

UNIVERSIDADE JOSÉ DO ROSÁRIO VELLANO – UNIFENAS
ISILDO MARTINS APARECIDO JUNIOR

TÉCNICA RADIOGRÁFICA EM LESÃO DISCONDROPLÁSICA
EM FRANGOS DE CORTES

Alfenas - MG
2010

ISILDO MARTINS APARECIDO JUNIOR

TÉCNICA RADIOGRÁFICA EM LESÃO DISCONDROPLÁSICA
EM FRANGOS DE CORTES

Dissertação apresentada à Universidade
José do Rosário Vellano - UNIFENAS,
como requisito parcial para a obtenção do
grau de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Pelícia

Alfenas - MG

2010

Aparecido Júnior, Isildo Martins

Técnica radiográfica em lesão discondroplásica em frangos de frango/.—Isildo Martins Aparecido Júnior. -- Alfenas: Unifenas, 2010.

45 f.

Orientador: Prof. Dr. Kleber Pelícia

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-
Universidade José do Rosário Vellano

1. Avicultura 2. Discondroplasia tibial 3. Histologia 4.
Macroscopia 5. Diagnóstico I.Título

CDU: 636.5(043)

ISILDO MARTINS APARECIDO JUNIOR

TÉCNICA RADIOGRÁFICA EM LESÃO DISCONDROPLÁSICA EM FRANGOS DE
CORTES

Dissertação apresentada à Universidade José do
Rosário Vellano - UNIFENAS, como requisito
parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Ciência Animal.

Aprovado em 10 de dezembro de 2010:

Prof. Dr^a. Adélia Pereira Miranda

Prof. Dr. Edvaldo Antônio Garcia

Prof. Dr. Kleber Pelícia (Orientador)

DEDICATÓRIA

A Deus, minha filha Maria Paula, minha
esposa Ana Paula, pela ausência em
momentos ímpares de nossas vidas. Pelo
apoio incondicional e compreensão,
sobretudo pelo amor.

AGRADECIMENTOS

A Universidade José do Rosário Vellano, pela oportunidade de ver meus estudos se concretizarem.

Ao professor Dr. Kleber Pelicia, pela paciência e dedicação.

Aos Professores Dr. Edvaldo Antonio Garcia e Dra. Adélia Pereira Miranda.

A professora Dra. Roberta Veloso pela compreensão e dinamismo.

Aos meus companheiros de jornada, pela força demonstrada dia após dia e por um convívio fraterno.

Aos meus amigos, Jose Claudinei Esteves, Elias Assunção Xavier de Castro pela contribuição neste trabalho.

RESUMO

APARECIDO JUNIOR, ISILDO MARTINS. **Técnica Radiográfica em Lesão Discondroplásica em Frangos de Corte**. Orientador: Kleber Pelícia. 2010. 45 fls. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal)-UNIFENAS, Alfenas, 2010.

Objetivou-se avaliar o aperfeiçoamento da técnica radiográfica na detecção precoce de lesões discondroplásicas em tíbias de frangos de corte no município de Formiga - MG. O experimento foi realizado nas instalações da UNIFOR/MG em Formiga e UNIFENAS/Alfenas. Foram utilizados 420 pintinhos de um dia de idade, machos, da linhagem Cobb. Com 20 dias de idade todas as aves foram radiografadas, adicionando-se uma anilha alfa numérica no membro inferior direito. Quarenta e duas aves previamente selecionadas em função dos escores recebidos pela densidade mineral óssea e espessura da lesão foram confinadas até 40 dias. Com 40 dias as aves foram radiografadas novamente e determinados novos escores. Em seguida, estas foram abatidas e delas retirou-se a tíbia direita para avaliação macroscópica e histológica da placa de crescimento. Foi possível verificar que as técnicas utilizando a radiografia têm correlação com exames macroscópico e histológico e que não houve diferença significativa entre as técnicas ($P > 0,05$). Portanto indica-se o uso do exame radiográfico para a identificação de discondroplasia em frangos de corte, não se necessitando do uso da densidade mineral óssea para diagnosticar lesões discondroplásicas. A estatística utilizada para a análise dos resultados foi a não paramétrica, utilizando-se o teste de qui-quadrado ao nível de 5% de significância.

Palavras-chave: avicultura; discondroplasia; tibial; histologia; macroscopia; diagnóstico.

ABSTRACT

APARECIDO JUNIOR, Isildo Martins. **Radiographic technique in dyschondroplastic lesions in broiler chickens**. Adviser: Kleber Pelícia. 2010. 45 fls. Dissertation (Master's degree in Animal Science)-UNIFENAS, Alfenas, 2010.

The objective was to evaluate the improvement of the radiographic technique for the early detection of dyschondroplastic lesions in the tibia of broiler chickens in the city of Formiga, MG, Brazil. The experiment was conducted on the premises of UNIFOR/MG, in the city of Formiga, and UNIFENAS, in the city of Alfenas. Four hundred and twenty one-day-old male chicks of the Cobb lineage were used. With 20 days of age, all the birds were radiographed and an alpha-numeric ring was placed in the lower right leg. Fourth-two chicks were previously selected on the basis of scores received by the bone mineral density and thickness of the lesions, and confined as long as 40 days. On day 40, after being radiographic again to determine new scores, the birds were killed for the removal of the right tibia for the microscopic and histological evaluation of the growth plate. Nonparametric statistical analyses were used with the chi-square test at the 5% significance level. It was possible to verify that the techniques using x-rays correlate with the macroscopic and histological examinations, and that no significant differences were found between the techniques ($P>0.05$). This study indicates that the use of x-rays for identifying dyschondroplasia in broiler chickens do not require the use of bone mineral density to diagnose dyschondroplastic lesions.

Keywords: aviculture. tibial dyschondroplasia; macroscopic ; histologic ; diagnosis

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1	Posicionamento da ave na incidência anteroposterior.	22
FIGURA 2	Painel do equipamento utilizado para a radiografia	23
FIGURA 3	Tela inicial do programa K-PACS	24
FIGURA 4	Calibração de janelas das janelas	24
FIGURA 5	Escore zero: placa com crescimento normal	28
FIGURA 6	Escore um: placa de crescimento com regiões de acúmulo de condrócitos pré-hipertróficos.....	29
FIGURA 7	Escore dois: placa de crescimento com uma banda larga e distinta de condrócitos pré-hipertróficos.....	29
FIGURA 8	Escore três: placa de crescimento apresentando mudanças degenerativas no citoplasma e núcleo dos condrócitos.....	30
FIGURA 9	Exame radiográfico dentro dos padrões de normalidade; escore zero	34
FIGURA 10	Valores de referência para densidade mineral óssea em escore 3 ..	34
FIGURA 11	Valores de referência para espessura de lesão óssea em escore 3. ..	35

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Valores de densidade mineral óssea e escores histológicos das lesões discondroplásicas	32
TABELA 2	Valores entre espessura radiográfica para diferença de lesões macroscópicas.....	37
TABELA 3	Escore de lesões de frangos de corte de 20 e 40 dias de idade	37
TABELA 4	Porcentagem de lesões discondroplásicas encontradas através do exame histológico, macroscópico e radiológico com alumínio e sem alumínio.....	38

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo Geral	13
2.2	Objetivos Específicos	13
3	REFERÊNCIAL TEÓRICO	14
3.1	Desenvolvimento da Avicultura de Corte	14
3.2	Importância da Qualidade das Pernas	14
3.3	Patologia do Sistema Locomotor de Aves de Corte	15
3.3.1	Problemas de Pernas	16
3.4	Discondroplasia Tibial em Aves de Corte	16
3.4.1	Etiologia da Discondroplasia	18
4	MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1	Local do Experimento	20
4.2	Exame Radiológico	20
4.2.1	Equipamento Radiográfico	20
4.2.2	Métodos de contenção	21
4.2.3	Posicionamento Radiográfico	21
4.2.4	Técnica Radiográfica	22
4.3	Análise das Radiografias	23
4.3.1	Programa Computacional Utilizado nas Análises de Imagens	23
4.3.2	Primeiro Experimento	25
4.3.3	Segundo Experimento	26
4.3.4	Exame Macroscópico	26
4.3.5	Exame Histológico	27
4.4.	Análise Estatística	30
5	RESULTADO E DISCUSSÃO	32
6	CONCLUSÃO	41
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

A indústria avícola teve início, no Brasil, com a importação das primeiras linhagens híbridas para corte e para postura, no começo da década de sessenta, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, maiores mercados consumidores da época. Antes disso, já existia uma produção de aves bastante significativa nesses estados, mas era feita com a criação de raças puras e raças caipiras, sendo as aves comercializadas vivas.

