

EQUILÍBRIO E PROBLEMAS LOCOMOTORES EM FRANGOS DE CORTE

EQUILIBRIUM CONDITION AND LOCOMOTION PROBLEMS IN BROILERS

ALVES, M.C.F. ^{1*}

ALMEIDA PAZ, I.C.L. ²

CALDARA, F.R. ³

NÄÄS I.A. ³

GARCIA, R.G. ³

SENO, L.O. ³

BALDO, G.A.A. ²

AMADORI, M.S. ³

RESUMO

O crescimento de uma ave depende particularmente do desenvolvimento muscular e do tecido ósseo. Atualmente em frangos de corte o crescimento muscular é extremamente elevado enquanto seu suporte esquelético ainda se encontra muito imaturo, tendo como consequências o aparecimento de afecções locomotoras entre outras. Com os avanços no melhoramento genético avícola, verifica-se que a forma de caminhar e a condição de equilíbrio foram influenciadas negativamente, causando dificuldades de locomoção nesses animais. A presente revisão apresenta as principais desordens locomotoras que acometem as aves de produção e alguns dos fatores que as influenciam, assim como o impacto que elas causam na avicultura de corte.

Palavras-chave: angulação, bem-estar, patologias ósseas.

ABSTRACT

Poultry growth depends particularly of muscle development as well as their bone tissue. Nowadays in broilers, muscle growth is extremely raised while their skeletal support is still very immature, having as consequence the onset of locomotor disorders among others. With advances in poultry breeding, its found that gait and equilibrium condition were negatively impacted, causing mobility problems in these

¹ Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá – PR, Brasil. E-mail: marilia.mcfa@yahoo.com.br

² Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – FMVZ, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, Botucatu - SP, Brasil.

³ Faculdade de Ciências Agrárias – FCA, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, Brasil.

animals. The current review presents the main locomotor disorders that affect poultry and some of the factors that influence them, as well as the impact they cause in poultry production.

Keywords: angulation body, bone pathologies, welfare

INTRODUÇÃO

As afecções no tecido ósseo que acometem frangos de corte têm contribuído para a redução na produtividade em função do aumento de condenações de carcaças nos abatedouros. A incidência de distúrbios locomotores afeta aproximadamente 6 % de animais em lotes comerciais (Almeida Paz, 2008), portanto essas enfermidades possuem grande importância para a avicultura mundial. Sabe-se que estas anomalias são decorrentes de multifatores (qualidade da cama, desuniformidade do lote, manejo, nutrição) e levam os animais a se tornarem frágeis, débeis, leves e com carcaças comprometidas (arranhões e dermatites) proporcionando piores resultados zootécnicos. Ao avaliar este panorama verifica-se a necessidade de melhorias, por meio de manejos diferenciados, com a finalidade de alcançar elevados padrões de qualidade.

Acredita-se que o grande desenvolvimento peitoral do frango de corte atual deslocou o seu centro de gravidade (Weeks et al., 2000), influenciando negativamente a condição de equilíbrio e tornando a postura corporal das aves mais inclinada, podendo agravar os problemas de coluna e comprometendo seu caminhar. Uma das hipóteses é que os ossos destes animais não estão suficientemente adequados para sustentar seu peso. Assim, alguns melhoristas têm dado maior atenção para obtenção de frangos com postura mais ereta, o que além de diminuir os problemas osseos, também melhora como a ave caminha (Alves, 2013)

Avaliação do caminhar – *gait score*

O *gait score*, metodologia que avalia o bem-estar das aves, também vem sendo empregado para determinar a incidência de distúrbios locomotores, atribuindo uma nota relacionada à habilidade da ave caminhar em um metro sobre superfície plana (Kestin et al., 1992). A metodologia consiste em observações subjetivas e por ser individual, é de difícil comparação entre observadores e requer cuidado especial principalmente nas medidas intermediárias, uma vez que, tanto o frango normal, como aquele que não consegue andar (extremos) são de fácil detecção (Almeida Paz et al., 2010; Nääs, 2008). Outro fator importante é que o medo ou a novidade pode levar o frango a ignorar a condição de dor e, andar ou correr normalmente comprometendo a avaliação do *gait score* (Webster et al., 2008).

