

QUALIDADE ÓSSEA DE POEDEIRAS COMERCIAIS LEVES ALIMENTADAS COM RAÇÕES SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES ÓLEOS VEGETAIS¹

Ana Beatriz Garcia Faitarone^{2,*}
Edivaldo Antonio Garcia³
Silvana Martinez Baraldi Artoni⁴
Sarah Sgavioli⁵
Maeli Dal Pai Silva⁶
Heraldo César Gonçalves⁷
Kleber Pelícia⁸

RESUMO

O presente experimento, com 112 dias de duração, foi conduzido com o objetivo de estudar o efeito da adição de óleos vegetais, fontes de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6 na dieta, sobre a qualidade óssea de poedeiras comerciais leves. Foram utilizadas 50 poedeiras comerciais brancas da linhagem Lohmann LSL, submetidas a 10 tratamentos experimentais (T1 – Controle; T2 – inclusão de 2,5% de óleo de linhaça na dieta; T3 – inclusão de 2,5% de óleo de canola na dieta; T4 – inclusão de 2,5% de óleo de soja na dieta; T5 – inclusão de 5% de óleo de linhaça na dieta; T6 – inclusão de 5% de óleo de canola na dieta; T7- inclusão de 5% de óleo de soja na dieta; T8 – inclusão de 2,5% de óleo de linhaça +2,5% de óleo de soja na dieta; T9 – inclusão de 2,5% de óleo de canola + 2,5% de óleo de soja na dieta e T10 – inclusão de 2,5% de óleo de linhaça + 2,5% de óleo de canola na dieta). As características avaliadas foram: resistência óssea à quebra e densidade mineral óssea. Pela análise histológica das tíbias, realizou-se contagem de osteoclastos e mensurou-se a espessura de osso compacto e da área ocupada por osso esponjoso. Empregou-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos (diferentes inclusões lipídicas), sendo 5 repetições (tíbias) por tratamento. Os dados obtidos foram avaliados por análise de variância. Constataram-se efeitos significativos da inclusão de óleos vegetais na dieta de poedeiras comerciais sobre as regiões epifisárias proximal, distal e diafisária das tíbias. A inclusão de óleos vegetais na dieta de poedeiras leva à redução da retenção de minerais nos ossos, entretanto essa redução pode ser amenizada, quando a suplementação é realizada com inclusões mais altas de óleos ricos em ω -3. A inclusão de ácidos graxos poliinsaturados ω -3 e ω -6 na dieta de poedeiras não influencia a formação e nem a reabsorção de tecido ósseo.

Palavras-chave: ácidos graxos poliinsaturados, densidade mineral óssea, histologia óssea, nutrição de poedeiras, resistência óssea.

¹ Projeto financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo /FAPESP

² Pós-Doutoranda em Tecnologia dos Produtos de Origem Animal, Unesp, Botucatu.

* Departamento de Gestão e Tecnologia Agroindustrial, FCA, UNESP, Botucatu, SP, Brasil, 18618-970. (16) 97224061. E-mail: abiazinha2003@yahoo.com.br. Autor para correspondência

³ Prof. Titular do Departamento de Produção Animal, FMVZ/Unesp, Botucatu

⁴ Prof. Adjunto do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, FCAV/Unesp, Jaboticabal

