

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Área de Concentração:
Nutrição e Produção Animal

**ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO TECIDO ÓSSEO DE
MATRIZES PESADAS POR MEIO DA TÉCNICA DE DENSITOMETRIA
ÓPTICA EM IMAGENS RADIOGRÁFICAS, QUALIDADE ÓSSEA E
PRODUÇÃO DE OVOS**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção
do Título de Doutora em Zootecnia.

Ibiara Correia de Lima Almeida Paz
Orientador: Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes

Botucatu – SP
Fevereiro de 2006

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CAMPUS DE BOTUCATU

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia
Área de Concentração: Nutrição e Produção Animal

**ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DO TECIDO ÓSSEO DE
MATRIZES PESADAS POR MEIO DA TÉCNICA DE DENSITOMETRIA
ÓPTICA EM IMAGENS RADIOGRÁFICAS, QUALIDADE ÓSSEA E
PRODUÇÃO DE OVOS**

Tese apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Zootecnia
como parte das exigências para
obtenção do título de Doutor em
Zootecnia.

Pós-Graduanda: Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

Orientador: Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes

Colaboradores: Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano

Prof. Dr. Adriano Wagner Ballarin

Dr. Paulo Sérgio de Oliveira Scudeller

Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Ms. Renata Rangel Quinteiro Arbex

Ms. Sabrina Endo Takahashi

Ms. Adriana Piccinin

Ms. José Antonio Dalanezi

Ms. Kleber Pelícia

Claudia Marie Komiyama

Augusto Balog Neto

Botucatu – SP
Fevereiro de 2006

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

- | | |
|-------|---|
| A448a | <p>Almeida Paz, Ibiara Correia de Lima ,1978-
Avaliação da densidade mineral óssea em matrizes pesadas
por meio da técnica de densitometria óptica em imagens
radiográficas / Ibiara Correia de Lima Almeida Paz. -
Botucatu : [s.n.], 2006.
xv, 81 f. : il. color., gráfs., tabs.
Tese (Doutorado) -Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2006
Orientador: Ariel Antonio Mendes
Inclui bibliografia.</p> <p>1. Ave doméstica - Criação. 2. Ossos - Radiografia. 3. Ovos -
Produção. 4. Qualidade. 5. Radiografia - Qualidade de imagem.
I.Mendes, Ariel Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio
de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina
Veterinária e Zootecnia. III. Título.</p> |
|-------|---|

APRESENTAÇÃO

Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, nascida aos vinte e três dias do mês de setembro do ano de mil novecentos e setenta e oito, na cidade de Tietê, no estado de São Paulo, Brasil.

Filha de Luiz Carlos de Almeida e Marlene Beluci Correia de Almeida

Graduada em Zootecnia, na Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, aos seis dias do mês de dezembro do ano de dois mil.

Mestre em Zootecnia, com área de concentração em Nutrição e Produção animal, do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista. Título obtido aos dezessete dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e três.

Doutora em Zootecnia, com área de concentração em Nutrição e Produção animal, do curso de Pós-Graduação da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista. Título obtido aos vinte e quatro dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e seis.

*“Se você cometeu algum erro, isso
significa tempo de aprender e não de
desistir.”*

André Luiz

*“Não sopram ventos favoráveis para
quem não sabe onde quer ir.”*

Sêneca

Ao meu marido Flávio Henrique, que este ao meu lado. Sempre. Apoiando-me nos momentos mais difíceis, fazendo-me recobrar a esperança e força para continuar.

À minha querida filha Mariah, uma benção que recebi e sem a qual não saberia mais viver...

DEDICO

À minha mãe, Marlene, meus irmãos Inaiá, Acauã e Ianê, que me acompanham e apóiam, sempre.

Aos meus sobrinhos Luiz Antônio e João Carlos, por toda alegria que me oferecem, sem nada pedir em troca.

Mesmo quando distantes fisicamente, estamos juntos em pensamento.

OFEREÇO

À Deus, por me dar uma família linda, amigos sinceros e conquistas que me fizeram crescer.

AGRADEÇO

HOMENAGEM ESPECIAL

Ao meu pai, Luiz Carlos de Almeida (*in memorian*), pelo exemplo de vida e pelo amor que me deu durante todo o tempo em que permaneceu entre nós.

*“Quero olhar hoje o mundo com olhos
cheios de amor. Ser paciente,
compreensivo e prudente. Ver além
das aparências, e assim, ver somente
o lado bom de cada pessoa...”*

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Prof. Dr. Ariel Antonio Mendes, pela amizade e confiança em mim depositadas.

Por ter compartilhado comigo seus ensinamentos, ajudando-me a compreender o funcionamento de muitos processos aparentemente simples, mais que demandam muito trabalho e dedicação.

Pela orientação durante a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão de bolsa de mestrado, permitindo que este projeto fosse concretizado.

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Estadual Paulista, pela oportunidade de realização deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Luiz Carlos Vulcano por ceder o programa ATHENA – SIA para as análises de densitometria óptica radiográfica e, principalmente, pelos ensinamentos.

Ao Prof. Adriano Wagner Ballarin, pelo auxílio e ensinamentos durante as análises de resistência óssea.

Ao Prof. Dr. Edivaldo Antonio Garcia pela colaboração nas análises de qualidade de ovos e pela amizade.

Ao Prof. Egladson João Campos, pela colaboração e auxílio durante a defesa da tese.

Aos amigos Renata Rangel Quinteiro Arbex, Rodrigo Garófallo Garcia, Sabrina Endo Takahashi, Cláudia Marie Komiyama e Augusto Balog Neto, pelo grande apoio e colaboração durante todas as etapas deste trabalho e principalmente pela amizade, momentos divertidos e conversas descontraídas que tivemos, tornando o ambiente de trabalho muito

agradável. Permitindo que todos nós fossemos uma grande família.

Ao amigo Paulo Sérgio Oliveira Scudeller pelo auxílio durante as análises, pela troca de conhecimento e idéias sobre diversos assuntos e, acima de tudo, pela amizade.

À amiga Adriana Piccinin, pela amizade e colaboração nas análises estatísticas.

Aos colegas Kleber Pelícia, José Antonio Dalanezi, Sirlei Aparecida Maestá, Waldmaryan Bianchini, Janaína Conte Hadlic, Jane Cristina Gonçalves e Fernanda Sampaio, pela amizade, colaboração e convívio.

Aos funcionários do Departamento de Produção e Exploração Animal, Solange Aparecida Ferreira e José Luiz Barbosa de Souza, pelo convívio e amizade.

Às secretárias da Pós-Graduação em Zootecnia, Carmem Silva de Oliveira Pólo e Seila Cristina Cassinelli Vieira, pela amizade e colaboração.

Aos funcionários da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, João Borioli Cassettari, Paulo Inácio Primo, Carolina Batista de Andrade, Irene Francisca de Arruda, Rodrigo Martin, Renato Agostinho de Arruda, Renato Monteiro Diniz, Maria da Conceição Tenore do Carmo, Pedro Cordeiro, Edivaldo Gomes Torquato, José Ramos Martin e Nanci Vieira Lapostte, pela colaboração.

Ao grande amigo Robson Rogério Ribeiro do Prado, por sua compreensão, amizade e, principalmente, por meus lindos sobrinhos.

À Flavio Antonio, Maria de Lourdes e Camila, pela enorme colaboração e apoio.

À Raquel, Gustavo, Rafael, Luiz Henrique, Pedrina, Benedicto, Gláucia, Michel José, Luiz Satyro e Aline, pelo apoio em todos os momentos.

À empresa Agroceres Ross, pela doação das aves utilizadas neste estudo.

À empresa Coopers Shering-Plough, em especial ao colega Maurício Hisano, pela doação das vacinas utilizadas neste estudo.

A todos que de alguma forma colaboraram com a realização deste sonho.

INDICE

	Página
CAPÍTULO 1	1
Considerações Gerais	1
Ossos	2
Matrizes pesadas	3
Produção de ovos	4
Densidade mineral óssea	5
Proposta do estudo	6
Referências bibliográficas	7
CAPÍTULO 2	11
Densidade mineral óssea, desenvolvimento ósseo, produção de ovos e qualidade da casca de ovos de matrizes pesadas.....	11
Resumo	12
Abstract	13
Introdução	14
Material e Métodos	16
Aves experimentais e manejo.....	16
Debicagem	18
Rações	20
Arraçoamento	21
Controle de peso corporal e uniformidade	21
Densidade óptica em imagens radiográficas	22
Curva de crescimento corporal (aves do grupo de estudo).....	26
Curva de produção de ovos	26
Qualidade da casca dos ovos	27
Análise estatística	30
Resultados e Discussão	30
Conclusões	41

	Página
Referências Bibliográficas	42
CAPÍTULO 3	47
Qualidade óssea e qualidade de casca de ovos de matrizes pesadas	47
Resumo	48
Abstract	49
Introdução	50
Material e Métodos.....	52
Aves, instalações e manejo.....	52
Rações	53
Densitometria óptica em imagens radiográficas	54
Índice Seedor	56
Resistência óssea	56
Matéria seca e cinzas ósseas	59
Porcentagem de cálcio e fósforo ósseos	60
Qualidade da casca dos ovos – peso específico e porcentagem de casca	60
Análise estatística	61
Resultados e Discussão	61
Conclusão.	71
Referências Bibliográficas	72
CAPÍTULO 4	76
Implicações	77
APÊNDICE I - Padronização da técnica radiográfica utilizada – experimento piloto.....	78
APÊNDICE II - Avaliação de discondroplasia tibial em machos matrizes.....	80

INDICE DE TABELAS

Capítulo 2

	Página
Tabela 1. Níveis nutricionais e composição calculada das rações.	20
Tabela 2. Peso médio das fêmeas e dos machos do estudo.....	32
Tabela 3. Produção semanal de ovos, de matrizes pesadas.....	33
Tabela 4. Valores de peso vivo (g) e densidade mineral óssea (milímetros de alumínio) das tíbias e fêmures das aves que compõe o grupo estudado, divididas em idade de coleta e faixa de peso corporal, de matrizes pesadas.....	35
Tabela 5. Valores de densidade mineral óssea (DMO) e características de qualidade da casca de ovos das aves do grupo estudado.....	38
Tabela 6. Correlações entre qualidade de casca e densidade mineral óssea das aves que do grupo de estudo, que estavam produzindo.....	40

INDICE DE TABELAS**Capítulo 3**

	Página
Tabela 1. Níveis nutricionais e composição calculada das rações.....	54
Tabela 2. Valores médios densidade mineral óssea (DMO), de matéria seca desengordurada (MSd), porcentagem de cinzas, porcentagem de cálcio, porcentagem de fósforo, índice Seedor e resistência óssea.....	64
Tabela 3. Correlações entre qualidade óssea das tíbias e fêmures e qualidade de casca de ovos, de matrizes pesadas.....	65

ÍNCIDE DE GRÁFICOS**Capítulo 2**

	Página
Gráfico 1. Peso corporal das fêmeas e machos do estudo.....	31
Gráfico 2. Produção de ovos das aves estudadas, em porcentagem.....	32
Gráfico 3. Densidade mineral óssea (mm de Al) de tíbias de matrizes pesadas.....	37
Gráfico 4. Peso específico dos ovos das aves do grupo estudado.....	38
Gráfico 5. Valores de densidade mineral óssea e curva de produção de matrizes pesadas.....	41

ÍNCIDE DE GRÁFICOS

Capítulo 3

	Página
Gráfico 1. Matéria Seca desengordurada de tíbias de matrizes pesadas.....	66
Gráfico 2. Matéria Seca desengordurada de fêmures de matrizes pesadas.....	66
Gráfico 3. Porcentagem de cinzas de tíbias de matrizes pesadas..	67
Gráfico 4. Porcentagem de cinzas de fêmures de matrizes pesadas.....	67
Gráfico 5. Índice Seedor de tíbias de matrizes pesadas.....	68
Gráfico 6. Índice Seedor de fêmures de matrizes pesadas.....	68
Gráfico 7. Porcentagem de cálcio de tíbias de matrizes pesadas..	69
Gráfico 8. Porcentagem de fósforo de tíbias de matrizes pesadas.....	69
Gráfico 9. Porcentagem de cálcio de fêmures de matrizes pesadas.....	70
Gráfico 10. Porcentagem de fósforo de fêmures de matrizes pesadas.....	70
Gráfico 11. Resistência óssea de tíbias de matrizes pesadas.....	71
Gráfico 12. Resistência óssea de fêmures de matrizes pesadas...	71

ÍNCIDE DE FIGURAS

Capítulo 2

	Página
Figura 1. Vista geral de um boxe de criação, com comedouro tubular, campânula de luz infravermelha e aves com 10 dias de idade.....	18
Figura 2. Ave sendo debicada.....	19
Figura 3. Detalhe do bico da ave, após a debicagem.....	19
Figura 4. Aves do estudo, transportadas ao Hospital Veterinário da FMVZ, para coleta de imagens radiográficas.....	23
Figura 5. Aparelho de raio-X utilizado nas coletas de imagens radiográficas.....	23
Figura 6. Posicionamento da ave e do <i>phantom</i> para coleta de imagem radiográfica (vista lateral).....	24
Figura 7. Posicionamento da ave e do <i>phantom</i> para coleta de imagem radiográfica (vista frontal).....	24
Figura 8. Tela inicial do Programa Athena – SAI®, que realiza as leituras de densitometria óptica em imagens radiográficas....	25
Figura 9. Cálculo da densidade mineral óssea da tíbia, com 0° de inclinação do eixo de leitura e 10mm de abertura de janela de leitura.....	26
Figura 10. Ninho alçapão, armado.....	28
Figura 11. Ninho alçapão, com ave presa.....	28
Figura 12. Vista de um boxe do galpão experimental, com fêmeas identificadas com tinta azul.....	29
Figura 13. Vista geral do interior do galpão experimental.....	29

ÍNCIDE DE FIGURAS**Capítulo 3**

	Página
Figura 1. Ossos dissecados e desengordurados utilizados no estudo.....	57
Figura 2. Aparelho, utilizado nos ensaios de resistência óssea..	58
Figura 3. Peça em aço, confeccionada para apoio das peças óssea do estudo.....	58
Figura 4. Vista da peça óssea no momento da execução do ensaio de resistência, com vão livre de 3cm.....	59

Capítulo I**CONSIDERAÇÕES GERAIS**

1. Ossos

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.*, 2001).

A ossificação é um processo no qual uma seqüência complexa de eventos inter-relacionados espacial e temporalmente conduzem à formação dos ossos. São dois os processos de desenvolvimento ósseo, a ossificação intramembranosa e a ossificação endocondral. Os mecanismos celulares de formação do osso são idênticos nos dois processos, 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 (Howlet, 1980; Banks, 1991; Thorp, 1992; Almeida Paz *et al.*, 2005).

O crescimento e desenvolvimento do tecido ósseo estão ligados ao crescimento global do corpo. O desencadeamento de doenças esqueléticas pode ocorrer quando há um aumento na taxa de crescimento de outros tecidos, principalmente o tecido muscular, sem que ocorra um aumento proporcional na taxa de crescimento do tecido ósseo. Alguns autores como Rennie *et al.* (1997), Kestin *et al.* (1999) e Rath *et al.* (1999) descrevem que as práticas de manejo e seleção com ênfase em crescimento comprometem a maturação, o vigor e a qualidade dos ossos das aves e podem ser responsáveis por problemas como fadiga de gaiola, osteoporose, doenças degenerativas dos ossos e fraqueza das pernas, em lotes de matrizes e frangos de corte. Estes problemas podem resultar em queda de produção de ovos, piora na qualidade da casca dos ovos, baixo desempenho e alta

mortalidade (McCoy & Reilly, 1996; Leeson & Summers, 2000; Vargas Jr. *et al.*, 2002).

2. Matrizes Pesadas

O desenvolvimento das matrizes pesadas pode ser dividido em várias etapas, que vão do início do desenvolvimento embrionário, nascimento, período de cria, recria e produção. Na primeira etapa pós-nascimento, que vai do 1º até o 21º dia de idade, os sistemas imunológico, cardiovascular e esquelético têm um desenvolvimento acentuado; em uma segunda fase que compreende o período entre 22 a 70 dias de idade, existe desenvolvimento esquelético acelerado, atingindo 85% das dimensões totais aos 56 dias de idade; ocorre ainda, um crescimento muito dinâmico dos músculos, tendões e ligamentos, a partir de aproximadamente 42 dias de vida. Nas etapas posteriores, além do desenvolvimento total do corpo ocorre o desenvolvimento dos ovários e, às 12 semanas aproximadamente, 95% do potencial de crescimento ósseo é atingido. Contudo, o sistema ósseo ainda sofrerá influência da produção de hormônios sexuais pelo sistema endócrino e do acelerado ganho de peso, que ocorre até aproximadamente 23 semanas de criação, quando as aves atingem a maturidade sexual e a produção de ovos se inicia (Agrocere Ross, 2000).

Ao atingir 210 dias de idade, ou seja 30 semanas, as aves apresentam maturidade fisiológica e o crescimento pára, porém, inicia-se o período de pico de produção de ovos e a demanda de minerais é aumentada, com aproximadamente 34 semanas ocorre o pico de produção de massa de ovos e a partir daí há diminuição na produção.

Associada à queda de produção há uma piora na qualidade da casca dos ovos. Muitos são os fatores que acompanham esta diminuição na qualidade, como a diminuição na espessura da casca e na porcentagem de casca em relação ao tamanho total do ovo, podendo ocorrer rupturas ou trincas nas cascas que promovem perdas no processo de incubação, estas alterações estão relacionadas ao aumento do tamanho dos ovos e também a

uma menor absorção intestinal de minerais pelas aves (Qin & Klandorf, 1991; Leeson & Summers, 2000; Luqueti *et al.*, 2002). Assim o sistema ósseo é utilizado para suprir as necessidades minerais do organismo, garantindo um equilíbrio entre a absorção e a demanda de cálcio e fósforo.

3. Produção de ovos

O ovo chega no útero em aproximadamente 6 horas após a ovulação e permanece neste segmento durante 18 a 20 horas. A calcificação ocorre de uma maneira muito lenta. Logo no início da entrada do ovo em formação no útero, ocorre a deposição de água através das membranas para dentro do albúmem. A taxa de deposição de cálcio para a formação da casca atinge um máximo dentro de 14 horas de formação do ovo, reduzindo durante as duas horas finais. A casca dos ovos é composta por carbonato de cálcio (Austic & Nesheim, 1990). O bicarbonato passa do sistema vascular para a glândula da casca e precipita na forma de sais inorgânicos de cálcio na casca dos ovos. Em torno de 2 a 3% das camadas calcificadas são formadas por matriz orgânica, principalmente de origem protéica. Poros estão presentes para permitirem a difusão de gases (Burley & Vadehra, 1989).

O ciclo ovulatório em galinhas é caracterizado por uma seqüência de óvulos produzidos. Esta consiste em um número de dias em que ocorre a oviposição, seguido por um dia de pausa. Assim, uma vez os mecanismos de *feedback* entre ovário, pituitária e hipotálamo alcançarem a maturidade de desenvolvimento, a matriz é capaz de produzir ovos. Incluído neste processo está o desenvolvimento do oviduto e a disponibilidade de cálcio para a formação da casca do ovo, sob ação do hormônio estrogênio. Comparando a curva de produção de aves Leghorn com matrizes pesadas expostas a restrição alimentar, observa-se que as matrizes pesadas apresentam menor pico e persistência de postura (Robinson *et al.*, 1993).

Por meio do melhoramento genético associado ao manejo, têm-se obtido um bom ciclo de postura. A seqüência é separada por um ou dois dias, quando não ocorre ovulação. A duração da seqüência em relação aos

dias em que a ave não está produzindo ovos determina a taxa máxima de produção de ovos. Logo que a ave entra em produção, as seqüências são, em geral, longas. A seqüência mais longa é de aproximadamente 25 ovos em matrizes pesadas e 67 ovos em poedeiras Leghorn (Robinson *et al.*, 1993). Após alguns meses de produção, as seqüências são mais curtas.

4. 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 (Kälebo & Strid, 1988a; Field, 1999; Bruno, 2002).

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 (Loubel & Dubois, 1973; Kälebo & Strid, 1988a; Kälebo & Strid, 1988b). Esta técnica de determinação do grau de mineralização óssea é denominada Densitometria Óptica em Imagens Radiográficas.

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 (1994), Garton *et al.* (1994) e Louzada (1997).

A densidade mineral óssea pode, ainda, ser medida através de técnicas como a composição mineral óssea, resistência óssea à quebra, índice Seedor, entre outras.

Algumas doenças como osteoporose, osteopenia e osteocondrose foram estudadas utilizando técnicas de mensurações da densitometria óssea em cães, coelhos, bovinos, eqüinos e também em humanos (Louzada *et al.*, 1990; Garton *et al.*, 1994; Jeffcott & Henson, 1998, Bourrin *et al.*, 2002; Huang *et al.*, 2002; Kastl *et al.*, 2002), porém poucos são os estudos realizados em aves. 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 comparam-se as médias dos valores expressos em milímetros de alumínio com as médias dos percentuais de cálcio das peças ósseas. Ao estudar a discondroplasia tibial em frangos de corte, através da densitometria óptica em imagens radiográficas, Almeida Paz *et al.* (2004) encontraram relação entre os valores de densitometria e a incidência desta doença, sendo que o aumento na densidade óptica radiográfica correspondeu ao aumento na gravidade das lesões.