Juntamente com as linhagens importadas foi induzido um conjunto de técnicas relativas ao manejo, alimentação e nutrição, vacinas e equipamentos, as quais contribuíram para fazer da produção avícola brasileira uma atividade econômica com índices de produtividade equivalentes aos observados nos países mais desenvolvidos. Essa foi a chamada fase industrial, que foi a caracterização por uma preocupação em transformar uma atividade até então de subsistência em uma exploração com características industriais, em todos os pontos da cadeia produtiva.

No início da década de setenta, a Sadia trouxe dos Estados Unidos e implantou em Santa Catarina, o modelo de produção integrada, que foi adotado por outras empresas já existentes na época, como Perdigão, Seara e outras, ocasionando um grande impulso na avicultura brasileira.

Atualmente as indústrias avícolas deparam com uma porcentagem alta de deformidades do tecido ósseo, devido principalmente à seleção genética realizada com intuito de aumentar a taxa de crescimento dos animais.

Os problemas de pernas são influenciados pelas características genéticas das aves, que apresentam crescimento e acúmulo de tecido muscular extremamente rápido, com o tecido ósseo se desenvolvendo a uma velocidade menor.

A consequência pode ser a deformidade das pernas e o crescimento da placa de crescimento ou posição anormal da perna, mas é mais provável que seja resultado de tensão do músculo ou do tendão sobre as articulações ou osso, puxando os ossos para fora do alinhamento ou dobrando-os à medida que crescem.

A causa da discondroplasia tibial é devido ao rápido crescimento das aves e ocorre quando as mesmas estão atingindo sua taxa máxima de crescimento. Esta

doença é um defeito local que ocorre na placa de crescimento que cresce rapidamente. Assim sendo, as aves são susceptíveis a apresentarem a lesão.

O resultado parece ser de um desgaste na placa de crescimento (condrócitos) durante o processo de alongação do osso e a ossificação endocondral. Essa anormalidade ocorre principalmente durante o crescimento final da tíbia, onde o resultado da lesão é uma massa esponjosa de cartilagem desmineralizada na proximidade final dos ossos longos, principalmente o tibiotarso.

Em aves vivas, a discondroplasia pode ser identificada radiograficamente, de um modo muito prático, a partir da segunda semana de idade, com o uso de um fluoroscópio portátil de raios X. Com o uso deste fluoroscópio é possível a classificação das discondroplasia em escores, de modo semelhante às observações macroscópicas do osso dissecado.

2 OBJETIVO

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a técnica radiográfica na detecção precoce de lesões discondroplásicas em tíbias de frangos de corte, utilizando exames macroscópicos e histológicos para verificar a eficiência do método radiográfico.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Desenvolvimento da Avicultura de Corte

Na agropecuária, a avicultura foi a atividade que mais evoluiu nas últimas décadas. Teve como evolução o suporte na melhoria constante no desempenho das linhagens, pela seleção artificial e pelo melhoramento nas condições de alimentação, manejo, instalações, sanidade, processamento e comercialização (GONZALES e MACARI 2000).

Segundo Mendes *et al.* (2010), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial e o primeiro maior exportador de carne de frango. Em termos de competitividade e qualidade, o país produz hoje o frango de melhor qualidade e com preço muito acessível.

3.2 Importância da Qualidade das Pernas

Na produção avícola, a locomoção correta dos frangos é essencial, pois tem um papel central no desempenho produtivo da ave. Associados aos problemas de locomoção estão causas infecciosas e não infecciosas que afetam a “saúde” do membro pélvico das aves. Entendem-se como pernas saudáveis as pernas com um desenvolvimento ósseo adequado, que permitam uma boa capacidade de locomoção (OVIEDO-RONDÓN 2009a e OVIEDO-RONDÓN, 2009b).

As perdas não se resumem ao aumento da mortalidade e triagem na produção em virtude das perdas em vida serem apenas uma pequena parte do impacto econômico destes problemas. O aumento das rejeições em abatedouro devido a processos inflamatórios cutâneos e articulares, dermatites químicas e de

escoriações devido ao excesso de decúbito, aumento da contaminação dos animais diminuindo a segurança alimentar e problemas na linha de abate, ocupam a grande fatia nas perdas econômicas causadas pelos problemas de pernas. Estatísticas atuais sugerem que rejeições totais ou parciais de carcaça devido a problemas de perna aumentam significativamente o custo por quilograma de peso vivo (OVIEDO-RONDÓN, 2008).

Outro fator é o aumento da energia necessária para a locomoção. Estima-se que, dependendo do grau de claudicação, a energia necessária para a locomoção pode ser aumentada entre 20 a 60%. O aumento da energia de manutenção desvia assim parte da energia destinada ao crescimento do animal, levando a perda significativa e a uma grande heterogeneidade nos lotes (GONZALES e MACARI 2000).

O aumento da necessidade de energia para manutenção, a alta prevalência dos problemas locomotores dentro dos lotes e todos os potenciais problemas ocasionados na linha de abate e produto final demonstra a importância que tem a avaliação e procura de soluções para os problemas de pernas em frangos de corte (GONZALES e MACARI 2000).

3.3 Patologia do Sistema Locomotor de Aves de Corte

As patologias do sistema locomotor das aves de corte, são denominadas de “fraqueza das pernas”, resultam em taxas de mortalidade entre 2 e 8%, com maior incidência em aves mais idosas e machos, causando sérios problemas de produção na criação comercial de aves geneticamente selecionadas para níveis elevados de desenvolvimento corporal e eficiente conversão alimentar, sendo responsável por perdas econômicas significativas na avicultura de corte mundial (MENDONÇA, 2000).

É frequente a preocupação das empresas avícolas em adquirir aves que tenham maior potencial de aproveitamento de carcaça, sendo uma tendência mundial do maior consumo de carne de frango em partes. Por estas razões as

integrações avícolas e frigoríficas trabalham com linhagens que apresentam maior rendimento de carcaça (GONZALES & MACARI 2000).

Segundo Murakami (2000), dentre todas as patologias, a discondroplasia e a degeneração do fêmur são as causas mais prevalentes, atingindo 50 a 80% dos problemas de pernas dos lotes industriais de frangos de corte comerciais.

3.3.1 Problemas de Pernas

Nas avaliações de marcha em lotes de frangos de corte é comum encontrar 30 a 65% da população com padrões de marcha anormais sem que haja problemas ósseos. Na origem de problemas de pernas não estão só problemas de natureza óssea, pois enquadram também os problemas tendinosos, articulares, nervosos, ligamentares e musculares, os quais são comuns e normalmente de difícil resolução (OVIEDO-RONDÓN 2009a; OVIEDO-RONDÓN, 2009b).

3.4 Discondroplasia Tibial em Aves de Corte

A discondroplasia tibial é um dos problemas mais comuns de pernas. Dentro de um grupo de frangos pode ter uma prevalência de 30%. É clinicamente detectável em animais com idade superior a 35 dias de idade (CRESPO e SHIVAPRASAD 2003 e OVIEDO-RONDÓN 2008).

A deformação ocorre espontaneamente em várias espécies de aves de crescimento rápido e é caracterizada por uma massa avascular de cartilagem abaixo da linha de crescimento ósseo na metáfise proximal do tibiotarso. Esta massa de cartilagem é causada pela persistência e acumulação de cartilagem pré-hipertrófica entre a camada pré-hipertrófica e a camada hipertrófica (CRESPO e SHIVAPRASAD 2003).

No mesmo contexto, Pizzauro *et al.* (2002) afirmam que a discondroplasia tibial é caracterizada pela formação de uma massa anormal de cartilagem, não vascularizada, pobremente mineralizada e de tamanho irregular, situada abaixo da placa epifisária e ocupando a extremidade proximal dos ossos longos, principalmente na tíbia. Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 8ª semana de vida do frango, com queda de desempenho e descarte de aves no abatedouro, causando perdas relevantes.

Além disso, tem sido proposto que, na discondroplasia tibial, a etapa final do processo de calcificação não ocorre devido ao fato de que os efetores de alguns genes, relacionados com o mecanismo de calcificação do disco de crescimento, podem apresentar algumas de suas propriedades químicas ou biológicas alteradas e/ou não serem expressos. Nesse sentido, a compreensão do mecanismo de ação e o papel das biomoléculas e dos minerais relacionados com a discondroplasia tibial poderão contribuir para o conhecimento de doenças do tecido ósseo e estabelecer estratégias de prevenção e tratamento (PIZZAURO *et al.*, 2002).