⁵ Doutoranda em Nutrição de Monogástricos, FCAV/Unesp, Jaboticabal

⁶ Prof. Adj. do Departamento de Morfologia, IB/Unesp, Botucatu

⁷ Prof. Adj. do Departamento de Produção Animal, FMVZ/Unesp, Botucatu

⁸ Docente do Departamento de Zootecnia da UNIFENAS – Alfenas/MG

BONE QUALITY OF LAYING HENS FED DIETS SUPPLEMENTED WITH DIFFERENT VEGETABLE OILS

ABSTRACT

The present experiment was conducted on 112 days of duration with the aim of studying the effect of adding vegetable oil sources of omega 3 and omega 6 in the diet on bone quality of white layers. A total of 50 white layers, Lohmann LSL, underwent to 10 treatments (T1 - control, T2- inclusion of 2.5% of linseed oil in the diet, T3- inclusion of 2.5% of canola oil in the diet; T4-inclusion of 2.5% of soybean oil in the diet; T5-inclusion of 5% of linseed oil in the diet; T6- inclusion of 5% of canola oil in the diet; T7-inclusion of 5% oil soy in the diet; T8-inclusion of 2.5% of linseed oil +2.5% soybean oil in the diet; T9- inclusion of 2.5% canola oil + 2.5% soybean oil in the diet and T10- inclusion of 2.5% of linseed oil + 2.5% of canola oil in the diet). The characteristics assessed were: resistance to breakage and bone mineral density. Through histological analysis of tibia, there was counting of osteoclasts were measured and the thickness of compact bone and the area occupied by cancellous bone. It was used a completely randomized design with 10 treatments (different lipid inclusions) and five replicates of tibia per treatment. The data were evaluated by analysis of variance. Were found significant effects of the inclusion of vegetable oils in the diet of laying hens on the epiphyseal regions proximal and distal shaft of the tibia. The inclusion of vegetable oils in the diet of laying hens leads to reduced bone mineral retention, however this reduction can be mitigated when supplementation is performed with highest inclusions of oils rich in ω -3. The inclusion of polyunsaturated fatty acids ω -3 and ω -6 in the diet of laying hens did not influence the formation and resorption of bone tissue.

Keywords: polyunsaturated fatty acids, bone mineral density, bone histology, nutrition hens, bone strength.

CALIDAD ÓSEA DE PONEDORAS COMERCIALES ALIMENTADAS CON PIENSOS ADICIONADOS CON DIFERENTES ACEITES VEGETALES

RESUMEN

Este experimento, con 112 días de duración, fue realizado con el objetivo de estudiar el efecto de la adición de aceites vegetales, fuentes de ácidos grasos omega 3 y omega 6 en el pienso, sobre la calidad ósea de ponedoras comerciales livianas. Fueron utilizadas 50 ponedoras comerciales blancas de linaje Lohmann LSL, sometidas a 10 tratamientos experimentales (T1 – Control; T2 – inclusión de 2,5% de aceite de linaza en el pienso; T3 – inclusión de 2,5% de aceite de canola en el pienso; T4 – inclusión de 2,5% de aceite de soya en el pienso; T5 – inclusión de 5% de aceite de linaza en el pienso; T6 – inclusión de 5% de aceite de canola en el pienso; T7- inclusión de 5% de aceite de soya en el pienso; T8 – inclusión de 2,5% de aceite de linaza +2,5% de aceite de soya en el pienso; T9 – inclusión de 2,5% de aceite de canola + 2,5% de aceite de soya en el pienso y T10 – inclusión de 2,5% de aceite de linaza + 2,5% de aceite de canola en el pienso). Las características evaluadas fueron: resistencia ósea a ruptura y densidad mineral ósea. A través del análisis histológico de las tibias, se realizaron los conteos de osteoclastos y se midió la espesura del hueso compacto y el área ocupada por el hueso esponjoso. El diseño experimental utilizado fue completamente aleatorio, con 10 tratamientos (diferentes inclusiones de lípidos), siendo 5 repeticiones (tibias) por tratamiento. Los datos obtenidos fueron evaluados a través de análisis de varianza. Se confirmaron efectos significativos sobre las epífisis proximal, distal y diáfisis de las tibias debido a la inclusión de aceites vegetales en el pienso de ponedoras comerciales. El uso de aceites vegetales en el

pienso de ponedoras trae consigo un detrimento en la retención de minerales en los huesos, sin embargo, esta disminución puede ser controlada cuando se usan cantidades elevadas de aceites ricos en ω -3. El uso de ácidos grasos poli insaturados ω -3 y ω -6 en el pienso de ponedoras no tuvo influencia en la formación y reabsorción de tejido óseo.

Palabras claves: ácidos grasos poli insaturados, densidad mineral ósea, histología ósea, nutrición de ponedoras, resistencia ósea.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que muitos nutrientes presentes na dieta avícola influenciam diretamente o crescimento e a manutenção óssea, destacando-se, principalmente, o cálcio, fósforo e a vitamina D3. Atualmente, pesquisas têm revelado efeitos benéficos da ingestão de ácidos graxos para o metabolismo ósseo das aves (1). Os osteoblastos são as células formadoras do tecido ósseo, que se originam localmente à partir de células tronco mesenquimais (2) e, são as células responsáveis por sintetizar e secretar a matriz orgânica contendo o colágeno do tipo I, além de sintetizar também várias proteínas. Além disso, os osteoblastos ainda são responsáveis pela produção de inúmeros fatores regulatórios, como as prostaglandinas, citocinas e fatores de crescimento, que estimulam tanto a formação bem como a reabsorção óssea (3).

