

DENSIDADE MINERAL ÓSSEA NA PRODUÇÃO DE FRANGOS DE CORTE

Liliana Longo BORGES

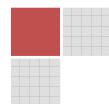
Pós graduanda do Programa de Zootecnia, Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal-SP, Brasil

Silvana Martinez BARALDI-ARTONI

Professora Adjunta do Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista-UNESP, Jaboticabal-SP, Brasil

Lizandra AMOROSO

Coordenadora do Curso de Zootecnia, Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos-UNIFEB, Barretos-SP, Brasil



RESUMO

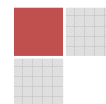
Uma das grandes preocupações das indústrias alimentícias envolvidas com a produção de carne é a presença de fragmentos provenientes de ossos quebradiços, que comprometem significativamente a segurança alimentar. Entre os nutrientes utilizados pelas aves, o cálcio e o fósforo disponível participam de forma ativa, pois são essenciais para uma série de funções metabólicas, atuando, principalmente, na formação óssea. O estudo da densidade mineral óssea de frangos tem grande importância, pois esta é uma técnica que permite acompanhamento das variações de massa óssea com baixo custo e tecnologia moderna, auxiliando na compreensão e melhor avaliação do processo de mineralização óssea.

Palavras chave: osso, cálcio, fósforo, densidade mineral, frangos de corte

ABSTRACT

A major concern of food industry involved in meat production is the presence of fragments from brittle bones, which significantly compromise food security. Among the nutrients used by birds, calcium and phosphorus participates actively as they are essential for a variety of metabolic functions, acting primarily on bone formation. The study of bone mineral density of broiler is of great importance, since this is a technique that allows monitoring of changes in bone mass with low cost and modern technology, helping to better understand and evaluate the process of bone mineralization.

Keywords: Bone, calcium, phosphorus, mineral density, broiler



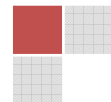
INTRODUÇÃO

Uma das grandes preocupações das indústrias alimentícias envolvidas com a produção de carne é a presença de fragmentos provenientes de ossos quebradiços, que comprometem significativamente a segurança alimentar (WHITEHEAD, 1992). Uma perda significativa ocorre por meio das condenações de peito, devido a hematomas e lesões nestas regiões, comprometendo a qualidade da carcaça (ABREU, 2002).

A estrutura óssea está intimamente relacionada com esses problemas, dessa forma, o conhecimento da estrutura básica e o crescimento normal dos ossos auxiliam no entendimento de como os problemas desenvolvem-se nos frangos.

O osso é um tecido heterogêneo complexo, constituído por células em vários estágios de diferenciação, com quatro funções principais, suportar a musculatura, auxiliar na movimentação, promover o crescimento do animal e servir como reserva mineral, que pode ser acessada durante distúrbios na homeostase mineral (MACARI et al., 2002).

O crescimento dos problemas ósseos é um fenômeno complexo, onde estão envolvidos fatores genéticos, hormonais, metabólicos e ambientais (MACARI et al.,



2002). A alta incidência de problemas ósseos, como deformidades e porosidades, está associado à seleção de aves para crescimento rápido (JULIAN, 1998).

O osso constitui-se de 22% de matriz óssea orgânica, 9% de água e 69% de materiais inorgânicos. A matriz orgânica tem como componente predominante o colágeno (90%), que participa no processo de mineralização óssea (ARAÚJO et al, 2006).

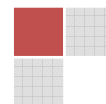
O osso é composto de regiões que são denominadas epífises, diáfise e uma região intermediária entre a epífise e a diáfise, a metáfise (BARREIRO et al, 2009) Em um osso longo em crescimento, as epífises e as metáfises, originadas em dois centros de ossificação independentes, estão separadas por um revestimento cartilaginoso, a cartilagem epifisária (placa de crescimento). (AZEVEDO; CHAHADE, 2003a).

A ossificação intramembranosa é responsável pela forma definitiva de um número limitado de ossos que não são pré-formados pela cartilagem. A ossificação endocondral engloba as atividades responsáveis pela formação dos ossos que sustentam peso, sendo também responsável pelo alongamento da maior parte da massa esquelética durante o crescimento. A contínua adição de cartilagem e a sua posterior substituição pelo osso são a essência do processo de alongamento (Almeida Paz et al, 2005).

O tecido ósseo apresenta uma plasticidade que o faz capaz de responder a estímulos, adaptando-se na regeneração de fraturas e/ou posteriormente às enfermidades dos ossos (BARREIRO et al, 2009). Observa-se a transformação de osso cortical onde antes havia somente osso esponjoso e vice-versa (BARGMANN, 1968).