5. Proposta do Estudo

Durante toda a vida das aves o sistema ósseo sofre influência dos fatores endógenos e de fatores exógenos, como produção hormonal, produção de ovos, nutrição e temperatura, estando sujeito a variações de massa óssea, dependentes das demandas requeridas pelo organismo.

Sendo assim, surge a proposta do presente estudo, que tem por objetivo estabelecer uma relação entre a qualidade óssea, produção de ovos, qualidade da casca de matrizes pesadas, estudando todo o ciclo de vida desta aves, considerando os seus estágios de desenvolvimento e utilizando técnicas bastante modernas e de baixo custo, como a densitometria óptica em imagens radiográficas, composição mineral, resistência óssea, índice Seedor (Seedor, 1995), peso específico, porcentagem de casca e curva de produção de ovos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroceres Ross. Manual de Manejo de Matrizes. Agroceres Ross Melhoramento Genético de Aves S.A. 2000, 76p.

Almeida Paz ICL, Mendes AA, Takita TS, Vulcano LC, Guerra PC, Wechsler FS, Garcia RG. Tibial Dyscondroplasia and Bone Mineral Density. Brazilian Journal of Poultry Science - Abstracts. 2004; 6:4:207-212.

Almeida Paz ICL, Mendes AA, Takita TS, Vulcano LC, Guerra PC, Wechsler FS, Garcia RG, Takahashi SE, Moreira J, Pelícia K, Komiyama CM, Quinteiro RR. Comparision of tecnhiques for tibial dyscondroplasia assessment in broilers chickens. Brazilian Journal of Poultry Science. 2005; 7:1:27-32.

Austic RE, Neshein MC, 1990. Poultry Production, 13th ed. Lea & Febiger. Filadélfia.

Banks WJ. Histologia Veterinária Aplicada. 2 ed., 1991, Editora Manole, São Paulo, São Paulo, Brasil. 1991, 629 p.

Bourrin S, Ammann P, Bonjour JP, Rizzoli R. Recovery of proximal tibia bone mineral density and strength, but not cancellous bone architecture, after long-term bisphosphonate or selective estrogen receptor modulator therapy in aged rats. Bone. 2002; 30:1:195-200.

Bruno LDG. 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.

Burley RW, Vadehra DV. In: The Avian Egg: Chemistry and Biology. 1989. p. 68-71.

Field RA. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone moistures. *Meat Science*. 1999; 55: 255-264.

Garton MJ, Robertson EM, Gilbert FJ. Can Radiologists detect osteopenia on plain radiographs? *Clinical Radiology*. 1994, 49:118-122.

Howlet CR. The fine structure of the proximal growth plate metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. *Journal of Anatomy*. 1980; 130: 745-768.

Huang, Th, Yang RS, Hsieh SS, Liu SH. Effects of caffeine and exercise on the development of bone: a densitometric and histomorphometric study in young wistar rats. *Bone*. 2002; 30:1: 293-299.

Jeffcott LB, Henson MD. Studies on growth cartilage in the horse and their application to an etiopathogenesis of dyschondroplasia (osteochondrosis). *The Veterinary Journal*. 1998; 156: 177-192.

Julian RJ. Patologias ósseas em aves. In: Conferência Apinco 2005 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. *Anais*. 2005; 2:107-122.

Kälebo P, Strid KG. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiologica*. 1988a; 29: 4:465-472.

Kälebo P, Strid KG. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiologica*. 1988b; 29: 5: 611-618.

Kastl S, Sommer T, Klein P, Hohenberger W, Engelke K. Accuracy and precision of bone mineral density and bone mineral content in excised rat

humeri using fan beam dual-energy x-ray absorptiometry. *Bone*. 2002; 30:1:243–246.

Kestin SC, Su G, Sorensen P. Different commercial broiler crosser have different susceptibilities to leg weakness. *Poultry Science*. 1999; 78:1085-1090.

Leeson S, Summers JD. *Broiler breeder production*. 1ed. Guelph, Canada. 329p. University Boocks, 2000.

Loubel L, Dubois M. *Manual de Sensitometria: la técnica de la medición de los materiales fotográficos*. 2 ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1973. 238p.

Louzada MJQ., Xavier CAM, Marques Neto JF. Ação da calcitonina na resolução de perfurações ósseas em coelhos: controle fotodensitométrico e histológico. *Revista Brasileira de Reumatologia*. 1990; 30: 4: 111-116.

Louzada MJQ. *Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo “in Vitro”*. Campinas: UNICAMP, 1994, 191p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

Louzada MJQ. densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. *Veterinária e Zootecnia*. 1997; 9: 95-109.

Luquetti BC, Bruno LDG, Giacheto PF, Furlan RL, Gonzales E, Macari M. Influência da idade da matriz sobre características da casca e parâmetros sanguíneos e cardíacos de pintos neonatos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola. Suplemento*. 2002; 4:5.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. 2 ed. Jaboticabal: Funep/Unesp; 2001. 375p.

McCoy MA, Reilly GAC. Density and breaking strength of bones of mortalities among caged layers. *Research in Veterinary Science*. 1996; 60:185-186.

Qin X, Klandorf H. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. *Poultry Science*. 1991; 70: 10: 2131-2138.

Rath NC, Balog JM, Huff WE, Kulkarnii GB, Tierce JF. Comparative differences in the composition and biomechanical properties of tibiae of seven-and seventy-week-old male and female broiler breeder chickens. *Poultry Science*. 1999; 78:8: 1232-1239.

Rennie JS, Flemming RH, McCormack HA, McCorquodale CC, Whitehead CC. Studies on effects of nutritional factors on bone structure and osteoporosis in laying hens. *British Poultry Science*. 1997; 38:417-424.

Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, Fasenko GM, Hardin RT. The Relationship Between Body Weight and Reproductive Efficiency in Meat-Type Chickens. *Poultry Science* 1993; 72: 912-922.

Seedor JG. The biophosphanate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*. 1995; 4: 265-270.

Thorp BH. Abnormalities in the growth of long bones. In: Whitehead CC. *Bone biology and skeletal disorders in poultry*. Poultry Science Symposium 23. Carfax Publishing Co. 1992; p.147-166.

Vargas Jr. JG, Albino LFT, Rostagno HS, Carvalho DCO, Cupertino ES, Nery LR. Níveis nutricionais de cálcio para aves de reposição leves e semipesadas de 13 a 20 semanas de idade. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais. CD-Room, 2002.

Capítulo II

**DENSIDADE MINERAL ÓSSEA, DESENVOLVIMENTO ÓSSEO,
PRODUÇÃO DE OVOS E QUALIDADE DE CASCA DOS OVOS DE
MATRIZES PESADAS**

1. RESUMO

O objetivo deste estudo foi o de acompanhar as variações no desenvolvimento ósseo, durante toda a vida das aves e associando-as com a curva de produção de ovos. Para isto, realizou-se um estudo nas instalações experimentais da FMVZ da UNESP, Botucatu. Foram utilizadas 23 grupos de matrizes pesadas, da linhagem Ross, sendo cada grupo constituída por 13 fêmeas e um macho, distribuídos em 23 boxes de 5,0m² cada. O manejo de criação utilizado foi aquele recomendado pelo manual da linhagem (Agrocères Ross, 2003), com arraçoamento diário até a 6^a semana de criação, entre a 7^a e 17^a semanas de idade o fornecimento de ração seguiu o esquema 5:2 (5 dias com ração para 2 dias sem ração), voltando a ser diário a partir da 18^a semana de idade. As aves não receberam suplementação vespertina de cálcio. Na quarta semana de criação foram tomadas, ao acaso, 84 fêmeas para as análises ósseas da tíbia e do fêmur direitos, através da densidade óptica radiográfica. Estas análises foram realizadas seqüencialmente às 4, 8, 12, 15, 20, 24, 30, 35, 42, 47 e 52 semanas de criação. A curva de produção das aves foi acompanhada e associadas aos resultados de densidade mineral óssea. Apenas para a avaliação de densidade mineral óssea (DMO) as aves foram divididas em categoriaS de peso, sendo elas leve (1), média (2) e pesada (3), dentro de cada idade de coleta. Os valores de DMO das tíbias não sofreram influência da faixa de peso, somente da idade de coleta. Já para os valores de DMO dos fêmures, houve interação entre categoria de peso e idade. Não houve correlação entre porcentagem de casca, peso específico e peso dos ovos e DMO de fêmures, havendo apenas correlação negativa baixa (-0,15) entre DMO das tíbias e porcentagem de casca de ovos. Foi possível concluir que a produção de ovos pouco influenciou na densidade mineral óssea das aves. Provavelmente, porque não houve necessidade de mobilização de minerais ósseos durante o período de produção, já que a produção de ovos foi bastante aquém daquela encontrada em matrizes

pesadas criadas em condições comerciais, onde o início da produção se dá às 25 semanas e o pico de postura é de 84,5%.

2. ABSTRACT

The aim of this study was to follow-up the physiological variations in the development of the bone tissue, associating them with the egg production curve. This study was carried through in the facilities of the Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia of the UNESP, Botucatu, Brazil. Twenty three group of Ross broiler breeders were used, each group consisting of 13 females and 1 male, distributed in 23 pens of 5,0m² each. The management used was that recommended by the genetic company manual (Agroceres Ross, 2003), with daily feeding until 6th week of age; between 7 and 17 weeks of age, birds were fed according to a 5:2 schedule (5 days fed, 2 days of fasting), and return to daily feeding starting at 18 weeks of age. The birds did not receive afternoon calcium supplementation. On the fourth week of rearing, 84 females removed for bone analyses of the right tibia and femur, using the technique of optical densitometry in radiographic images. These analyses were sequentially carried out in 4, 8, 12, 15, 20, 24, 30, 35, 42, 47, and 52 week-old birds. The egg production curve of production of the birds was followed-up and associated to bone mineral density results. For bone mineral density evaluation (DMO) birds were divided by weight categories. DMO values of the tibias were not influenced by weight range, but by the age at collection. On the other hand, interactions were found among femur DMO values and weight and age categories. There was no correlation between eggshell quality and femur DMO. A negative correlation (-0.15) was observed between tibia DMO and eggshell percentage. It was possible to conclude that the egg production has little influence in bone mineral density of the birds, probably, because there was no need of bone mineral mobilization during the production period, since the observed egg production was similar to that observed under commercial conditions.

3. INTRODUÇÃO

A indústria avícola brasileira tem crescido em ritmo superior ao do restante da economia, apresentando grandes evoluções no aspecto genético e nutricional visando a melhoria da produtividade. O motivo apontado para o ganho de espaço no mercado frente a outras carnes é a forma verticalizada de organização da cadeia produtiva, com a coordenação do processo assumido pelas grandes agroindústrias, as quais detêm as informações e tecnologia proporcionando ganhos de qualidade e produtividade (Nicolau, 1996).

Neste contexto a produção de matrizes pesadas destaca-se por ser o ramo da cadeia que tem por objetivo a produção de ovos férteis de qualidade, a custos cada vez mais reduzidos. Sendo assim, a nutrição correta é essencial para permitir que as aves expressem todo o seu potencial genético. As exigências nutricionais para a maioria dos nutrientes são estabelecidas com base nas respostas produtivas mas, em alguns casos, a saúde é o critério principal. Verifica-se que uma dieta deficiente em vitaminas e minerais pode resultar em lesões características, ainda que os primeiros efeitos da deficiência destes nutrientes sejam também acompanhados pela redução dos parâmetros produtivos (Calderón, 1994; Brum *et al.*, 1998; Hudson *et al.*, 2000).

A exigência de cálcio pela matriz é muito elevada, particularmente durante o período ativo de formação da casca. O cálcio utilizado para a formação da casca é oriundo diretamente do duodeno e jejuno e indiretamente do osso medular, através de um processo de reabsorção óssea (Kienholz *et al.*, 1961; Landauer, 1967; Wilson *et al.*, 1980; Wilson, 1983; Luquetti *et al.*, 2002; Julian, 2005). A proporção de cálcio derivada destas duas fontes varia conforme o período do dia. Durante a noite, quando fontes dietéticas de cálcio não estão disponíveis, a ave mobiliza cálcio dos ossos, enquanto que durante o dia, a maior parte do cálcio é oriundo da dieta. Sabe-se que quanto maior a contribuição do cálcio do esqueleto para a formação da casca do ovo, pior é a qualidade da casca.

O osso medular passa por períodos de deposição e reabsorção óssea. A reabsorção óssea pode ser amenizada ao fornecer partículas de maior granulometria, tal como de farinha de ostras, que é digerida mais lentamente durante o período noturno, prolongando o suprimento de cálcio diretamente do trato gastrointestinal. Segundo Julian (2005) o uso de cálcio em granulometria alta (partícula maior que 0,75mm) é um meio interessante de manter a qualidade da casca dos ovos, pois estas partículas são retidas na moela e garantem que o cálcio esteja presente no trato digestivo durante a formação da casca.

Porém, existem controvérsias sobre a eficácia de se fornecer suplementação de cálcio à tarde, alguns autores realizaram trabalhos sobre este tema, utilizando diversas granulometrias, formas e horários de disponibilidade das partículas de cálcio. Sendo que, em alguns casos não foi observada melhora na peso específico e resistência da casca dos ovos ou na eclodibilidade e na viabilidade dos pintos (Robinson *et al.*, 1993; Reis *et al.*, 1995; Novo *et al.*, 1997; Zhang & Coon, 1997; Maggioni, 1998).

Já o fósforo apresenta um papel importante no desenvolvimento do sistema ósseo normal das matrizes e do embrião e na eclodibilidade dos ovos (Harms *et al.*, 1964; Julian, 2005). Singsen *et al.* (1962) sugeriram que um nível de 0,4% de fósforo disponível era necessário para máxima eclodibilidade em aves mantidas em gaiolas. Algum tempo depois, Wilson *et al.* (1980) determinaram que matrizes pesadas necessitavam 0,31% de fósforo para uma eclodibilidade normal. As recomendações atuais variam entre 0,35 a 0,45% de fósforo disponível, dependendo da fase de criação em que as matrizes se encontram (Agrocere Ross, 2003). Um excesso de consumo de fósforo, através de uma combinação entre fósforo da dieta e outras fontes pode resultar em má qualidade da casca e, indiretamente, em piora na eclodibilidade (Wilson *et al.*, 1980).

A qualidade da casca dos ovos pode ser definida pela peso específico e a sua relação com a porosidade da casca, uma vez que apresenta correlação positiva com a espessura e negativa com a concentração de poros (Peebles & Brake, 1987). Assim, a peso específico representa um método fácil

de avaliar a espessura da casca e tem sido amplamente utilizada para determinar a relação com a eclodibilidade em matrizes pesadas. Ovos de matrizes velhas com boa qualidade da casca apresentam eclosão semelhante a de matrizes jovens (North & Bell, 1990).

Ao avançar o período de postura, o peso do ovo aumenta, a casca torna-se mais fina e piora a qualidade interna, ocorre também, uma alta incidência de ovos sem casca. Em um determinado momento, a galinha para de produzir ovos, associada à queda de produção há uma piora na qualidade da casca dos ovos. As alterações estão relacionadas com o aumento no tamanho dos ovos e também com uma menor absorção intestinal de minerais pelas aves (Qin & Klandorf, 1991; Leeson & Summers, 2000; Luquetti *et al.*, 2002). Assim o sistema ósseo é utilizado para suprir as necessidades minerais do organismo, garantindo um equilíbrio entre a absorção e a demanda de cálcio e fósforo.

A rigidez do tecido ósseo é resultante da deposição de cálcio e fósforo, na forma de hidroxiapatita, durante o processo de mineralização óssea (Kälebo & Strid, 1988a; Field, 1999; Bruno, 2002).

Com o auxílio da densitometria mineral óssea e outras análises utilizadas no presente estudo buscou-se compreender melhor o desenvolvimento ósseo das matrizes pesadas durante a cria, recria e produção. O objetivo deste estudo foi estabelecer uma relação entre densidade mineral óssea, desenvolvimento ósseo, a produção de ovos e qualidade da casca de matrizes pesadas.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Aves experimentais e manejo

Para a condução deste estudo foram utilizadas 280 fêmeas e 40 machos da linhagem Ross 308. O alojamento das aves foi realizado nas instalações experimentais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

da UNESP-Botucatu, em um galpão de alvenaria com 23m de comprimento e 8m de largura, dividido em 24 boxes de 5m² cada, com densidade populacional média de 2,6 aves/m². Este galpão era uma antiga instalação para frangos de corte e houve a necessidade de adaptação para que fosse utilizado para matrizes pesadas, o aviário foi escurecido com o auxílio de sombrite com capacidade de retenção de luz de 80% e cortinas escuras especiais (do tipo “black-out”).

A partir da 18^a semana de criação as aves receberam luz natural e artificial, totalizando 17 horas de luz por dia, para isto as cortinas foram abertas durante o dia e o sombrite foi retirado do galpão.

Até a 3^a semana de criação as aves tiveram aquecimento adicional proporcionado por campânulas de luz infravermelhas e receberam ração em comedouros tubulares infantis (Figura 1); a partir desta idade, as campânulas foram retiradas e as aves receberam ração em comedouros do tipo pendular adulto (machos) e do tipo calha (fêmeas), com 80cm de comprimento, disponibilizando cerca de 15cm de comedouro/ave.

Durante o período de cria e recria os machos foram mantidos em boxes separados das fêmeas. A partir da 18^a semana de idade em um total de 14 aves/boxe, sendo que 22 boxes foram destinados às grupos de matrizes e os dois boxes restantes foram destinados aos machos de reposição.

As aves receberam no incubatório, vacinas contra as doenças de Marek, Bouda Aviária e Gumboro. Aos 14, 28 e 42 dias de idade estas aves foram vacinadas contra a Gumboro, Bouda Aviária e Bronquite, sendo que a via de vacinação utilizada foi a ocular, tal método foi escolhido por permitir uma maior eficiência na vacinação. Às 14 semanas de idade as aves foram vacinadas, via inoculação na membrana da asa, contra Bouda Aviária.

Optou-se por não administrar outras vacinas usualmente utilizadas em criações comerciais de matrizes pesadas, pois as aves estavam em um local livre destas moléstias e com grande isolamento sanitário, evitando-se disseminar tais doenças no local, uma vez que grande parte das vacinas são fabricadas com vírus atenuados.

Figura 1. Vista geral de um boxe de criação, com comedouro tubular, campânula de luz infravermelha e aves com 10 dias de idade.



4.2. Debicagem

Aos 10 dias de idade todas as aves foram debicadas, com debicador padrão (Figuras 2 e 3). Este manejo foi realizado por apenas uma pessoa, permitindo a uniformidade dos cortes, que não foram severos e permitiram retirar cerca de 33% do bico das aves. Para diminuir o estresse causado por este manejo, foi administrado um suplemento vitamínico, via água de bebida, nos três dias que antecederam a debicagem e nos 3 dias que a sucederam. Não houve a necessidade de realizar debicagem corretiva entre 10 e 15 semanas de idade, já que as aves não apresentaram deformidade nos bicos.

Figura 2. Ave sendo debicada.



Figura 3. Detalhe do bico da ave, após a debicagem.



4.3. Rações

Na Tabela 1 é mostrada a composição porcentual e calculada das rações utilizadas no estudo, segundo as fases de criação. Os níveis nutricionais e as fases de criação das aves foram determinados seguindo as recomendações do manual da linhagem (Agrocere Ross, 2003).

Tabela 1. Níveis nutricionais e composição calculada das rações.

Ingredientes	Cria	Recria I	Recria II	Pré- Postura	Postura Inicial	Postura Final	Galos
	0-5 sem.	6-13 sem.	14-19 sem.	20-24 sem.	25-45 sem.	>46 sem.	
Milho Moído	62,00	29,81	31,75	31,25	27,00	46,55	38,00
Farelo de Soja	34,18	21,27	17,80	19,12	21,20	17,80	10,50
Sorgo Moído	-	36,00	37,80	37,50	36,26	-	31,00
Farelo de Trigo	-	9,00	9,20	7,00	5,00	21,67	13,80
Metionina	0,19	0,09	0,05	0,06	0,13	0,10	0,05
Lisina	-	-	-	-	-	-	0,02
Fosfato Bicálcico	1,98	1,90	1,50	1,87	1,98	1,80	1,84
Calcário Calcítico	1,05	1,30	1,47	2,57	6,53	7,20	1,30
Suplemento Vitamínico e Mineral	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óleo de Soja	-	-	-	-	1,30	4,25	2,86
Sal	0,30	0,33	0,33	0,33	0,30	0,33	0,33
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição Calculada							
EM (kcal/kg)	2900	2730	2750	2750	2750	2700	2800
Proteína Bruta (%)	21,00	17,00	15,00	16,00	16,00	15,00	12,50
Metionina (%)	0,47	0,30	0,30	0,31	0,35	0,33	0,26
AAS (%)	0,86	0,54	0,54	0,56	0,64	0,60	0,48
Lisina (%)	1,10	0,65	0,65	0,70	0,80	0,75	0,55
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,50	3,00	3,00	1,00
Fósforo disp. (%)	0,45	0,40	0,35	0,45	0,45	0,40	0,45

Níveis de garantia por kg ração (Multinsumos): Vitamina A: 9KUI; Vitamina D3: 2,4KUI; Vitamina E: 19,98UI; Vitamina K3: 2,4mg; Vitamina B1: 1,38mg; Vitamina B2: 6mg; Vitamina B6: 2,46mg; Vitamina B12: 15mg; Ácido Nicótico: 30mg; Ácido Pantotênico: 10,80mg; Biotina: 0,06mg; Ácido Fólico: 0,72mg; Colina: 360mg; Ferro: 53,55mg; Cobre: 9,78mg; Zinco: 49,95mg; Manganês: 87,3mg; Selênio: 0,25mg; Iodo: 1,04mg; Cobalto: 10,05mg; Promotor de crescimento: 60mg; Veículo q.s.p.: 1.000g.