Os osteoclastos são as células responsáveis pela desmineralização óssea e digestão da matriz do osso. Durante o processo de crescimento ósseo, essas células são necessárias para a reabsorção da cartilagem calcificada e também para a modelação óssea (4).

O consumo excessivo de ácidos graxos poliinsaturados ômega 6 (ω 6) pode influenciar negativamente o metabolismo ósseo das aves, estimulando a reabsorção óssea em função da elevada produção endógena de prostaglandinas. Entretanto, os ácidos graxos da família ômega 3 (ω 3) podem exercer ação oposta, contribuindo para minimizar o processo de reabsorção óssea. Dessa forma, o decréscimo na proporção ômega-6/ômega-3 da dieta poderia atenuar o desenvolvimento de doenças metabólicas ósseas, pelo decréscimo no acúmulo de ácido araquidônico (família Ômega-6) responsável pela formação das prostaglandinas. Os ácidos graxos ômega-3 exercem função de proteção no esqueleto, indicada pelos níveis elevados de marcadores da deposição óssea, promovendo maior atividade dos osteoblastos (1).

Entre os óleos vegetais utilizados na alimentação animal, o de linhaça se caracteriza pela alta concentração de ácido linolênico, um ácido graxo poliinsaturado (AGPI) da série ômega 3 (5) que compete com o ácido linoléico (ômega 6) pelas enzimas hepáticas envolvidas nos processos de insaturação e alongamento da cadeia dos ácidos graxos.

Deve-se lembrar também que a rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea. Esses dois minerais perfazem cerca de 70% da composição óssea e os 30% restantes são compostos de matéria orgânica, principalmente colágeno (6-8).

A hidroxiapatita e o alumínio possuem densidades muito semelhantes. Desta forma, muitos autores realizaram estudos com o objetivo de relacionar o grau de mineralização óssea e a densidade do alumínio e concluíram que é possível comparar, por estudo radiológico, a quantidade de cálcio e fósforo depositados nos ossos com a quantidade de alumínio encontrada em uma escala pré-definida, pela análise de densitometria óssea em imagens radiográficas (9).

Diante do exposto, surge a proposta do presente estudo, que tem por objetivo estabelecer uma relação entre suplementação, via dieta, de poedeiras comerciais com ácidos graxos fontes de ácidos graxos ω -3 e ω -6 e qualidade óssea dessas aves, utilizando-se, para tanto, as técnicas de densitometria mineral óssea em imagens radiográficas, resistência óssea à quebra e análise histológica dos ossos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UNESP- Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia e teve duração de 112 dias. Utilizaram-se 50 tíbias de poedeiras comerciais da linhagem leve LOHMANN LSL com 51 semanas de idade.

Durante o período experimental, as aves foram mantidas sob as mesmas condições de manejo e alimentação.

Os tratamentos experimentais consistiram na alimentação das aves com rações suplementadas com óleos vegetais ricos em ácidos graxos poliinsaturados das famílias ômega 3 e ômega 6, conforme se segue: ração convencional sem adição de óleo (T1); inclusão de 2,5% de óleo de linhaça (T2); inclusão de 2,5% de óleo de canola (T3); inclusão de 2,5% de óleo de soja (T4); inclusão de 5% de óleo de linhaça (T5); inclusão de 5% de óleo de canola (T6); inclusão de 5% de óleo de soja (T7); inclusão de 2,5% de óleo de linhaça + 2,5% de óleo de soja (T8); inclusão de 2,5% de óleo de canola + 2,5% de óleo de soja (T9) e inclusão de 2,5% de óleo de linhaça + 2,5% de óleo canola (T10).

As rações experimentais foram formuladas à base de milho e farelo de soja, diferindo entre si apenas em relação ao tipo de óleo vegetal empregado e ao seu nível de inclusão.

Após serem submetidas por 112 dias aos tratamentos experimentais, cinco aves por tratamento foram sacrificadas por meio do corte da veia jugular e da artéria carótida, após atordoamento por eletronarcose, para retirada de suas tíbias que, posteriormente, foram avaliadas por densitometria óssea e resistência à quebra para a determinação da qualidade óssea.