Considera-se o crescimento rápido dos animais como a causa maior desta patologia, no entanto fatores como nutrição excesso de fósforo, deficiência em cobre, alimentos compostos com cisteína ou homocisteína, baixos níveis de vitamina D, contaminação fúngica do alimento e seleção genética podem também predispor ao aparecimento da discondroplasia tibial (LEACH & MONSONEGO-ORNANT, 2007).

Esta alteração causa dor articular, deformações nas tíbias e consequentes alterações na marcha dos frangos. As consequências desta patologia estendem-se até o nível do abatedouro, levando às condenações totais ou parciais das carcaças afetadas (CRESPO & SHIVAPRASAD, 2003).

Aves que sofrem com discondroplasia tibial tornam-se incapazes de caminhar normalmente ou começam a mancar devido aos ossos que tornam-se deformados. Aves com lesões avançadas são mais propensas a sofrerem fraturas (VELLEMAN, 2000).

Almeida Paz *et al.* (2005) afirma que existem algumas técnicas que podem ser usadas para caracterizar e avaliar a discondroplasia tibial e dentre elas destacam-se lixiscopia, análise macroscópica, análise histológica e densitometria radiográfica óptica. Os referidos autores concluíram que tanto a análise macroscópica quanto o uso de densidades radiográficas são eficientes para

caracterizar o estado da placa de crescimento na epífise proximal da tíbia em frangos de corte.

3.4.1 Etiologia da Discondroplasia

A etiologia da discondroplasia ainda não é bem conhecida, no entanto hoje acredita-se que tenha origem na incapacidade dos condrócitos da camada hipertrófica em terminar a sua diferenciação (CRESPO & SHIVAPRASAD 2003).

Segundo Renden *et al.* (1996) e Petek *et al.* (2005), a utilização de diferentes programas de luz associados com programas de restrição alimentar e suplementação com vitamina C interferem no desempenho de frangos de corte e tem relação existente com a incidência de discondroplasia tibial.

Existe uma alta correlação entre a velocidade de crescimento e o desenvolvimento da discondroplasia tibial. Acredita-se que a relação cálcio e fósforo para pintinhos em fase de crescimento podem ser considerados um fator de exigência nutricional para a integridade óssea, e esta relação pode ser maior que o recomendado, quando submetidos à restrição alimentar (ROBERSON *et al.*, 1993).

O nível de colecalciferol pode ser adequado quando há exposição dos frangos de corte à luz ultravioleta e que a elevada incidência de discondroplasia tibial pode ser atribuída a um inadequado nível dietético de colecalciferol e seus metabólicos. Observa-se ainda que níveis adequados de cálcio (0,95%) e baixo de fósforo (0,65%), com exposição da luz ultravioleta, diminuem a incidência de discondroplasia tibial, e quando as dietas contêm níveis adequados de cálcio, indicam que a síntese de colecalciferol é mais ativa quando é administrado na ração. (ROBERSON *et al.*, 1993).

A histologia revela que as lesões discondroplásicas são definidas por uma massa de cartilagem avascular consistindo principalmente de condrócitos proliferativos, terminando onde as células começam a se proliferar, na epífise proximal da tíbia, e ocasionalmente na porção proximal do tarso – metatarso, e distal

da tíbia, proximal do fêmur e úmero, onde o osso trabecular deveria ser formado (TAKITA *et al.*, 1998).

É atribuída a lesões avasculares a incapacidade de os vasos da metáfise penetrarem na região de acúmulo de cartilagem, impedindo a perfeita vascularização e traça de nutrientes (POULOS, 1978), e com isso podem ocorrer áreas de necrose (DUFF, 1988).

A necrose como consequência de uma lesão que pode ter sido atribuída a uma depleção de oxigênio pelo aumento da distância do suprimento vascular tem sugerido que a formação de estruturas vasculares e a calcificação da cartilagem esteja associada à apoptose dos condrócitos e, conseqüentemente, à inibição do processo final de calcificação biológica (HARGEST *et al.*, 1985).

Já os métodos histoquímicos demonstram que a fosfatase alcalina, enzima importante na mineralização da cartilagem, e a anidrase carbônica, que regula o equilíbrio ácido-básico de vários tecidos, incluindo o cartilaginoso, estão presentes em cartilagem pré-hipertrófica e hipertrófica. A presença de ambas nesse local indica atividade normal, porém diminuindo em alguns pontos por atividade autolítica nas áreas de necrose (GAY *et al.*, 1985).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do Experimento

A empresa Agrupal Avícola Ltda., de São Sebastião do Oeste – MG, cedeu 420 pintinhos da linhagem COBB, machos, de um dia de vida, e os mantiveram confinados no plantel até 20 dias de idade.

Os exames radiológicos foram realizados no Setor de Radiodiagnóstico de Medicina Veterinária da Faculdade de Formiga MG. Já os exames macroscópicos foram realizados no laboratório de patologia da mesma faculdade.

Os exames histológicos foram realizados no Laboratório de Patologia da Universidade José do Rosário Vellano-UNIFENAS, campus Alfenas MG.

Os frangos de corte foram criados em sistema padronizado com o mesmo nível nutricional das outras aves que permaneceram no plantel, com ração e água “*ad libitum*”.

4.2 Exame radiográfico

4.2.1 Equipamento Radiográfico

Para os exames radiográficos foi utilizado o aparelho de radiodiagnóstico convencional de marca Equimex, de 200 mAs e 100 kVp, com ampola de raios x de anodo giratório.

Todos os exames radiográficos foram realizados respeitando-se as normas de proteção radiológica, utilizando todos os equipamentos de proteção

individual, como luvas plumbíferas, avental, protetor de tireóide e óculos, para proteger contra os raios nocivos da radiação ionizante.

Os filmes radiográficos utilizados foram da marca Kodak® MXG/PLUS, de base verde e com chassi de 13x18cm equipado com *écran* de terras raras, sendo que para todos os exames radiográficos foram utilizados os filmes do mesmo lote.

Para o processamento dos filmes utilizou-se um processador automático padrão.

Os químicos utilizados da marca Kodak® foram adicionados de forma exclusiva para o experimento, sendo aproveitados posteriormente pela clínica.

Todas as aves foram posicionadas diretamente sobre a mesa de exames radiográficos (ALMEIDA, 2003).

4.2.2 Métodos de Contenção

O método de contenção utilizado foi manual e físico, com auxílio de luvas plumbíferas. A contenção química, por meio de sedativos e/ou anestésicos, não foi utilizada.

4.2.3 Posicionamento Radiográfico

O posicionamento da ave sob o aparelho de radiodiagnóstico pode ser visualizado na Figura 1.



Figura 01 – Posicionamento da ave na incidência anteroposterior.

Observando a Figura 01 percebe-se que as aves foram posicionadas diretamente sobre o chassi metálico. A região proximal da tíbia e fíbula e distal do fêmur direito foram posicionadas diretamente sobre o chassi e radiografada na incidência anteroposterior.

Paralelamente e equidistante 3,0 cm da região radiografada foi colocada, na região central do chassi, uma escala de alumínio (phantom) que foi utilizada como referencial densitométrico, constituído de 20 degraus, o primeiro degrau com 0,5mm (milímetro) de espessura, variando a seguir de 0,5 em 0,5 mm de alumínio até o vigésimo degrau, cada degrau com área de 15x5 mm.

4.2.4 Técnica radiográfica

Observa-se na Figura 02 a técnica radiográfica no painel de controle do aparelho de raios x utilizada para realização deste experimento.



Figura 02 – Painel do equipamento utilizado para a radiografia.

A Figura 02 apresenta a calibração do aparelho de raios x ajustado para uma distância foco filme de 90 cm, com 45 kVp e 4,0 mAs em todos os experimentos (ALMEIDA, 2003).

4.3 Análise das radiografias

Os exames radiográficos foram individualmente analisados, descrevendo-se as alterações radiográficas encontradas nas afecções da tíbia e fíbula próxima e fêmur distal da perna direita.

4.3.1 Programa Computacional Utilizados nas Análises de Imagens

O processo de digitalização da imagem radiográfica foi feito através do *scanner* de mesa Hewlett-Packard, modelo Scanjet 6300C, com adaptador para transparências Hewlett-Packard, modelo ScanJet XPA.

O programa computacional utilizado para a análise das imagens pode ser visualizado nas Figuras 03 e 04.