A criação das aves foi dividida em 6 fases: cria (de 0 a 5 semanas), recria I (de 6 a 13 semanas), recria II (de 14 a 19 semanas), pré-postura (de 20 a 24 semanas), postura inicial (de 25 a 45 semanas), postura final (de 46 a 52 semanas), sendo que os galos receberam ração especialmente formulada para os mesmos.

As rações foram preparadas na fábrica de rações da FMVZ-UNESP, campus de Botucatu, em misturador automático com capacidade para 500kg. Para a conservação das rações foi utilizado conservante BHT, que foi adicionado na proporção de 100g de BHT/1000kg de ração

4.4. Arraçoamento

Para a alimentação das aves e controle de peso corporal, o manual da linhagem foi adotado como base. O arraçoamento foi diário da 1ª a 6ª semana de criação, sendo administrada alimentação *ad libitum* durante a 1ª semana e a partir daí o fornecimento de ração foi controlado. Ao iniciar a 7ª semana de idade adotou-se o esquema 5:2 (5 dias com ração e 2 dias sem ração) de alimentação, voltando a ser diário a partir da 18ª semana de idade. Não houve suplementação vespertina de cálcio e a granulometria do cálcio utilizado foi àquela utilizada para frangos de corte (menor que 0,60mm).

4.5. Controle de peso corporal e uniformidade

O controle de peso corporal e uniformidade foi realizado com pesagens semanais de todas as aves em todos os boxes até a 6ª semana de idade, para isto as aves foram colocadas em caixas especiais de transporte e pesadas em balança com precisão de 20g, sendo que o peso de todas as aves e a média de peso foram anotados em uma ficha. Entre a 8ª e 18ª semanas as pesagens foram quinzenais, sendo que as aves foram pesadas individualmente. O manejo adotado para controle de uniformidade do lote foi aquele recomendado pelo manual da linhagem, extraíndo a média de peso do lote e estipulando um intervalo médio para o peso, sendo destinados boxes

para as aves com peso 10% acima da média e boxes para as aves com peso 10% abaixo da média. A partir da 20ª semanas as pesagens foram realizadas quinzenalmente, porém, apenas 4 fêmeas e o macho em cada boxe foram pesados, individualmente, evitando o estresse das aves.

4.6. Densidade óptica em imagens radiográficas

Foram realizadas 11 coletas de dados para avaliação da densidade óptica em imagens radiográficas em tíbias e fêmures de matrizes pesadas. As coletas foram feitas às 4, 8, 12, 15, 20, 24, 30, 35, 42, 47 e 52 semanas de criação, respeitando as idades críticas de desenvolvimento fisiológico e produção de ovos.

Na quarta semana de criação, 84 fêmeas foram tomadas ao acaso, para formar o grupo de análise. Estas aves foram pesadas individualmente, em balança semi-analítica com precisão de 2g, e seu peso foi anotado em ficha própria. As aves do grupo de análise foram transportadas ao Hospital Veterinário da FMVZ (Figuras 4, 5, 6 e 7), onde foram radiografadas com o auxílio de um aparelho portátil de raio-X, calibrado e com distância foco-filme de 63cm, a técnica radiográfica utilizada foi 47kVp X 2mAs, nas coletas às 4, 8, 12 semanas e posteriormente a técnica foi alterada para 47kVp X 4mAs (15, 20, 24, 30, 35, 42, 47 e 52 semanas), conforme descrito no APÊNDICE I.

Todos os filmes radiográficos utilizados foram da mesma marca, de base verde e chassi de 18 x 24cm equipados com ecrans de terras-raras. Paralelamente, e distante 3,0 cm da região radiografada, foi colocada, na região central do chassi uma escala de alumínio (*phantom*) que foi utilizada como referencial densitométrico. O *phantom* é constituído por 20 degraus, sendo que o primeiro degrau possui 0,5mm de espessura, variando a seguir de 0,5 em 0,5 mm até o vigésimo degrau, cada degrau com área de 15mm X 5mm.

Os procedimentos radiológicos utilizados foram os de rotina clínica e o processo de revelação e fixação foram realizados em uma processadora automática padrão.

Figura 4. Aves do estudo, transportadas ao Hospital Veterinário da FMVZ, para coleta de imagens radiográficas.



Figura 5. Aparelho de raio-X utilizado nas coletas de imagens radiográficas.



Figura 6. Posicionamento da ave e do *phanton* para coleta de imagem radiográfica (vista lateral).



Figura 7. Posicionamento da ave e do *phanton* para coleta de imagem radiográfica (vista frontal).



A região padronizada para a realização da leitura foi a epífise proximal da tíbia e distal do fêmur direitos das aves. As leituras de densidade óptica em imagens radiográficas (densidade mineral óssea) foram realizadas por meio do Programa CROMOX® ATHENA 3.1 (Figura 8) e todas as leituras seguiram o mesmo padrão. Para tal, as radiografias foram escaneadas e as imagens analisadas utilizando-se janela de leitura com abertura de 10mm de altura e largura variando entre 35 e 55 mm, dependendo do tamanho do osso (Figura 9). Nas leituras de densidade óssea das tíbias o eixo de leitura teve inclinação de 0°, já para as leituras de densidade óssea dos fêmures este eixo de leitura acompanhou a inclinação da diáfise óssea, podendo variar entre -27° a 32° de inclinação, a partir de um eixo horizontal com 0° de inclinação. As aves permaneceram em jejum até o final de cada uma das coletas radiográficas.

Figura 8. Tela inicial do Programa Athena – SAI®, que realiza as leituras de densitometria óptica em imagens radiográficas

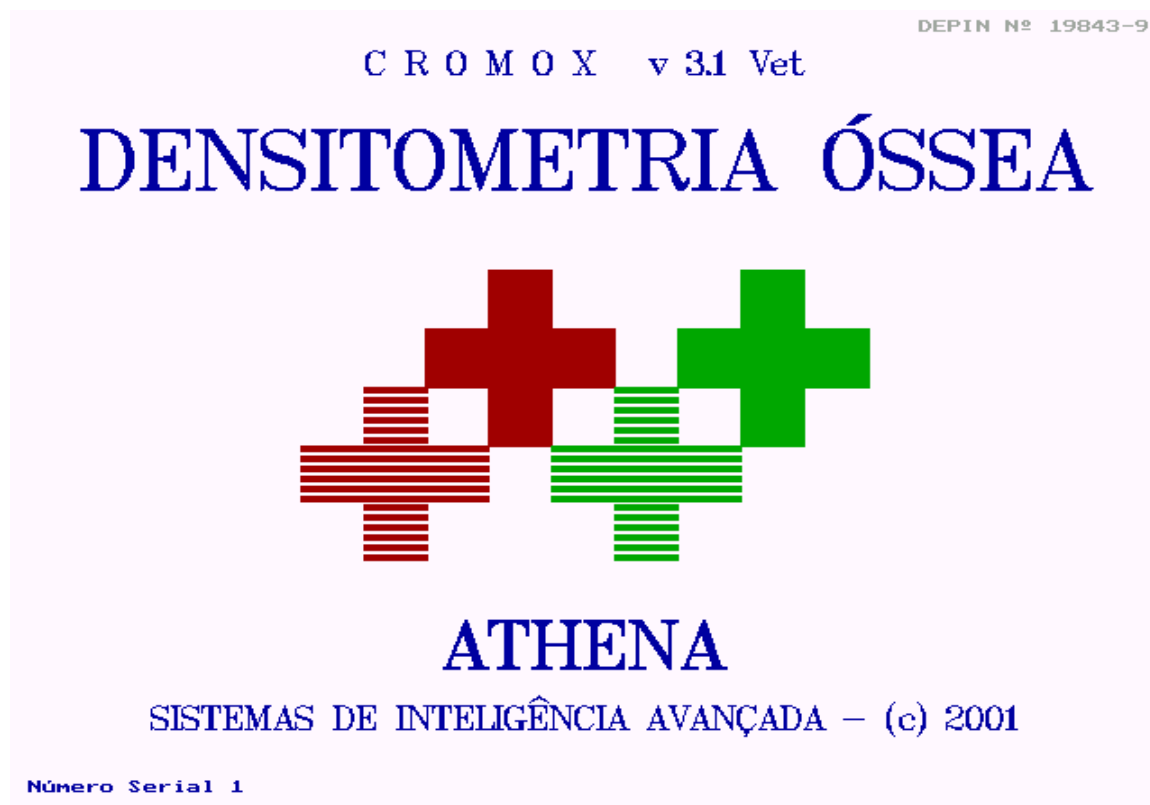
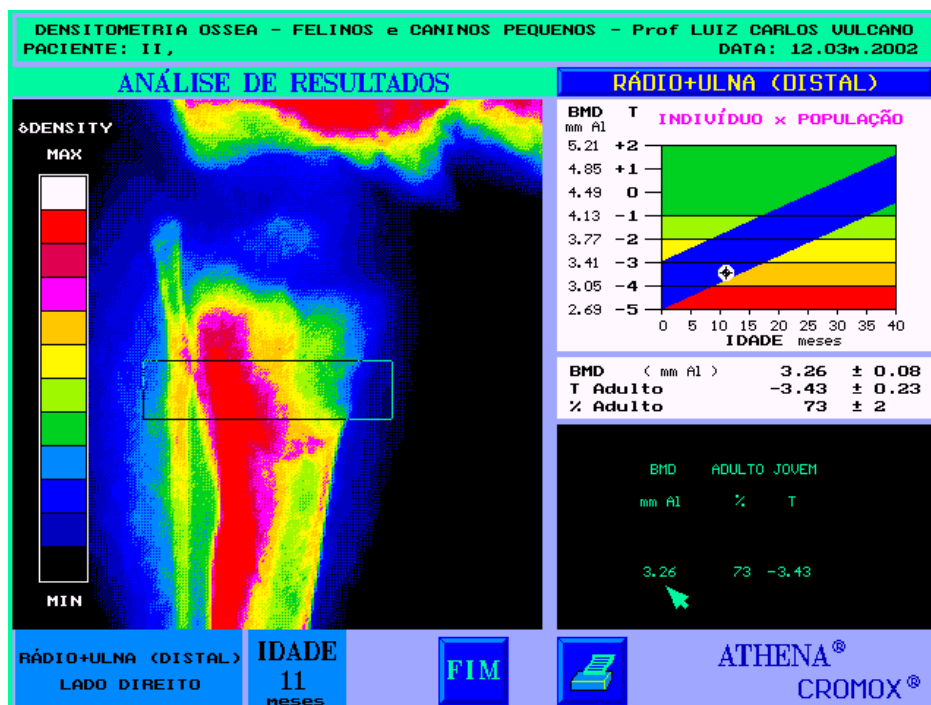


Figura 9. Cálculo da densidade mineral óssea da tíbia, com 0° de inclinação do eixo de leitura e 10mm de abertura de janela de leitura.



4.6. Curva de crescimento corporal (aves do grupo de análise)

Para a realização do acompanhamento da curva de crescimento corporal das matrizes foram realizadas pesagens individuais das mesmas aves utilizadas nas análises de qualidade óssea, produção de ovos e qualidade de casca de ovos. As matrizes, devidamente identificadas, foram pesadas em balanças semi-analíticas, no galpão experimental, sendo que as datas de pesagens foram aquelas utilizadas para a realização da avaliação da densidade óptica radiográfica.

4.7. Curva de produção de ovos

Para que fosse possível realizar o acompanhamento da curva de produção e associá-la ao desenvolvimento ósseo, foram realizadas cinco coletas diárias de ovos. Calculou-se as médias semanais e a produção de

ovos foi expressa em porcentagem, em relação ao número total de aves presentes no galpão na semana de coleta. A coleta dos ovos utilizados para análises de qualidade da casca (peso específico e porcentagem de casca), foi realizada com o auxílio de ninhos tipo alçapão. Para isto os ninhos eram armados durante os dois dias anteriores e dois dias posteriores à data das coletas das imagens radiográficas. Todos os ovos postos pelas aves do grupo estudado foram analisados, desta forma o número de ovos analisados por coleta foi variável. Nas Figuras 10 e 11, é possível verificar tais ninhos. Nas Figuras 12 e 13 é possível verificar a divisão, em boxes, do galpão utilizado no estudo, assim como as aves do grupo estudado, identificadas com tinta azul.

4.8. Qualidade da casca dos ovos

Os ovos devidamente identificados foram submetidos à análise de peso específico e porcentagem de casca para que fosse possível o estabelecimento de uma relação entre estas medidas e o desenvolvimento ósseo das aves.

Para obtenção da peso específico a metodologia adotada foi adaptada de Castelló *et al.* (1989). Para isto foram elaboradas cinco soluções salinas com densidades de 1,060, 1,070, 1,080, 1,090 e 1,100 e colocadas em ordem crescente em recipientes identificados. Primeiramente os ovos foram colocados no recipiente de 1,060, e assim sucessivamente, até que os ovos flutuassem na solução. A peso específico do ovo foi representada pela solução de menor densidade onde este emergiu.

A porcentagem de casca foi obtida considerando-se o peso total do ovo e o peso da casca, o qual foi medido após as cascas serem secas em estufa a 60°C por 3 dias, conforme metodologia descrita por Castelló *et al.* (1989).

$$\%C = \frac{P_{casca}}{P_{ovo}} \times 100$$

Figura 10. Ninho alçapão, armado.



Figura 11. Ninho alçapão, com ave presa.



Figura 12. Vista de um boxe do galpão experimental, com fêmeas identificadas com tinta azul.



Figura 13. Vista geral do interior do galpão experimental.



4.9. Análise estatística

Para a avaliação de densidade mineral óssea de tíbias e fêmures, a categoria de peso e idade da ave foram considerados como tratamento, sendo um experimento inteiramente casualizado, com 33 tratamentos, sendo 3 categorias de peso e 11 idades.

A análise estatística dos resultados foi realizada através da análise de variância para medidas repetidas, com o auxílio do pacote estatístico SAEG (1998). As curvas de crescimento, postura e qualidade de ossos e cascas foram ajustadas por equações de regressão. As correlações entre estas características e as medidas de densidade mineral óssea foram realizadas através do teste de Pearson (Gomes, 1982), ao nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos dados de peso corporal, é possível verificar que as fêmeas encontraram-se, cerca de 10% abaixo do peso preconizado pelo manual da linhagem (Agrocères Ross, 2003), desta forma, foi realizada uma curva de crescimento própria para o lote, seguindo a tendência de crescimento, evitando aumento brusco de peso e problemas de produção. Já o peso dos machos, em média, manteve-se acima daquele preconizado pelo mesmo manual, provavelmente porque as aves foram criadas em boxes pequenos, facilitando a dominância dos machos, que não sofreram estresse de disputa com outros. No Gráfico 1 é possível verificar a curva de crescimento das aves.

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de peso corporal de todas as aves do estudo, segundo as semanas de idade.

O Gráfico 2 mostra a produção total de ovos em porcentagem de ovos por ave existente no galpão experimental, na semana da coleta,

Na Tabela 3 são encontrados os valores da produção semanal de ovos, expressos em porcentagem por número de aves semanal e em número total na semana.

É importante ressaltar que a produção de ovos das aves estudadas não deve ser comparada à produção de um lote comercial, pois tais aves sofreram um estresse bastante grande, já que foram transportadas cerca de 12km, até o Hospital Veterinário da FMVZ-UNESP, campus de Botucatu, para a coleta das imagens radiográficas. Outra fonte de estresse foram as visitas de turmas de alunos dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia da FMVZ-UNESP, campus de Botucatu, os quais mesmo em absoluto silêncio, influíram na queda de produção das aves.

Sendo assim, verifica-se que a produção de ovos foi bastante aquém daquela estimada pelo manual da linhagem (Agrocerec Ross, 2003), a começar pela data de início de postura, que foi às 27 semanas e não às 25 semanas. O pico de postura também foi baixo (71,00% e não 84,5% como recomendado) e com pouca persistência. Porém, considerando todo o estresse sofrido pelas aves, a produção foi aceitável.

Gráfico 1. Peso corporal das fêmeas e machos do estudo.

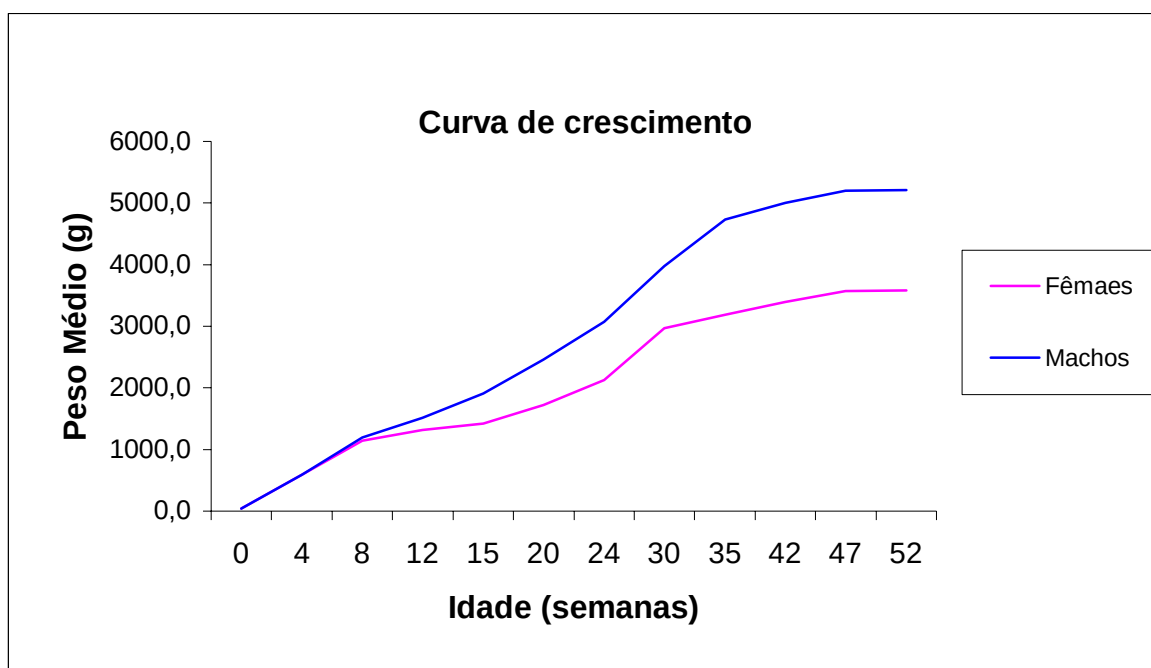


Tabela 2. Peso médio das fêmeas e dos machos do estudo.

Idade (semanas)	Peso médio fêmeas (g)	Peso médio machos (g)
0	44,4	44,1
4	754,3	586,7
8	1069,9	1196,3
12	1459,6	1520,5
15	1595,2	1912,5
20	1852,4	2460,0
24	2656,9	3074,7
30	3168,3	3980,3
35	3391,2	4738,0
42	3395,4	5001,2
47	3573,5	5203,4
52	3577,6	5212,9

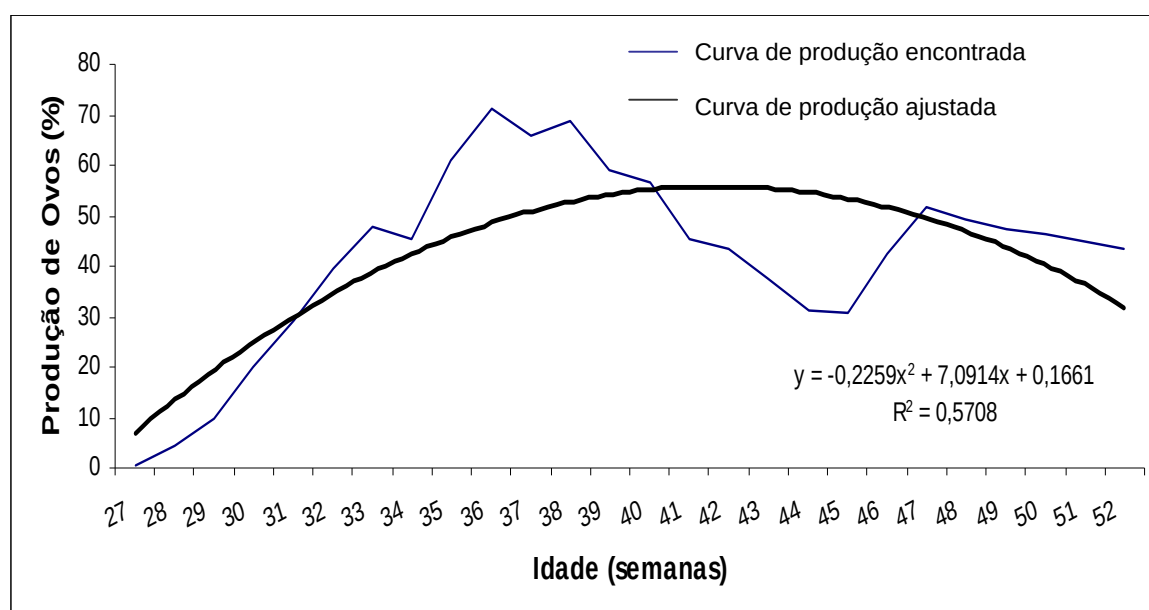
Gráfico 2. Produção de ovos das aves estudadas, em porcentagem.