O comportamento dos frangos de corte atuais é de caminhar pouco quando comparados aos frangos caipira. A busca por alimento e água parece ser o maior estímulo para que as aves caminhem (Mendonça Junior, 2009; Bokkers et al., 2006). Como em aviários comerciais comedouros e bebedouros estão dispostos a poucos metros das aves, os frangos de corte caminham menos que seus congêneres. Assim, estas aves apresentam menor habilidade para caminhar e no aviário pode-se ter a impressão errada de que estes estão com dificuldades locomotoras, o que torna difícil a associação entre as medidas de *gait score* e problemas locomotores.

Acredita-se que o grande desenvolvimento do músculo *Pectoralis major* do frango de corte atual deslocou o centro de gravidade da ave, o que o tornou sua postura mais inclinada, agravando os problemas de coluna. Algumas empresas de melhoramento genético

têm realizado seleção para obtenção de frangos com postura mais ereta, o que melhora a forma como o frango caminha. Assim, o *gait score* parece estar mais correlacionado com a postura da ave que com problemas de pernas e patas (Alves, 2013).

Problemas locomotores em frangos de corte

Diversos graus de distúrbios locomotores são comumente encontrados nas linhagens atuais de frangos de corte. Normalmente essas anomalias acarretam perdas econômicas significativas (European, 2000), uma vez que estes animais não conseguem se alimentar e beber corretamente, apresentam alteração comportamental (Nääs *et al.*, 2009), diminuem o desempenho e há aumento de carcaças lesionadas e mortalidade (Riddell, 1981; Sullivan, 1994).

Em função da dificuldade de caminhar devido às afecções locomotoras, encontra-se hoje nos aviários comerciais, quantidade significativa de animais com ganho de peso reduzido. Acredita-se que estas

aves não se movimentam adequadamente e, com isso não acessam os equipamentos necessários para sua sobrevivência e desenvolvimento. Nestas condições, bem-estar e o comportamento natural dos frangos de corte são afetados (Kestin *et al.*, 1992).

Frangos de corte com anomalias que dificultam o caminhar são privados de das cinco liberdades – Liberdade fisiológica, ambiental, sanitária, psicológica e comportamental (Almeida Paz, *et al.*, 2010, Almeida Paz, 2008; Nääs, 2008; Broom e Molento, 2004) que são o fundamento do bem-estar animal segundo a Farm Animal Welfare Council (FAWC, 2009; 1992).

Patologias locomotoras

Valgus e Varus

Deformidades angulares dos ossos longos, como *Valgus* e *Varus*, comumente chamadas de "pernas tortas" são causadas por desvio lateral (*Valgus*) ou medial (*Varus*) (Gonzales & Mendonças Junior, 2006) da tíbia. Estas patologias são frequentemente acompanhadas por outras desordens comuns na perna (Julian, 2005), como a discondroplasia tibial e a degeneração femoral (Riddell, 1992) ocasionando o surgimento de animais claudicantes.

A avaliação deste distúrbio pode ser realizada constatando a ausência ou a presença destes desvios. Com o auxílio de um paquímetro e um transferidor avalia-se o ângulo formado entre a tíbia e o dedo três nas pernas.

Quando a angulação for negativa caracteriza-se a deformidade *Varus* e quando a angulação apresenta-se positiva, caracteriza a deformidade *Valgus* (Almeida Paz *et al.*, 2010). Estas anomalias podem ocorrer de forma uni ou bilateral e, ocasionalmente, a incidência maior é de desvio lateral. Os animais que sofrem com as deformidades tendem a apresentar claudicações, bem como *gait score* elevado, e comumente preferem sentar (Sanotra *et al.*, 2001).. Esse comportamento é piorado com a evolução da patologia e da idade da ave (Julian, 1984).

Degeneração femoral

A degeneração femoral também descrita como a necrose da cabeça do fêmur (Mendonça Junior, 2009). O

conceito de necrose se refere ao estado de morte de um tecido, inicialmente ocorrendo falta de vascularização no osso e, posteriormente, desenvolvendo um processo patológico e desordenado de morte celular (Caponi, 2009). No entanto, o conceito desta afecção é de alteração no tecido ósseo e degeneração da cartilagem e da epífise femoral, onde há a angiogênese (Almeida Paz *et al.*, 2009).

