

**PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE - REVISÃO.  
LOCOMOTOR PROBLEMS IN BROILER CHICKENS - A REVIEW.**

**IBIARA CORREIA DE LIMA ALMEIDA PAZ<sup>1</sup>**

**RESUMO:**

O bem estar animal é, sem dúvida, um dos pontos em que os produtores de aves devem se atentar para conseguir melhor rentabilidade e colocação no mercado externo. No entanto, é necessário ter uma ampla idéia de que alguns pontos impostos por mercados importadores, muitas vezes não tem fundamento científico e tratam-se mais de barreiras não tarifárias que de problemas de produção propriamente ditos. Dentre os vários fatores que afetam o bem estar animal, pode-se destacar a incidência de problemas locomotores, principalmente em animais confinados. Estes distúrbios podem acarretar em perdas de até 6% em lotes comerciais de frangos de corte, além de outras perdas não mensuráveis em linhas de abate, por fraturas e hematomas. Existem diversas metodologias para diagnosticar problemas locomotores, entretanto, a mais difundida na indústria avícola é o Gait Score, por sua facilidade de aplicação e por englobar os diferentes tipos de problemas locomotores. Sabe-se, contudo que esta metodologia é bastante subjetiva e pode inferir em diferentes níveis de avaliação dependendo do método utilizado. Os problemas locomotores devem ser prevenidos já que depois de estabelecidos as perdas são inevitáveis.

**PALAVRAS-CHAVES:** Gait Score; Medidas Preventivas; Perdas no Setor Avícola.

---

<sup>1</sup> Professora do Curso de Zootecnia, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados - MS. [ibiarapaz@ufgd.edu.br](mailto:ibiarapaz@ufgd.edu.br)

**ABSTRACT:**

Animal welfare is undoubtedly one of the points in which broiler chicken producers must pay attention, in order to get better profit and to be placed in the international market. However, to have a broader idea about some points imposed by importer markets is needed, as they sometimes do not present scientific basis and are more related to non-taxes barrier rather than problems in the production cycle. Among those factors that affect animals' welfare, locomotors problems can be enhanced, mainly in confined animals. These defects may affect losses up to 6% in commercial flocks of broilers, besides other losses non-calculated in slaughtering chain by fractures and hematomas. There are several methodologies to diagnosis locomotors problems; however, the most well known is the gait scoring by its easiness as it is applied, and for gather distinct types of walking disabilities. It is known that this methodology is rather subjective, and it can interfere in distinct levels of evaluation, depending on the adopted method. Locomotors problems should be avoided as after being found in flocks the losses are inevitable.

**KEYWORDS:** Gait Score; Preventive Measures; Losses in Avian Sector.

**INTRODUÇÃO**

A produção de frangos de corte, no Brasil em 2008 foi de cerca de 10.305,20 toneladas de carne, sendo que aproximadamente 70% desta produção foi destinada ao mercado externo, o que o levou a ocupar o 1º lugar dos países exportadores de carne de frango (UBA, 2008). Devido a essa posição, é fundamental se adequar as exigências internacionais dos padrões de qualidade, procurando sempre recursos alternativos de melhoria, sem grande incremento no custo de produção, o que remete aos problemas locomotores.

As questões ambientais e nutricionais, principalmente má qualidade de cama e dietas de baixa qualidade, têm influência direta na incidência de patologias do sistema locomotor, assim como o bem-estar das aves. Sabe-se que quando frangos de corte não estão em ambientes adequados ocorre refugagem e desuniformidade nos lotes, além de problemas de qualidade de carcaça como, dermatites, celulites arranhões, calos de peito e problemas respiratórios. Os problemas locomotores muitas vezes estão associados a estes fatores e, juntos, podem causar perdas que variam entre 10 a 40% do lucro bruto, principalmente por condenações e desclassificações na linha de abate.