Tabela 3. Produção semanal de ovos das aves do estudo e produção sugerida pelo manual da linhagem.

Idade (semanas)	Semana de produção	Produção encontrada (%)	Produção sugerida (%)
25	-	-	3,00
26	-	-	15,00
27	1	0,43	43,00
28	2	4,20	71,00
29	3	9,70	80,00
30	4	19,98	83,50
31	5	29,33	84,50
32	6	39,54	84,00
33	7	47,74	83,50
34	8	45,29	82,50
35	9	60,74	81,00
36	10	71,26	80,00
37	11	66,05	78,50
38	12	68,86	77,00
39	13	58,96	76,00
40	14	56,63	75,00
41	15	45,36	74,00
42	16	43,46	73,00
43	17	37,73	72,00
44	18	31,24	71,00
45	19	30,86	70,00
46	20	42,55	69,00
47	21	51,94	68,00
48	22	49,27	67,00
49	23	47,13	66,00
50	24	46,29	65,00
51	25	44,91	64,00
52	26	43,31	63,00

Para a avaliação dos resultados de densidade mineral óssea, por meio da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas, as aves foram divididas em categorias de peso, sendo elas leve (1), média (2) e pesada (3), dentro de cada idade de coleta. Os resultados estão na Tabela 4.

Foi possível verificar que houve interação ($p < 0,05$) entre o peso vivo e a idade de coleta, sendo que houve aumento no peso com o aumento da idade, dentro de cada faixa de peso.

Os valores de densidade mineral óssea (DMO) das tíbias não sofreram efeito da categoria de peso, ocorrendo apenas efeito de idade de coleta. Os valores mais baixos foram encontrados às 4 semanas de idade, porém, tais valores não diferiram estatisticamente daqueles encontrados até 30 semanas de idade. Período este em que as aves estavam em início de produção (19,98%). A DMO das tíbias, entre 35 e 52 semanas de idade também não diferiram significativamente, havendo apenas uma tendência de maiores valores para as idades de 35 e 52 semanas. Às 35 semanas as aves estavam entrando em pico de produção (60,74%), o que pode indicar um aumento de deposição de cálcio nas tíbias para suprir a demanda de postura e às 52 semanas a produção era de 43,31%, o que pode indicar que as aves estavam depositando cálcio nas tíbias pois a produção estava em declínio.

Quando comparados aos valores de DMO das tíbias de frangos de corte, os valores encontrados para as matrizes pesadas são um pouco elevados. Em um estudo realizado por Almeida Paz *et al.* (2004), os valores de DMO encontrados para tíbia de frangos de corte variaram entre 1,46 e 1,77 mm de Al. Ao estudar a DMO de tíbias de frangos de corte aos 53 dias de idade, Louzada (1997) encontrou valores variando entre 1,77 e 1,96 mm de Al. Estes valores se equiparam àqueles encontrados para as fêmeas entre 4 a 15 semanas de idade. Porém, em um experimento realizado por Oliveira *et al.* (2005), os valores de densidade óssea encontrados para as tíbias de frangos de corte aos 42 dias de idade foram semelhantes aos encontrados no presente estudo, sendo que variaram entre 2,47 e 3,50 mm de Al.

A categoria de peso influenciou apenas a densidade mineral óssea (DMO) dos fêmures, havendo interação ($p < 0,05$) entre idade de coleta, peso

vivo e DMO. Sendo que, com o aumento da idade, o peso também foi maior, porém, o peso não influenciou a DMO até 24 semanas de idade (período pré-postura). A partir de 30 semanas de idade (aves em produção) houve efeito do peso sobre a DMO, sendo que os maiores valores são encontrados para os maiores pesos. Uma exceção ocorre às 47 semanas, quando a faixa de peso não tem efeito sobre os valores de DMO, nesta idade ocorre um súbito aumento na produção de ovos (passando de 42,55% na semana anterior para 51,94% nesta semana), ocorre também uma queda nos valores médios de DMO nesta semana.

Conforme já demonstrado, as fêmeas deste estudo permaneceram abaixo do peso médio recomendado pelo manual da linhagem. Considerando-se que apenas a coleta às 30 semanas de idade, representa o período de postura, na qual a taxa de produção foi de 19,98%, e que as aves muito leves não estavam produzindo, é possível que este aumento nos valores de DMO dos fêmuress, nesta idade e faixa de peso, sejam provocados por uma maior mobilização de cálcio para formação da casca (Wilson *et al.*, 1980; Wilson, 1991), sendo um indicador da possível queda dos valores de DMO às 47 semanas, quando ocorre um aumento de 9,34% na produção em apenas uma semana.

Tabela 4. Valores de peso vivo (g) e densidade mineral óssea (milímetros de alumínio) das tíbias e fêmures das aves que compõe o grupo estudado, divididas em idade de coleta e faixa de peso corporal, de matrizes pesadas.

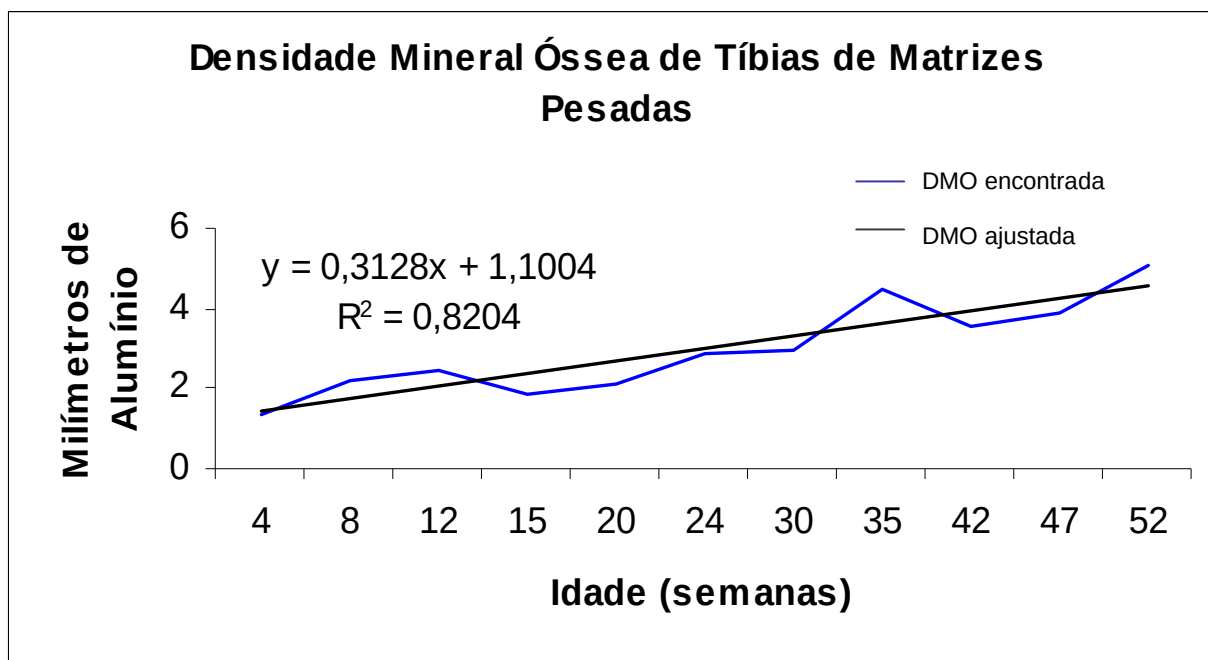
Idade (semanas)	Peso vivo (g)			DMO tíbias (mm de Al)			DMO fêmures (mm de Al)					
	1	2	3	Média	1	2	3	Média	1	2	3	Média
4	650Cg	755Bh	886Ah	764	1,28	1,37	1,48	1,37e	1,10Ad	1,35Ae	1,59Af	1,34
8	902Cf	1066Bh	1289Ag	1086	2,00	2,31	2,29	2,20cde	2,30Acd	2,52Acde	2,84Aef	2,55
12	1184Ce	1438Bg	1721Aef	1448	2,54	2,46	2,28	2,42cde	3,03Abcd	3,19Ade	3,61Aef	3,28
15	1319dCe	1573Bf	1864Ae	1585	1,89	1,82	1,91	1,88de	2,36Acd	1,90Ae	2,03Af	2,10
20	1512Cd	1847Be	2270Ad	1876	2,13	2,25	1,99	2,12cde	3,07Abcd	3,55Ade	3,35Adef	3,32
24	2182Cc	2640Bd	3173Ac	2665	2,05	4,46	2,09	2,87bcde	3,33Abcd	3,79Ade	4,32Acde	3,81
30	2661Cb	3184Bc	3663bAc	3169	2,19	2,98	3,66	2,94bcde	4,98Cbcd	7,73Babc	10,74Aab	7,81
35	2913Ca	3412Bb	3880Aabc	3402	3,23	3,60	6,70	4,51ab	10,70Bab	9,83Bab	16,94Aab	12,49
42	3083Ca	3412Bb	3880Aabc	3500	3,10	3,67	3,88	3,55abc	6,69Bbcd	6,92Babc	20,02Aa	11,21
47	3110Ca	3562Bab	4024Aabc	3565	3,76	3,78	4,06	3,86abc	5,67Abcd	6,03Abc	6,63Ac	6,11
52	3083Ca	3571Bab	4157Aabc	3603	3,96	3,50	7,63	5,03a	6,95Babcd	9,36Bab	12,94Aab	9,75
Média	2055	2417	2801		2,56	2,93	3,43		4,56	5,10	7,70	

Médias seguidas por letras diferentes maiúsculas (linha) e minúsculas (coluna), diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), entre cada característica avaliada.
1 = aves leves; 2 = aves médias; 3 = aves pesadas

No Gráfico 3 é possível verificar o comportamento dos valores de DMO de tíbias, das idades de coletas avaliadas. Sendo que estes valores de DMO seguiram uma tendência linear. Como houve interação entre idade de coleta e categoria de peso, para DMO de fêmures, esta regressão não foi avaliada.

É possível verificar que os valores de DMO das tíbias sofreram oscilações menos bruscas que aqueles encontrados para os fêmures. Isto pode ser uma indicação de que os fêmures depositam mais minerais, disponibilizando-os mais facilmente quando necessário. Segundo Julian (2005), o fêmur de poedeiras é o principal osso responsável pelo suprimento de cálcio para a formação da casca do ovo, quando o cálcio dietético não está disponível, segundo o autor os fêmures de aves com deficiência deste mineral encontram-se frágeis e porosos.

Gráfico 3. Densidade mineral óssea (mm de Al) de tíbias de matrizes pesadas.



Na Tabela 5 são demonstrados os resultados dos valores encontrados para as características de qualidade da casca dos ovos, durante todo o período de produção.

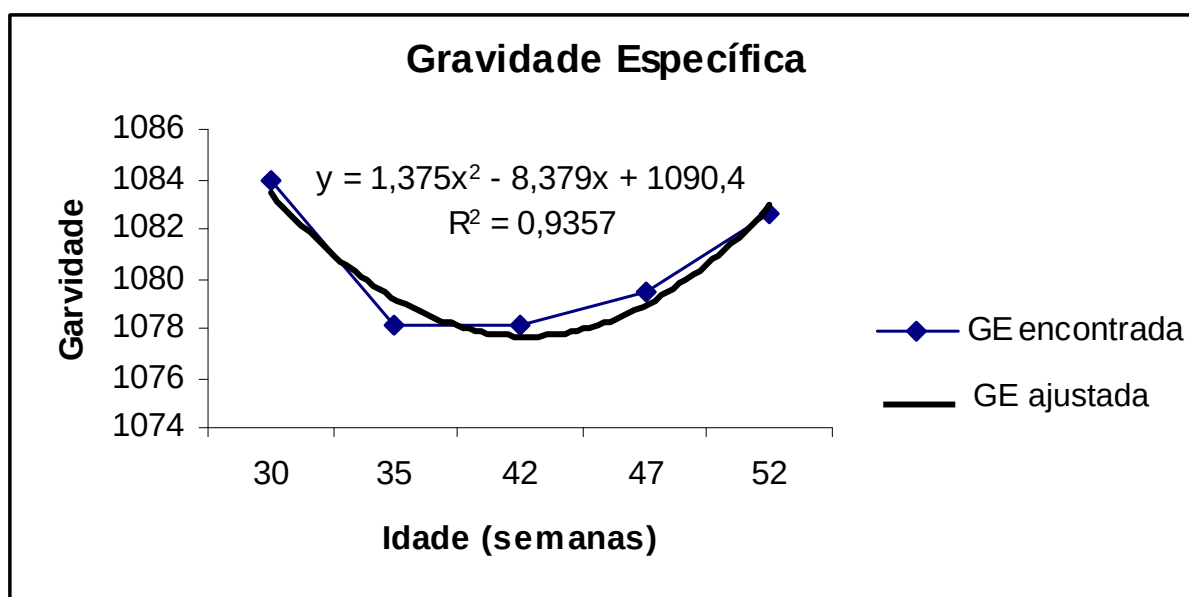
Tabela 5. Valores de densidade mineral óssea (DMO) e características de qualidade da casca de ovos das aves do grupo estudado.

Idade (semanas)	Peso do ovo (g)	Peso específico	Casca (%)	DMO tíbia	DMO fêmures
30	61,71B	1083,89A	8,90 B	3,38	8,23AB
35	64,11B	1078,13B	9,03B	3,71	10,33A
42	68,55A	1078,09B	9,44AB	3,61	7,14AB
47	69,22A	1079,42AB	9,49A	3,82	6,04B
52	71,89A	1082,60A	9,88A	4,55	9,94A

Médias seguidas por letras diferentes, nas colunas, indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

No Gráfico 4 encontram-se os valores de peso específico dos ovos das aves do grupo estudado, obtidos às 30, 35, 42, 47 e 52 semanas de idade.

Gráfico 4. Peso específico dos ovos das aves do grupo estudado.



A porcentagem de casca apresentou comportamento semelhante àquele encontrado para o peso do ovo, com aumento gradativo nos valores em função da idade de coleta. Resultados semelhantes foram encontrados por Luquetti *et al.* (2002), ao estudarem o efeito da idade da matriz na qualidade da casca dos ovos.

Em um estudo realizado por Pedroso *et al.* (2005), também foi encontrado aumento no peso do ovo e porcentagem de casca com o aumento da idade da matriz, no entanto, os valores de porcentagem de casca são bastante inferiores aos encontrados no presente estudo, variando entre 5,88 a 6,30%. Já Ferreira *et al.* (2005), em um experimento sobre a influência da idade da matriz sobre a qualidade do ovo, também encontraram aumento no peso do ovo, porém, houve menor porcentagem de casca, com o aumento da idade. Estes autores encontraram valores para porcentagem de casca, variando entre 8,85% e 9,22%, sendo bastante semelhante aos encontrados no presente estudo. Brito *et al.* (2004) também encontraram porcentagem de casca variando entre 9,40 e 9,48%, em um experimento testando diferentes tipos de rações para poedeiras comerciais

A peso específico apresentou comportamento quadrático (Gráfico 6), com valores maiores na primeira e última coleta (30 e 52 semanas), sendo que as 35 e 42 semanas apresentaram os menores valores e a coleta as 47 semanas não diferiu das demais. Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Gomes *et al.* (2005), em um estudo sobre efeito de linhagem e idade de reprodutoras pesadas na qualidade dos ovos, neste experimento a porcentagem de ovos com peso específico acima de 1080 diminuiu com o aumento da idade, porém as idades estudadas foram 30, 45 e 60 semanas.

Na Tabela 6 são demonstradas as correlações entre as características de qualidade externa dos ovos e densidade mineral óssea. As correlações significativas encontradas, dizem respeito à qualidade da casca dos ovos, sendo que àquela com maior valor foi entre a peso específico e a porcentagem de casca, isto era esperado, pois a peso específico é influenciada pelo peso da casca (Castelló *et al.*, 1989). Dados semelhantes a estes foram encontrados Peebles & Brake (1987) e North & Bell (1990), que

citam a influencia da porcentagem de casca e peso da casca sobre a peso específico.

Tabela 6. Correlações entre qualidade de casca e densidade mineral óssea das aves que do grupo de estudo, que estavam produzindo.

	Peso ovo	G. específica	Casca (%)	DMO tíbias	DMO fêmures
Peso ovo	1,00				
G. específica	0,27	1,00			
Casca (%)	-0,45	0,69	1,00		
DMO tíbias	-*	-	-0,15	1,00	
DMO fêmures	-	-	-	0,67	1,00

Correlações de Pearson a 5% de significância

* As correlações que não se apresentaram significativas foram representadas por “-”.

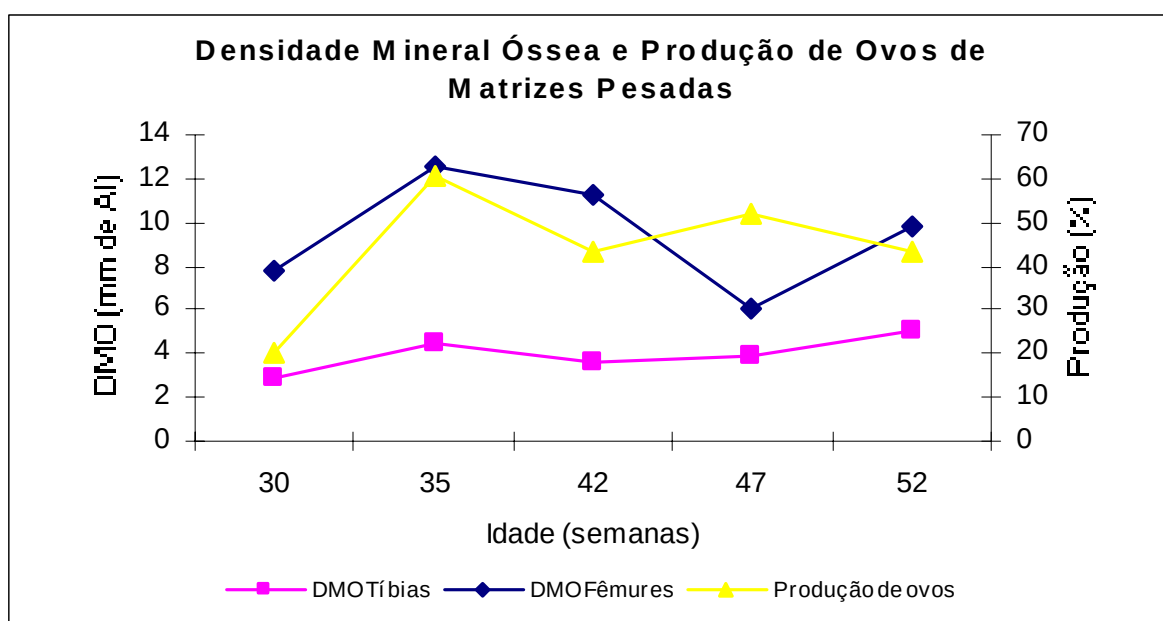
Segundo Hudson *et al.* (2000), deficiências nutricionais podem causar queda na produção e qualidade dos ovos, aumentando a mobilização de cálcio ósseo. O que também é afirmado por Calderón (1994), em uma revisão sobre o assunto. Porém, neste estudo não possível encontrar correlação ($p>0,05$) entre as características de qualidade de casca e DMO de fêmures, sendo que houve correlação negativa entre DMO de tíbias e porcentagem de casca, com um valor baixo. Estes dados reforçam a idéia de que as aves não utilizaram cálcio e fósforo ósseo para a formação da casca dos ovos.

Segundo Maggioni (1998) a utilização do cálcio ósseo para formação da casca ocorre quando o cálcio disponível na dieta não supre as necessidades da ave. Isto também é afirmado por Julian (2005), segundo o autor, quando não há cálcio dietético disponível, a ave começa a retirar Ca dos ossos medulares, podendo ocorrer, inclusive, morte da ave. As rações utilizadas neste estudo seguiram as recomendações do manual da linhagem (Agroceres Ross, 2003), sem suplementação vespertina de cálcio. Os resultados demonstram que as aves não precisaram dispor do cálcio ósseo para a formação da casca dos ovos, já que a densidade mineral óssea dos

fêmures e tíbias não apresentaram correlações, ou apresentaram correlações baixas, com a qualidade da casca dos ovos.

No Gráfico 5, é possível verificar a curva de produção de ovos e as curvas de densidade mineral óssea das tíbias e fêmures das aves estudadas. É possível verificar que a curva de DMO das tíbias acompanha a curva de produção de ovos, já a curva de DMO dos fêmures têm uma queda às 47 semanas de idade, quando ocorre um aumento nos valores de produção de ovos.