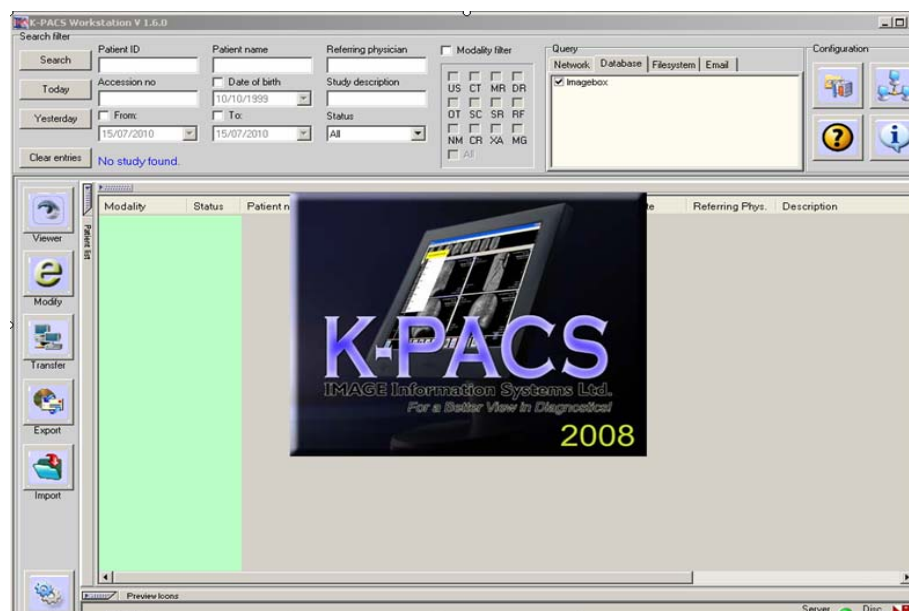


Figura 03 – Tela inicial do programa K-PACS.

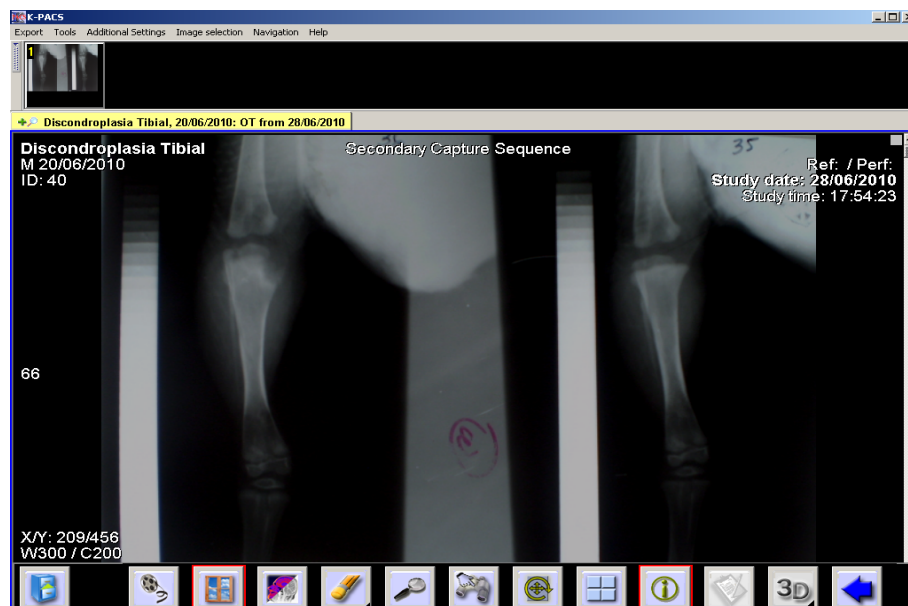


Figura 04 – Calibração de janelas das imagens.

Após escanear as radiografias, as imagens foram arquivadas no programa K-PACS, que oferece ferramentas para visualização e manipulação de

imagens DICOM, como observa-se na Figura 03, fazendo medições e convertendo-as em vários formatos de imagem. Além disso, o software executa as mais importantes classes de serviço DICOM como armazenar, pesquisar / recuperar a imagem.

4.3.2Primeiro Experimento

Com 20 dias de idade, 420 frangos foram tomados ao acaso de um lote de 24.000 aves. Estes foram colocados em caixas próprias de transporte e encaminhados até o UNIFOR/MG, no Setor de Radiodiagnóstico da Medicina Veterinária da Faculdade de Formiga/MG.

Todos os frangos receberam anilha alfa numérica no membro inferior direito, e, em seguida, a região proximal da tíbia e fíbula e distal do fêmur direito foram radiografadas.

Após a radiografia, identificaram-se pelo programa computacional, 23 frangos com escore 01; 07 frangos com escore 02; e nenhum frango com escore 3. Para completar o escore zero, 12 frangos a mais foram adicionados ao grupo, formando assim 42 frangos.

Foram atribuídos os seguintes escores (BARTELS *et al.*, 1997 apud ALMEIDA, 2003).

0(zero): exame radiográfico normal sem presença de lesão, ou seja, região proximal da tíbia com contornos regulares bem definidos; escore 1: lesão pequena com extensão de 1 a 3 mm, com a região examinada, cuja lesão é transparente, e esclerose do osso subcondral; escore 2: lesão intermediária, onde a região radiotransparente encobre parcialmente a epífise da tíbia, não se visualizando parte do platô tibial, com contornos irregulares, e uma deformação maior, com extensão de 3 a 6 mm; escore 3: lesão grande, na qual quase não se reconhece o contorno do osso, pois a região radiotransparente encobre toda a epífise, com características radiológicas de esclerose, adelgaçamento da cortical, deformidades angulares,

alargamento ou diminuição da entrelinha radiográfica , e, em alguns casos, ocorre restrição mecânica e fraturas com extensão superior a 6mm.

Neste intervalo de 20 dias para o segundo experimento, os frangos permaneceram alojados no galpão da UNIFOR-MG. Após o exame radiográfico as aves foram alojadas em um espaço de 10 aves/m² recebendo ração e água *ad libitum* até 40 dias, não retornando para o plantel por motivo microbiológico.

4.3.3 Segundo Experimento

Com 40 dias de idade os 42 frangos selecionados do primeiro experimento foram novamente radiografados, e definidos novos escores, para comparar com o primeiro experimento.

Foram analisadas imagens radiográficas com e sem alumínio, chegando ao mesmo resultado para a discondroplasia tibial. Porém, as imagens com alumínio foram diagnosticadas pelo nível de mineral ósseo. E as imagens sem alumínio foram diagnosticadas pela dimensão da lesão. Em estudo comparativo, uma ave com maior escore denota uma lesão com extensão maior.

O referencial densitométrico foi confeccionado em liga de alumínio, devido à densidade deste metal ser bastante parecida com a densidade do composto de hidroxiapatita, que é a forma em que os minerais cálcio e fósforo são armazenados nos ossos (ALMEIDA, 2003).

O estudo da densidade mineral óssea foi realizado utilizando radiografia simples da tíbia direita, paralela e simultaneamente, à escala de alumínio confeccionada com liga específica e padronizada internacionalmente.

4.3.4 Exame macroscópico

Após o exame radiográfico, as aves foram sacrificadas por deslocamento cervical e removeu-se a tíbia direita previamente identificada com anilha numérica. As pernas das aves foram dissecadas com bisturi, e as tíbias foram seccionadas no sentido axial a 5 cm das epífises proximais com uma serreta de aço e posteriormente imersas em frasco coletor contendo formalina tamponada a 10%.

Após 24 horas, as peças foram examinadas macroscopicamente, sendo determinados escores variando de 0 (zero) a 3 (três), onde o escore 0 indicou uma epífise sem espessamento de placa de crescimento; o escore 1 indicou uma pequena lesão em que a placa de crescimento apresentou uma espessura de 1 a 3 mm aproximadamente; o escore 2 representou uma lesão com espessamento de placa de crescimento variando entre 3 e 6 mm e o escore 3 indicou um lesão grande, com placa de crescimento espessa mais que 6 mm, de acordo com (THORP *et al.*, 1997 *apud* ALMEIDA, 2003).

4.3.5 Exame histológico

Logo após, as peças foram encaminhadas ao Laboratório de Patologia da Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, campus Alfenas, para o exame histológico.

Os ossos foram descalsificados e desidratados. Após este processo, com o uso de um micrótomo foi feito o corte no sentido coronal da tíbia, com 7 µm de espessura e corado com hematoxilina e eosina (HE) (ALMEIDA, 2003).

Os condrócitos estão isolados em pequenas cavidades no tecido, denominadas lacunas. No entanto, essas lacunas podem estar extremamente próximas, separadas por apenas uma fina porção da matriz. Esses arranjos de lacunas são denominados de grupos isogênicos ou condroplastos, caracterizando assim o tecido cartilaginoso.