CONSIDERAÇÕES SOBRE CÁLCIO E FÓSFORO

Os minerais possuem papel importante na nutrição de frangos de corte, pois uma deficiência ou excesso dietético impossibilita a expressão do máximo desempenho na fase de crescimento (MUNIZ et al, 2007). O cálcio, o fósforo e a vitamina D são elementos intimamente associados no metabolismo animal, muitas vezes combinados

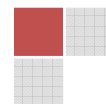


entre si, de modo que a carência de um deles na dieta limita o desempenho das aves (MACARI et al., 2002)

Entre os nutrientes utilizados pelas aves, o cálcio e o fósforo disponível participam de forma ativa, pois são essenciais para uma série de funções metabólicas, atuando, principalmente, na formação óssea (VARGAS et al, 2004). Aproximadamente, 98% do cálcio total do organismo e 80% do fósforo estão presentes nos ossos (AMOROSO, 2009).

A deposição de cálcio no esqueleto é mais intensa na fase de crescimento, assim, o conteúdo de cálcio no organismo dos pintainhos aumenta de maneira rápida na fase inicial, chegando ao final do primeiro mês de vida a 80% do total de cálcio da ave adulta (MUNIZ et al, 2007). Uma suplementação mineral inadequada durante a fase de crescimento terá como consequência um desequilíbrio na homeostase mineral e desenvolvimento inapropriado dos ossos das aves, ou seja, calcificação anormal dos ossos. No entanto, o cálcio em excesso pode agir como antagonista dificultando a absorção de alguns minerais tais como ferro, cobre, zinco, magnésio, sódio, potássio, entre outros. (WALDROUP, 1996). Em seu experimento onde objetivou determinar os valores fisiológicos de densidade mineral óssea em frangos de corte de 8 a 43 dias verificou que a densidade mineral óssea das aves de corte aumentou no decorrer das idades (8 e 43 dias) e em todas as regiões do tibiotarso (epífise proximal, diáfise e epífise distal), sugerindo uma maior mineralização do tibiotarso, e conseqüentemente maior resistência, permitindo dessa forma o suporte para ganho de massa muscular. (BARREIRO et al, 2009)

Milho e soja constituem a base da alimentação de aves e possuem teores de cálcio em níveis insuficientes para suprir as exigências nutricionais. Desta forma, há necessidade de fazer uma suplementação de cálcio na dieta para atender estas exigências, ressaltando que a origem da fonte de cálcio pode afetar sua utilização e influenciar a mineralização óssea e performance das aves (SÁ et.al., 2004). Muniz et al (2007) em seu estudo onde avaliaram diferentes fontes de cálcio para frangos de corte,

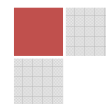


concluíram que o desempenho e desenvolvimento ósseo inferior nas aves que receberam o carboquelato de cálcio foi compensado por sua maior biodisponibilidade relativa em relação ao carbonato de cálcio, calcário A e B, ao manter o padrão de mineralização óssea (tíbia) em índices satisfatórios. A maior biodisponibilidade de cálcio a partir do carboquelato pode ser justificada pela maior eficiência dos minerais quelatados em relação às fontes inorgânicas para suprir as exigências minerais, em virtude da facilidade de absorção pelo epitélio intestinal e passagem para a corrente sangüínea da molécula intacta, uma proteção ao mineral quelatado em relação aos interferentes do processo absorptivo intestinal (SPEARS, 1991),

Outras fontes minerais utilizadas são calcário calcítico ou dolomítico, carbonato, sulfato e fluoreto de cálcio, fluorapatita e fosfatos de rocha defluorizado, tendo estas fontes biodisponibilidade variáveis (FIALHO et al., 1992).

Segundo o NRC (1994), a biodisponibilidade de cálcio no calcário dolomítico varia de 50 a 75 %, enquanto no calcário calcítico situa-se próximo de 90%. Tais variações devem-se ao fato do calcário calcítico possuir cristais com alternadas camadas de íons cálcio e carbonato (calcita), enquanto, no calcário dolomítico o magnésio substitui parte do cálcio, resultando em cristais mais densos e menos solúveis, além do magnésio também ser antagônico ao cálcio, podendo influenciar o mecanismo de absorção intestinal. Assim, a disponibilidade de cálcio no calcário dolomítico é menor do que no calcário calcítico devido a sua maior complexidade estrutural (ROSS et al., 1984).