Gráfico 5. Valores de densidade mineral óssea e curva de produção de matrizes pesadas



5. CONCLUSÃO

Foi possível concluir que a produção de ovos pouco influenciou a densidade mineral óssea das aves. Não havendo necessidade de mobilização de minerais ósseos durante o período de produção, já que a produção de ovos foi aquém daquela encontrada em condições comerciais de criação.

A densidade mineral óssea das aves sofreu uma tendência ao aumento com o passar da idade, até 30 semanas, período em que as aves estavam em início de produção.

Na 47^a semana de idade, ocorreu um aumento de 9,39% na produção de ovos, havendo uma queda bastante acentuada na densidade mineral óssea dos fêmures, o que indica que esse osso é o responsável pelo suprimento de minerais para formação da casca, quando necessário.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroceres Ross. Manual de Manejo de Matrizes. Agroceres Ross Melhoramento Genético de Aves S.A. 81p. 2003.

Almeida Paz ICL, Mendes AA, Takita TS, Vulcano LC, Guerra PC, Wescheler FS, Garcia RG. Tibial Dyschondroplasia and Bone Mineral Density. *Brazilian Journal of Poultry Science*. 2004; 6:207-12.

Brito AB, Stringhini JH, Belém LM, Xavier SAG, Santos FCB, Barros FS. Avaliação nutricional do gérmen integral de milho para poedeiras comerciais de 30 a 64 semanas. 2. Qualidade interna e de casca do ovo. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2004; p. 82.

Brum PAR, Penz Jr AM, Guidoni AL, Fialho FB. Efeito de níveis de proteína nas dietas de matrizes de frango de corte nos balanços de nitrogênio e energia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*; 1998; 33: 1617-1622.

Bruno LDG. 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.

Calderón VC. Efectos nutricionales sobre la calidad de la cáscara. In: Conferência Apinco 1994 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Anais. 1994, p. 35-66.

Castelló JAC, Pontes MP, González FF. Producción de huevos. 1 ed. Barcelona, España. Real Escuela de Avicultura. 367p. 1989.

Ferreira FC, Lara LJC, Baião NC, Chiarelli IM, Lana AMQ, Corrêa GSS. Influência da idade da matriz sobre a qualidade do ovo. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2005; p. 16.

Field RA. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone mixtures. Meat Science. 1999; 55: 255-264.

Gomes FP. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Ed. Nobel, 430p. 1982.

Gomes FS, Santos GCF, Silva PL. Efeito da linhagem e da idade de reprodutoras pesadas na qualidade dos ovos incubáveis. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2005; p. 20.

Harms RH, Ammerman CB, Waldroup PW. The effect of supplement phosphorus in the breeder diet upon hatchability of eggs and bone composition of chicks. Poultry Science 1964; 43: 209-212.

Hudson BP, Lien RJ, Hess JB. Effects of early protein intake on development and subsequent egg production of broiler breeder hens. *Journal Applid. Poultry Reserch*. 2000; 9: 324-333.

Julian RJ. Patologias ósseas em aves. In: Conferência Apinco 2005 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Anais. 2005; 2:107-122.

Kälebo P, Strid KG. Bone mass determination from microradiographs by computer-assisted videodensitometry. *Acta Radiologica*. 1988a; 29: 4:465-472.

Kienholz EW, Turk DE, Sunde ML, Hoekstra WG. 1961. Effects of zinc deficiency in the diets of hens. *Journal Nutrition*. 1961; 75: 211-221.

Landauer W. The hatchability of chicken eggs as influenced by environment and heredity. Monograph 1. Storrs Agricultural Experiment Station, Storrs, CT. 1967.

Leeson S, Summers JD. Broiler breeder production. 1ed. Guelph, Canada. 329p. University Boocks, 2000.

Louzada MJQ. Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica. *Veterinária e Zootecnia*. 1997; 9: 95-109.

Luquetti BC, Bruno LDG, Giacheto PF, Furlan RL, Gonzales E, Macari M. Influência da idade da matriz sobre características da casca e parâmetros sanguíneos e cardíacos de pintos neonatos. *Revista Brasileira de Ciência Avícola. Suplemento. Trabalhos de Pesquisa*. 2002. 4:5.

Maggioni R. Efeito do fracionamento de cálcio dietético sobre o desempenho produtivo e a qualidade da casca do ovo de poedeiras semi-pesadas durante o verão. Dissertação (Mestrado) – FAEM-UFPEL, 89 p. 1998.

Nicolau JA. Custo de transação e cooperação vertical na indústria de frango. Caderno de Ciência & Tecnologia; 1996. Brasília, Distrito Federal. 13(1):57-65. Unidades: AI-SEDE (630.5C-122).

North MO, Bell DB. Commercial chicken production manual. 4th ed. Van Nostrand Reinhold, New York, NY. 1990.

Novo RP, Gama LT, Soares MC. Effects of oviposition time, hen age, and extra dietary calcium on egg characteristics and hatchability. J. Appl. Poultry Res 1997; 6: 335-343.

Oliveira MC, Rodrigues EA, Bruno LDG, Marques RH, Gravena RA, Moraes VWB. Características ósseas de frangos de corte alimentados com dietas contendo mananologossacarídeo e complexo enzimático. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2005; p. 41.

Peebles ED, Brake J. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. Poultry Science 1987; 66: 594-604.

Pedroso AA, Stringhini JH, Leandro NSM, Andrade MA, Lima FG, Barbosa CE. Eclodibilidade, mortalidade embrionária e tempo de eclosão de pintos de corte oriundos de ovos de matrizes jovens de diferentes pesos. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Suplemento 2005; p. 7.

Qin X, Klandorf H. Effect of dietary boron supplementation on egg production, shell quality, and calcium metabolism in aged broiler breeder hens. Poultry Science. 1991; 70: 10: 2131-2138.

Reis LH, Feio P. Extra dietary calcium supplement and broiler breeders. Journal Applied of Poultry Res 1995; 4: 276-282.

Robinson FE, Wilson JL, Yu MW, Fasenko GM, Hardin RT. The Relationship Between Body Weight and Reproductive Efficiency in Meat-Type Chickens. Poultry Science 1993; 72: 912-922.

SAEG (Sistema para análise estatística e genéticas). Manual de utilização do programa SAEG. Viçosa: UFV, 2003. 59p.

Singsen EP, Spandorf AH, Matterson LD, Serafin JA, Tlustohowics JJ. Phosphorus in the nutrition of the adult hen. 1. Minimum phosphorus requirements. Poultry Science 1962; 41: 1401-1414.

Wilson HR, Miller ER, Harms RH, Damron BL. Hatchability of chicken eggs by dietary phosphorus and calcium. Poultry Science 1980; 59: 1284-1289.

Wilson HR, Ingram DR, Harms RH. Restricted feeding of broiler breeders. Poultry Science 1983; 62: 1133-1141.

Wilson HR, Interrelationships of egg size, chick size, posthatching growth and hatchability. World's Poultry Science Journal 1991; 47: 5-20.

Zhang B, Coon CN. The relationship of calcium intake, source, size, solubility in Vitro and in vivo, and gizzard limestone retention in laying hens. Poultry Science 1997; 76: 1702-1706.

Capítulo III**QUALIDADE ÓSSEA E QUALIDADE DE CASCA DE OVOS DE
MATRIZES PESADAS**

1. RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a qualidade óssea e de casca de ovos de matrizes pesadas. Para isto, foi conduzido um estudo nas instalações experimentais da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, Botucatu. Foram utilizadas 23 grupos de matrizes pesadas, da linhagem Ross, sendo que ao início do estudo cada grupo foi constituída por 13 fêmeas e um macho distribuídos em 23 boxes de 5,0m² cada, ao final do estudo o número médio de fêmeas por boxe foi de 9,34. O manejo de criação utilizado foi aquele recomendado pelo manual da linhagem (Agroceres Ross, 2003), com arraçamento diário até a 5ª semana de criação, entre a 7ª e 17ª semanas de idade o fornecimento de ração seguiu o esquema 5:2 (5 dias com ração para 2 dias sem ração), voltando a ser diário a partir da 18ª semana de idade. Na quarta semana de criação foram tomadas ao acaso, 84 fêmeas para as análises ósseas da tíbia e do fêmur direitos, por meio técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas, estas análises foram realizadas sequencialmente às 4, 8, 12, 15, 20, 24, 30, 35, 42, 47 e 52 semanas de criação. Após cada coleta radiográfica, cinco aves foram abatidas e as tíbias e fêmures retirados para a realização das análises matéria seca desengordurada, teor de cinzas, resistência óssea, índice Seedor e conteúdo de cálcio e fósforo. Também foi realizada, com auxílio de ninhos alçapão, a coleta de ovos das aves estudadas, na semana referente às coletas radiográficas. Desta forma foi possível estabelecer correlações entre a qualidade óssea e a qualidade da casca dos ovos destas aves. As características de qualidade óssea apresentaram correlações elevadas entre si, porém, estas correlações não foram verificadas entre qualidade óssea e qualidade de externa de ovos. Sendo assim, concluiu-se que não houve efeito da produção de ovos sobre a qualidade dos ossos, provavelmente por que não houve necessidade de mobilização dos minerais ósseos estudados.

2. ABSTRACT

This study was carried out at the facilities of the Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia of UNESP, Botucatu, Brazil, with the aim of evaluating bone quality of broiler breeders. Twenty three Ross broiler breeder group were used. In the beginning of the study each group consisted of 13 females and 1 male distributed in 23 pens of 5,0m² each, and at the end of the study the average number of females per pen was of 9.34. The management used was that recommended by the genetic company (Agroceres Ross, 2003). On the fourth week of rearing, 84 females were removed at random for bone analyses of the right tibia and femur, using the technique of optical densitometry in radiographic images. These analyses were sequentially carried out in 4, 8, 12, 15, 20, 24, 30, 35, 42, 47, and 52 week-old birds. After each radiographic collection, five birds were slaughtered, and the removed tibias and femurs were submitted to analyses to determine fat-free dry matter, ash, bone strength, Seedor index (Seedor, 1993), and calcium and phosphorus content. Eggs were collected using traps nest in the same week of radiographic collections. Therefore, it was possible to establish correlations between bone quality and eggshell quality of these birds. There were correlations among bone quality characteristics, but no correlations were between bone quality and external egg quality. Therefore, it was concluded there was no effect of egg production on bone quality, probably because there was no need to mobilize the studied bone minerals.

3. INTRODUÇÃO

A criação de aves em escala industrial tem-se destacado por um excelente grau de tecnificação, gerando sempre conhecimentos em busca de uma produção cada vez mais saudável e econômica. Vários são os fatores que contribuem para os avanços das tecnologias aplicadas nesta área. A interação entre genética, nutrição, sanidade e ambiência mostrou ser, ao longo do tempo o caminho para a obtenção de uma produção altamente viável.

Os programas de melhoramento genético aos quais as matrizes de corte vêm sendo submetidas buscam obter aves com progênie de bom desenvolvimento corporal e rápido ganho de peso, um dos motivos que elevaram a avicultura de corte ao primeiro lugar em produção de proteína animal no mundo (Rios *et al.*, 2002), porém, associado a isto se tem observado o aumento no aparecimento de anormalidades no sistema ósseo, ocasionando prejuízos à cadeia produtiva.

Sendo assim, é de grande importância o desenvolvimento de uma técnica para análise sequencial de variações de massa óssea, de maneira mais precisa e de menor custo que outras técnicas. A densitometria óptica em imagens radiográficas é um parâmetro biofísico de grande importância experimental e clínica que pode auxiliar na compreensão e melhor avaliação do processo de mineralização óssea (Louzada, 1994), porém ainda encontra resistência ao uso devido às dificuldades nas padronizações metodológicas como técnica radiológica apropriada, posicionamento específico do material a ser analisado e uso de padrões de referências.

Os ossos fazem parte do sistema locomotor, com funções como crescimento, estrutura de suporte e proteção, força de transmissão para contração muscular; movimento, depósito mineral e hematopoese. Anatomicamente, os ossos são classificados como longos, curtos, chatos e irregulares. Os ossos longos são constituídos por epífises (extremidades), fise (cartilagem de junção, cartilagem epifisária e disco epifisário), metáfise e diáfise. O crescimento destes ossos é um processo que envolve, ao mesmo

tempo o crescimento de epífise, o qual é radial, acompanhado por ossificação endocondral e da diáfise, este é intramembranoso e se dá por aposição de tecido ósseo por atividade osteogênica do disco epifisário. Para o estudo do crescimento ósseo pós-natal o disco epifisário é uma das estruturas mais importantes, após a puberdade, ocorre o desaparecimento da cartilagem de junção, cessando o crescimento ósseo e permanecendo apenas o aumento em sua espessura (Macari *et al*, 1996, Macari *et al*, 2001).

O osso medular passa por períodos de deposição e reabsorção óssea. Em matrizes pesadas, a reabsorção óssea pode ser amenizada ao fornecer partículas de calcário com maior granulometria (maior que 0,75mm), que é digerida mais lentamente durante o período noturno, prolongando o suprimento de cálcio diretamente do trato gastrintestinal (Wilson *et al*, 1983; Julian, 2005). Porém, quando a suplementação de cálcio via ração é suficiente, pode não ocorrer a reabsorção óssea.

Para matrizes pesadas ou mesmo poedeiras, a casca dos ovos deve ser bem formada, pois esta protegerá o conteúdo existente em seu interior. No caso de matrizes pesadas a casca representa a principal barreira contra contaminação microbiana do embrião, garantindo pintinhos saudáveis. A qualidade da casca pode ser definida pela peso específico e a sua relação com a porosidade da casca, uma vez que apresenta correlação positiva com a espessura e negativa com a concentração de poros (Leesson & Summers, 2000; Peebles & Brake, 1987).

O objetivo deste estudo foi acompanhar o desenvolvimento das matrizes pesadas, originando dados sobre a qualidade óssea e qualidade da casca dos ovos, durante seu período de produção. Para isso foram utilizadas técnicas bastante modernas e de baixo custo, como a densitometria óptica em imagens radiográficas, teor de cinzas, matéria seca, resistência óssea e índice Seedor. Sendo possível associar a qualidade dos ossos à qualidade dos ovos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Aves, Instalações e Manejo

Para a condução deste estudo foram utilizadas 280 fêmeas e 40 machos da linhagem Ross 308. O alojamento das aves foi realizado nas instalações experimentais da FMVZ – UNESP/Botucatu, em um galpão de alvenaria, dividido em 24 boxes de 5m² cada, com densidade populacional média de 2,6 aves/m², sendo que o aviário foi escurecido com sombrite com capacidade de retenção de luz de 80% e cortinas escuras especiais (do tipo *black-out*). A partir da 18ª semana de criação as aves receberam luz natural com acréscimo de luz artificial totalizando 17 horas de luz e o sombrite foi retirado do aviário.

Até a 3ª semana de criação as aves receberam aquecimento por campânulas de luz infravermelhas e receberam ração em comedouros tubulares infantis. A partir desta idade, as campânulas foram retiradas e as aves receberam ração em comedouros do tipo pendular adulto e do tipo calha, disponibilizando cerca de 15cm de comedouro por ave alojada. Aos 10 dias de idade todas as aves foram debicadas, com debicador padrão.

Para a alimentação das aves e controle de peso corporal, o manual da linhagem foi adotado como base (Agrocere Ross, 2003). O arraçoamento foi diário da 1ª a 6ª semana de criação e da 18ª a 52ª semanas, no período entre 7ª e 17ª semanas o arraçoamento seguiu o esquema 5:2 (5 dias com ração e 2 dias sem ração) de alimentação. Não havendo suplementação vespertina de cálcio para as aves.

O controle de peso corporal e uniformidade foi realizado com pesagens semanais de todas as aves em todos os boxes até a 6ª semana de idade, para isto as aves foram colocadas em caixas especiais de transporte e pesadas em balança com precisão de 20g. Entre a 8ª e 18ª semanas as pesagens foram quinzenais, sendo que as aves foram pesadas individualmente, em balança com precisão de 2g. O manejo adotado para controle de uniformidade do lote foi aquele recomendado pelo manual da

linhagem, extraíndo a média de peso do lote e estipulando um intervalo médio para o peso, sendo destinados boxes para as aves com peso acima 10% ou mais da média e boxes para as aves com peso abaixo 10% ou mais da média. A partir da 20^a semanas as pesagens foram realizadas quinzenalmente, porém, apenas 4 fêmeas e o macho em cada boxe foram pesados, individualmente, evitando o estresse das aves.

Durante o período de cria e recria os machos foram mantidos em boxes separados das fêmeas. A partir da 18^a semana de idade as aves foram divididas em 24 boxes, com densidade 2,8aves/m² num total de 14 aves/boxe, sendo que 22 boxes foram destinados às grupos de matrizes e os dois boxes restantes foram destinados aos machos de reposição.

Os ninhos utilizados durante o período de produção foram do tipo alçapão, com uma boca de ninho para 4,3 fêmeas, permitindo assim, a identificação da ave e do ovo. A coleta dos ovos utilizados para análises de qualidade da casca (peso do ovo, porcentagem de casca e peso específico), foram realizadas com o auxílio de ninhos tipo alçapão, permitindo a identificação da ave e do ovo. Para isto os ninhos eram armados durante os dois dias anteriores e dois dias posteriores à data das coletas das imagens radiográficas.

4.2. Rações

Na Tabela 1 é mostrada a composição porcentual e calculada das rações utilizadas no estudo. Os níveis nutricionais e as fases de criação das aves adotados no estudo foram determinados seguindo as recomendações do manual da linhagem (Agrocere Ross, 2003).

A granulometria do calcário utilizada foi a mesma utilizada para frangos de corte (menor que 0,75mm). Os galos receberam ração especialmente formulada para os mesmos. As rações foram preparadas na fábrica de rações da FMVZ em misturador automático com capacidade para 500kg. Para a conservação das rações foi utilizado conservante BHT, que foi adicionado na proporção recomendada pelo fabricante.

Tabela 1. Níveis nutricionais e composição calculada das rações.

Ingredientes	Cria	Recria I	Recria II	Pré- Postura	Postura Inicial	Postura Final	Galos
	0-5 sem.	6-13 sem.	14-19 sem.	20-24 sem.	25-45 sem.	>46 sem.	
Milho Moído	62,00	29,81	31,75	31,25	27,00	46,55	38,00
Farelo de Soja	34,18	21,27	17,80	19,12	21,20	17,80	10,50
Sorgo Moído	-	36,00	37,80	37,50	36,26	-	31,00
Farelo de Trigo	-	9,00	9,20	7,00	5,00	21,67	13,80
Metionina	0,19	0,09	0,05	0,06	0,13	0,10	0,05
Lisina	-	-	-	-	-	-	0,02
Fosfato Bicálcico	1,98	1,90	1,50	1,87	1,98	1,80	1,84
Calcário Calcítico	1,05	1,30	1,47	2,57	6,53	7,20	1,30
Suplemento Vitamínico e Mineral	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30
Óleo de Soja	-	-	-	-	1,30	4,25	2,86
Sal	0,30	0,33	0,33	0,33	0,30	0,33	0,33
Total	100	100	100	100	100	100	100
Composição Calculada							
EM (kcal/kg)	2900	2730	2750	2750	2750	2700	2800
Proteína Bruta (%)	21,00	17,00	15,00	16,00	16,00	15,00	12,50
Metionina (%)	0,47	0,30	0,30	0,31	0,35	0,33	0,26
AAS (%)	0,86	0,54	0,54	0,56	0,64	0,60	0,48
Lisina (%)	1,10	0,65	0,65	0,70	0,80	0,75	0,55
Cálcio (%)	1,00	1,00	1,00	1,50	3,00	3,00	1,00
Fósforo disp. (%)	0,45	0,40	0,35	0,45	0,45	0,40	0,45

Níveis de garantia por kg ração (Multinsumos): Vitamina A: 9KUI; Vitamina D3: 2,4KUI; Vitamina E: 19,98UI; Vitamina K3: 2,4mg; Vitamina B1: 1,38mg; Vitamina B2: 6mg; Vitamina B6: 2,46mg; Vitamina B12: 15mg; Ácido Nicótico: 30mg; Ácido Pantotênico: 10,80mg; Biotina: 0,06mg; Ácido Fólico: 0,72mg; Colina: 360mg; Ferro: 53,55mg; Cobre: 9,78mg; Zinco: 49,95mg; Manganês: 87,3mg; Selênio: 0,25mg; Iodo: 1,04mg; Cobalto: 10,05mg; Promotor de crescimento: 60mg; Veículo q.s.p.: 1.000g.

4.3. Densitometria óptica em imagens radiográficas

As análises de densidade mineral óssea, realizadas por meio da densitometria óptica em imagens radiográficas e com valores expressos em milímetros de alumínio, tiveram início quando as aves completaram quatro semanas de idade, sendo realizadas até a 52ª semana (4ª, 8ª, 12ª, 15ª, 20ª,

24^a, 30^a, 35^a, 42^a, 47^a e 52^a semanas). Nesta ocasião foram sorteadas 84 aves para formarem o grupo estudado.