Na histologia, os condrócitos parecem arredondados, com um citoplasma basófilo, por ser constituído por grande quantidade de retículo endoplasmático. Participam do crescimento diagonal da cartilagem, onde divisões mitóticas das

células e excreção de mais matriz entre as células filhas permite a expansão da cartilagem.

Observa-se na Figura 05, uma placa de crescimento normal de um osso em crescimento.

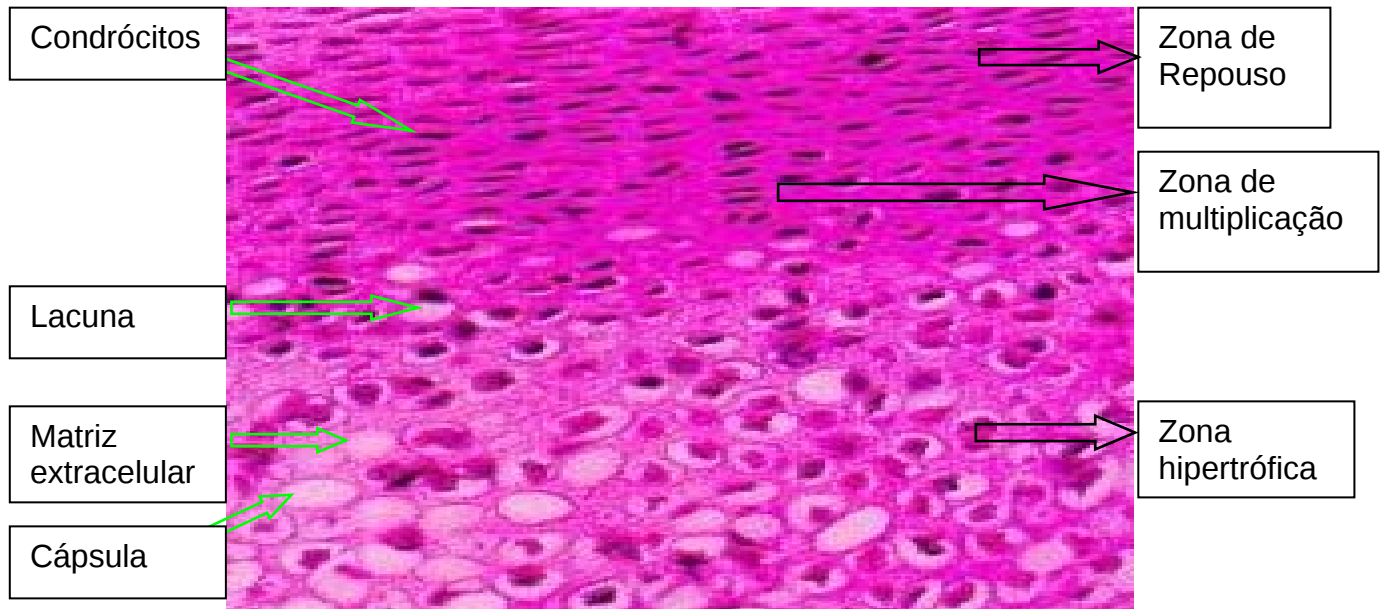


Figura 05 – Escore zero: área com crescimento normal.

O processo de ossificação endocondral envolve uma sequência ordenada e equilibrada de proliferação de condrócitos, passando pela sua completa diferenciação, até sua morte por apoptose. Assim sendo, em condições normais, a síntese de cartilagem nas placas de crescimento está em equilíbrio perfeito com mineralização da cartilagem, com a degradação desta e com a sua substituição por osso trabecular.

A lesão discondroplásica podem ser observadas nas Figuras 5 a 8.

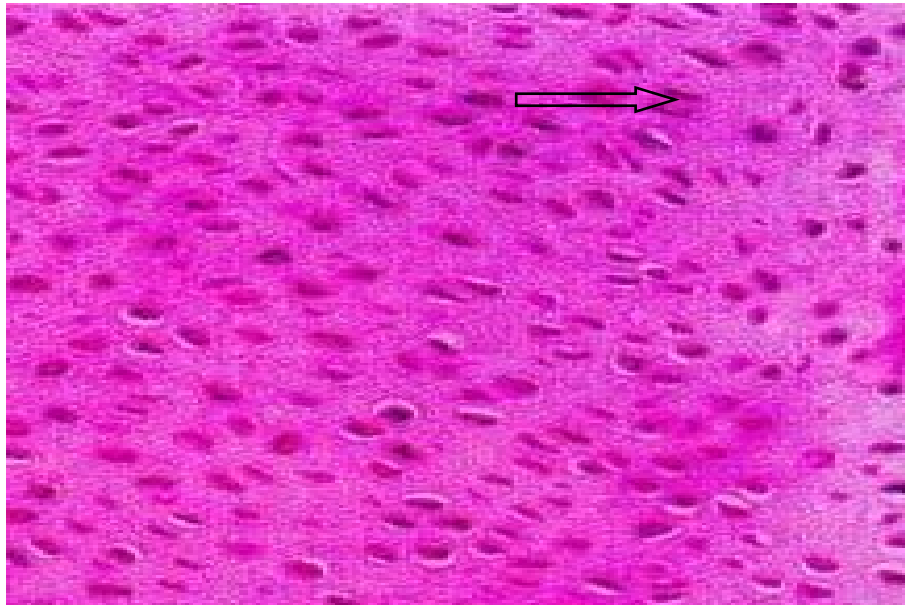


Figura 6 - Escore um: área de crescimento com regiões de acúmulo de condrócitos pré-hipertróficos.

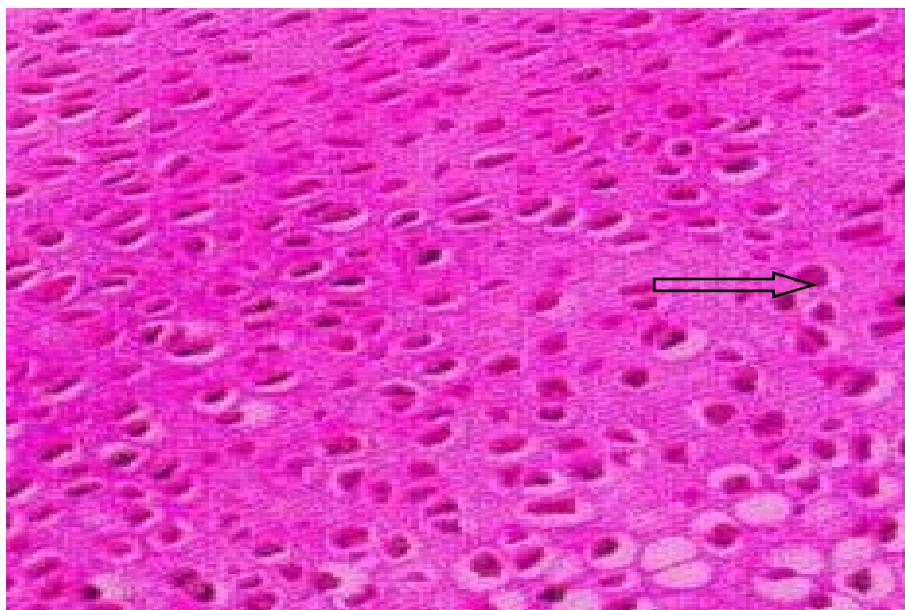


Figura 7 - Escore dois: área com crescimento com uma banda larga distinta de condrócitos pré-hipertróficos.

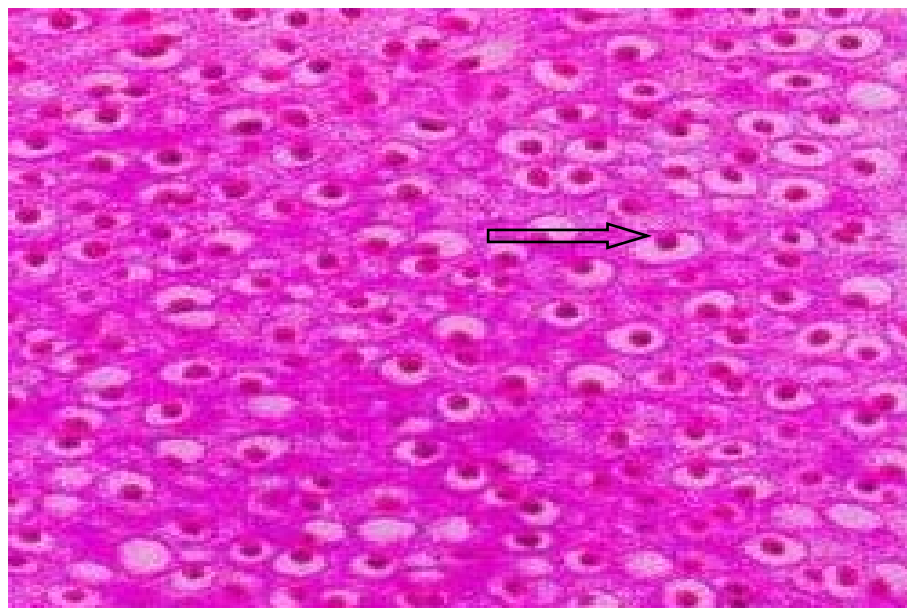


Figura 8 – Escore três: áreas com crescimento apresentando mudanças degenerativas no citoplasma e núcleo dos condrócitos.