As aves são criadas em aviários, os quais necessitam de um material, denominado cama de aviário, que impeça o contato direto dos animais com o piso, promovendo a absorção de água, incorporando fezes e penas e que, além disso, seja um material que evite as oscilações de temperatura no interior do aviário, contribuindo para o conforto das aves (OLIVEIRA & CARVALHO, 2002). Por isso deve ser escolhido cuidadosamente, levando em conta que o animal utilizará dela durante todo o tempo que estiver no aviário e nela expressará seu potencial genético, e devido a isso devem ser avaliados vários tipos de materiais que atendam as exigências físicas, químicas e econômicas da criação de frangos de corte. A boa escolha da cama também pode diminuir a incidência de lesões em regiões como peito, articulações e coxim plantar, e deve apresentar características como tamanho de partículas, médias ou grandes, maciez, capacidade de absorção e liberação de umidade, isolante térmico, baixo custo e facilidade de obtenção.

A avicultura de corte enfrenta vários obstáculos para a obtenção de uma boa produtividade na atividade. Por ser um tipo de atividade em que os animais são criados juntos, em um único galpão, e a quantidade de deposição de resíduos orgânicos das aves é grande, a cama

desempenha um papel muito importante. Esta pode constituir-se de diversos materiais, como casca de arroz, casca de amendoim, maravalha de madeira, papel e outros, devendo ser manejada adequadamente para controlar o nível de umidade, a produção de pó e amônia, exposição a agentes transmissores de doenças e prevenir a proliferação de insetos (HERNANDES et al., 2002). Entretanto, para que tais produtos possam ser utilizados na criação de frangos é necessário que apresentem características semelhantes ou superiores àqueles tradicionalmente utilizados como a maravalha (SANTOS et al., 2000).

Quando a cama de aviário não é bem manejada ou é de baixa qualidade podem ocorrer problemas relacionados com o ambiente, sendo temperatura, alta umidade e emissão de amônia, e com isso causar estresse calórico, problemas respiratórios e problemas locomotores.

As claudicações englobam uma série de problemas esqueléticos que podem, ou não, aparecer associados, como o raquitismo, discondroplasia tibial, degeneração femoral, desvios de coluna e articulações. Em conjunto, a degeneração femoral, a discondroplasia tibial e a espondilolistese são as principais anomalias associada às causas de claudicações em frangos de corte. Os problemas locomotores são muito importantes para a avicultura mundial, pois a dificuldade de locomoção não está apenas relacionada com perdas econômicas mensuráveis, como condenações e desclassificações de carcaças em abatedouros, devido principalmente, à fraturas, hematomas e lesões na pele, mas também, com perdas não mensuráveis, como é o caso da queda de desempenho por retardo no crescimento das aves com claudicações, que não conseguem chegar ao comedouro e bebedouro, tornando-se frágeis e mais leves e, conseqüentemente apresentando piores resultados zootécnicos.

Aves com deficiências locomotoras são privadas de pelo menos três das cinco liberdades que são o alicerce do bem-estar animal FAWC (Farm Animal Welfare Council):

1- Liberdade fisiológica (estar livre de fome e sede); 2 - Liberdade ambiental (estar livre de desconfortos, ou dor); 3 - Liberdade sanitária (estar livre de doenças, ferimentos); 4 - Liberdade psicológica (estar livre de medo ou sofrimento); 5 - Liberdade comportamental (poder expressar seu comportamento natural).

## OSSOS

Os ossos têm papel muito importante no crescimento e desenvolvimento normal dos indivíduos vertebrados. 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 intra-membranosa 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).

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, 1988; FIELD, 1999; BRUNO, 2007). A deficiência de cálcio leva a uma calcificação incompleta da matriz orgânica produzida. Esta deficiência pode ser devida, ainda, carência desse mineral nos alimentos ou à falta do pró-hormônio vitamina D, que é importante para a absorção dos íons  $Ca^{2+}$  e  $(PO_4)^{3-}$  pelo intestino delgado (JUNQUEIRA & CARNEIRO, 2004).

JULIAN (1998), em um estudo sobre problemas relacionados ao rápido crescimento de frangos de corte, encontrou maior incidência de

problemas ósseos como deformidades, defeitos e porosidade em aves selecionadas para rápido crescimento, quando comparada àquelas com crescimento retardado. Ao estudar a discondroplasia tibial em frangos de corte, através da densitometria óptica em imagens radiográficas, ALMEIDA PAZ et al. (2004) encontrou relação entre os valores de densitometria e a incidência desta doença, sendo que o aumento na densidade óptica em imagens radiográficas correspondeu ao aumento na gravidade das lesões. Isto por que, as regiões limitrofes à lesão caracterizam-se por uma esclerose óssea que aumenta os valores de DMO da estrutura óssea estudada. Segundo PHARR & BARGAI (1997) e CRUESS & DUMONT (1985), regiões ósseas que lesionadas podem aparecer mais radio densas durante uma nova deposição óssea, ou ainda, devido a uma mineralização dos osteócitos mortos, apresentando valores elevados de densidade mineral óssea.