As aves foram pesadas individualmente, em balança semi-analítica com precisão de 2g, e seu peso foi anotado em ficha própria, sendo que tais aves tiveram a cabeça marcada com tinta azul para que fosse possível sua identificação dentro dos boxes, facilitando as análises posteriores. As aves foram transportadas ao Hospital Veterinário da FMVZ, onde foram radiografadas com o auxílio de um aparelho de raio-X, de marca comercial, calibrado e com distância foco-filme de 63cm. Todos os filmes radiográficos utilizados foram da mesma marca, de base verde e chassi de 18 x 24cm equipados com ecrans de terras-raras. Paralelamente, e distante 3,0 cm da região radiografada, foi colocada na região central do chassi, uma escala de alumínio (*phantom*) que foi utilizada como referencial densitométrico, constituída de 20 degraus, o primeiro degrau com 0,5mm de espessura, variando a seguir de 0,5 em 0,5 mm até o vigésimo degrau, cada degrau com área de 15mm X 5mm. A técnica radiográfica utilizada nas coletas à 4, 8 e 12 semanas foi 47kVp X 2mAs e nas demais coletas a técnica radiográfica utilizada foi 47kVp X 4mAs (APÊNDICE I).

Depois de radiografadas, foram separadas cinco aves, ao acaso, para serem abatidas e delas retiradas as pernas para posteriores análises de resistência óssea, composição mineral óssea e índice Seedor. As pernas retiradas foram dissecadas e os ossos, devidamente identificados, segundo o número da ave, perna direita ou esquerda e número da coleta, foram congelados em *freezer* comercial. Sendo assim, a primeira coleta radiográfica foi realizada com 84 aves (correspondente à quatro semanas de idade), a segunda com 79 aves, a terceira com 74 aves e assim sucessivamente, até que na 11^o coleta radiográfica (correspondente à 52 semanas de idade) haviam 34 aves.

As leituras de densidade óptica em imagens radiográficas (densidade mineral óssea) foram realizadas por meio do Programa CROMOX® ATHENA 3.1 e todas as leituras seguiram o mesmo padrão. Para tal, as radiografias foram escaneadas e as imagens analisadas utilizando-se janela de leitura

com abertura de 10mm de altura e largura variando entre 35 e 45 mm, dependendo do tamanho do osso. Nas leituras de densidade óssea das tíbias o eixo de leitura teve inclinação de 0°, já para as leituras de densidade óssea dos fêmures este eixo de leitura acompanhou a inclinação da diáfise óssea, podendo variar entre -27° a 32° de inclinação, a partir de um eixo horizontal com 0° de inclinação.

4.4. Índice Seedor

O índice Seedor, que é o valor obtido ao se dividir o peso do osso por seu comprimento, conforme proposto inicialmente por Seedor (1993), serve como indicativo da densidade óssea, quanto maior o valor, mais denso é o osso. Este índice não possui unidade. Para a realização desta avaliação, os ossos foram medidos, em seu maior comprimento, com o auxílio de um paquímetro e tiveram seu peso obtido com o auxílio de uma balança semi-analítica digital, com precisão de 0,0001g.

4.5. Resistência óssea

Para a realização destas análises, os ossos foram desengordurados em éter etílico por 36 horas. Na Figura 1 é possível observar os ossos utilizados no estudo.

As análises de resistência óssea foram realizadas no Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agronômicas, UNESP, campus de Botucatu. Para a realização das mesmas, foi utilizado o aparelho de teste de ensaio EMIC DL 10000 (Figura 2). O aparelho foi regulado para permitir que o vão livre da diáfise fosse de 3cm. Este valor foi o espaçamento máximo conseguido para o menor osso encontrado, sendo desta forma fixado para os demais ossos do estudo. Somente com a fixação de um vão livre para a realização das avaliações de resistência pode-se comparar os valores (kgf) encontrados (Ballarin, 2004 informação pessoal). Um programa computacional registra a força necessária para que ocorra a quebra total do

osso. Os valores são expressos em quilograma força. O programa específico para este equipamento permite agrupar as peças em até dez corpos de prova. Para facilitar a execução das análises, os grupos foram formados com cinco corpos de prova, considerando idade das aves e tipo de osso, sendo que cada grupo recebeu um número para facilitar a identificação. Por exemplo, o grupo do “trat 12” refere-se aos fêmures das cinco aves abatidas às 8 semanas de idade (Anexo 1).

Após a realização das análises de cada grupo é emitido um relatório contendo a força máxima (kgf) realizada para o rompimento de cada osso do grupo, deformidade máxima (mm), média dos ossos do grupo, desvio padrão, coeficiente de variação e valores máximos e mínimos de força e deformação. O relatório mostra, ainda, um gráfico com a curva de resistência de cada osso do grupo.

Figura 1. Ossos dissecados e desengordurados utilizados no estudo.



Para que fosse possível a realização destas análises houve a necessidade de adaptação da peça de apoio dos ossos, uma vez que o aparelho EMIC DL 10000, é utilizado para ensaios em materiais de formato

uniforme (madeira, espumas, compensados, etc.). Os ossos não ficavam bem seguros nas peças de apoio que o aparelho disponibiliza. Desta forma foi desenhado um apoio específico para as peças deste estudo, conforme demonstrado na Figura 3. Na Figura 4 pode-se verificar a posição dos ossos no aparelho utilizado nos ensaios de resistência óssea.

Figura 2. Aparelho, utilizado nos ensaios de resistência óssea.

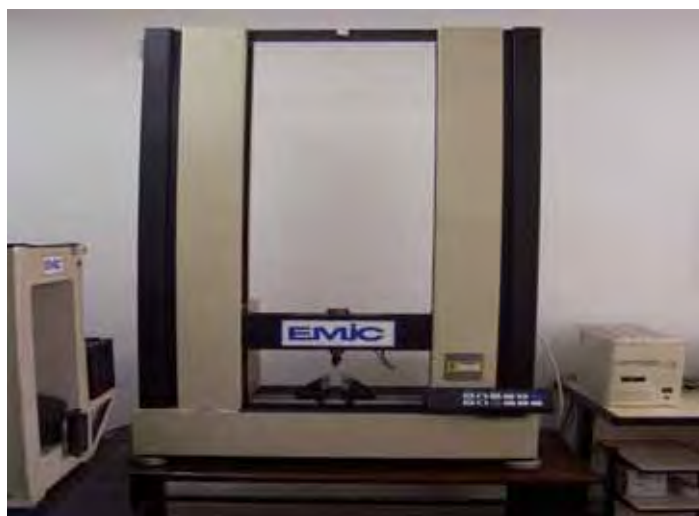
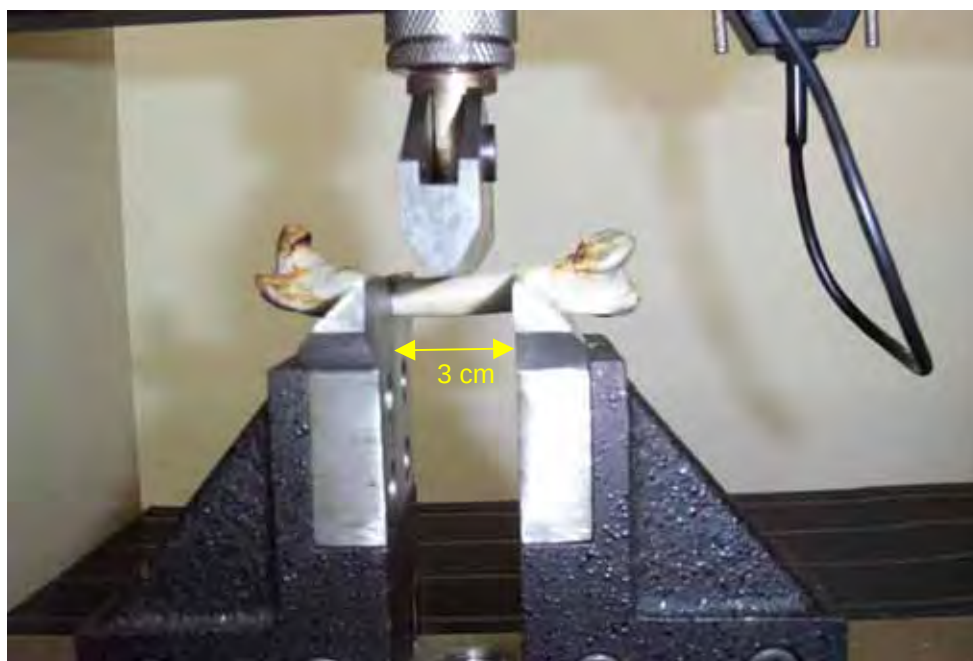


Figura 3. Peça em aço, confeccionada para apoio das peças óssea do estudo.



Figura 4. Vista da peça óssea no momento da execução do ensaio de resistência, com vão livre de 3cm.



4.6. Matéria seca e cinzas ósseas

Estas análises foram realizadas nos ossos submetidos à análise de resistência óssea.

A obtenção da porcentagem de matéria seca desengordura, foi realizada pesando-se os ossos em balança analítica digital, tendo seu peso anotado. Após este procedimento, os ossos foram secos por 72 horas em estufa à 60°C, retirados da estufa e colocados em dessecadores para que atingissem a temperatura ambiente, evitando a umidade do ambiente, e pudessem ser pesados novamente, desta forma obteve-se a porcentagem de matéria seca desengordurada dos ossos (Bruno, 2002).

Para a obtenção do valor, em porcentagem, do teor de cinzas ósseo, as peças ósseas foram moídas, pesou-se cerca de 1g de amostra, a qual foi colocada em cadinhos previamente pesados. Tais cadinhos contendo as amostras foram levados à uma mufla, regulada para atingir 800°C, por uma hora. Então as amostras foram colocadas em uma dessecador, para

atingirem a temperatura ambiente e então os cadinhos foram pesados novamente. Obtendo-se o teor de cinzas ósseas.

4.7. Porcentagem de cálcio e fósforo ósseos

Para a determinação da porcentagem de cálcio fósforo das tíbias e fêmures das aves estudadas, as amostras, após moagem adequada, foram transferidas para sacos de plásticos e guardadas em refrigerador a 4°C. Massas de aproximadamente 100 mg (com décimo de miligrama de precisão) foram pesadas diretamente em frascos de teflon de digestor por microondas para mineralização da matéria orgânica. Em seguida, foram adicionados 2,50mL de ácido nítrico suprapuro 14 mol L⁻¹ mais 0,50mL de peróxido de hidrogênio 30%*m/m*. Os extratos ácido resultante foram transferidos para balões volumétricos de 50mL e os volumes foram acertados com água desionizada (resistividade de 18,20 MΩ) em sistema de ultra-purificação ELGA. As determinações de cálcio foram feitas por espectrometria de absorção atômica utilizando-se equipamento da Shimadzu AA-6800 e as condições descritas no manual do fabricante (Markzenk, 1976). Para determinação de fósforo nas amostras foi utilizado o método do ácido vanadomolibdicofosfórico conforme descrito por Markzenk, citado por Shimadzu, 2000.

4.8. Qualidade da Casca dos Ovos - Peso específico e Porcentagem de Casca

As análises de qualidade de casca realizadas no presente estudo foram a peso específico e a porcentagem de casca. Para a realização da análise de peso específico e porcentagem de casca utilizou-se a metodologia descrita previamente por Castelló *et al.* (1989). Os ovos utilizados para estas avaliações foram aqueles referentes apenas às aves que constituíram o grupo de estudo, nas quais foram realizadas as análises de qualidade óssea.

4.9. Análise Estatística

A análise estatística dos resultados foi realizada com o auxílio do programa estatístico SAEG (1998). Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Para as correlações, realizou-se o teste de Pearson (Gomes, 1982), ao nível de 5% de significância. As curvas de matéria seca desengordurada, teor de cinzas, índice Seedor e resistência óssea foram ajustadas por equações de regressão.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados para densidade mineral óssea foram obtidos com os ossos *in vivo*, os demais resultados apresentados foram realizados com os ossos retirados das aves após terem sido abatidas.

Os resultados de qualidade óssea, representados por densidade mineral óssea (DMO), matéria seca desengordurada (MSd), porcentagem de cinzas, porcentagem de cálcio e fósforo, Índice Seedor e resistência óssea, das tíbias e fêmures de todas as aves estudadas são demonstrados na Tabela 2.

Foi possível verificar diferenças ($p < 0,05$) entre as características avaliadas, com aumento nos seus valores com o aumento da idade das aves, para todas as características de qualidade óssea, as exceções foram os valores de porcentagem de cinzas, que diminuíram com o aumento da idade das aves.

Os valores encontrados para densidade mineral óssea das tíbias foram bastante semelhante àqueles relatados por Araújo *et al.* (2004), em poedeiras em segundo ciclo de produção. Sendo que um dos tratamentos utilizados pelos autores (baixo nível de sódio na dieta) proporcionou densidade óssea de tíbias (8,1mm de Al) equivalentes à densidade óssea dos fêmures do presente estudo. Estes resultados demonstram que os minerais

presentes nas tíbias e fêmures das aves estudadas não foram seqüestrados para utilização na formação da casca dos ovos, pois ocorreu deposição destes minerais nos ossos. Ocorrendo diminuição na densidade óssea apenas dos fêmures a partir de 47 semanas de idade.

Isto pode ser verificado, ainda, pelos resultados encontrados para porcentagem de cálcio e fósforo nos ossos estudados. Estes minerais tiveram deposição constante, com aumento nas concentrações de acordo com a idade. Os valores encontrados são semelhantes àqueles relatados por Geraldo *et al*, 2004a e Geraldo *et al*, 2004b, estudando a porcentagem de cálcio em frangas de reposição e por Bruno (2002), estudando a composição mineral de ossos de frangos de corte em diferentes situações de manejo e idade.

É possível verificar que às 24 e 30 semanas de idade os valores de matéria seca desengordurada, índice Seedor e resistência óssea são mais elevados, provavelmente porque nesta fase as aves estão se preparando para entrarem em produção, que teve início às 27 semanas de idade. Sendo assim, sob influência de hormônios ovarianos, o corpo se prepara para o início da produção, quando a demanda por minerais, principalmente cálcio, será aumentada (Mahmoud *et al.*, 1996; Agrocères Ross, 2000; Lesson & Summers, 2000; Luquetti *et al.*, 2002).

Quando comparados à frangos de corte, os valores encontrados para índice Seedor são um pouco menores. Em estudos realizados por Bruno (2002) estes valores variaram entre 17,03 e 87,46 para tíbias e 15,95 a 70,24 para fêmures. No entanto, o autor também encontrou um aumento nos valores deste índice com o aumento da idade das aves.

Os valores encontrados para resistência óssea têm comportamento bastante semelhante àqueles encontrados para frangos de corte, com idade variando entre 42 e 53 dias. Alguns autores relatam valores de resistência óssea variando entre 9,24 e 19,61kgf para tíbias e 9,51 e 20,31kgf para fêmures (Lott *et al.*, 1980; Orban *et al.*, 1993; Bruno, 2002).

O comportamento dos resultados encontrados para as cinzas ósseas são diferentes daqueles encontrados por Geraldo *et al.* (2004a) e Geraldo *et*

al. (2004b), estes autores encontraram teor de cinzas variando entre 57,08 e 58,61% para tíbias de frangas de reposição (Lohmann-LSL) às 5 semanas de idade e entre 58,23 e 59,77% para frangas às 12 semanas de idade, utilizando calcário com granulometria fina, em ambos experimentos. No presente estudo valores semelhantes à estes foram encontrados apenas entre 30 e 35 semanas. Já Vilar da Silva *et al.* (2004), estudando o teor de cinzas nos ossos de poedeiras semi-pesadas às 18 semanas de idade, encontraram valores que variaram entre 41,1 e 44,4%. Os valores de cinzas encontrados neste estudo são mais elevados e tendem a diminuir com o aumento da idade, sendo que só se equiparam aos valores encontrados pelos autores supracitados no final do ciclo produtivo.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados das correlações entre as características de qualidade óssea e qualidade da casca dos ovos das aves estudadas. Foi possível verificar que as características de qualidade óssea apresentaram, com exceção de resistência óssea, elevadas correlações entre as mesmas características em ossos diferentes. Foi possível encontrar, ainda, correlações bastante elevadas entre todas as características de qualidade óssea, excetuando-se a resistência óssea da tíbia, que apresentou correlações apenas com a densidade mineral óssea das tíbias e dos fêmures. Os valores de cinzas ósseas apresentaram comportamento atípico, apresentando correlações negativas entre densidade mineral óssea, índice Seedor e matéria seca desengordurada.

As características de qualidade dos ovos, apresentaram correlações com poucas características de qualidade óssea. Sendo que o peso do ovo foi aquela que mais se correlacionou, porém, com valores baixos.

Estes dados remetem ao fato de que as aves não precisaram lançar mão do cálcio ósseo presente nas tíbias e nos fêmures para a formação da casca dos ovos. Isto porque, a utilização de cálcio ósseo para formação da casca dos ovos ocorre quando não há disponibilidade de cálcio dietético (Maggioni, 1998; Agrocere Ross, 2003; Julian, 2005), o que aparentemente não ocorreu neste estudo, mesmo com a utilização de calcário com granulometria fina e sem suplementação vespertina de cálcio.

Tabela 2. Valores médios densidade mineral óssea (DMO), de matéria seca desidrogenada (MSd), porcentagem de cinzas, porcentagem de cálcio, porcentagem de fósforo, índice Seedor e resistência óssea.

Característica	Idade (semanas)										
	4	8	12	15	20	24	30	35	42	47	52
DMO (mm de Al)	tíbia 1,37e fêmur 1,34g	2,20cde 2,55efg	2,42cde 3,28ef	1,88de 2,10fg	2,12cde 3,32ef	2,87bcde 3,81e	2,94bcde 7,81cd	4,51ab 12,49a	3,55abc 11,21ab	3,86abc 6,11d	5,03a 9,75bc
MSd (%)	tíbia 52,09cd fêmur 50,60bc	56,67bcd 59,95abc	47,54d 45,36c	55,77bcd 55,90abc	52,82cd 47,25bc	71,44a 70,07a	66,68ab 60,66abc	59,71abc 57,94abc	67,95ab 62,91ab	63,69abc 61,05abc	68,52a 64,35a
Cinzas (%)	tíbia 66,32a fêmur 68,65a	60,41ab 68,29a	57,99ab 60,22ab	62,67a 62,29a	55,93ab 58,09ab	65,68a 58,16ab	57,80ab 47,93bcd	54,07abc 48,97bcd	47,31bc 45,83cd	46,70c 42,64d	44,11c 42,81d
Cálcio (%)	tíbia 10,80a fêmur 19,05a	10,90a 20,10a	11,30a 23,30b	15,05b 22,61ab	17,17b 24,07b	16,82b 23,11b	17,06b 24,02b	23,29c 30,20c	21,76c 28,40c	23,62c 29,56c	27,01cd 34,81cd
Fósforo (%)	tíbia 19,01a fêmur 16,82a	20,06a 17,17a	20,39a 19,70ab	19,76a 16,98a	20,70a 18,07ab	20,48a 19,14ab	22,06ab 21,24bc	26,32c 24,59c	25,24c 23,36c	21,12ab 28,21d	23,34bc 32,41d
Índice Seedor	tíbia 3,72c fêmur 4,06d	5,30c 5,87cd	5,96c 5,55d	6,34bc 6,34cd	6,21c 6,60bcd	10,09a 10,44a	10,94a 10,75a	9,37ab 9,77ab	10,51a 11,88a	11,86a 11,89a	11,68a 12,43a
Resistência óssea (kgf)	tíbia 6,89d fêmur 8,89d	8,62cd 11,24cd	9,79cd 14,09cd	10,40bcd 15,01bcd	11,92bc 17,06abcd	20,44ab 20,30ab	21,21ab 27,49ab	17,08b 28,48a	17,61b 24,03ab	28,54a 28,83a	20,04ab 23,66abc

Médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, indicam diferença significativa ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Para MSd, cinzas, índice Seedor e resistência óssea, os valores médios são correspondentes à 5 tíbias e 5 fêmures por idade, excetuando-se às 52 semanas, quando os valores médios são correspondentes à 34 tíbias e 34 fêmures. Para DMO, tem-se 84 aves = 4 semanas; 79 av = 8 sem; 74 av = 12 sem; 69 av = 15 sem; 64 av = 20 sem; 59 av = 24 sem; 54 av = 30 sem; 49 av = 35 sem; 44 av = 42 sem; 39 av = 47 sem; 34 av = 52 sem

Tabela 3. Correlações entre qualidade óssea das tíbias e fêmures e qualidade de casca de ovos, de matrizes pesadas.