As tíbias direitas foram mantidas inteiras e em estado natural, sendo submetidas inicialmente à análise de densidade mineral, por meio da análise de densitometria óssea, a partir de imagens radiográficas obtidas das tíbias (10), utilizando-se o software específico Image-Pro Plus, Media Cybernetics, versão 4.1. Como referencial densitométrico para as amostras radiográficas, utilizou-se uma escada de alumínio (liga 6063, ABNT) de 12 degraus (0,5mm de espessura para o primeiro degrau), variando de 0,5 em 0,5mm até o décimo, sendo que o décimo primeiro degrau apresentava 6,0 mm de espessura e o décimo segundo 8,0mm; cada degrau possuía 5 X 25mm² de área radiografada, concomitantemente, com os ossos das aves. A escada foi posicionada paralelamente aos ossos de interesse, de forma que os degraus mais altos permaneceram no alto do chassi.

Para realização das leituras densitométricas, utilizou-se um scanner A3 scaníon para digitalização das imagens radiográficas e, posteriormente, as mesmas foram armazenadas em microcomputador. Estas imagens digitalizadas foram submetidas ao software computacional Image-Pro Plus, Media Cybernetics, versão 4.1, onde se realizou a calibração do aparelho para a densidade mineral óssea. Em seguida, foram aferidas as medidas da densidade mineral óssea do osso de interesse em suas diferentes regiões (epífise proximal, diáfise, e epífise distal). Os valores densitométricos foram expressos em milímetros de alumínio (mm Al).

Após a realização das análises de densitometria mineral óssea, as mesmas tíbias foram submetidas à análise de resistência ao rompimento. As análises de resistência óssea foram realizadas por meio de uma célula específica acoplada ao equipamento Texture Analyser TA. XT Plus, com a utilização da sonda Blade Set HDP/BS, com velocidade de pré teste de 2,0 mm/segundo, velocidade de teste de 1,0mm/segundo e velocidade de pós teste de 4,0mm/segundo. As tíbias foram acomodadas e centralizadas em suporte com vão livre de 6 cm. Somente após fixação de um vão livre para a realização das avaliações de resistência, pôde-se comparar os valores obtidos (kgf). Um software específico foi utilizado para registrar a força necessária empregada para o rompimento total dos ossos.

As tíbias esquerdas, em estado natural, foram seccionadas em sua porção mediana, no sentido transversal, de onde foram coletados fragmentos de 2,0 cm de cada osso, os quais foram utilizados para a realização das análises morfométricas. Nas lâminas histológicas, mensurou-se a área de tecido ósseo formado (compacto e esponjoso) e realizou-se a contagem de osteoclastos. Todas as análises foram efetuadas em 5 campos distintos, previamente delimitados em cada lâmina. As lâminas histológicas foram analisadas com o auxílio de microscópio ótico com aumento de 40x, acoplado ao sistema analisador de imagens Leica Qwin.

O delineamento experimental utilizado para a densitometria e resistência óssea foi o inteiramente ao acaso, com 10 tratamentos (diferentes inclusões lipídicas) e 5 repetições por tratamento experimental.

Para as análises histológicas utilizou-se um delineamento experimental inteiramente ao acaso em parcelas subdivididas no espaço com 4 tratamentos, 5 repetições por tratamento e 5 campos por repetição.

Os valores obtidos foram avaliados pela análise de variância de acordo com o pacote computacional SAS (11). A comparação entre as médias foi efetuada pelo teste Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, estão apresentados os dados referentes à composição em ácidos graxos dos óleos vegetais que compuseram as dietas experimentais.

Tabela 1. Composição analisada em ácidos graxos dos óleos vegetais empregados nas dietas experimentais (% do total de ácidos graxos).

Ácidos Graxos	Óleo de Canola	Óleo de Linhaça	Óleo de Soja
	%		
C16:0 – Ác. Palmítico	12,3751	6,3720	13,0608
C18:0 – Ác. Esteárico	2,4502	3,9842	2,2366
C18:1 – Ác. Oleico	45,2735	24,8235	23,0449
C18:2 – Ác. Linoleico (ω 6)	36,5747	14,6624	56,4484
C18:3 – Ac. Linolênico (ω 3)	3,3264	50,1580	5,2094

Os dados referentes à resistência à quebra e densitometria mineral óssea das tíbias de poedeiras comerciais submetidas aos tratamentos experimentais encontram-se descritos na Tabela 2.