Observam-se nas Figuras de 06 a 08 um acúmulo de cartilagem avascular, composta de condrócitos não maduros, pequenas lacunas ovóides e com uma quantidade muito maior de matriz do que a cartilagem hipertrófica.

De acordo com Takita (1998), *apud* Almeida (2003), a placa de crescimento foi dividida em zona proliferativa, zona pré-hipertrófica e zona hipertrófica, sendo-lhe atribuída os seguintes escores: 0 (zero) placas de crescimento normal, com as três regiões bem distintas; o escore 1 representou placas de crescimento com regiões de acúmulo de condrócitos pré-hipertróficos; escore 2 indicou placas de crescimento com uma banda larga e distinta de condrócitos pré-hipertrofos; no escore 3 encontram-se as placas de crescimento que apresentaram mudanças degenerativas nas células.

4.4 Análise Estatística

A análise estatística utilizada foi a não paramétrica, com o teste de qui-quadrado ao nível de 5% de significância. Os dados foram analisados por meio do programa computacional SAEG (2007).

5 RESULTADO E DISCUSSÃO

Foi possível estabelecer intervalo de confiança para os valores de densidade mineral óssea em função dos escores histológicos de discondroplasia tibial em frangos de corte machos com 40 dias de idade (Tabela 01).

Tabela1 – Valores de escores histológicos e densidade mineral óssea das lesões discondroplásicas de 42 aves com 40 dias de idade.

Escores das Lesões Histológicas	Densidade mineral óssea (mmAl)
0	2,21 - 2,61
1	1,89 - 2,18
2	1,45 – 1,85
3	1,03 - 1,42

Kruskal-Wallis ($p > 0,05$); Escores histológicos: 0 (zero): sem presença de lesão 2,21 a 2,61; escore 1: lesão pequena 1,89 a 2,18; escore 2: lesão intermediária 1,45 a 1,85 e escore 3, lesão grande 1,03 a 1,42 mmAl.

Os valores encontrados nesta pesquisa de densidade mineral óssea para os valores normais foram entre 2,21 e 2,61 mmAl (milímetro de alumínio), que podem ser observadas na Tabela 01. Barreiro *et al.* (2007) encontram valor médio de 2,31 mmAl avaliando a densitometria óssea radiográfica de fêmures de frangos de corte na fase de crescimento.

Os ossos para escore histológico 01, ou seja, o que apresenta uma lesão discondroplásica pequena, tiveram uma densidade mineral óssea variando entre 1,89 e 2,18 mmAl (milímetro de alumínio). Para os ossos com escore histológico igual a 02, foi possível estabelecer valores de densidade mineral óssea variando entre 1,45 e 1,85 mmAl, uma lesão mediana entre os escore 01 e 03, enquanto que os valores de 1,03 e 1,42 mmAl foram estabelecidos pela densidade mineral óssea com lesões grandes (graves), escore histológico igual a 3.

LOUZADA (1997) encontrou valores médios variando entre 1,77 e 1,97 mmAl, ao estudar a densidade óptica radiográfica da região central da diáfise das tíbias de frangos de corte, porém a região analisada por esse autor não é de crescimento ósseo, possui mineralização mais estável que a metáfise e epífise e os frangos experimentais estavam com 53 dias de idade.

Almeida (2003), encontrou valor inferior a este ao estudar a densidade óptica radiográfica da região central da metáfise de frangos de corte com 42 dias de idade, determinando a densidade mineral óssea de um escore zero entre 1,46 e 1,77mmAl, e para o escore 3 a densidade mineral óssea foi de 2,96 a 3,32 mmAl para lesões graves. É importante lembrar que para lesões graves a quantidade de alumínio é menor e não maior como é o relato do trabalho.

ALMEIDA PAZ *et al.* (2005) encontraram valores superiores aos encontrados neste trabalho, variando entre 3,57 e 4,33 mmAl de densidade mineral óssea para osso normal e para o escore 5 entre 1,60 e 2,21 mmAl em aves com 40 dias de idade. A região submetida à radiografia foi a região da cabeça e colo do fêmur. Este número da densidade mineral óssea é maior porque a região proximal do fêmur possui traves ósseas esponjosas divididas segundo linhas de força resultante das pressões locais na extremidade superior do fêmur.

Pode-se observar que há diferença entre valores de referência para densidade mineral óssea em pesquisa de vários autores. Isto é possível, pois cada autor utiliza um programa específico, sendo necessário mais estudo comparativo de programas de computadores. Para estabelecer valores de densidade mineral óssea para serem usadas nos diagnósticos de patologias que acometem os frangos de corte, devem ser observados alguns fatores, com peso, tipo da lesão, idade entre outros.

Observa-se o exame radiográfico normal na Figura 09.



Fig. 09. Exame radiográfico dentro dos padrões de normalidade (escore zero).

Observa-se na Figura 9 um exame radiográfico normal da porção proximal da tíbia e fíbula e porção distal do fêmur. Escore zero, representado com o círculo na região proximal da tíbia com características radiográficas bem definidas, com contornos regulares, espaço articular preservado e sem alterações de partes moles periarticulares, onde a imagem radiopaca encobre toda a região da epífise e metáfise.

A radiografia reproduz a densidade mineral óssea em lesão discondroplásica (Figura 10).

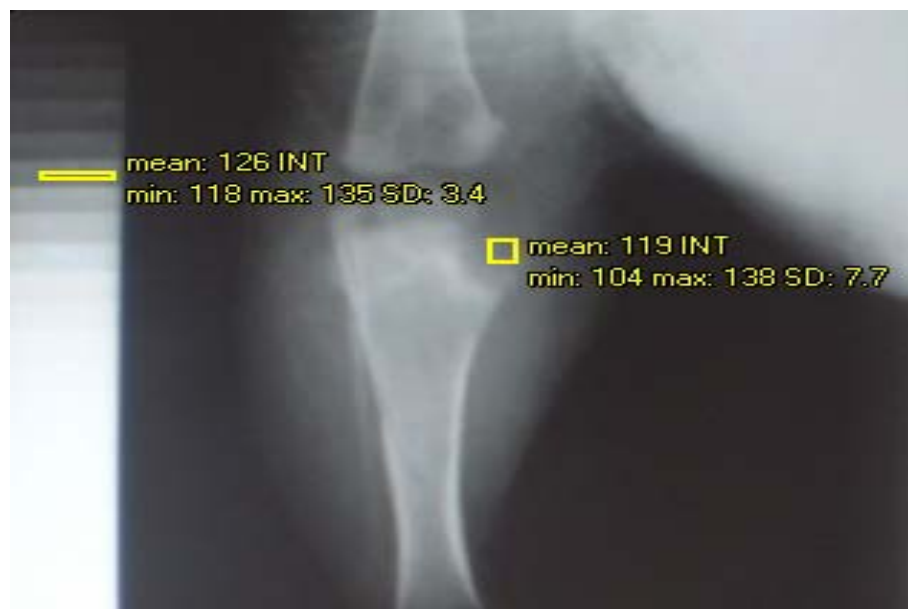


Fig. 10. Valores de referência para densidade mineral óssea em escore 3.

É possível observar o resultado de um escore 3, com a utilização de um *phantom* de alumínio, para avaliação da densidade mineral óssea dos frangos de corte. O resultado da densidade é de 1,19 mmAl o que está dentro dos valores de referência variando entre 1,03 a 1,42 mmAl, representando lesão grave.

A Figura 11 identifica os sinais patológicos da lesão discondroplásica em uma radiografia, utilizando-se o método da dimensão da lesão discondroplásica na porção proximal da tíbia e fíbula e distal do fêmur, onde afere os sinais de um ponto a outro. O resultado é convertido em milímetros, obtendo-se o resultado final.