	MSd (tíbia)	Cinzas (tíbia)	Ca (tíbia)	P (tíbia)	Seedor (tíbia)	Resist (tíbia)	DMO (tíbia)	MSd (fêmur)	Cinzas (fêmur)	Ca (fêmur)	P (fêmur)	Seedor (fêmur)	Resist (fêmur)	DMO (fêmur)	Peso Ovo	% Casca	G.Espec.
MSd (tíbia)	1,00																
Cinzas (tíbia)	-0,20	1,00															
Ca (tíbia)	0,40	-0,35	1,00														
P (tíbia)	0,42	-0,38	0,60	1,00													
Seedor (tíbia)	0,83	-0,47	0,50	0,52	1,00												
Resist (tíbia)	-	-	-	-	-	1,00											
DMO (tíbia)	0,32	-0,38	0,74	0,75	0,53	0,44	1,00										
MSd (fêmur)	0,88	-	0,40	0,41	0,73	-	0,27	1,00									
Cinzas (fêmur)	-0,51	0,72	0,50	0,53	-0,76	-	-0,48	-0,40	1,00								
Ca (fêmur)	0,39	-0,40	0,70	0,68	0,48	0,26	0,68	0,66	-0,26	1,00							
P (fêmur)	0,39	-0,35	0,68	0,71	0,50	0,29	0,57	0,64	-0,29	0,63	1,00						
Seedor (fêmur)	0,83	-0,48	0,39	0,41	0,95	-	0,49	0,79	-0,76	0,55	0,56	1,00					
Resist (fêmur)	0,52	-0,32	-	-	0,65	-	0,47	0,46	-0,51	-	-	0,62	1,00				
DMO (fêmur)	0,35	-0,30	0,65	0,56	0,58	0,43	0,67	0,23	-0,46	0,72	0,71	0,50	0,44	1,00			
Peso Ovo	0,38	-0,34	-	-	0,33	-	-	0,24	-0,38	-	-	0,20	-0,31	-	1,00		
% Casca	-	-	-	-	-	-	-0,15	0,23	-	-	-	-	-	-	-0,45	1,00	
G. Espec.	0,21	-	-	-	-	-	-	0,18	-	-	-	-	-	-	0,27	0,69	1,00

Correlações de Pearson a 5% de significância

MSd = porcentagem de matéria seca desengordurada; Cinzas = porcentagem de cinzas óssea; Ca = porcentagem de cálcio ósseo; P = porcentagem de fósforo ósseo; Seedor = índice Seedor; Resist = resistência óssea; DMO = densidade mineral óssea; % Casca = porcentagem de casca; G. Espec. = peso específico.

As correlações que não apresentaram-se significativas não são citadas, sendo representadas por “-”.

Nos Gráficos 1 a 12, é possível verificar os valores de matéria seca desengordurada, porcentagem de cálcio e fósforo, índice Seedor, resistência óssea e teor de cinzas das tíbias e fêmures das aves estudadas. Estes valores seguiram uma tendência linear, apresentando-se maiores, com o aumento da idade das aves. Os valores de porcentagem de cinzas sofreram diminuição com o aumento da idade, seguindo, também, tendência linear.

Gráfico 1. Matéria Seca desengordurada de tíbias de matrizes pesadas.

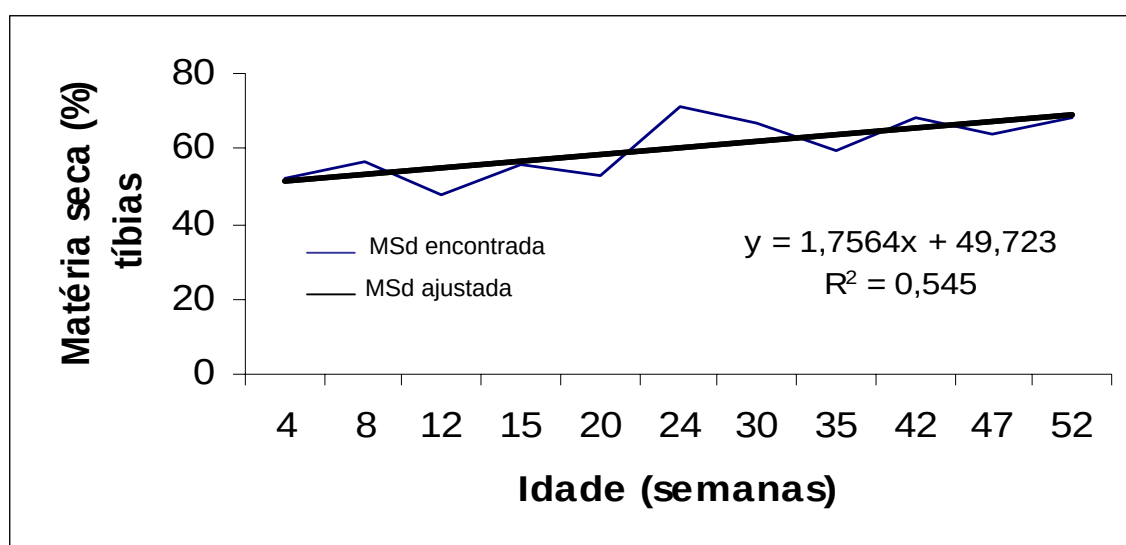


Gráfico 2. Matéria Seca desengordurada de fêmures de matrizes pesadas.

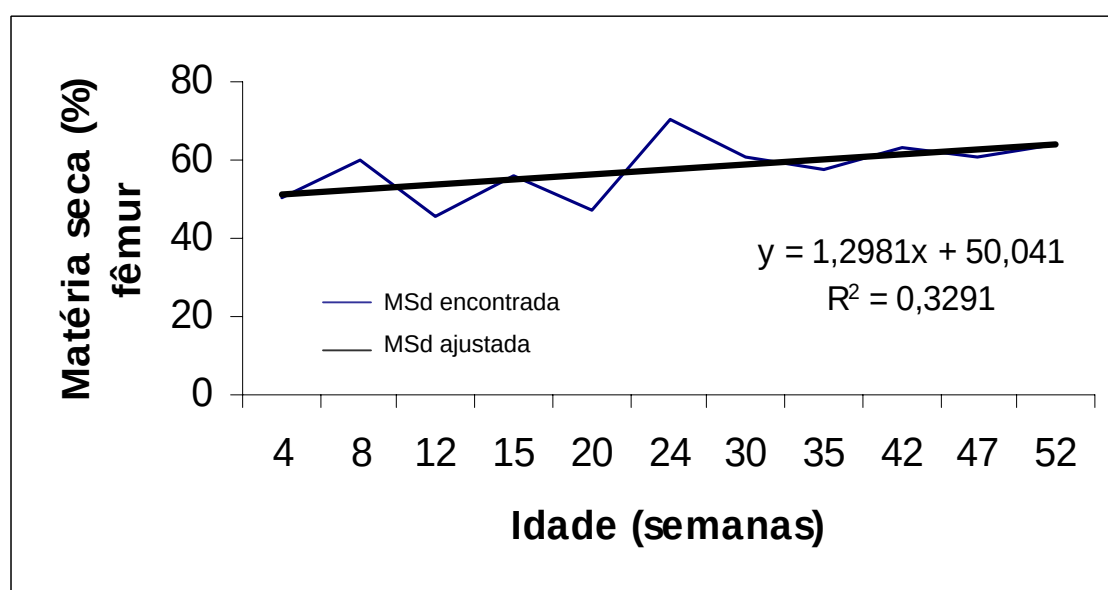


Gráfico 3. Porcentagem de cinzas de tíbias de matrizes pesadas.

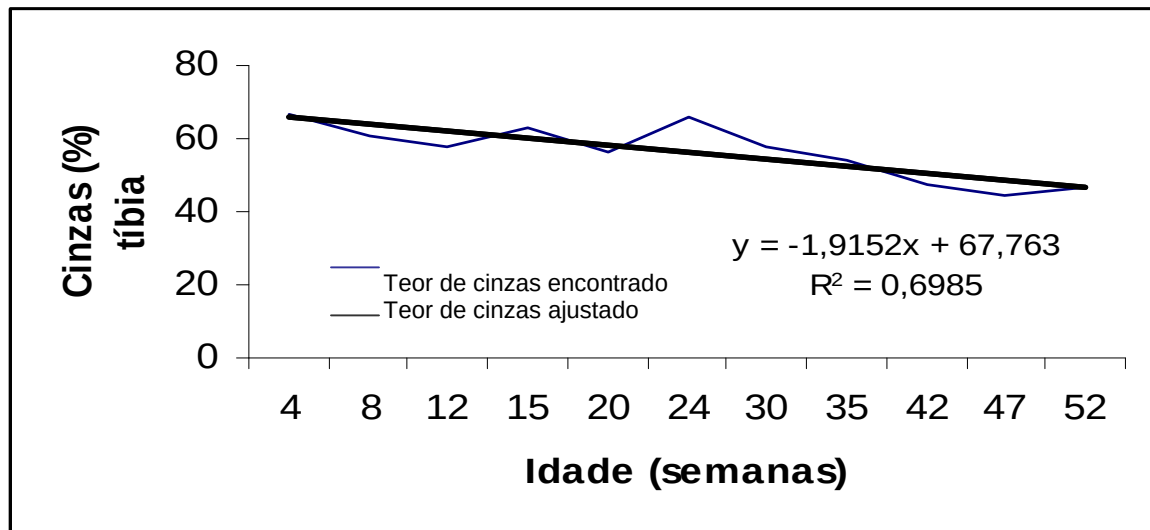


Gráfico 4. Porcentagem de cinzas de fêmures de matrizes pesadas.

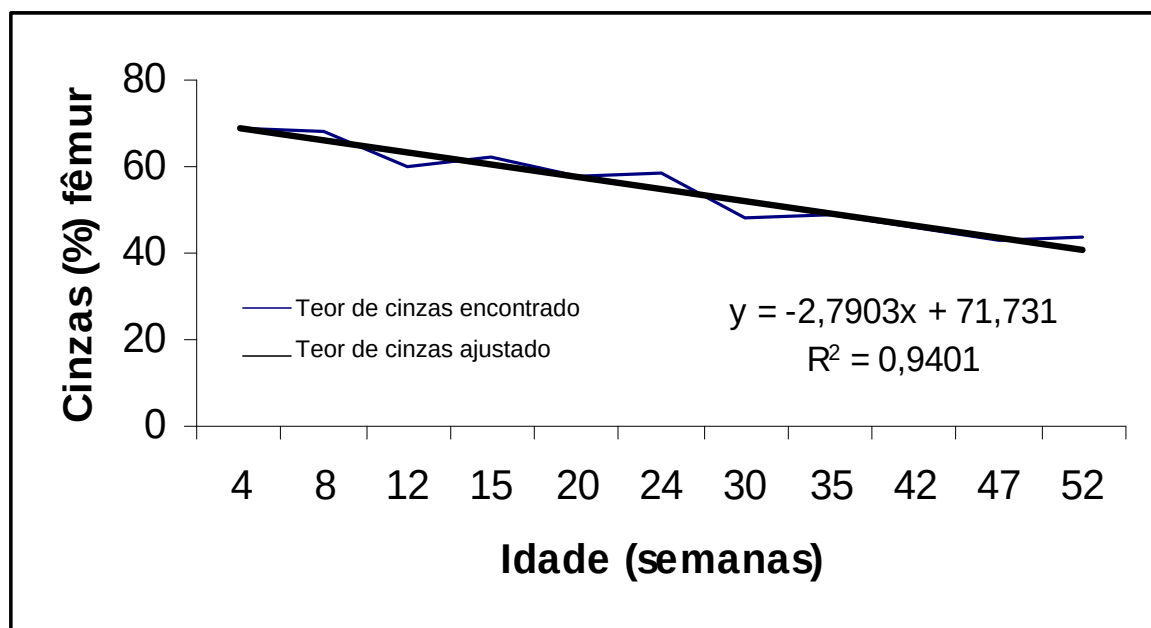


Gráfico 5. Índice Seedor de tíbias de matrizes pesadas.

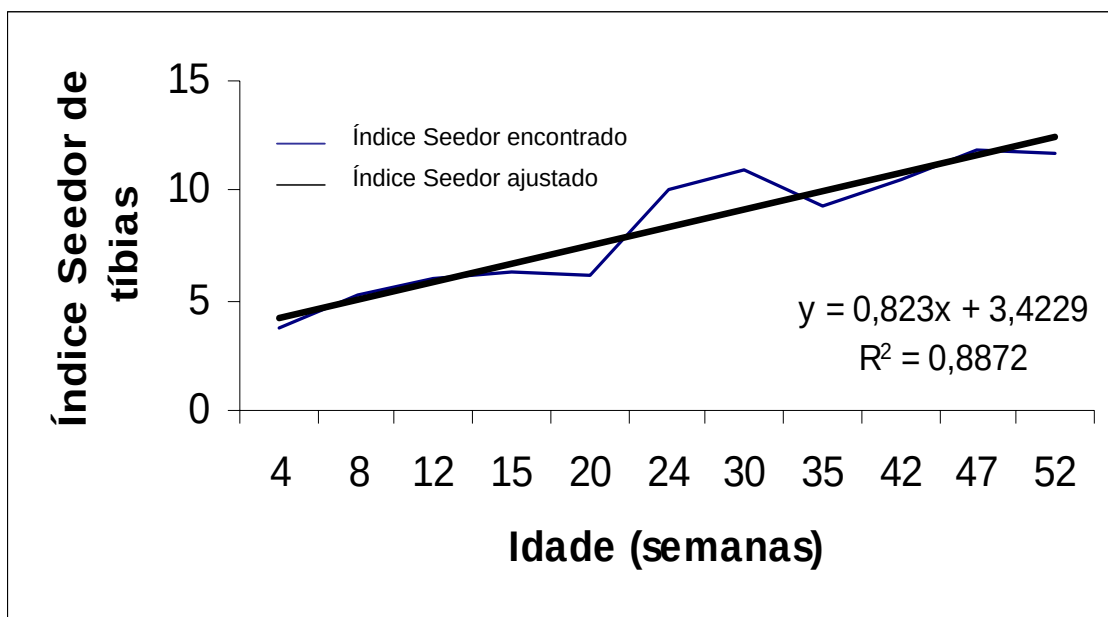


Gráfico 6. Índice Seedor de fêmures de matrizes pesadas.

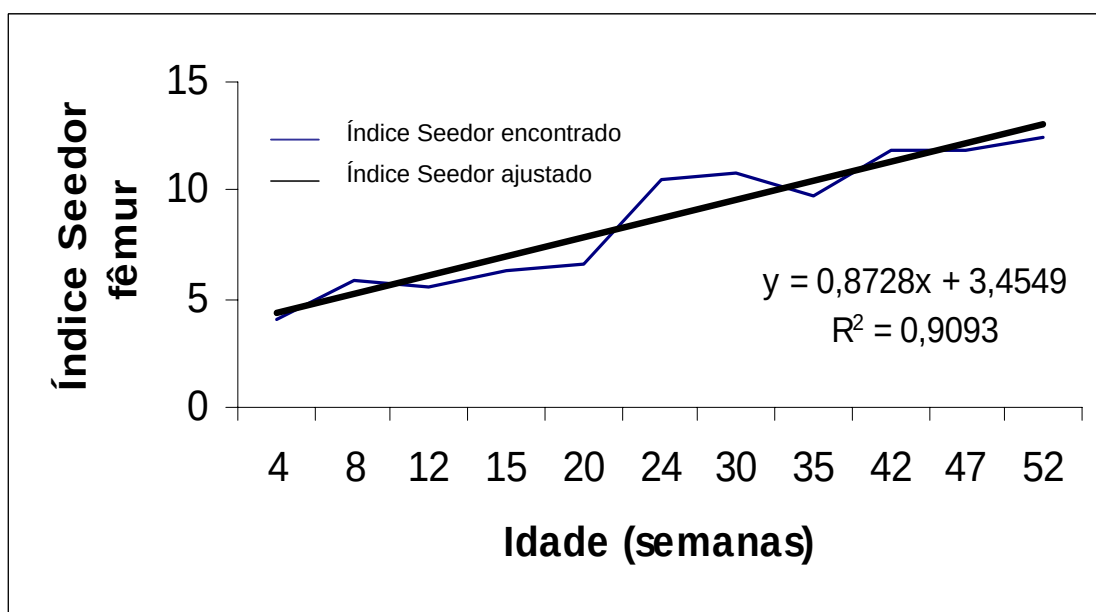


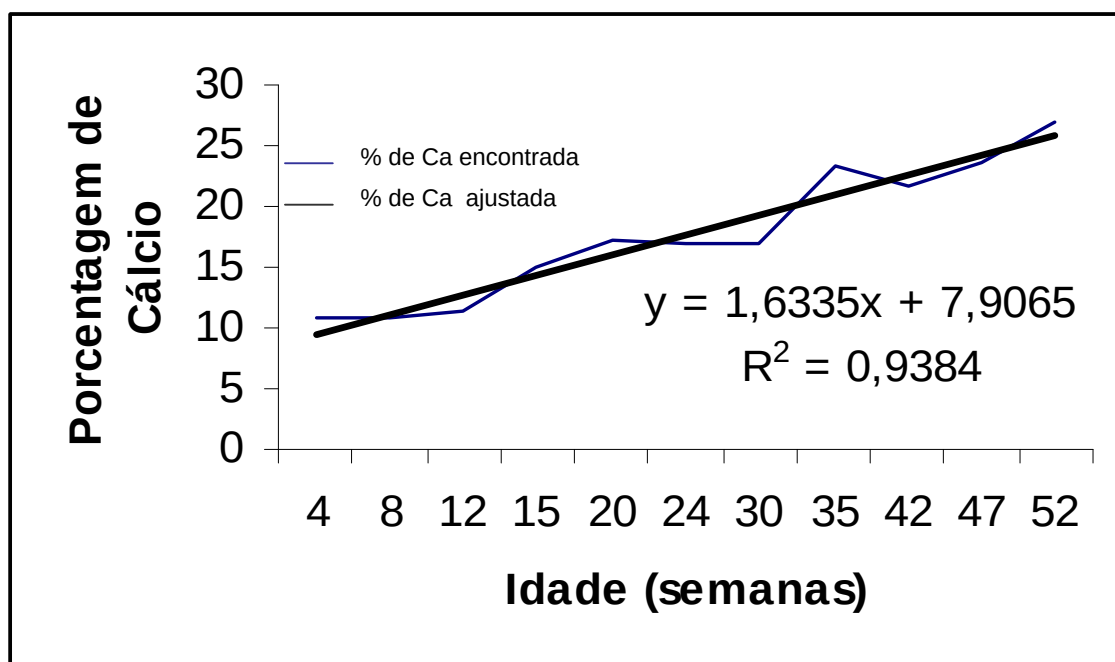
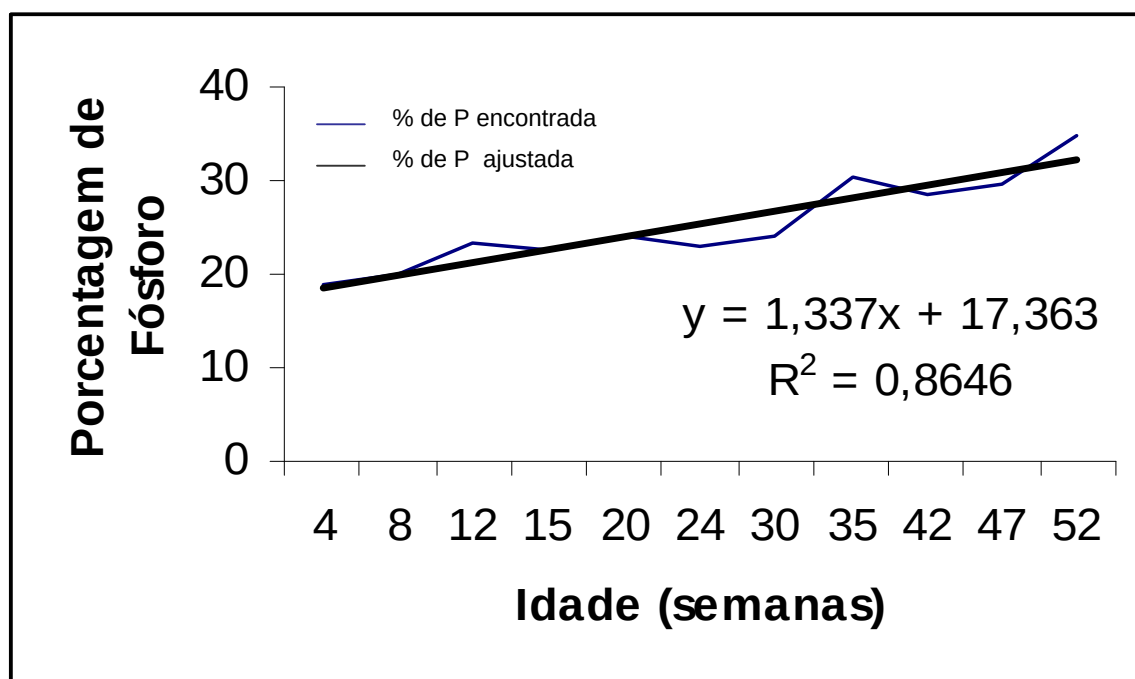
Gráfico 7. Porcentagem de cálcio nas tíbias de matrizes pesadas**Gráfico 8.** Porcentagem de fósforo nas tíbias de matrizes pesadas

Gráfico 9. Porcentagem de cálcio nos fêmures de matrizes pesadas.