Considerando-se a resistência dos ossos à quebra, os resultados obtidos demonstraram não haver efeito significativo da inclusão de óleos vegetais na dieta de poedeiras sobre tal característica.

As ações positivas dos ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 (ácido graxo eicosapentaenóico – EPA) sobre os ossos podem ser atribuídas à sua ação de aumentar a absorção de cálcio no intestino e melhorar a formação óssea pelo aumento na deposição de cálcio e pela redução na reabsorção óssea por meio da menor excreção urinária de cálcio (12, 13); entretanto, no presente estudo, não se observou efeito da suplementação com ácidos graxos poliinsaturados, na dieta, sobre a resistência óssea das poedeiras.

Analisando-se os dados de densidade mineral óssea, foram constatados efeitos significativos da inclusão de óleos vegetais na dieta de poedeiras comerciais sobre as regiões epifisárias proximal e distal e diafisária das tíbias.

Tabela 2. Resistência à quebra (Resist. óssea), densidade mineral óssea da epífise distal (ED), da diáfise (DF) e da epífise proximal (EP) das tíbias de poedeiras comerciais alimentadas com rações suplementadas com óleos vegetais fontes de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6.

Tratamentos	Resist.Óssea (kgf)	ED (mm de Al)	DF (mm de Al)	EP (mm de Al)
Controle (sem óleo)	9,13	4,09ab	6,24a	6,63a
2,5% linhaça	9,14	4,65 ^a	5,31b	5,30bc
2,5 canola	8,56	2,82c	4,74cd	5,26bcd
2,5% soja	9,30	3,86ab	5,36b	5,63b
5% linhaça	8,84	4,36ab	5,29b	6,00ab
5% canola	9,80	3,72abc	4,66d	4,55cd
5% soja	9,35	3,46bc	4,70d	5,20bcd
2,5% linhaça +2,5% soja	9,56	3,43bc	4,55d	4,57cd
2,5%canola +2,5% soja	9,41	4,40ab	5,25bc	5,22bcd
2,5% linhaça +2,5% canola	10,02	3,96ab	4,38d	4,40d
Probabilidade	P>0,05	P<0,001	P<0,001	P<0,001
CV(%)	18,39	12,04	4,95	7,78

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste Tukey (P<0,05).

Observou-se que tíbias provenientes das poedeiras alimentadas com rações sem suplementação de óleo (controle) apresentaram valores de densidade mineral da epífise distal semelhantes aos valores obtidos para os demais tratamentos, diferindo, apenas, dos valores encontrados para as tíbias das aves suplementadas com 2,5% de óleo de canola.

Para a região diafisária das tíbias, o tratamento controle (sem óleo) promoveu maior retenção de minerais, fato que pôde ser comprovado pelo maior valor de densidade mineral encontrado para essa região do osso.

Constatou-se que, para a região epifisária proximal das tíbias, o tratamento em que as aves não foram suplementadas com óleo também promoveu maior retenção de minerais. Tal resultado foi, estatisticamente, semelhante ao encontrado para as tíbias das poedeiras suplementadas com 5% de óleo de linhaça na ração.

Vários fatores interferem na absorção de minerais pelas aves, tais como: composição do alimento, tipo de processamento da matéria prima, idade e espécie do animal, entre outros (14).

Alguns autores (15-17) relataram que a adição de gorduras à ração de frangos de corte interfere no metabolismo mineral, reduzindo a retenção e absorção intestinal do cálcio e os teores de cinzas e do cálcio nos ossos. Isso é atribuído à formação de sabões insolúveis de ácidos graxos com o cálcio e fósforo no intestino delgado das aves, o que diminui a absorção intestinal e a retenção do cálcio (15-17, 18-20).

Segundo estudo realizado em frangos de corte, constatou-se maior retenção de cálcio e fósforo nos ossos dos frangos alimentados com dietas sem adição de óleo, independentemente do nível de cálcio presente na ração. Segundo os mesmos autores, a deposição de fósforo nos ossos acompanha a deposição de cálcio, o que caracteriza a interdependência entre esses minerais, formando sais insolúveis que interferem na absorção de ambos pela ave (21).

