1.3 Análise Estatística	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
4. CONCLUSÃO	18
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1. INTRODUÇÃO

O diagnóstico por imagem é uma especialidade médica que se utiliza de técnicas de imagem para realização de diagnóstico.

No diagnóstico por imagem são utilizados vários métodos como a absorção direta por fótons – SPA e DPA, a fotometria radiográfica, a absorciometria radiográfica de dupla energia - DEXA, a ultra-sonografia, a ressonância magnética, a tomografia computadorizada e a densitometria optica por imagem radiográfica. Todos esses métodos estão interligados com o objetivo de servir como ferramenta para avaliação de condições nutricionais e também melhorar o diagnóstico de doenças e sua posterior cura. Existem vários métodos para medir a DMO utilizando a radiação ionizante. A acurácia e a precisão variam de método para método. Apesar de serem muito utilizados, é necessário tomar um cuidado especial por estar utilizando radiação ionizante. A calibração do aparelho, a dosagem aplicada no paciente e a dose que o técnico recebe são alguns fatores onde a cautela é algo indispensável.

O avanço na medicina abrange muitas áreas. Na ortopedia, por exemplo, é utilizado para detecção de fraturas, tumores, distúrbios de crescimento a partir da utilização dos raios-x. Na pneumologia, o diagnóstico de pneumonias e câncer nos pulmões. A otimização desses métodos vem sendo um objetivo muito procurado na pesquisa, pois além de visar o cuidado com os pacientes, visa a economia financeira.

O exame radiográfico é método auxiliar de diagnóstico mais utilizado na elucidação de grande parte das patologias que acometem os animais de

companhia, por ser extremamente eficiente, rápido e de baixo custo. Quanto mais se diversificam os métodos de diagnóstico por imagens como: ultra-som, tomografia computadorizada, ressonância magnética e medicina nuclear, mais a importância do radiodiagnóstico aumenta, criando a possibilidade de orientar uma primeira investigação, especialmente nas emergências.

O cão pode ser considerado um dos animais mais utilizados no estudo de patologias ósseas e na procura de um diagnóstico confiável, apesar de não ser um modelo ideal no estudo da osteoporose, já que esses animais tendem a não desenvolver uma diminuição da densidade mineral óssea.

Em vários aspectos, o osso do cão é um ótimo modelo para estudos relacionados à espécie humana, já que possui similaridade quanto à composição, quanto às características microscópicas, quanto à perda de cálcio mais rápida na fêmea e quanto à sua resposta a fatores que influenciam no metabolismo ósseo.

O tecido ósseo é o constituinte principal do esqueleto, serve de suporte para partes moles e protege órgãos vitais, além de alojar e proteger a medula óssea. Proporciona apoio aos músculos esqueléticos, transformando as contrações musculares em movimentos úteis. Os ossos funcionam também como depósito de cálcio e outros íons, armazenando-os ou liberando-os de maneira controlada, mantendo a concentração desses importantes íons nos líquidos corporais (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2004).

O tecido ósseo é um tipo especializado de tecido conjuntivo formado por células e material extracelular calcificado, a matriz óssea. Contém células chamadas: osteócitos, osteoblastos e osteoclastos. Todos os ossos são revestidos em suas superfícies externas e internas por membranas conjuntivas que possuem células osteogênicas, o perióstio e o endóstio, respectivamente. O osso é formado por partes sem cavidades visíveis, o osso compacto, e por partes com muitas cavidades intercomunicantes, o osso esponjoso (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

Nos ossos longos, alvo do estudo, as extremidades ou epífises são formadas por osso esponjoso com uma delgada camada superficial compacta. Já a parte cilíndrica do osso é quase totalmente compacta, com pequena quantidade de osso esponjoso na sua parte profunda, delimitando o canal medular (JUNQUEIRA, CARNEIRO, 2004).

Das patologias mais estudadas, a osteoporose pode ser descrita como uma doença sistêmica progressiva caracterizada pela diminuição da massa óssea e deteriorização da microarquitetura, causando fragilidade do osso e o aumento no risco de fraturas (Gali, 2001).

Para determinar a densidade óssea e posteriormente diagnosticar uma patologia óssea, existe várias técnicas, das quais a uma delas é a técnica da imersão, que consiste na aplicação do princípio de Arquimedes.

O termo densidade mineral óssea descreve a quantidade de minerais por centímetro quadrado (cm^2) de osso. É uma definição usada na prática clínica. Pode ser definida como gramas por mililitro. Sua medição é feita, geralmente, através da técnica de *DXA*. (National Library of Medicine).