Encontrada na parte proximal da cabeça do fêmur, iniciando com a degeneração da cartilagem articular e a placa de crescimento, ocorre à separação da cartilagem do osso, comumente entre a placa de crescimento e a região metafisária óssea. Posteriormente, com o osso desprotegido inicia-se a degeneração óssea, sendo que esta alteração pode promover maior incidência de outras patologias locomotoras, tornando-se

Discondroplasia tibial

A discondroplasia tibial é caracterizada por uma massa cartilaginosa anormal, observada na extremidade proximal da tíbia, no entanto pode acometer outros ossos, como o fêmur e o úmero (Tardin, 1995; Lilburn *et al.*, 1989). Essa massa apresenta-se opaca, de tamanho variável e resistente à invasão vascular, sendo não mineralizada devido à incompleta diferenciação dos condrócitos transitórios (Mendonça Júnior, 2009; Thorp *et al.*, 1997; Bains, 1994). Acredita-se ainda que a etapa final de mineralização não ocorra devido aos efeitos de alguns genes que são relacionados ao mecanismo de calcificação do disco de crescimento, podendo apresentar algumas de suas propriedades químicas ou biológicas alteradas (Pizauro Junior *et al.*, 2002). As aves que não são afetadas com severidade aparentemente se recuperam ao longo da criação, porém, o desempenho do

uma porta de entrada para patógenos (vírus e bactérias). Causa grande desconforto levando à redução do bem-estar das aves (Thorp *et al.*, 1993), afetando-as de forma uni ou bilateralmente (Kealy, 1987).

Animais com esta disfunção têm problemas sérios para se locomover, com elevada incidência de claudicações. Normalmente estas aves possuem grande dificuldade para beber e se alimentar de forma correta, sendo a lesão piorada com o decorrer da idade e o alto peso do animal (Gonzales e Mendonça Junior, 2006).

Segundo Almeida Paz *et al.* (2009) vários fatores podem prejudicar, direta ou indiretamente, o desenvolvimento ósseo. Ainda não se tem clareza sobre os fatores que desencadeiam esta patologia nas aves e existem poucos estudos sobre esta doença metabólica que normalmente está correlacionada com outros problemas locomotores.

lote no final do período é prejudicado (Gonzales & Macari, 2000).

Os sinais clínicos de aves acometidas pela patologia são comumente ataxia, dificuldade para se mover, deformidade óssea e claudicação (Waldenstedt, 2006) e a utilização das asas para auxiliar o caminhar (Bains, 1994). Em casos mais severos os animais morrem devido a desidratação por não conseguirem caminhar e apresentam alto índice de fraturas ósseas (Velleman, 2000). A frequência dessa anomalia acomete cerca de 2 % a 20 % dos lotes experimentais e comerciais (Almeida Paz, 2008; Almeida Paz *et al.*, 2005) em animais com aproximadamente três a cinco semanas de idade (Mendonça Júnior, 2009).

Espondilolistese

Espondilolistese, também conhecida com *kinky back*, é uma

deformidade que afeta as vértebras torácicas de frangos de corte, com maior frequência a quarta vértebra. Ocorre um deslizamento ventralmente da quarta vértebra e sua extremidade posterior sofre rotação voltando-se para cima, resultando na compressão da medula espinhal e, conseqüentemente, paralisia parcial ou total dos membros pélvicos (Mendonça Junior, 2009; Paixão *et al.*, 2007; Julian, 2004; Wise, 1973).