Dietas com baixa proporção ω -6: ω -3 exercem efeitos benéficos sobre os ossos, entre estes, podem-se destacar: aumento na absorção do cálcio intestinal e redução no “turnover”

ósseo, maior deposição de cálcio nos ossos, incremento ao transporte do cálcio no duodeno, elevada síntese do colágeno ósseo e decréscimo na produção da prostaglandina atuante no osso (1). Além disso, segundo o mesmo autor, ácidos graxos ω 3 exercem função de proteção do esqueleto, aumentando a atividade das células formadoras ou osteoblastos. Os resultados obtidos pela presente pesquisa concordaram com os relatos do autor supra citado e apontaram que os ossos provenientes dos tratamentos em que foram empregadas altas concentrações de ácidos graxos ω -3, na dieta, apresentaram valores elevados de densidade mineral, demonstrando-se semelhantes aos valores obtidos para as tíbias das aves provenientes do tratamento em que não houve suplementação de óleo na dieta; sendo, assim, o efeito negativo da alta inclusão de lipídeos, na dieta, sobre o metabolismo do cálcio pode ter sido contornado pelos efeitos positivos da alta ingestão de ω -3 pelas aves.

Na Tabela 3 encontram-se descritos os dados referentes às médias obtidas para o número de osteoclastos, espessura de osso compacto e área de osso esponjoso nas tíbias de poedeiras comerciais submetidas aos tratamentos experimentais.

Não foram observadas diferenças estatísticas ($P>0,05$) entre os tratamentos para espessura de osso compacto e nem para área ocupada por osso esponjoso nas tíbias, o que indica pouca atividade de osteoblastos, ou seja, a suplementação com ácidos graxos ω -3 ou ω -6 não influenciou a produção e nem atividade dos osteoblastos, não afetando dessa forma, a formação óssea.

Tabela 3. Número de osteoclastos, espessura de osso compacto e área de osso esponjoso das tíbias de poedeiras comerciais alimentadas com rações suplementadas com óleos vegetais fontes de ácidos graxos ômega 3 e ômega 6.

Tratamentos	Número de Osteoclastos	Espessura Osso Compacto (μm)	Área de Osso Esponjoso (μm^2)
Controle (sem óleo)	13,1600	565,1064	18935,93
5% linhaça	15,8000	509,7696	17815,60
5% canola	16,2800	464,5340	18220,43
5% soja	17,0800	482,6180	18261,46
Probabilidade	$P>0,05$	$P>0,05$	$P>0,05$
CV(%)	20,50	22,77	22,41

Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na coluna diferem, significativamente, pelo Teste Tukey ($P<0,05$).

Os resultados obtidos no presente estudo, discordam daquele em que observou-se que o consumo excessivo de ácidos graxos poliinsaturados ω -6, pode influenciar negativamente o metabolismo ósseo das aves, estimulando a reabsorção óssea. Segundo o mesmo autor, os ácidos graxos da família ω -3 contribuem para minimizar o processo de reabsorção óssea, exercendo função de proteção no esqueleto, promovendo maior atividade dos osteoblastos (1).

As Figuras 1 e 2 ilustram cortes transversais da tíbia de poedeiras comerciais, indicados pelas setas, observa-se as células responsáveis pela reabsorção óssea, os osteoclastos e regiões formadas por osso esponjoso, osso compacto e matriz óssea.