A propriedade física densidade é definida como a razão entre a massa e o volume de um corpo.

A densidade mineral óssea é um importante meio de diagnóstico na avaliação da mineralização óssea, permite também avaliar as doenças ósseas metabólicas tanto no seu diagnóstico como na sua evolução frente ao tratamento instituído (LOUZADA et al., 1998).

O termo densitometria óssea abrange uma série de técnicas de utilizadas na determinação da densidade mineral óssea (DMO), são elas: *Single Photon Absorptiometry* (SPA), *Dual Photon Absorptiometry* (DPA), *Triple Photon Absorptiometry* (TPA) e a mais utilizada atualmente, *Dual Emission X-Ray Absorptiometry* (DXA) (Webber, 2006).

A aplicação da técnica de *raios-x de absorção dupla de fótons* (DXA), para avaliação dos pacientes com suspeita de estar sofrendo de osteoporose. A densitometria óssea mede a atenuação do tecido para raios-x de duas energias distintas e, a partir dessas medidas, encontra a massa mineral por unidade de área (Webber, 2006).

O método de imersão em água é um método mais simples e consiste na aplicação do princípio de Arquimedes, o qual diz que a força empuxo tem a mesma direção e módulo que a força peso associado à quantidade de líquido deslocada pelo objeto, porém de sentido oposto ao dela (BARBOSA E BRAITH, 2006, p.46).

Com base na semelhança existente na morfologia entre ossos de cães e humanos, surgiu uma hipótese, se existe diferença significativa entre gênero,

peso e idade. De acordo com a literatura, existe diferença somente entre o peso do animal, devido à deposição de minerais durante o crescimento do mesmo.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho foi analisar a densidade óssea de cães sem raça definida a partir da determinação da variação da densidade ao longo do osso rádio-ulna e também do seu valor médio relacionado com o gênero, a massa e a idade dos indivíduos.

2. METODOLOGIA

2.1.1 Amostragem

O material foi adquirido no Departamento de Patologia da FMVZ (UNESP/Botucatu). Foram cedidos 39 membros anteriores direitos de caninos, intactos, sendo 17 fêmeas e 22 machos. Essas amostras foram cedidas pós-óbito.

No próprio Departamento foi realizada uma limpeza inicial das amostras retirando o máximo de tecido mole possível, sem danificar o tecido ósseo. As sobras de tecido mole que ficaram nas amostras foram retiradas deixando-as submersa em uma solução de água destilada e água oxigenada por alguns dias. Essa solução foi trocada a cada dois dias. Durante a troca da solução, foi feita a retirada das sobras de tecido.

As amostras ficaram submersas num período aproximado de 20 dias. Nesse período, o tecido gorduroso interno foi retirado também, já que o objetivo foca somente o tecido ósseo compacto.

2.1.2 Procedimentos

Após todo esse processo de aquisição e limpeza das amostras, foram feitas medidas da massa e do volume. Feito isso, as amostras de osso inteiro foram cortadas transversalmente em 10 partes, com aproximadamente 1 cm cada. Depois foram novamente medidas as massas e os volumes, o qual foi medido usando amostras secas, à temperatura ambiente, fazendo uma medida somente e usando amostras úmidas, medidas após a primeira imersão, onde foram realizadas 3 medidas de cada parte. Cada medida foi repetida três vezes e o valor final utilizado é a média.

A densidade foi obtida pela relação entre massa e volume das amostras, sendo a massa determinada em gramas, por pesagem, utilizando uma balança de precisão da marca TECNAL-BG 400.

Para a determinação do volume, utilizou-se o método de imersão em água. Para isso, foi colocado um béquer contendo água sobre a balança, que foi posteriormente tarada. Após esse procedimento de zerar a balança, a amostra foi fixada em um fio de cobre e imersa na água contida no béquer, tomando-se o cuidado para que

a amostra não se encostasse à parede nem no fundo do béquer, como mostrado na Figura 1. O valor do volume da amostra em cm³ será igual ao empuxo em gramas-força.