Alguns autores ainda demonstram certa dificuldade ao avaliar anatomicamente a coluna vertebral de aves. Em sua maioria, as aves possuem de quatro a sete vértebras torácicas dorsais, sendo a primeira e a sexta vértebras livres. Normalmente, da segunda à quinta vértebras torácicas ocorre fusão formando um único *notarium*. Muitas vezes a última vértebra torácica – sétima – é fundida às vértebras lombares, formando o *sinsacro*. Como a fusão das vértebras torácicas nem sempre ocorre, há uma discordância entre autores, dificultando a classificações de patologias como a espondilolistese (Feduccia, 1986). Por isso, alguns autores encontram a incidência de espondilolistese entre as vértebras quatro e cinco e entre a sexta e a sétima torácicas (Paixão *et al.*, 2007; Riddell *et al.*, 1972)

Em um estudo Paixão *et al.* (2007) observaram desalinhamento entre as colunas torácica e lombar,

com deformidade da sexta vértebra torácica, em frangos de corte. Acredita-se que isso ocorra devido à sexta vértebra torácica ser livre e, associado à patologia, fatores genéticos e nutricionais, essa vértebra livre sofreu deslocamento dorsal da extremidade caudal do corpo vertebral. No entanto mesmo com este deslocamento, a região da medula espinhal não foi comprometida. Em um estudo Riddell *et al.* (1971) verificaram resultados distintos, havendo deslocamento e compressão entre a sexta e sétima vértebras torácicas.

Esta enfermidade acomete frangos de corte entre três a seis semanas de idade e cerca de 2 % das aves estão sujeitas a esta afecção (Riddell, 1981; Riddell, 1973; Wise, 1973). A incidência da espondilolistese pode ser piorada com a falta de manejo adequado, no entanto a genética, taxa de crescimento e idade são os fatores que mais influenciam (Wise, 1973). As aves que são afetadas, geralmente, são claudicantes e apresentam comportamento de sentar-se com os pés estendidos ou cair de lado (Julian, 2004).

Animais que são acometidos pela espondilolistese podem apresentar postura mais prostrada e o centro de equilíbrio afetado. Segundo Riddell (1973) esta patologia é responsável por grande parte dos prejuízos na avicultura por causar disfunções locomotoras (Riddell, 1981).

Condição de equilíbrio, centro de gravidade e angulação corporal

O centro de gravidade (CG) de um corpo está diretamente ligado ao seu equilíbrio, porém algumas vezes essa relação é pouco enfatizada. Em estudos autores verificaram que há uma série de fatores que são considerados como intervenientes na manutenção do equilíbrio corporal e oscilação do corpo, sendo os principais o centro de gravidade e o centro de massa do corpo (Bankoff *et al.*, 2006; Duarte, 2000; Duarte, 1999).

As oscilações corporais são correções e compensações que o corpo faz para não afastar-se do limite do centro de gravidade e permanecer dentro do equilíbrio corporal esperado, a fim de manter a linha do centro de gravidade dentro da base de sustentação. Alguns fatores afetam diretamente o equilíbrio, dentre eles a altura do centro de gravidade e o fato de o animal possuir massa corporal muito elevada em relação ao suporte

base (pés) (Smith *et al.*, 1997). Em estudo Lemos *et al.* (2007) verificaram que homens que possuem tronco e membros superiores bem desenvolvido devido ao trabalho muscular, tendem a maiores oscilações para limitar o centro de gravidade. Esta musculatura exagerada influencia negativamente no centro de gravidade, elevando sua altura, prejudicando a estabilidade corporal e sua angulação corpórea.

Aves com melhor conformação corporal e elevados índices de desenvolvimento do músculo *Pectoralis major* podem apresentar sua oscilação corporal deficiente, ou seja, o corpo desse animal se encontra no limite compensatório do centro de gravidade, afetando também o equilíbrio.

Outros fatores que influenciam o centro de gravidade e equilíbrio do corpo são a faixa etária e o sexo (Rivas & Júnior, 2007; Lemos *et al.*, 2007). Com o passar da idade os animais apresentam acúmulo de massa na área superior do corpo (peito) e no gênero masculino apresenta-se mais pesado e a sua distribuição muscular não é tão proporcional quanto nas fêmeas. Com o aumento da massa corporal que dificulta a estabilidade do animal, verifica-se alteração em seu equilíbrio, uma vez que a altura do centro de gravidade tem relação com a capacidade física, e que esse aumento de peso não é proporcional a todas as partes do corpo, sendo normalmente o peito e o abdômen mais acometidos pelo excesso de peso (Chandler *et al.*, 1990). Uma das hipóteses levantadas seria que com o maior índice de deposição muscular na região peitoral do frango atual (Corr *et al.*, 2003) ocorreu também um aumento da oscilação, acarretando em aves com a postura menos equilibrada. Estes animais estariam mais prostrados a fim de compensar o desequilíbrio

proporcionando angulação comprometida.