O fósforo (P) é o segundo mineral mais abundante no corpo, e a maior parte dele é encontrada nos ossos. A claudicação pela degeneração e submineralização dos condrócitos hipertróficos dentro do disco de crescimento é um dos sinais de deficiência de P em aves em crescimento (SHIRLEY, 2003). A deficiência de P pode resultar em quebra ou defeitos nos ossos durante o processamento, causando a desclassificação da carcaça (BRENES et al., 2003). Além disso, pernas fracas frequentemente estão associadas à reduzida ingestão de alimentos, afetando, assim, o ganho de peso



(ONYANGO et al., 2003). Aproximadamente 70% do P dos grãos de cereais e farelos de sementes oleaginosas está na forma de fitato (P fítico), sendo esta a principal fonte natural de P no alimento animal (CASEY; WALSH, 2004). A disponibilidade do P fítico de alimentos vegetais é baixa em animais monogástricos, pela baixa ou nenhuma atividade de fitase no trato gastrintestinal (LAN et al., 2002).

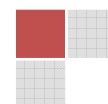
SCHOULTEN et al. (2002) avaliaram os efeitos dos níveis de cálcio, em rações suplementadas com fitase sobre a absorção de minerais e verificaram que baixos níveis de cálcio prejudicam a absorção de fósforo; enquanto que níveis elevados reduzem a absorção de cálcio, fósforo, zinco e manganês em frangos de corte de um a 21 dias de idade.

DENSIDADE MINERAL ÓSSEA

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, os 30% restantes são compostos de matéria orgânica, principalmente colágeno (BRUNO, 2002).

Em seu experimento onde objetivou determinar os valores fisiológicos de DMO em frangos de corte de 8 a 43 dias verificou que DMO das aves de corte aumentou ($P < 0,05$) no decorrer das idades (8 e 43 dias) e em todas as regiões do tibiotarso (epífise proximal, diáfise e epífise distal), sugerindo uma maior mineralização do tibiotarso, e conseqüentemente maior resistência, permitindo dessa forma o suporte para ganho de massa muscular. (BARREIRO et al, 2009)

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, através de um estudo radiológico, a quantidade de cálcio e fósforo depositados nos ossos com a quantidade de alumínio encontrada em uma escala pré-definida (ALMEIDA PAZ et al., 2005). Louzada (1997) realizou um estudo utilizando frangos

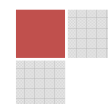


de corte como modelo para padronização metodológica e aplicação clínica da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas e relatou que a eficiência desta metodologia densitométrica pode ser evidenciada quando se comparam as médias dos valores expressos em milímetros de alumínio com as médias dos percentuais de cálcio das peças ósseas

A densitometria óssea é uma técnica que devido a sua alta precisão em detectar variações de ganho ou perda de massa óssea, é útil para o acompanhamento das doenças que afetam a mineralização óssea e o tratamento destas (BARREIRO et al, 2009).

A técnica baseia-se na comparação da imagem radiográfica do osso com a imagem radiográfica de uma escada de alumínio pré definida, já que a densidade deste metal é muito semelhante à densidade da hidroxiapatita existente no osso (AMOROSO, 2009). A densitometria é um método não invasivo e é o mais preciso para a avaliação do risco de fratura, segundo a International Osteoporosis Foundation (2004). Um dos benefícios é a capacidade de detecção precoce de distúrbios no processo de recuperação das injúrias ocorridas no tecido ósseo (MARKEL; BOGDANSKE, 1994) como discondroplasia tibial e osteoporose, patologias de alta frequência em aves (AMOROSO, 2009). Segundo Pharr e Bargai (1997), as regiões lesionadas por doenças que afetam o tecido ósseo, podem aparecer mais densas nas radiografias durante a deposição de tecido ósseo novo, devido à mineralização de osteócitos mortos, e conseqüentemente apresentam alterações nas leituras de densidade mineral óptica. Araújo (2001) em seu experimento avaliaram o efeito do cálcio na dieta de duas linhagens de frango de corte até o período de abate, sobre a densidade mineral óssea. Níveis baixos de cálcio na ração afetaram a densidade mineral óssea em aves da linhagem Cobb, que possuem genética para crescimento rápido, entretanto, os mesmos níveis não provocaram alterações de densidade óssea na linhagem Avian Farms, demonstrando que há diferenças metabólicas entre as linhagens.