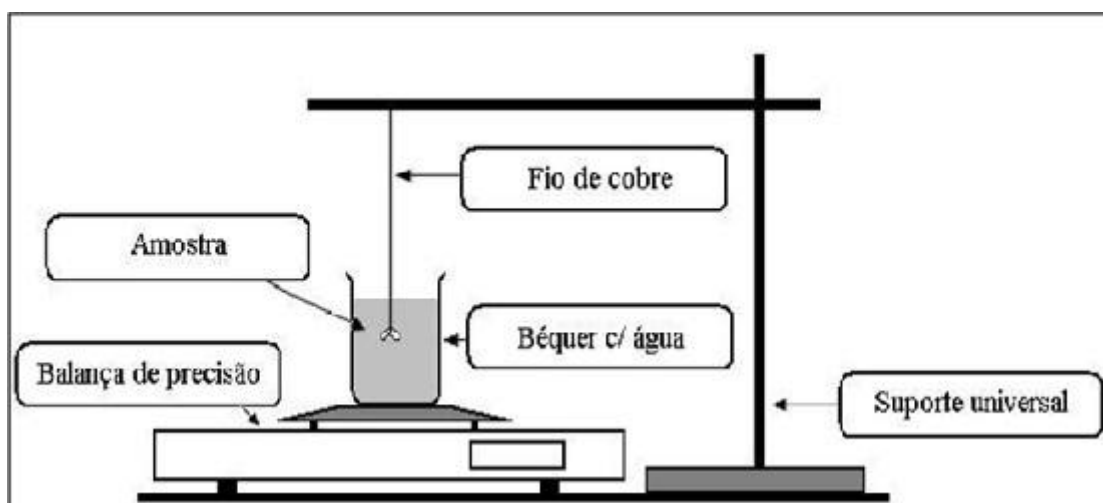


Figura 1: Imagem representando o método de obtenção do volume, Arquimedes.

Pelo princípio de Arquimedes, o valor numérico do empuxo é igual ao peso do volume de fluido deslocado, portanto ele pode ser calculado pela equação 1:

$$F_e = \rho V_s g \quad (1)$$

Sendo F_e a força do empuxo, ρ a densidade da água, V_s o volume submerso e g a aceleração da gravidade.

Foram utilizadas as unidades de medida do sistema de unidades CGS*, em que as unidades fundamentais são centímetros, grama e segundo.

O empuxo é definido como a força exercida em um objeto pelo líquido ao qual está imerso e que é igual, em módulo, ao peso do fluido deslocado (REZENDE, 1997). Ao mergulhar o objeto no líquido determinou-se o peso do fluido deslocado na balança, o qual é numericamente igual ao empuxo.

Portanto pela equação 2, o volume deslocado é numericamente igual ao empuxo. Como no sistema adotado a densidade da água é $\rho = 1 \text{ g/cm}^3$, e o empuxo é dado em gf (grama-força), o valor indicado pelo display da balança será o volume do objeto dado em cm³.

Com os dados de massa e volume, pode-se obter o resultado da densidade aparente utilizando a seguinte equação 2:

$$\rho_0 = \frac{M}{V} \quad (2)$$

Sendo ρ_0 a densidade aparente, M a massa da amostra em gramas e V representa o volume em cm³ (REZENDE,2003).

2.1.3 Análise Estatística

Para a realização da análise estatística, as amostras foram classificadas em três grupos, um deles relacionando o gênero do animal, outro relacionando o peso e por fim outro grupo relacionando a idade. O primeiro grupo foi dividido entre macho (22) e fêmea (17).

O segundo grupo foi dividido entre animais de até 11 kg e animais acima de 11 kg, chamados respectivamente de Pequeno (23) e Grande (16), em relação ao porte do animal. Essa divisão é em relação a esse conjunto de dados, foi realizada a partir da média dos pesos das amostras.

O terceiro grupo foi dividido entre animais de 1 a 5 anos e animais acima de 5 anos, chamados respectivamente de Jovem (23) e Adulto (16). Essa divisão foi realizada de acordo com o conjunto de dados utilizados, a partir da média entre as idades dos animais.

O estudo comparativo da densidade mineral óssea em g/cm³, para animais de diferentes pesos, gênero e idade foi feito pelo teste de Tukey para a comparação dos subgrupos de cada parâmetro, utilizando-se a análise de variância com cálculo estatístico P.

As estatísticas realizadas foram consideradas significativas ao nível de 5%, ou seja, para $p \leq 0,05$.

Foram feitas análises descritivas das variáveis: gênero, peso e idade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 apresenta a relação entre o volume realizado com amostras secas e amostras úmidas. De acordo com o desvio padrão encontrado de 0,114, pode-se dizer que os volumes são praticamente iguais.

Tabela 1: Análise descritiva da relação entre volume seco e volume molhado.