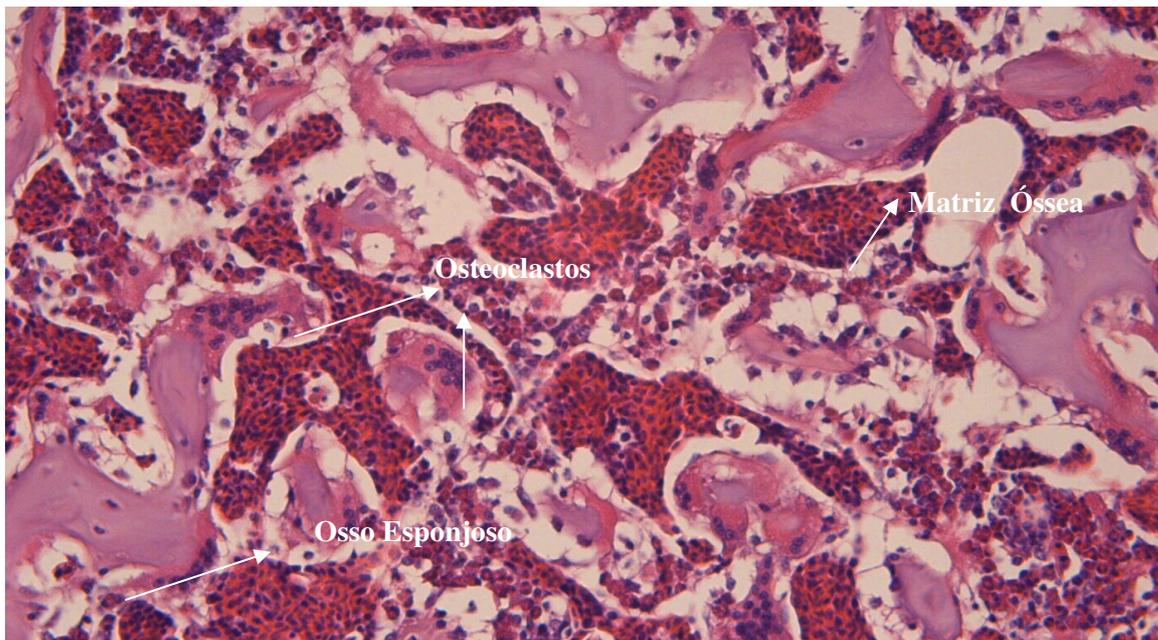


Figura 1. Corte transversal da tíbia de poedeiras comerciais: osso esponjoso, osteoclastos e matriz óssea encontram-se indicados pelas setas. Hematoxilina e Eosina. Obj. 40X.

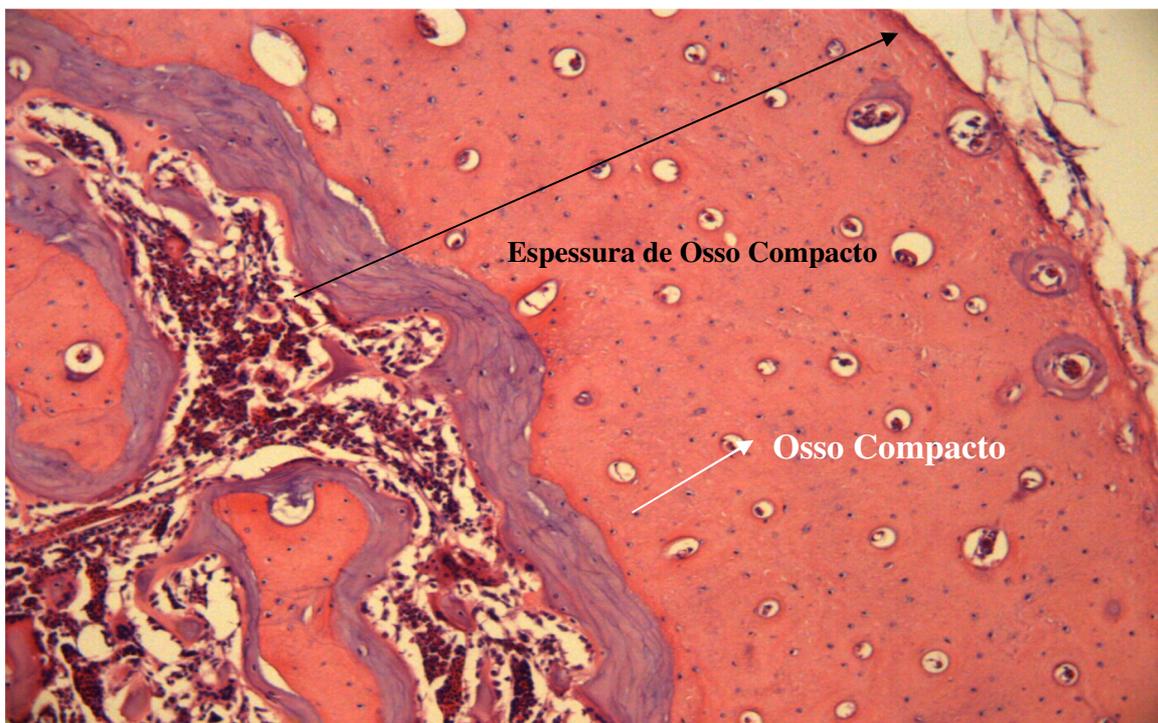


Figura 2. Corte transversal da tíbia de poedeiras comerciais, a seta indica a região formada por osso compacto. Coloração Hematoxilina e Eosina. Obj. 40X.