Esta técnica é uma área da Sensitometria a qual estuda a ação fotoquímica da luz sobre as emulsões sensíveis, fornecendo um meio para medir esta ação e determinar a



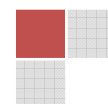
relação existente entre a quantidade de luz recebida por uma película sensível e a quantidade de sal de prata que se reduzirá por enegrecimento direto ou por um revelador (LOUZADA, 1997).

A densidade mineral óssea pode, ainda, ser medida através de técnicas como composição mineral óssea, resistência óssea à quebra, índice Seedor (ALMEIDA PAZ et al, 2009). De acordo com Zhange e Coon (1997), a força à quebra, também denominada resistência óssea não está em função da porcentagem de cinzas, mas sim em função do volume do mesmo. Oliveira et al (2008) em seu experimento, onde avaliou a qualidade óssea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fósforo disponível, verificaram que a redução da resistência à quebra, com a diminuição dos níveis de fósforo disponível, também resultou da menor deposição de minerais e da possível redução da densidade do osso cortical em função do excesso de cálcio em relação ao fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, V. M. N.; ABREU, P. G. **Qualidade de carcaça e o manejo na produção.** 2002. Disponível em: www.cnpsa.embrapa.br/cgi-bin/notipm.pl?/home/httpdl/docs/artigos/2002/artigo-2002. Acesso em 05 nov 2009.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; TAKITA, T. S.; VULCANO, L. C.; GUERRA, P. C.; WECHSLER, F. S.; GARCIA, R. G.; TAKAHASHI, S. E.; MOREIRA, J.; PELÍCIA, K.; KOMIYAMA, C. M.; QUINTEIRO, R. R. Comparison of techniques for tibial dyscondroplasia assessment in broilers chickens. **Brazilian Journal of Poultry Science.** 2005; 7:1:27-32.



ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; BALOG, A.; KOMIYAMA, C. M.; TAKAHASHI, S. E.; ALMEIDA, I. C. L.; GARCIA, E. A.; VULCANO, L. C.; BALLARIN, A. W.; SILVA, M. C. e CARDOSO, K. F. G. Efeito do cálcio na qualidade óssea e de ovos de poedeiras. **Arch. Zootec.** 58 (222): 173-183. 2009.

AMOROSO, L. **Respostas densitométricas, morfofisiológicas e desempenho de frangos de corte tratados com água filtrada e não filtrada.** 91f. Tese (doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2009.

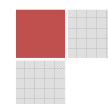
ARAÚJO, C. S. S. **Diferentes níveis de aminoácidos e de cálcio sobre o desempenho, avaliação da carcaça e características de frangos de corte.** 88f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.

ARAÚJO, C. S. S.; BARALDI-ARTONI, S. M.; ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; LOUZADA, M. J. Q.; OLIVEIRA, D. Densidade óssea de frangos de corte alimentados com diferentes níveis de aminoácidos e cálcio durante a fase final de criação. **Acta Sci. Anim. Sci.** Maringá, v. 28, n. 2, p. 203-208, April/June, 2006.

AZEVEDO, E.; CHAHADE, W. H. Anatomia, ultra-estrutura e remodelamento do tecido ósseo. In: ANIJAR, JR. **Densitometria óssea: na prática médica.** São Paulo: Sarvier, 2003a. P.1-8.

BARGMANN, W. **Histologia y anatomia mocroscópica humanas.** 3 ed. Barcelona: Editora Labor, 1968. 956p.

BARREIRO, F. R. ; SAGULA, A. L. ; JUNQUEIRA, O. M. ; PEREIRA, G. T. ; Baraldi-Artoni, S. M. . Densitometric and biochemical values of broiler tibias at different ages. *Poultry Science.* v. 88, p. 2644-2648, 2009.



BRENES, A. et al. The effect of citric acid and microbial phytase on mineral utilization in broiler chicks. **Anim. Feed Sci. Tech.**, Amsterdam, v. 110, n. 1-4, p. 201-219, 2003.

BRUNO, L. D.G. **Desenvolvimento ósseo em frangos de corte: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente.** Jaboticabal: UNESP, 72p. Tese (Doutorado). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual de Paulista, 2002.

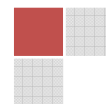
CASEY, A., WALSH, G. Identification and characterization of a phytase of potential commercial interest. **J. Biotechnol.**, Amsterdam, v. 110, n. 3, p. 313-322, 2004.

FIALHO, E. T.; BARBOSA, H. D.; BELLAVAR, C. et al. Avaliação nutricional de algumas fontes suplementação de cálcio para suínos-biodisponibilidade e desempenho. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n. 5, p. 891-905, 1992.