Fig. 11. Valores de referência para espessura de lesão óssea em escore 3.

O resultado deste exame expressa uma lesão grande, na qual quase não se reconhece o contorno do osso, pois a região radiotransparente encobre a epífise tíbia proximal, com características radiológicas de esclerose, adelgaçamento da cortical, deformidade angular, alargamento e diminuição da entrelinha radiográfica. Em alguns casos ocorre restrição mecânica e fraturas, com extensão superior a 6 mm, predominantemente na região medial do osso da tíbia.

A característica predominante para avaliar a dimensão da lesão encontrada na radiografia em análise desta pesquisa foi a detecção de lesões com densidade radiotransparente, ou seja, a área cinza, representada pelo grifo no exame da Figura 11 em relação aos tecidos adjacentes.

Segundo Pizzauro *et al.* (2002), discondroplasia tibial é caracterizada pela formação de uma massa anormal de cartilagem, não vascularizada e pobremente mineralizada.

Almeida (2003) usou quatro métodos: fluoroscópico portátil de raios-X (lixiscópio), radiográfico (densitometria Óptica), macroscópico e histológico. O fluoroscópio portátil de raios x (lixiscópio) é usado para fazer a seleção dos frangos de corte, determinado os escores prévios. Hoje este aparelho está em desuso.

As lesões discondroplásicas encontradas por Almeida (2003), tanto pelo fluoroscópico portátil de raios-X (lixiscópio), quanto pela densidade óptica

radiográfica, são evidenciadas pelos exames como lesões com características radiopacas.

Este resultado não procede, pois as lesões discondroplásicas são resultados da presença de uma massa cartilaginosa, amorfa, avascular e de tamanho variado, pobremente mineralizada, dependendo da severidade da lesão. A cartilagem anormal observada no disco epifisário é, portanto, uma persistência dos condrócitos pré-hipertrófico e hipertrófico, que não foi invadida pelos vasos sanguíneos da metáfise da tíbia e que não sofre calcificação.

Conforme Monnier & Tubiana (1999), a densidade é uma escala que vai do branco ao preto, ou seja, a densidade radiopaca traduz-se como uma região branca na radiografia devido a moléculas compostas de átomos pesados e com alto teor de cálcio.

Os resultados encontrados neste estudo para escore radiológico de 01 a 3 são idênticos aos descritos por Almeida em (2003), porém sendo diferente na nomenclatura, o que pode ser observado nas Figuras 10 e 11 desta pesquisa com escore 3. A densidade da radiografia é radiotransparente na área da lesão.

De acordo com Mckinnis (2004), nas radiografias todos os líquidos e tecidos moles, como sangue, músculo, cartilagem, tendões ligamentos e nervos, têm densidade de água, que, por sua vez, tem tonalidade de cinza. Monnier & Tubiana (1999) afirmam que, quanto aos aspectos radiológicos, o periósteo e cartilagem são radiotransparentes.

Segundo PIZZAURO *et al.* (2002), discondroplasia tibial é caracterizada pela formação de uma massa anormal de cartilagem, não vascularizada e pobremente mineralizada.

As técnicas de avaliação de densidade mineral óssea e avaliação da espessura da lesão devem ser preconizadas como uma boa alternativa para a análise patológica em frangos de corte.

A dimensão das lesões encontradas nas radiografias está expressa na Tabela 2.

Tabela 2 – Valores médios entre escores das lesões macroscópicas e espessura radiográfica de 42 aves com 40 dias de idade.

Escores das Lesões Macroscópicas	Dimensão da lesão (mm)
0	< 1
1	1 a 3
2	3 a 6
3	> 6

Kruskal-Wallis ($p > 0,05$); Escores histológicos: 0 (zero): sem presença de lesão, menor que 1 mm; escore 1: lesão pequena, 1 a 3 mm; escore 2: lesão intermediária, 3 a 6 mm e escore 3, lesão grande, maior que 6mm.

Os resultados encontrados expressos na tabela 2 explicam a espessura das lesões encontradas nas radiografias em análise desta pesquisa e foram detectados como lesões com densidade radiotransparente nos escores radiográficas de 01 a 03 (Figura 11).

Os resultados encontrados para o estudo de diagnostico da patologia de discondroplasia tibial em frangos de corte com 20 e 40 dias estão expressos na Tabela 03.

Tabela 3 – Escore de lesões de 42 frangos de corte com 20 e 40 dias de idade.

<i>X-squared</i>	<i>Df</i>	<i>p-value</i>
3,8125	2	0,148636731
Escores	Frequências (n) , 20 dias	Frequências (n), 40 dias
0	12	10
1	23	15
2	07	11
3	0	06
Total	42	42

Kruskal-Wallis ($p > 0,05$); n= número de aves. Escores radiográficos: 0 (zero) sem presença de lesão; escore 1, representa uma lesão pequena; escore 2, apresenta lesão intermediária e escore 3, indica uma lesão grande.

Não houve diferença significativa ($p>0,05$) no exame radiológico aos 20 dias comparado aos escores de 40 dias para lesões discondroplásicas.

A diferença entre os escores de 20 para 40 dias é possível porque o aparecimento da lesão é observado em frangos de corte de 3 a 8 semanas de idade, devido ao desenvolvimento da lesão, peso dos frangos e quantidade de mineral presente no osso, além de outros fatores como nutricional, manejo, micotoxinas, que

induzem o aparecimento e afetam a incidência e a gravidade das lesões discondroplásicas.

Estes resultados confirmam os relatos de Bartels *et al.* (1989), os quais não encontraram diferenças entre a incidência de discondroplasia tibial analisada através de exame histológico por lixiscópio. Porém, Thorp *et al.* (1997); Takita *et al.* (1998); Murakami, (2000) e Almeida, (2003) mostraram que houve diferença significativa ($P < 0,01$) entre a avaliação com o lixiscópio e os exames macroscópico e histológico.

A densidade mineral óssea e a espessura da lesão aumentaram no presente experimento em decorrer da idade e ganho de peso. Semelhantemente, BARREIRO *et al.* (2007) encontraram valores crescentes de densidade mineral óssea nas fases inicial e de desenvolvimento de frangos de corte. Segundo estes autores, a alteração de valores densitométricos no tibiotarso está relacionada com a mineralização e com o aumento da resistência óssea que acompanha o desenvolvimento da massa muscular.

Observa-se na Tabela 4 a porcentagem de lesão discondroplásica encontrada através dos exames histológico, macroscópico e radiográfico em frangos de corte.

Tabela 4 – Porcentagem de lesão discondroplásicas encontradas através dos exames histológico, macroscópico e radiológico com alumínio e sem alumínio em frangos de corte com 40 dias de idade.

Método	Escore Radiológico			
	0	1	2	3
Radiológico (%)	23,8	35,72	26,19	14,29
Macroscópica (%)	23,8	35,72	26,19	14,29
Histologia (%)	23,8	35,72	26,19	14,29

Kruskal-Wallis ($p > 0,05$); Escores radiográficos: 0 (zero) sem presença de lesão; escore 1, representa uma lesão pequena; escore 2, apresenta lesão intermediária e escore 3, indica uma lesão grande.

Na Tabela 4 não houve diferença significativa, ($P < 0,05$) em frangos de corte com 40 dias de idade, onde foram pesquisados escores radiológicos, macroscópicos e histológicos. Valores encontrados através da análise com a radiografia, tanto com alumínio e sem alumínio observando as características radiológicas não diferem dos demais escores, macroscópico e histológico.

Foi possível verificar na Tabela 4 que as técnicas utilizando a radiografia têm correspondência com exames macroscópico e histológico. Considerando-se que o exame histológico da placa de crescimento tem eficiência de 100% na avaliação das lesões discondroplásicas (THORP *et al.* 1997; TAKITA *et al.* 1998; MURAKAMI, 2000 e ALMEIDA, 2003), isto possibilita maior confiabilidade nos exames radiográficos para detectar lesões discondroplásicas em frangos de corte com 20 e 40 dias de idade, evitando prejuízos futuros encontrados no abate.

Segundo Almeida Paz *et al.* (2005), esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 8ª semana de vida do frango, com baixa incidência (2%), mas com queda de desempenho e descarte de aves no abatedouro, causando perdas relevantes.

Existem algumas técnicas que podem ser usadas para caracterizar e avaliar a discondroplasia tibial. Almeida Paz *et al.* (2005), utilizando quatro diferentes técnicas, como lixiscopia, análise macroscópica, análise histológica e densitometria radiográfica óptica, concluíram que tanto a análise macroscópica quanto o uso de densidades radiográficas são eficientes para caracterizar o estado da placa de crescimento na epífise proximal da tíbia em frangos de corte.