	Volume
Média	0,986
Desvio Padrão	0,114

A Tabela 2 apresenta o estudo comparativo da densidade óssea utilizando o gênero como variável. A análise estatística comparando macho e fêmea, para esse conjunto de dados, mostrou que não há diferença significativa entre gênero, visto que a análise de variância, utilizando o teste de Tukey, apresentou um $p > 0,005$, não sendo significativo.

Tabela 2: Análise descritiva da densidade (g/cm^3) entre gêneros.

	Densidade	
	Fêmea	Macho
Média	11,552	11,076
DP	8,711	5,953
Variância	75,874	35,436
$p > 0,05$		

A partir dos resultados que mostraram que não há diferença significativa entre gênero nesse conjunto de dados, as análises seguintes, entre peso e idade, foram feitas ignorando o gênero do animal, tornado um só conjunto de dados.

Utilização todas as amostras como um grupo, foi feito a comparação entre idade, utilizando o grupo Jovem e o grupo Adulto, mostrado na Tabela 3.

Tabela 3: Análise descritiva da densidade (g/cm³) entre idade.

	Densidade	
	Jovem	Adulto
Média	1,510	1,564
DP	0,192	0,104
Variância	0,037	0,011
p>0,05		

Para esse conjunto de dados, a análise de variância utilizando o teste de Tukey apresentou um $p > 0,05$, não sendo significativo, mostrando que não há diferença significativa entre idade.

A comparação feita entre peso, utilizando o grupo Pequeno e o grupo Grande, é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4: Análise descritiva da densidade (g/cm³) entre peso.

	Densidade	
	Pequeno	Grande
Média	1,531	1,532
DP	0,187	0,126
Variancia	0,035	0,016
p<0,01		

Para esse conjunto de dados, a análise de variância utilizando o teste de Tukey apresentou um $p < 0,01$, mostrando uma significância em relação ao peso do animal.

Esse resultado obtido mostrou que os valores de densidade óssea variam de acordo com o peso do animal, concordando com os resultados apresentados pela literatura, como mostra os trabalhos de: Vulcano (2008), e Martin et al (1981). Estes dados também concordam com os obtidos por Lipscomp et al (2001), que explica que o aumento do peso do animal de acordo com seu crescimento ocorre através de ações osteogênicas, aumentando sua massa óssea.

Outro trabalho que obteve uma forte correlação entre a densidade óssea e a variável peso dos animais estudados foi escrito por Leal (2002), o

qual obteve os dados utilizando a técnica de absorciometria óptica, corroborando com os resultados obtidos na Tabela 4.

Foi realizada mais uma análise, agora utilizando a idade como variável e separando o grupo Pequeno e o grupo Grande em dois grupos para cada: Jovem e Adulto.

Os resultados confirmaram que, para esse conjunto de dados, a idade dos animais não influenciou na variação da densidade óssea, apresentando um $p>0,05$ na comparação entre os grupos: Novo (Pequeno) x Novo (Grande); Adulto (Pequeno) x Adulto (Grande).

A Figura 2 corrobora com os resultados obtidos de que o gênero e a idade do animal não possuem diferença significativa nesse conjunto de dados, e mostra que existe um aumento da densidade de acordo com o aumento da idade do animal.