### **PATOLOGIAS DO SISTEMA LOCOMOTOR E PRODUÇÃO DE AVES**

As patologias que acometem o sistema locomotor de animais confinados são de grande importância econômica na produção animal, por resultar em queda no desempenho e piora no bem-estar. Isso ocorre devido à dificuldade do animal se movimentar, com conseqüente redução do consumo de água e alimentos, acarretando impacto na saúde do animal e em sua eficiência produtiva. É sabido que problemas locomotores estão bastante vinculados às condições de alojamento e manejo. Deve-se salientar que, no caso das aves, o melhoramento genético levou a um rápido crescimento, que geralmente afeta a composição mineral dos ossos e cartilagens, favorecendo o aparecimento de alterações locomotoras. Além disso, a manutenção dos tecidos magros do corpo requer mais energia e oxigênio do que a manutenção de outros tecidos, logo, é inevitável que aves de crescimento mais rápido sejam em geral mais suscetíveis a processos que determinam hipóxia tecidual (GONZÁLES & MACARI, 2000).

Registra-se uma ocorrência de 3 a 6% de refugagem de pintos e descartes de aves na linha de abate por problemas de pernas, resul-

tando em perda econômica significativa.

A "fraqueza das pernas" dos frangos de corte, como denominada no meio industrial, foi identificada como conseqüência de alterações na placa de crescimento ósseo, desordens do desenvolvimento ou congênitas e doenças infecciosas. A deformidade das pernas pode ser resultado de crescimento desuniforme da placa de crescimento, 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 (JULIAN, 2005).

Entre todas as patogenias descritas na literatura, a discondroplasia tibial e a degeneração femoral são mais prevalentes, atingindo 50 a 80% dos problemas de perna nos lotes industriais de frangos de corte comerciais (BAINS et al., 1998, MURAKAMI, 2000; ALMEIDA PAZ, 2008).

Desde 1930, inúmeras causas de deformidades no tecido ósseo em aves foram identificadas, tais como, nutrientes (toxidades, deficiências e balanços inadequados), genética, patógenos, micotoxinas e práticas de manejo são fatores que afetam diretamente o crescimento e desenvolvimento normal do tecido ósseo (COOK, 2000).

A densidade populacional é um aspecto importante a ser considerado, pois o aumento demasiado do número de aves por metro quadrado pode causar uma redução na taxa de crescimento, aumento da mortalidade, cama com baixa qualidade e um aumento na incidência de lesões na carcaça do frango bem como problemas de perna (OLIVEIRA & CARVALHO, 2002).

Os estudos de comportamento e de lesões nas patas mostram que uma densidade elevada de criação animal, superior a 25 quilogramas por metro quadrado, criando graves problemas de bem-estar, na medida em que a restrição de movimento e a piora na qualidade da cama ocorrem maiores índices de pododermatites, lesões nas patas, bolhas e calos de peito, restrições comportamentais e, em última análise, elevadas taxas de mortalidade

(UNIÃO EUROPÉIA, 2006).

A temperatura ambiente é um fator bastante importante para o controle de patologias do sistema locomotor de aves. Um experimento realizado por BRUNO (2007) mostrou que a temperatura de criação afeta o comprimento e espessura da tíbia e a espessura do fêmur aos 28 dias de idade, com menores valores sendo encontrados nos ossos dos frangos criados sob condições de alta temperatura. MORAES et al. (2002) utilizando diferentes temperaturas ambientes durante a primeira semana de vida de pintos de corte, observaram que a temperatura não afetou a espessura da tíbia e do fêmur, mas ocasionou um aumento significativo no peso e comprimento dos ossos. Estes autores concluíram que o estresse por frio (20°C) reduziu o crescimento ósseo bem como o peso vivo das aves durante os primeiros sete dias após a eclosão.