CONCLUSÕES

Diante dos resultados obtidos com a presente pesquisa, conclui-se que a suplementação da dieta com óleos vegetais ricos em ácidos graxos poliinsaturados ω -3 e ω -6 não altera a resistência óssea de poedeiras comerciais e nem influencia na formação/remodelação dos ossos.

A inclusão de óleos vegetais, na dieta de poedeiras, leva à redução na retenção de minerais nas regiões diafisária e epifisária proximal das tíbias.

REFERÊNCIAS

1. Mazzuco H. Integridade óssea em poedeiras comerciais: influência de dietas enriquecidas com ácidos graxos poliinsaturados e tipo de muda induzida. (Circular técnica 47). Concórdia: EMBRAPA, CNPSA; 2006 [acesso em 2006 jul 10]. Disponível em: <http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/phlisdata/salmtab/2005/SalmonellaAnnualSummary2005.pdf>.
2. Bernardino MP. Influência dos lipídeos da dieta sobre o desenvolvimento ósseo de frangos de corte. *Rev Eletrônica Nutritime*. 2009;6(3):960-6.
3. Liu D. The effects of dietary lipids on bone chemical, mechanical, and histological properties in japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*) [tese]. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University; 2000.
4. Gay CV, Gilman VR, Sugiyama T. Perspectives on osteoblast and osteoclast function. *Poult Sci*. 2000;79(7):1005-8.
5. Kratzer FH, Vohra P. The use of flaxseed as a poultry feedstuff [cited 2009 Dec 1]. Available from: <http://animalscience.ucdavis.edu/avian/pfs21.htm>.
6. Kålebo P, Strid KG. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiol*. 1988;29(5):465-72.
7. Field RA. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone moistures. *Meat Sci*. 1999;55(3):255-64.
8. Bruno LDG. Desenvolvimento ósseo em frangos: influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente [tese]. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista; 2002.
9. Almeida Paz ICL. Avaliação da densidade mineral óssea em matrizes pesadas por meio da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas [tese]. Botucatu: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista; 2006.
10. Louzada MJQ. Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo in vitro [tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas; 1994.
11. SAS Institute. Getting started with the SAS learning edition. Care (NC); 2002.
12. Claassen N, Coetzer H, Steinmann CM, Kruger MC. The effect of different n-6/n-3 essential fatty acid ratios on calcium balance and bone in rats. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*. 1995;53(1):13-9.
13. Krueger MC, Horrobin DF. Calcium metabolism, osteoporosis and essential fatty acids: a review. *Prog Lipid Res*. 1997;36(2-3):131-51.

14. Ensminger ME, Oldfield JE, Heinemann WW. Feeding poultry: feeds and nutrition. 2nd ed. California: Ensminger; 1990.
15. Griffith FD, Grainger RB, Begin JJ. The effect of dietary fat and cellulose on apparent calcium digestibility in growing chickens. *Poult Sci.* 1961;40(6):1492-7.
16. Waibel PE, Mraz FR. Calcium, stroncium and phosphorus utilization by chicks as influenced by nutrition and endocrine variations. *J Nutr.* 1964; 84(1):58-64.
17. Whitehead CC, Dewar WA, Downie JN. Effect of dietary fat on mineral retention in the chick. *Br Poult Sci.* 1971;12(2):249-54.
18. Atteh JO, Lesson S. Effects of dietary fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of broiler chickens. *Poult Sci.* 1983;62(12):2412-9.
19. Atteh JO, Lesson S. Effects of dietary levels and types of fat on performance and mineral metabolism of broiler chicks. *Poult Sci.* 1983;62(12):2403-11.
20. Atteh JO, Lesson S. Effects of dietary saturated or unsaturated fatty acids and calcium levels on performance and mineral metabolism of broiler chicks. *Poult Sci.* 1984;63(11):2252-60.
21. Dell'Isola ATP, Veloso JAF, Baião NC, Medeiros SL. Efeito do óleo de soja em dietas com diferentes níveis de cálcio sobre a absorção e retenção óssea de cálcio e de fósforo em frangos de corte. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2003;55(4):461-6.

Recebido em: 03/02/11

Aceito em: 22/05/12