Para patologia discondroplásica da porção proximal da tíbia em frangos de corte com 20 dias e 40 dias de idade é possível o diagnóstico com os métodos radiográficos descritos neste trabalho, sendo, portanto de fácil realização, baixo custo e eficientes.

Os resultados encontrados no presente trabalho indicam o uso do exame radiográfico, que pode ser considerado uma boa reprodução das condições da placa de crescimento. Estas correlações demonstraram que a metodologia de avaliação por densitometria óssea tem como vantagem avaliar a profundidade da lesão, e por dimensão da cartilagem, o tamanho da lesão, e que, portanto, reproduz bem as condições da placa de crescimento da epífise proximal da tíbia de frangos de corte com 20 e com 40 dias de idade, como métodos eficientes.

O exame radiológico em frangos de corte mostrou-se um método de diagnóstico por imagem prático, eficiente e de baixo custo para a identificação de discondroplasia em frangos de corte. Embora sejam necessários mais estudos, é importante ressaltar que o diagnóstico através de exames radiográficos permite diagnosticar lesões precoces em frangos de corte "*in vivo*", evitando o descarte de aves na linha de abate. Esta técnica constitui mais uma ferramenta para as

empresas avícolas que buscam a diminuição da incidência desta patologia em aves comerciais.

Essa pesquisa elucidou também que, para lesões graves, a densidade mineral óssea por milímetro de alumínio dos escores de 1 a 3 é menor em comparação ao escore 0 (zero) e não maior, como é relatado em outros trabalhos.

Os métodos para avaliação da radiografia com densidade mineral óssea por milímetros de alumínio e espessura da lesão em milímetros são eficientes no diagnóstico de discondroplasia tibial em frangos de corte.

Portanto, utilizando o método para avaliar a dimensão da lesão em milímetros define as características radiológicas e é possível obter um diagnóstico preciso. O método de avaliação da dimensão da patologia discondroplásica é simples sendo, portanto, necessária apenas a imagem radiográfica e foco de luz, não necessitando de *scanner*, e programas de computadores específicos para avaliação, o que diminui custo e tempo para o pesquisador.

6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados no presente trabalho indicam o uso do exame radiográfico para a identificação de discondroplasia em frangos de corte, não se necessitando o uso da densidade mineral óssea para diagnosticar lesões discondroplásicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, I. C. L. *Caracterização da Discondroplasia Tibial em Frangos de Corte Através da Densitometria Óptica Radiográfica*. 2003. 53 f. dissertação (Zootecnia) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia Campus de Botucatu, São Paulo.

ALMEIDA PAZ, I. C. L.; MENDES, A. A.; TAKITA, T. S. et al. *Comparison of Techniques for Tibial Dyschondroplasia Assessment in Broiler Chickens*. Brazilian, Journal of Poultry Science, v. 7, n.1, p.27 – 31, Jan/Mar., 2005.

BARREIRO, F. R. BARALDI-ARTONI, S. M.; SAGULA, A. L.; JUNQUEIRA, O. M. *Comparação de parâmetros densitométricos de frangos de corte na fase inicial de desenvolvimento*. In: SIICUSP Simpósio Internacional de Iniciação Científica, 2007, 15, Pirassununga. Anais...

BARTELS, J. E.; MCDANIEL, G. R.; HOER, F.J. *Radiographic diagnosis of tibial dyschondroplasia in Broilers: a field selection technique*. Avian Diseases, v. 33, p. 254/257. 1989.

CRESPO, R. SHIVAPRASAD, H. *“Developmental, Metabolic, and Other Noninfectious disorders”* In Saif YM (Eds.), Diseases of Poultry 11 Ed., Iowa State Press, p.1055/1102. 2003.

DUFF, S. R. I. *Abnormalities in the axial skeleton of broiler breeding fowl*. Avian pathology, v. 17, p. 239 /258, 1988.

GAY, C.V., ANDERSON, R.E., LEACH, R.M. *Activities and distribution of alkaline phosphatase and carbonic anhydrase in the tibial dyschondroplastic lesion and associated growth plate of chicks*. Avian Dis., v.29, n3, p. 812/821. 1985.

GONZALES, E., MACARI, M. *Doenças das Aves*. Editora Facta. Campinas, SP. 2000.

HARGEST, T. E.; GAY, C. V.; LEACH, R. M. *Avian tibial dyschondroplasia. Electron probe analysis*. American Journal of Pathology, v. 119, p. 199/209. 1985.

LEACH Jr. R, MONSONEGO-ORNANT E *“Tibial Dyschondroplasia 40 Years Later”* Poultry Science Association v. 86, p.2053/2058. 2007,

LOUZADA, M. J. Q. *Densidade de peças ósseas de frangos. Estudo pela densitometria óptica radiográfica*. Veterinária e Zootecnia. V9. p. 95/109. 1997.

McKINNIS L. N. *Fundamentos da Radiologia Ortopédica*. Premier. São Paulo, 2004.

MENDES, A. A; NAAS, I. A; MACARI, M. *Produção de Frangos de corte*, Campinas, 2010.

MENDONÇA, J. R. *Enfermidade do Sistema Locomotor*. In Berchieri Júnior, A.: Macari, M. Doença das Aves. Campinas: Facta, p. 29 /36. 2000.

MONNIER, J. P.; TUBIANA, J. M. *Manual de diagnóstico radiológico*. 5. ed. Rio de Janeiro: Médica e Científica, 1999.

MURAKAMI, A. *balance eletrolítico da dieta e sua influência sobre o desenvolvimento dos ossos de frangos*. In Conferencia Apindo 2000 de Ciência e Tecnologia Avícola, Anais...

ONYANGO, E. M.; HESTER, P. Y.; STROSHIME, R. *Bone densitometry as an indicator of percentage tibia ash in broiler chicks fed varying dietary calcium and phosphorus levels*. Poultry Science, Champaign, v. 82, n. 11, p. 1787/1791. 2003.

OVIEDO-RONDÓN "Leg Health in Large Broilers" NC Broiler Supervisors' Short Course. 2008.

OVIEDO-RONDÓN E. "El Sistema de Producción Avícola de Carne: 1. El Modelo Americano" XXV Curso de Especialización FEDNA: Avances En Nutrición Y Alimentación Animal. 2009a.

OVIEDO-RONDÓN E. "Aspectos Nutricionales que Influyen Sobre La Incidencia de Problemas de Patas En Pollos de Engorde", XXV Curso de Especialización. 2009b.

PETEK, M.; SONMEZ, G.; YILDS, H.; BASPINAR, H. *Effects of Different Management Factors on Broiler Performance and Incidence of Tibial Dyschondroplasia*. Poultry Science, v. 46, n. 1, p. 16/21, 2005.

PIZZAURO, Jr.; CIANCAGLINI, P.; MACARI, M. *Discondroplasia tibial: mecanismo de lesão e controle*; Revista Brasileira de Ciências Avícola. V4, n.3, p.1/22. 2002.

POULOS, P. W. *Tibial dyschondroplasia (osteochondrosis) in the turkey*. Acta radiologic supplement, v. 358, p. 197 /227, 1978.

RENDEN, J. A.; MORAN, E. T.; KINCAIS, S. A. *Lighting Programs for Broilers that Reduce Leg Problems without Loss of Performance or Yield*. Poultry Science, v. 75, p. 1345/ 1350. 1996.

ROBERSON, K. D.; HILL, C. H.; FERKET, P. R. *Additive Amelioration of Tibial Dyschondroplasia in Broilers by Supplemental Calcium or Feed Deprivation*. Poultry Science, v. 72, p. 798/ 805. 1993.

TAKITA, T. S.; GONZALES, E.; LODDI, M. M.; RAMOS, A. A. *métodos de avaliação de discondroplasia tibial em frangos de corte*. In conferencia apinco de ciência e tecnologia avícolas, 1998, Campinas, anais. Campinas: Facta. 1998.

THORP, B. H.; DICK, L.; ZEFFERIES, D.; HOUSTON, B et al. *An assessment of the efficacy of the lixoscope for the detection of tibial dyschondroplasia*. Avian Pathology, v26, p. 97/104. 1997.

VELLEMAN, S.G. *The role of the extracellular matrix in skeletal development*. Poultry Science, v.79: p. 985/989. 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - *Sistemas de análises estatísticas e genéticas*. Versão 9.1. Viçosa, MG: 2007.