Existem algumas técnicas que podem ser usadas para caracterizar e avaliar a patologias locomotoras, como: lixiscopia, análise macroscópica, análise histológica e densitometria óptica radiográfica, sendo que a análise macroscópica é a mais utilizada em aviários de produção, embora a maioria delas é bastante eficiente para caracterizar a integridade óssea de frangos de corte.

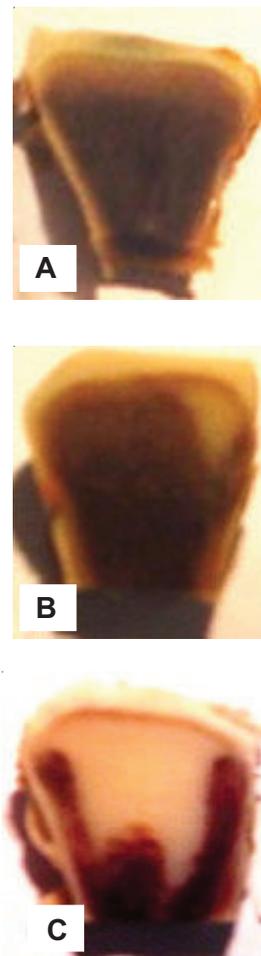
É possível desenvolver novas práticas na criação avícola que assegurem bons índices de produtividade e alta qualidade do produto, sem colocar o bem estar dos frangos em risco. Para tanto, é necessário aprofundar o conhecimento sobre a biologia dessas aves e definir limites éticos para nortear quais práticas deveriam ser banidas e quais seriam as mais recomendadas.

### DISCONDROPLASIA TIBIAL

A discondroplasia tibial é a patologia do sistema locomotor mais estudada por pesquisadores e, mesmo assim, ainda existem muitos fatores que a influenciam que ainda não foram bem elucidados. Esta patologia caracteriza-se por massa cartilaginosa anormal, de cor branca opaca, não vascularizada e com pouca mineralização na cartilagem de crescimento da epífise proximal da tíbia, podendo estar presente

em sua epífise distal, nos fêmures e úmeros (FIGURA 1). Atinge cerca de 2 a 20% das aves (lotes experimentais e comerciais), causando desconforto, claudicações e lotes desuniformes (RATH, 1998; PRAUL et al., 2000; ALMEIDA PAZ, et al., 2005; ALMEIDA PAZ, 2008).

Esse distúrbio aparece frequentemente entre a 3ª e 7ª semana de vida do frango, hoje esta patologia tem baixa incidência (2%), porém, na década de 90 chegou a atingir 60% das aves em 90% dos lotes. Mesmo com os baixos índices de incidência apresentados nos dias atuais, a discondroplasia tibial ainda é responsável por queda de desempenho e descarte de aves no abatedouro, causando perdas relevantes.



**FIGURA 1.** Lesões por discondroplasia tibial em frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A é demonstrado um osso normal; em B um osso com lesão inicial e em C, um osso com lesão grave.

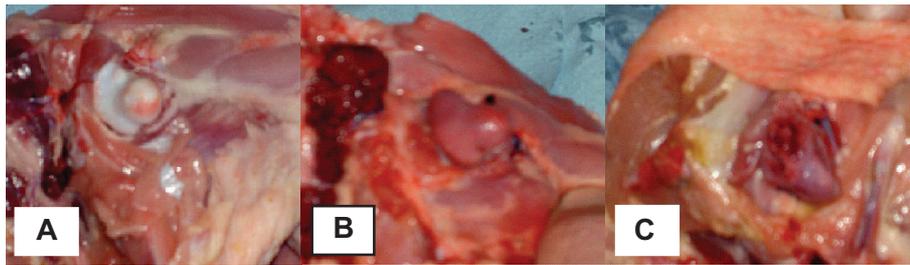
## DEGENERAÇÃO FEMORAL

A degeneração femoral era também denominada necrose da cabeça do fêmur, no entanto, esta terminologia é inadequada, pois necrose remete à morte celular por falta de vascularização e isto não ocorre nesta patologia, sendo assim, recomenda-se utilizar apenas degeneração femoral.

Segundo KEALY (1987) a degeneração femoral ocorre em animais jovens, não possui etiologia definida e pode se manifestar de maneira uni ou bilateral, acarretando alterações não só na região da cabeça, como também no colo do fêmur (FIGURA 2). Estas alterações podem ser diagnosticada radiologicamente, apresentando-se como uma região de baixa densidade óssea com colapso no arranjo do osso trabecular, sendo acompanhada, em muitos

casos por várias deformidades.