Em estudos sobre homens acometidos com patologias posturais em geral verificou-se que estes apresentaram inadequada interação dos sistemas responsáveis pelo equilíbrio corporal: sistemas vestibular, visual e proprioceptivo. Consequentemente, provocou o deslocamento do centro de gravidade para cima dificultando e impossibilitando a realização de movimentos compensatórios para readquirir o equilíbrio, assim, facilitando a queda e postura mais inclinada e prostrada (Zucco, 2003; Cash, 2000).

Há diversos trabalhos realizados em seres humanos para avaliar o centro de gravidade e a condição de equilíbrio. Esses estudos são sempre direcionados a idosos, ou pessoas com patologias posturais em geral e atletas, com a finalidade de avaliar as oscilações que o corpo realiza para se manter em perfeito estado de equilíbrio, verificando também problemas de coluna (Rivas & Júnior, 2007; Lemos *et al.*, 2007; Zucco, 2003; Cash, 2000; Smith *et al.*, 1997; Chandler *et al.*, 1990). No entanto, ainda não há trabalhos neste contexto em aves de corte.

Para realizar esse tipo de estudo em animais a maioria das metodologias empregadas em seres humanos não podem ser utilizadas, uma vez que necessita-se da compreensão do avaliado para seguir corretamente a metodologia empregada. Entretanto, adaptando o método de fotografia, utilizado por fisioterapeutas, capturando-se imagens dos frangos de corte em perfil e considerando-o como uma figura geométrica, ou seja, uma calota esférica, pode-se encontrar por meio de equações matemáticas o centro de gravidade da calota e o eixo de simetria e, a partir destes valores, estimar a condição de equilíbrio e a

angulação das aves (Figura 1). $CG = \frac{3}{4} (2(r - h) / 3(r - h))$

Sendo: CG- centro de gravidade;
r- raio da esfera e h- flecha.

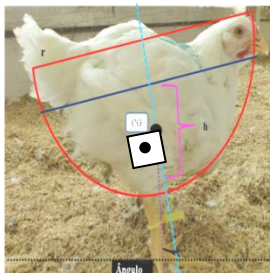


Figura 1. Estimativa da condição de equilíbrio e a angulação em frangos de corte.

Em estudos realizados recentemente (Alves, 2013; Alves et al, 2012) comparando linhagens atuais de frangos de corte e caipira verificou-se que a condição de equilíbrio, angulação corpórea, *gait score* e patologias locomotoras em frangos de corte apresentaram piores resultados quando comparados com seu congênere caipira, sendo que os frangos de corte obtiveram a condição de equilíbrio afetada e seu centro de gravidade deslocado para frente, o que possibilitou a estes, uma postura mais prostrada.

Esses mesmos autores verificaram uma moderada a alta associação entre o equilíbrio e à

angulação com a variável do *gait score* de cada ave avaliada, demonstrando que os animais que apresentavam piores condições de equilíbrio e angulação obtinham maior dificuldade para caminhar e, conseqüentemente, seu bem-estar comprometido.

Além disso, verificou-se que os problemas locomotores mais recorrentes nos aviários apresentaram baixa associação com o *gait score*. Nestes estudos pode-se inferir que a habilidade como a ave caminha está mais associada ao deslocamento do equilíbrio do que com os problemas locomotores (Alves, 2013; Alves et al, 2012).

CONCLUSÃO

As anomalias ósseas podem ocasionar redução no bem-estar das aves, perdas econômicas significativas decorrente aos baixos índices zootécnicos, bem como o aumento da mortalidade e condenações nas carcaças devido as lesões.