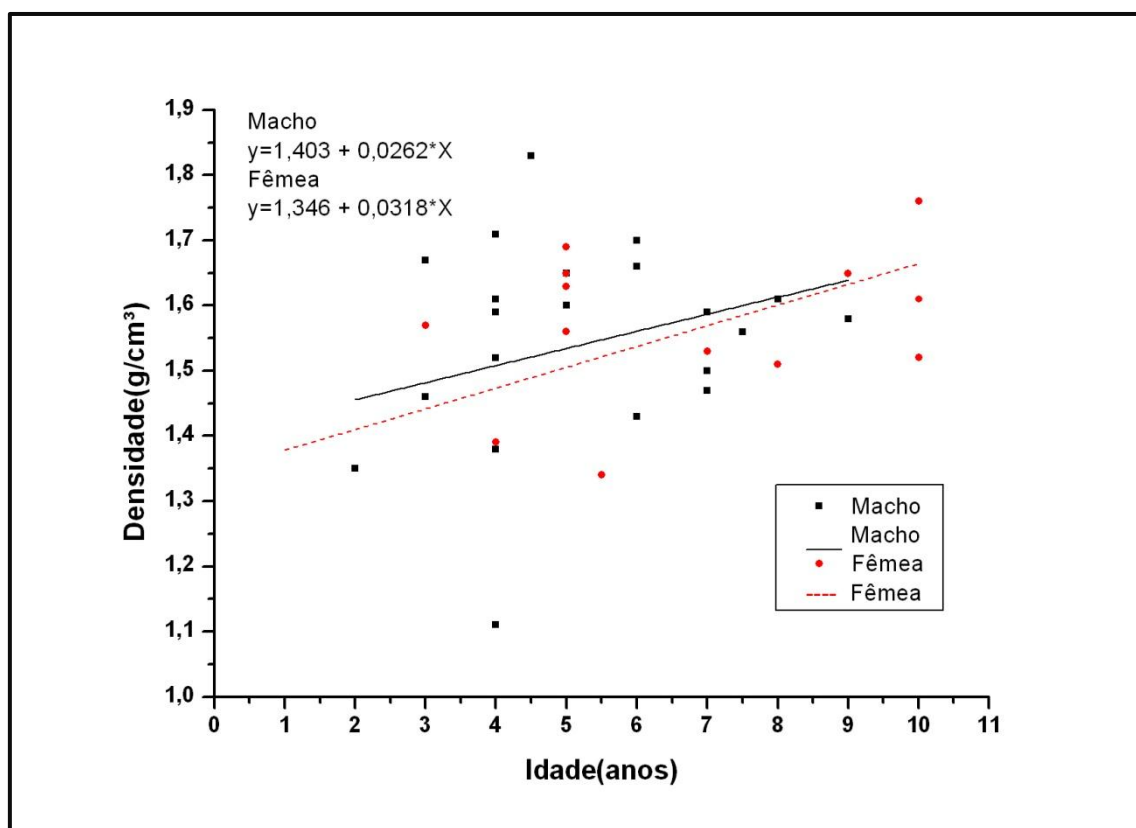


Figura 2: Relação entre gênero e idade.

As equações obtidas através das curvas do Gráfico 1 são muito próximas, não sendo praticamente iguais devido ao não balanceamento dos dados. As

curvas confirmam a hipótese de que o gênero não influencia na densidade óssea do animal.

4. CONCLUSÃO

As análises de densidade realizadas mostraram que, para esse conjunto de dados, não existe uma diferença significativa se tratando do gênero e da idade do animal, podendo generalizar de acordo com essas variáveis. A única diferença significativa encontrada foi em relação ao peso, o qual o aumento da massa óssea está relacionado com o ganho de peso através do crescimento do animal.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, V. A.; BRAITH, A. M. S. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 115 - 122, (2006).

GALI, J. C., **Osteoporosis**. Acta Ortopédica Brasileira, vol.9, n.2, pp. 53-62, 2001.

JUNQUEIRA, L.C.U.; CARNEIRO, J., **Histologia básica**. 10.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

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

LIPSCOMB, V.J. et al. **Asymmetric densitometric and mechanical adaptation of the left fifth metacarpal bone in racing greyhounds**. Vet. Rec., v. 148, n. 10, p. 308-11, 2001.

LOUZADA, M. J. Q. et al. **Avaliações de densidade óssea em imagens radiográficas: estudo em peças ósseas de cães**. RBE - Caderno de Engenharia Biomédica, 1998.

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

NATIONAL LIBRARY OF MEDICINE - Medical Subject Headings. Disponível em: <http://www.nlm.nih.gov/cgi/mesh/2011/MB_cgi?mode=&term=Bone+Density&format=mesh>. Acesso em: 8 jun. 2011

REZENDE, M. A., **Uma abordagem não convencional sobre as principais características físicas da Madeira, com ênfase para retratibilidade, massa específica e técnica de atenuação da radiação gama**. Tese de Livre Docência – UNESP – Botucatu, 1997.

REZENDE, M. A., **Wood shrinkage of Pinus caribaea var. hondurensis and Eucalyptus grandis and their relationships with moisture content and specific gravity**. Scientia Forestalis, Piracicaba, n. 64, p. 120-127, 2003.

VULCANO, L.C.V, MARQUES, F.A., GODOY, C.L.B., **Determinação da densidade mineral óssea da extremidade distal do rádio-ulna em gatos: correlação entre peso, sexo e idade**. Ciência Rural, v.38, n.1, jan-fev, 2008.

WEBBER, C. E., **Physics in Medicine and Biology**. [s.l.], v. 51, 2006.