Na necropsia dos frangos de corte é possível observar-se a desarticulação das pernas com separação da cartilagem articular do fêmur de sua placa de crescimento, em casos graves a cartilagem de articulação é inexistente. Algumas vezes, pode também ocorrer a separação da placa de crescimento (MENDONÇA JR., 2000; JULIAN, 2005). A lesão está geralmente associada à discondroplasia tibial, osteocondrose e síndrome da má absorção (MENDONÇA JR., 2000; JULIAN, 2005). O manejo inadequado na apanha dos frangos, carregados por uma perna pode determinar a ruptura da epífise do fêmur caracterizando-se o principal ponto de perdas ocasionado por esta patologia.



**FIGURA 2.** Lesões por degeneração femoral em frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A é demonstrado um osso normal; em B um osso com lesão inicial e em C, um osso com lesão grave.

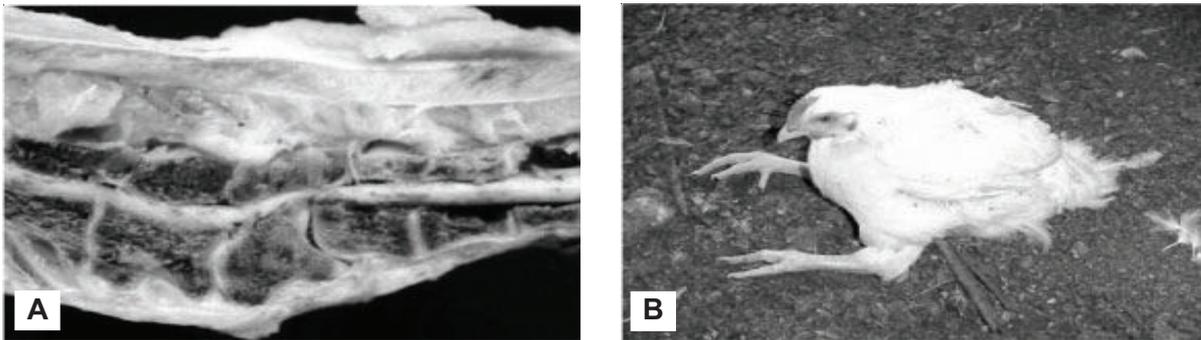
## DESVIOS DE COLUNA E ARTICULAÇÕES: ESPONDILOLISTESE, VALGUS E VARUS

A espondilolistese é considerada uma deformidade que afeta as vértebras torácicas de frangos de corte, mais frequentemente a quarta vértebra torácica (HOGG, 1984), resultando em compressão da medula espinhal e, conseqüentemente, dificuldade de movimentação chegando a paralisia dos membros pélvicos (FIGURA 3). Essa condição, também conhecida na indústria avícola como kinky back, acomete frangos de corte entre as 3ª e 6ª semanas de idade (OSBALDISTON & WISE, 1967; KELLY, 1971; WISE, 1970). A incidência da espondilolistese, que pode variar entre 2 a 10% na granja, depende de três fatores principais:

idade, taxa de crescimento rápido e genética (OSBALDISTON & WISE, 1967; WISE, 1970; WISE, 1973; RIDDELL, 1973; PAIXÃO et al., 2007).

Acredita-se que o grande desenvolvimento do músculo Pectoralis major do frango de corte atual deslocou o ponto de gravidade da ave, o que o tornou sua postura mais inclinada, agravando os problemas de coluna. Algumas casas genéticas têm realizado seleção para obtenção de frangos com postura mais ereta, o que além de diminuir os problemas como a espondilolistese, também melhora a forma como

o frango caminha.



**FIGURA 3.** Em A, aspecto da coluna vertebral de frango de corte acometido por espondilolistese, em B, frango de corte acometido por espondilolistese. Fonte: PAIXÃO et al. (2007).

As deformidades Valgus-Varus são caracterizadas por um desvio lateral (Valgus) ou medial (Varus) de uma ou das duas pernas (MENDONÇA JR., 2000, JULIAN, 2005, GONZALES & MENDONÇAS Jr, 2006).