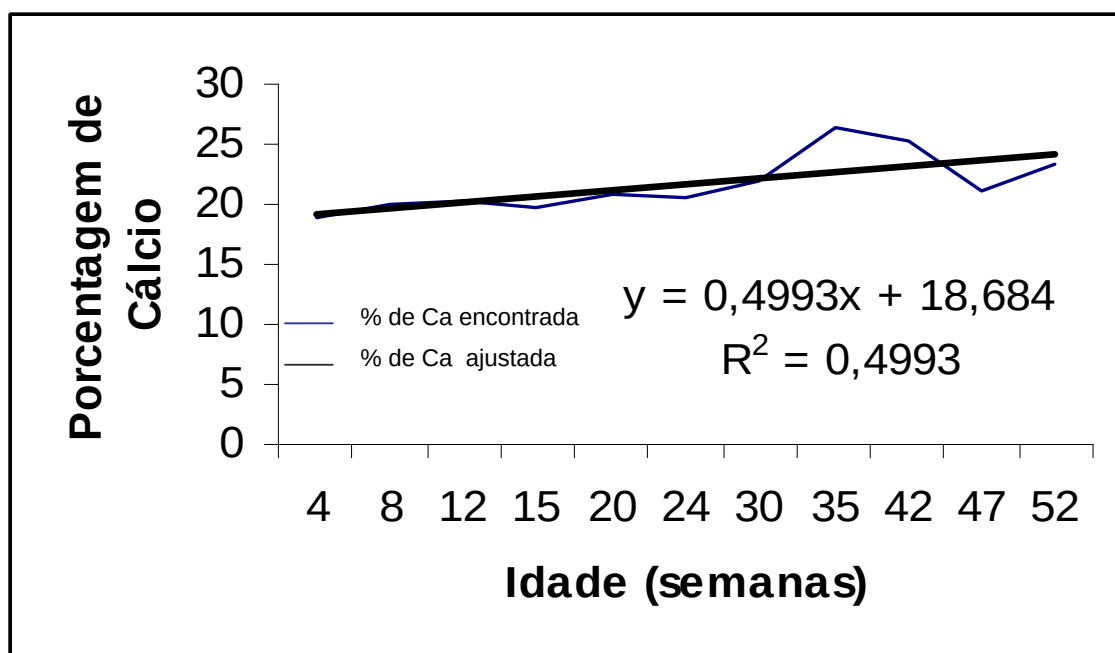


Gráfico 10. Porcentagem de fósforo nos fêmures de matrizes pesadas.

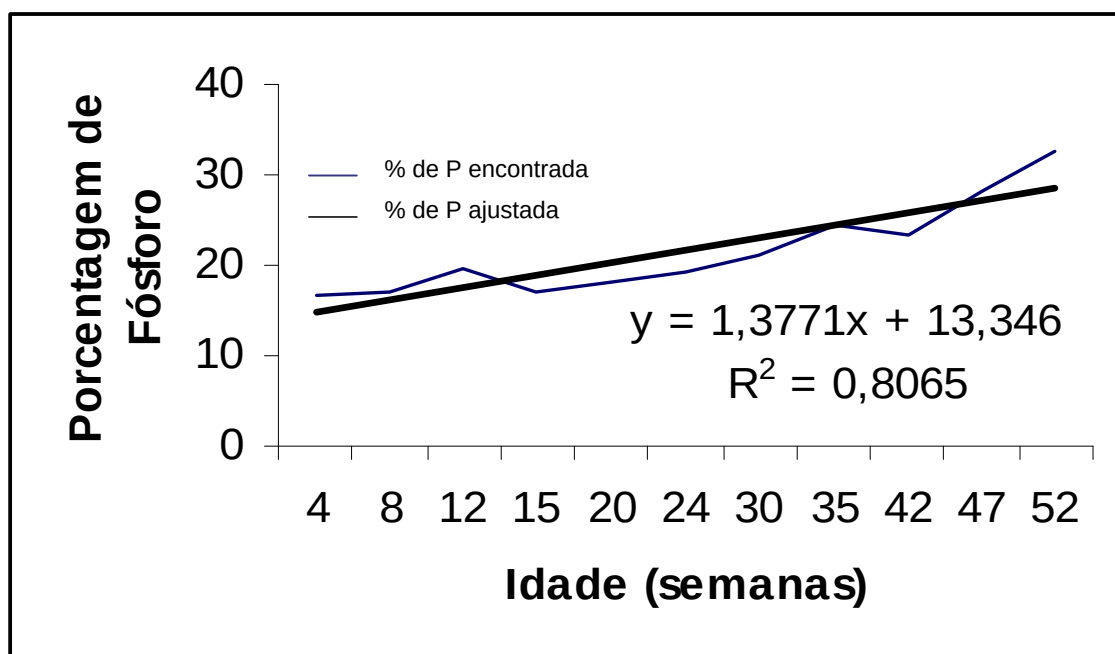


Gráfico 11. Resistência óssea de tíbias de matrizes pesadas.

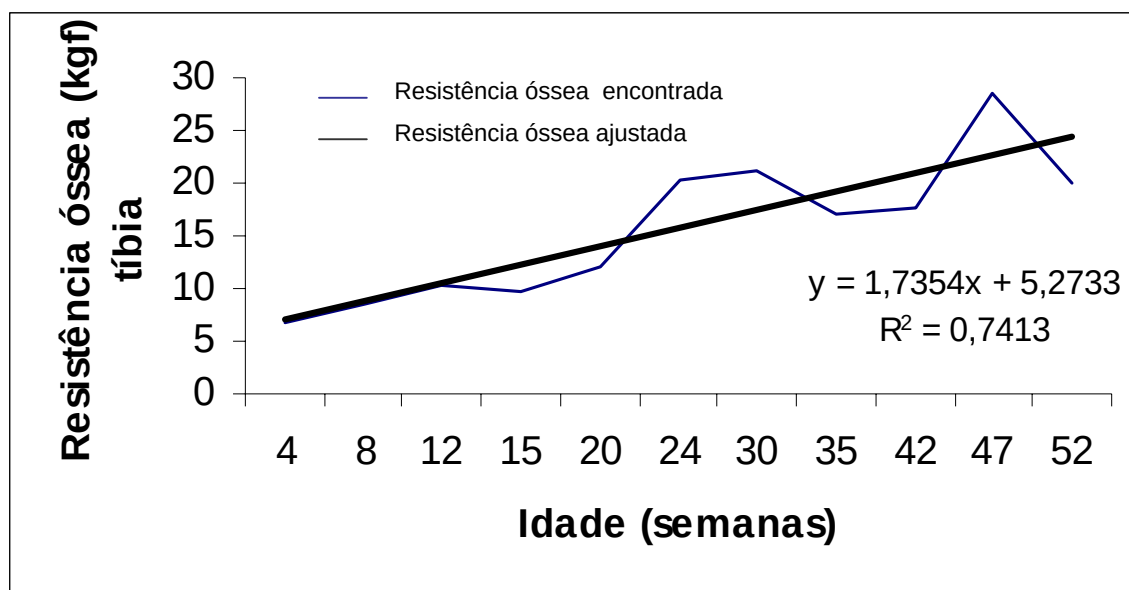
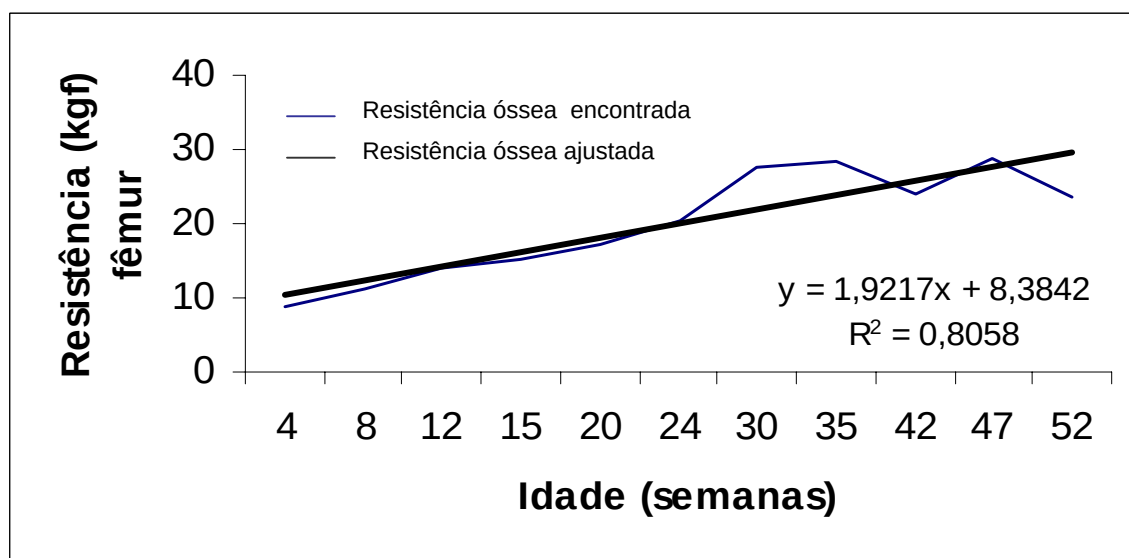


Gráfico 12. Resistência óssea de fêmures de matrizes pesadas.



5. CONCLUSÃO

Nas condições em que foi realizado o estudo, foi possível concluir que os ossos das aves estudadas apresentaram-se mais densos e resistentes com o aumento da idade, ocorrendo acréscimo de minerais com o passar do

tempo, uma vez que estes minerais não precisaram ser disponibilizados para a formação da casca dos ovos, desta forma, a produção de ovos teve pouco efeito sobre a qualidade destes ossos.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agroceres Ross. Manual de Manejo de Matrizes. Agroceres Ross Melhoramento Genético de Aves S.A. 2000, 76p.

Agroceres Ross. Manual de Manejo de Matrizes. Agroceres Ross Melhoramento Genético de Aves S.A. 2003. 81p.

Araújo CSS, Baraldi-Artoni SM, Araújo LF, Junqueira OM, Laurentiz AC, Betioli MML. Densidade óssea em poedeiras comerciais no 2º ciclo de produção. In: Conferência Apinco 2004 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2004; p. 139.

Ballarin AW. Departamento de Engenharia Rural. Faculdade de Ciências Agrônômicas. UNESP, Botucatu. 2004 (comunicação pessoal) awbalarin@fca.unesp.br

Bruno LDG. 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.

Castelló JAC, Pontes MP, González FF. Producción de huevos. 1 ed. Barcelona, España. Real Escuela de Avicultura. 367p. 1989.

Geraldo A, Fssani EJ, Kato RK, Brito JAG, Mendonça MO, Bertechini AG. Níveis de cálcio e granulometria do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 5 semanas de idade. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2004a; p. 92.

Geraldo a, Brito JAG, Bertechini AG, Fassani EJ, Kato RK, Fialho ET. Níveis de cálcio e granulometrias do calcário para frangas de reposição no período de 3 a 12 semanas de idade. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2004b; p. 93.

Gomes FP. Curso de estatística experimental. Piracicaba, Ed. Nobel, 430p. 1982.

Julian RJ. Patologias ósseas em aves. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Anais. 2005; 2:107-122.

Leeson S, Summers JD. Broiler breeder production. 1ed. Guelph, Canada. 329p. University Boocks, 2000.

Lott BD, Reece FN, Drott JH. Effect of preconditioning on bone breaking strenght. Poultry Science. 1980; 59(4):724-25.

Louzada MJQ. Otimização da técnica de densitometria óptica em imagens radiográficas de peças ósseas. Estudo “in Vitro”. Campinas: UNICAMP, 1994, 191p. Tese (Doutorado). Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, 1994.

Luquetti BC, Bruno LDG, Giacheto PF, Furlan RL, Gonzales E, Macari M. Influência da idade da matriz sobre características da casca e parâmetros

sanguíneos e cardíacos de pintos neonatos. Revista Brasileira de Ciência Avícola. Supl. Trabalhos de Pesquisa. 2002. 4:5.

Macari, M. Água na Avicultura Industrial. Editora FUNEP – Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia, Jaboticabal-SP-Brasil, 1996, 128 p.

Macari M, Furlan RL, Gonzales E. Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2 ed. Jaboticabal: Funep/Unesp; 2001. 375p.

Maggioni R. Efeito do fracionamento de cálcio dietético sobre o desempenho produtivo e a qualidade da casca do ovo de poedeiras semi-pesadas durante o verão. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – FAEM-UFPEL, 89 p. 1998.

Mahmoud KZ, Bech MM, Scheideler SE, Forman MF, Anderson KP, Kadchman SD. Acute high environmental temperature and calcium-estrogen relationship in the hen. Poultry Science 1996; 75: 1555-1562.

Markzenk Z. Spectrophotometric determination of elements, Chichester, Ellis Horwood, 1976; 211-215.

Shimadzu - Operation manual atomic absorption spectrophotometer AA-6800, 2000.

Orban JI, Roland SR, BryantMM. Factors influencing bone mineral content, density, breaking strength, and ash as response criteria for assessing bone quality in chickens. Poultry Science. 1983; 72(3):437-56.

Peebles ED, Brake J. Eggshell quality and hatchability in broiler breeder eggs. Poultry Science 1987; 66: 594-604.

Rios JNF, Zanella I, Bonato EL, Silva S, Scher FA. Avaliação de parâmetros produtivos de matrizes tipo corte recriadas com diferentes métodos restritivos para recuperar falhas de manejo. In: 39ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Anais... CD-Rom, 2002.

SAEG (Sistema para análise estatística e genéticas). Manual de utilização do programa SAEG. Viçosa: UFV, 2003. 59p.

Seedor JG. The biophosphonate alendronate (MK-217) inhibit bone loss due to ovariectomy in rats. *Journal of Bone and Mineral Research*. n.4, p. 265-270. 1995.

Vilar da Silva JH, Ribeiro MLG, Rocha MRF, Santos JL, Costa FGP, Barros LR. Efeito do fósforo disponível e da fitase sobre o desempenho, níveis de fósforo plasmático e teor de cinzas nos ossos de poedeiras semipesadas. In: Conferência Apinco 2004 de Ciência e Tecnologia Avícolas. Santos, SP. Brasil. Suplemento da Revista Brasileira de Ciência Avícola, Prêmio Lamas 2004; p. 94.

Wilson HR, Ingram DR, Harms RH. Restricted feeding of broiler breeders. *Poultry Science* 1983; 62: 1133-1141.

Capítulo IV**IMPLICAÇÕES**

IMPLICAÇÕES

A produção de ovos, neste estudo, foi muito aquém daquela encontrada em criações comerciais, o que permitiu visualizar que, quando necessário, o primeiro osso a mobilizar cálcio para a formação da casca dos ovos é o fêmur. Concluindo que o ajuste fino da homeostase mineral pode ser regulado por este osso. Posteriormente, quando há necessidade de cálcio para a formação da casca é maior a tíbia passa a mobilizar este mineral.

Porém, é possível que em condições de fornecimento adequado de cálcio, como por exemplo, suplementação vespertina deste mineral, a mobilização deste mineral dos ossos, para a formação da casca dos ovos não seja acentuada. Sendo assim, as aves em condições comerciais podem apresentar comportamento similar às deste estudo. Apresentando deposição de minerais nos ossos, os quais tornam-se mais densos e resistentes com o aumento da idade. Mantendo-se a boa qualidade da casca dos ovos.

Os resultados encontrados neste estudo permitem concluir que a densitometria óptica em imagens radiográficas, resistência óssea, índice Seedor, entre outras, são técnicas modernas, de fácil metodologia, e que podem ser utilizadas para o estudo de qualidade óssea.

APÊNDICE I

Padronização da técnica radiográfica utilizada – experimento piloto

Para que fosse possível estipular quais as melhores técnicas radiográficas a serem utilizadas neste estudo, foi realizado um estudo piloto.

No experimento piloto foram utilizados frangos de corte provenientes de experimentos em andamento no Setor de avicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UNESP, campus de Botucatu. Seis aves foram utilizadas, sendo três aves com 21 dias de idade e três aves com 42 dias, com o objetivo de estudar ossos com densidades diferentes em função da idade, visto que durante o estudo em matrizes as aves serão analisadas em diferentes idades.

O aparelho de raio-X utilizado foi um aparelho portátil, de um modelo comercial e as radiografias foram realizadas no Hospital Veterinário da FMVZ-UNESP/Botucatu. As técnicas radiográficas testadas foram 45kVp (kilovoltagem de potência – poder de penetração do raio-X) e 1 mAs (miliamperagem/segundo – quantidade de raio-X produzido/segundo) e distância foco-filme de 63cm; 45kVp x 2mAs e distância foco-filme de 63cm; 47 kVp x 1mAs e distância foco-filme de 63cm; 47kVp x 2mAs e distância foco-filme de 63cm; 47kVp x 4mAs e distância foco-filme de 63cm; 47 kVp x 1mAs e distância foco-filme de 70cm e 47kVp x 2mAs e distância foco-filme de 70cm.

Na Tabela 1 é possível verificar os valores médios de densidade mineral óssea encontrados nas diferentes técnicas radiográficas utilizadas.

A técnica mais apropriada para as aves com 21 dias de idade foi a 47kVp x 2mAs e distancia foco-filme de 63 cm, resultando em radiografias onde as regiões estudadas encontravam-se mais nítidas (epífise distal do fêmur e epífise proximal da tíbia) e a técnica mais apropriada para as aves com 42 dias foi 47kVp x 4mAs e distância foco-filme de 63cm.

Para a leitura de densidade mineral óssea foi utilizado 0° de inclinação do eixo de leitura e abertura da janela com altura de 5mm e largura variando entre 18 e 22mm para as tíbias e 23 a 26mm para os fêmures, de acordo com o tamanho dos ossos.

Tabela 1. Valores médios de densidade mineral óssea em função das diferentes técnicas radiográficas utilizadas.

Técnica radiográfica	DMO 21 dias		DMO 42 dias	
	Tíbia	Fêmur	Tíbia	Fêmur
45kvp x 1mAs, 63cm	1,42	1,11	1,40	1,28
45kVp x 2mAs, 63cm	1,43	1,05	1,49	1,29
47kVp x 1mAs, 63cm	1,44	0,99	1,50	1,31
47kVp x 2mAs, 63cm	1,46	1,04	1,45	1,30
47kVp x 4mAs, 63cm	1,47	1,03	1,55	1,43
47kVp x 1mAs, 70cm	0,78	0,81	1,26	1,12
47kVp x 2mAs, 70cm	1,18	1,25	1,30	1,15

Com base nestes resultados, concluiu-se que a técnica radiográfica utilizada nas coletas à 4, 8 e 12 semanas foi 47kVp X 2mAs e nas demais coletas a técnica radiográfica utilizada foi 47kVp X 4mAs.

APÊNDICE II

Avaliação de discondroplasia tibial em machos matrizes

Ao completarem seis semanas de idade todos os machos do estudo foram avaliados por meio da densitometria óptica em imagens radiográficas, para isto, estes machos foram transportados ao Hospital Veterinário da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, onde foram radiografados com o auxílio de um aparelho portátil de raio-X, de marca comercial, calibrado e com distância foco-filme de 63cm, a técnica radiográfica utilizada foi 47kVp X 2mAs. Todos os filmes radiográficos utilizados foram da mesma marca (Kodak® MXG Plus), de base verde e chassi de 18 x 24cm equipados com ecrans de terras-raras. Paralelamente, e distante 3,0 cm da região radiografada, foi colocada, na região central do chassi, uma escala de alumínio ("phantom") que foi utilizada como referencial densitométrico, constituída de 20 degraus, o primeiro degrau com 0,5 mm de espessura, variando a seguir de 0,5 em 0,5 mm até o vigésimo degrau, cada degrau com área de 15 x 5mm.

Após as avaliações de densidade óssea foram abatidos 13 machos para a avaliação óssea por meio do exame macroscópico. Tais aves foram selecionadas com base nos valores de densidade mineral óssea (DMO). Sendo que estas aves apresentaram valores de DMO muito altos ou muito baixos, quando comparados aos valores encontrados anteriormente por Almeida *et al.* (2003). A média de peso dos machos aos 42 dias de idade foi de 801,80g, as aves foram divididas em três faixas de peso, 10% ou menos que a média, média e 10% ou mais que a média. Do grupo mais leve foram abatidas 3 aves, do grupo médio apenas 1 ave e do grupo pesado foram abatidos 9 aves.

Para o exame macroscópico as aves abatidas tiveram as pernas dissecadas com bisturi e as tíbias foram seccionadas no sentido longitudinal, com o auxílio de um mini-torno e uma serreta de aço e posteriormente foram fixadas em formalina tamponada a 10% por 24 horas. Após 24 horas estas

tíbias foram examinadas macroscopicamente para receberem escores que podiam variar entre 0 (zero) e 3 (três), onde o escore 0 indicou uma epífise sem espessamento de placa de crescimento, o escore 1 indicaria uma lesão onde a placa de crescimento apresentou um espessamento de aproximadamente 3 mm, o escore 2 representaria uma lesão com espessamento de placa de crescimento variando entre 3 e 6 mm e o escore 3 indicaria uma lesão grande, com placa de crescimento espessa mais que 6 mm.

Na Tabela 1 são apresentados os valores de densidade óssea e os escores atribuídos por meio do exame macroscópico aos machos abatidos.

Tabela 1. Densidade mineral óssea (DMO), em mm de Al, peso médio e escores macroscópicos atribuídos aos machos matrizes às 6 semanas de criação.

Faixa de Peso	Peso médio	Número de aves abatidas	DMO	Escore macroscópico
10% ou mais abaixo da média	764,67	3	1,64	0
Média	836,00	1	2,22	0
10% ou mais acima da média	971,78	9	2,25	0

Nenhuma ave avaliada pelo exame macroscópico apresentou escore superior à zero, ou seja, mesmo quando os valores de densidade óptica radiográfica eram elevados não representavam lesão por discondroplasia tibial.