As linhagens atuais apresentam a forma de caminhar, condição de equilíbrio e a angulação corporal afetada devido ao grande desenvolvimento muscular peitoral, deixando-à com aspecto mais prostrado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Almeida Paz, ICL., Garcia, RG., Bernardi, R., Nääs IA., Caldara, FR., Freitas, LW., Seno, LO., Ferreira VMOS., Pereira DF., Cavichiolo F. Selecting appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science* 2010. 12:189-195.
Almeida Paz, ICL., Mendes, AA., Martins, MRFB., Fernandes BCS.,

Almeida ICL., Milbradt, EL., Balog, A., Komiyama, CM. Follow-up of the development of femoral degeneration lesions in broilers. *International Journal of Morphology* 2009. 27(2):571-575.
Almeida Paz, ICL. Problemas locomotores em frangos de corte - Revisão. *BioEng* 2008. Campinas, 2 (3):263-272.

- Almeida Paz, ICL., Mendes, AA., Takita, TS. Comparison of techniques for tibial dyschondroplasia assessment in broiler chickens. *Brazilian Journal of Poultry Science*, Campinas, 2005. 7 (1): 27-31.
- Alves, M.C.F. Condição de equilíbrio e problemas locomotores em frangos de corte. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2013.
- Alves, MCF., Almeida Paz, ICL., Baldo, GAA., Nääs IA., Garcia, RG., Caldara, FR. Relationship between walking way and angulation of broiler breast. XXIV World's Poultry Congress. Salvador, BA - Brasil. Anais. 89-93, 2012.
- Bans, BS. Broilers suffer from dyschondroplasia and femoral necrosis. *World Poultry – Misset*, 10 (10):109-111, 1994.
- Bankoff, ADP., Campelo, TS., Ciol, P., Zamai, CA. Postura e equilíbrio corporal: um estudo das relações existentes. *Movimento & Percepção* 2006. 6:55-69
- Bokkers, EAM., Zimmerman, PH., Rodenburg, TB., Koene, P. Walking behaviour of heavy and light broilers in an operant runway test with varying durations of feed deprivation and feed access. *Applied Animal Behaviour Science* 2006. 108:129-142.
- Caponi, S. Biopolítica e medicalização dos anormais. *Physis*, Rio de Janeiro, 2009. 19 (2).
- Cash, MS. Neurologia para fisioterapeutas. São Paulo: Premier; 2000.
- Chandler, JM., Duncan, PW., Studenski, SA. Balance performance on the postural stress test: comparison of young adults, healthy, elderly, and fallers. *Physical Therapy* 1990. 70:410-415.
- Corr, SA., Gentle, MJ., Mc Corquodale, CC., Bennet, D. The effect of morphology on walking ability in the modern broiler: A gait analysis study. *Animal WelCe* 2003. 12:159-171.
- Duarte, M. Análise estabilográfica da postura ereta humana quasi-estática. [Tese de livre docência na área de biomecânica]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2000.
- Duarte, M., Zatsiorsky, VM. Patterns of center of pressure migration during prolonged unconstrained standing. *Motor Control* 1999. 3:12-27.
- EUROPEAN COMMISSION. The welfare of chickens kept for meat production. Report of the Scientific Committee on Animal Health and Animal Welfare. 2000.
- Feduccia, A. Osteologia das aves. In: SISSON; GROSSMAN. Anatomia dos animais
- Gonzales, E., Macari M., Almeida Paz, ICL. Enfermidades metabólicas em frangos de corte. In: Berchieri Júnior, A., Silva, EM., Fábio, J., Sesti, L., Marcelo, A., Zuanze, F. Doenças das Aves. Campinas: FACTA, 2009. 977-998.
- Gonzales, E., Mendonça, JR. CX. Problemas locomotores em frangos de corte. VII Simpósio Brasil Sul de Avicultura. Chapecó, SC – Brasil. Anais. 79-94, 2006.
- Julian, R. Patologias ósseas em aves. In: Conferência Apinco de ciência e tecnologia avícolas, Campinas. Anais... Volume 2, Campinas: FACTA: 2005. 107-122.
- Julian, R. Evaluating the impact of metabolic disorders on the welfare of broilers. In: Weeks CA, Butter AW. Measuring and Auditing Broiler Welfare, 2004.
- Julian, RJ. Valgus-varus deformity of the intertarsal joint in broiler chickens. *Canadian veterinary journal* 1984. 25:254–258.
- Kestin, SC., Knowles, TG., Tinch, AE., Gregory, NG. Prevalence of leg weakness in broiler chickens and its relationship with genotype. *Veterinary Record* 1992. 131: 190-194.
- Lemos, LFC., Mann, L., Pranke, GI., Teixeira, CS., Rossi, AG., Mota, CB. Investigação do equilíbrio estático em praticantes de canoagem velocidade.