As aves de crescimento rápido são mais afetadas, apresentando-se desde a primeira semana de vida até a idade de abate. A doença é progressiva e a ave vai perdendo a mobilidade, ficando impedida de se alimentar e tomar água. À necropsia observa-se torção do tibiotarso, geralmente o mais envolvendo no processo, resul-

tando em deformidade da articulação intertarsal e com conseqüente deslizamento (parcial ou total) do tendão de seus côndilos que se apresentam achatados (FIGURA 4). O metatarso proximal pode estar aumentado de tamanho (JULIAN, 2005; GONZALES & MENDONÇA Jr., 2006).

Em aviário de produção industrial a deformidade Varus é encontrada com pouca frequência, sendo a deformidade Valgus aquela responsável por perdas significativas na produção.



**FIGURA 4.** Lesões por Valgus em frangos de corte aos 42 dias de idade. Em A é demonstrado uma normalidade; em B um pequeno desvio e em C, um desvio acentuado.

Admite-se que a deformidade angular ocorra devido a uma anormalidade genética, principalmente em frangos de corte melhorado para crescimento rápido. Também pode ser observado em pintinhos neonatos, atribuindo-se a má nutrição das matrizes, principalmente no verão. A imobilidade imposta ao frango de corte devido à alta densidade pode agravar mais ainda o problema. Da mesma forma, a iluminação contínua do aviário faz com que a ave tenha menor mobilidade e a falta de exercício predispõe o aparecimento do problema (GONZALES & MENDONÇA Jr, 2006; GONZALES et al., 2009).

Em estágios iniciais, as anomalias de coluna e articulações causam dificuldades locomotoras, afetando gravemente o caminhar das aves e piorando a nota atribuída ao Gait Score, que será mencionado neste texto.

## GAIT SCORE

Segundo os pesquisadores da Universidade de Bristol, na Inglaterra, a forma como o frango de corte caminha é um indicativo de seu bem-estar, por isso desenvolveram um sistema de avaliação do caminhar de frangos de corte, o Gait Score, que é uma medida subjetiva da habilidade da ave caminhar sobre uma superfície, foi realizada no aviário. Verificando-se a capacidade de locomoção da ave em uma distância de 1m. Uma ave normal (escore 0) deve andar normalmente, sem claudicação e dar no mínimo 10 passos nesta distância; uma ave com escore 1 anda com certa dificuldade e dá entre 6 e 10 passos ininterruptos nesta distância; a ave com escore 2 tem muita dificuldade para andar e dá menos que 6 passos ininterruptos em uma distância de um metro (KEALY, 1987; NÄÄS et al., 2008).

Esta medida foi amplamente adotada por importadores, principalmente europeus, para avaliação do bem-estar de frangos de corte, tornando-se uma barreira não-tarifária para a importação de carne de frangos do Brasil. Alguns mercados importadores estabeleceram que, na avaliação do Gait Score, os lotes que apresentarem 30% ou mais de aves com nota igual ou maior que 1, não estão aptos para importação. No entanto, alguns pesquisadores

demonstram que a medida de Gait Score é um tanto imprecisa e demonstra poucas correlações entre os problemas de sistema locomotor de frangos de corte. Alguns autores (GARNER et al., 2002 e WEEKS et al., 2000) também relatam que o Gait Score é uma metodologia empírica e, por tanto, imprecisa. Ou seja, a maneira com que os frangos de corte caminham, nem sempre é afetada pela incidência de alguns problemas como degeneração femoral ou discondroplasia tibial. Sendo que o Gait Score pode ser o mesmo para aves com ou sem estas lesões.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os problemas locomotores têm grande importância para a produção avícola mundial. Pesquisas demonstram que, além das perdas mensuráveis, que variam entre 10 a 40% do lucro bruto por lote criado, existem os lucros não mensurados, relativos à perdas no desempenho das aves. Dentre as perdas mensuráveis destacam-se aquelas avaliadas em abatedouros, principalmente por condenações de carcaça ou desclassificações de parte da carcaça. Isto ocorre por que aves com problemas locomotores ficam mais tempo sentadas, apoiando o peito na cama do aviário, o que causa calos e hematomas nesta região, outro fator importante é o deslocamento das pernas no momento da apanha no aviário, ou da pendura na linha de abate, causando hemorragias ou fraturas.