INTERNATIONAL OSTEOPOROSIS FOUNDATION. **Densitometria mineral óssea conformada como um indicador chave para o risco de fraturas.** 2004. Disponível em: http://www.osteofound.org/wco/2004/press_releases_files/pr_2004_04_07_por.pdf. Acesso em 05 nov 2009.

JULIAN, R. J.; Rapid growth problems: ascite and skeletal deformities in broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 77, n. 12, p.1773-1780, 1998.

LAN, G.Q. et al. Efficacy of supplementation of a phytaseproducing bacterial culture on the performance and nutrient use of broiler chickens fed corn-soybean meal diets. **Poult. Sci.**, Savoy, v. 81, n. 10, p. 1522-1532, 2002.



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

MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, L. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 2002. 375p.

MARKEL, M. D.; BOGDANSKE, J. J. Dual-energy x-ray absorptiometry of canine femurs with and without fracture fixation devices. **American Journal of Veterinary Research**, Chicago, v. 55, n.6, p.862-866, 1994.

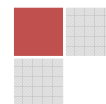
MUNIZ, E. B.; ARRUDA, A. M. V.; FASSANI, E. J.; TEIXEIRA, A. S.; PEREIRA, E. S. Avaliação de fontes de cálcio para frangos de corte. **Revista Caatinga** (Mossoró,Brasil), v.20, n.1, p.05-14, janeiro/março 2007.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of poultry. 9.ed. Washington: **National Academy of Sciences**, 1994. 155p.

OLIVEIRA, M. C.; MARQUES, R. H.; GRAVENA, R. A.; GIUSTI, B. L. Qualidade ossea de frangos alimentados com dietas com fitase e níveis reduzidos de fosforo disponível. **Acta Scientiarum Animal Sciences** (UEM). Jul, 2008.

ONYANGO, E.M. et al. Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels. **Poult. Sci.**, Savoy, v. 82, n. 11, 1787-1791, 2003.

PHARR, J. W.; BARGAI, V. **Radiology**. In: GRENOUGH, P. R.; WEAVER, A. D. Lameness in cattle. Philadelphia: W. B. Saunders, 1997. p.24-40.



ROSS, R.D.; CROMWELL, G.L.; STAHLY, T.S. Effects of source and the particle size on the biological availability of calcium in calcium supplements for growing pigs. **Journal Animal Science**, v.59, p.125-134. 1984.

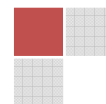
SÁ, L.M.; GOMES, P. C.; ALBINO, L. F.T. et al. Exigências Nutricionais de Cálcio e sua Biodisponibilidade em alguns alimentos para frangos de corte no período de 1 a 21 dias de idade. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p. 157- 168, 2004.

SHIRLEY, R.B. **Evaluation of phytase, vitamin D3 derivatives, and broiler breed differences on nutrient utilization, broiler performance, leg disorders, and the expression of intestinal calbindin-28 kd mRNA and protein.** 2003. Thesis (PhD in Poultry Science)-University of Georgia, Athens, 2003.

SCHOULTEN, N. A.; TEIXEIRA, A. S.; BERTECHINI, A. G.; FREITAS, R. T. F.; CONTE, A. J.; SILVA, O. S. Efeito dos níveis de cálcio sobre a absorção de minerais em dietas iniciais para frangos de corte suplementadas com fitase. **Ciências Agrotecnológicas**, Lavras, v.26, n.6, p. 1313-1321, 2002.

SPEARS, J.W. **Bioavailability of organic and inorganic trace minerals explored.** *Feedstuffs*, v.63, n.45, p.12-20, 1991.

VARGAS, J. R.; ALBINO, L. F. T.; ROSTAGNO, H. S.; GOMES, P. C.; CARVALHO, D. C. O.; CUPERTINO, E. S.; TOLEDO, R. S.; PINTO, R. Níveis Nutricionais de Cálcio e de Fósforo Disponível para Aves de Reposição Leves e Semipesadas de 13 a 20 Semanas de Idade. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.5, p.1263-1273, 2004.



WALDROUP, P.W. **Bioassays remain necessary to estimate phosphorus, calcium bioavailability.** Feedstuffs, v.68, p.13-20, 1996.

ZHANG, B.; COON, C. N. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. Poultry Science, 76: 1702-1706. 1997.

WHITEHEAD, C. C. **Bone biology and skeletal disorders in poultry.** Oxford: Carfax Publishing Co., 1992, 374p.