- In: XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007, Rio Claro - São Paulo. Anais. XII Congresso Brasileiro de Biomecânica, 2007.
- Lilburn, MS., Lauterio, TJ., Ngiam-Rilling, K., Smith, JH. Relationships among mineral balance in the diet, early growth manipulation, and incidence of tibial dyschondroplasia in different strains of meat type chickens. *Poult Science* 1989 ;68(9):1263-73.
- Mendonça Junior CX. Fisiopatologia do sistema locomotor. In: Berchieri Junior, A., Silva, EM., Di Fabio, J., Sesti, L., Zuanaze, MAF. (2 Ed), *Doenças das Aves*. Campinas: FACTA: 2009. p.175-190.
- Nääs, IA., Almeida Paz, ICL., Baracho, MS., MENEZES, AG., Bueno, LGF., Almeida, ICL., Moura, JD. Impact of lameness on broiler well-being. *Journal Applied of Poultry Research* 2009. 18:432-439.
- Nääs, IA. Avanços de bem-estar na produção de frangos de corte. 6º Encontro Mercolab de Avicultura. Cascavel – PR, setembro 2008.
- Paixão, TA, Ribeiro, BRC., Hoerr, FJ., Santos, RL. Espondilolistese em frango de corte no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2007. 59 (2):523-526.
- Pizauro Junior, JM., Ciancaglini, P., Macari, M. Discondroplasia tibial: mecanismos de lesão e controle. *Revista Brasileira de Ciência Avícola* 2002. 4:3.
- Riddell, C. Skeletal deformities in poultry. *Advances in Veterinary Science & Comparative Medicine* 1981. 25:277-310.
- Riddell, C., Howell, J. Spondylolisthesis (“Kinky back”) in broiler chickens in western Canada. *Avian Disease* 1972. 16: 444-452.
- Rivas, RC., Júnior, OA. O dimorfismo sexual e suas implicações no rendimento e planejamento do esporte feminino. *Movimento & Percepção* 2007.v7.
- Sanotra, GS., Lund, JD., Ersboll, AK. Monitoring leg problems in broilers: a survey of commercial broiler production in Denmark. *World's Poultry Science Journal* 2001. 57: 55-69.
- Smith, LK., Lehmkuhl, LD., Weiss, EL. *Cinesiologia clínica* 1997. 5ed. São Paulo: Manole.
- Sullivan TW. Skeletal problems in poultry: estimated annual cost and descriptions. *Poultry Science* 1994. 73:879-882.
- Tardin, AC. Visão nutricional dos problemas locomotores em frangos de corte. In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas, 1995, Santos. Palestra... Santos: Fundação Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas; 1995. 71-85.
- Thorp, BH., Whitehead, CC., Dick L., Bradbury, JM., Jones, RC., Wood, A. Proximal femoral degeneration in growing broiler fowl. *Avian Pathology* 1993. 325-342.
- Velleman, SG. The role of the extracellular matrix in skeletal development. *Poultry Science* 2000 79: 985-989.
- Waldenstedt, L. Nutritional factors of importance for optimal leg health in broilers: A review. *Animal Feed Science and Technology* 2006. 126: 291–307.
- Webster, AB., Fairchild, BD., Cummings, TS., Stayer, PA. Validation of a three-point gait scoring system for field assessment of walking ability of commercial broilers. *Journal of Applied Poultry Research* 2008.17: 529 -539.
- Weeks, CA., Danbury, TD., Davies, HC., Hun, TP., Kestin, SC. The behavior of broiler chickens and its modification by lameness. *Applied Animal Behaviour Science* 2000. 67(1-2) 111-125.
- Wise, DR. The incidence and aetiology of avian spondylolisthesis (“Kinky back”). *Research in Veterinary Science* 1973.14:1-10.
- Zucco, FA. Reabilitação vestibular no idoso. *Revista Fisio & Terapia* 2003. 7:35-37.