Outro fator de grande importância é o bem-estar dos frangos de corte, principalmente para lotes destinados à exportação, pois além do Gait Score, que é avaliado ainda no aviário de produção, exames realizados na linha de abate, considerando a incidência de pododermatites, calos de peito, deslocamento e fraturas ósseas podem levar a desclassificação do lote para exportação.

Desta forma, os problemas locomotores devem ser prevenidos por meio de manejo adequado de cama, temperatura e dieta, pois, depois de estabelecidos as perdas são inevitáveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA Paz I.C.L., MENDES, A.A., TAKITA, T.S., VULCANO, L.C., GUERRA, P.C., WESCHELER, F.S., GARCIA, R.G. Tibial dyschondroplasia and bone mineral density. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, v. 6, p: 207-12, 2004.
- 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*, Campinas, v. 7, n.1, 27 - 31, 2005.
- ALMEIDA PAZ, I.C.L. Problemas locomotores e técnicas de mensuração. Pages 128-137 in *Proc. Conferência APINCO 2008 de Ciência e Tecnologia Avícolas*. FACTA, Santos, Brasil, 2008.
- BAINS, B.S., BRAKE, J.T., PARDUE, S.L. Reducing leg weakness in commercial broilers. *World Poultry Science*, Wageningen, v.14, n.1, p.: 24-27, 1998.
- BANKS, W.J. *Histologia veterinária aplicada*. 2 ed. São Paulo: Editora Manole; 1991, 629 p.
- BRUNO, L. D. G. Desenvolvimento ósseo em frangos: Influência da restrição alimentar e da temperatura ambiente. 2002. 77 p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.
- COOK, M. E. Skeletal Deformities and Their Causes: Introduction. *Poultry Science*, v.79, p. 982-984, 2000.
- CRUESS, R.L., DUMONT, J. Healing of Bone. In: Newton CD, Nunamaker DM, editor. *Textbook of small animal orthopaedics*. Philadelphia: J.B. Lippincott Company; 1985. p. 35-63.
- FIELD, R.A. Ash and calcium as measures of bone in meat and bone moistures. *Meat Science*, v. 55, p.255-264, 1999.
- PHARR, J.W., BARGAI, U. Radiology. In: Greenough, P.R., Weaver, A.D., editor. *Lameness in cattle*. 3th ed. Philadelphia: W.B. Saunders Company, p.24-40. 1997.
- GARNER, J.P., FALCONE, C., WAKENELL, P., MARTIN, M., MENCH, J.A. Reliability and validity of a modified gait scoring system and its use in assessing tibial dyschondroplasia in broilers. *British Poultry Science*, v.43, n.3, p.355-363, 2002.
- GONZALES, E., ALMEIDA PAZ, I.C.L., MACARI, M. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. In: ANGELO BERCHIERI JÚNIOR, EDIR NEPOMUCENO DA SILVA, JOSÉ DI FÁBIO, LUIZ SESTI, MARCELO A. FAGNANI ZUANZE. *Doenças das Aves*. Campinas: FACTA, 2009, p. 977-998.
- GONZALES, E., MENDOÇA Jr., C.X. Problemas locomotores em frangos de corte. VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó, SC - Brasil. *Anais*. 79-94, 2006.
- HERNANDES, R., CAZETTA, J.O., MORAES V.M.B. Frações nitrogenadas, glicídicas e amônia liberada pela cama de frangos de corte em diferentes densidades e tempos de confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.31, n.4, 2002.
- HOGG, D.A. The distribution of pneumatization in the skeleton of the adult domestic fowl. *Journal of Anatomy*, v. 138, p.617-629, 1984.
- HOWLET, C.R. The fine structure of the proximal growth plate metaphysis of the avian tibia: endochondral osteogenesis. *Journal of Anatomy*, v. 130, p.745-768, 1980.
- JULIAN, R.J. Rapid growth problems: ascitis and skeletal deformities in broilers. *Poultry Science*, v. 77, p.1773-1780, 1998.
- JULIAN, R. Patologias ósseas em aves. In: CONFERÊNCIA APINCO 2005 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, Campinas. *Anais...* Volume 2, Campinas: FACTA, 2005. p. 107-122.
- JUNQUEIRA, L.C., CARNEIRO, J. *Histologia básica texto/Atlas*. 10 ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan; 2004.