



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GAIT SCORE, QUALIDADE ÓSSEA E BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE

MARLON SÁVIO AMADORI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias FCA/UFGD como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Dourados – MS
Março de 2015



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GAIT SCORE, QUALIDADE ÓSSEA E BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE

MARLON SÁVIO AMADORI

Zootecnista

ORIENTADORA: Prof^ª. Dra^a. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz

CO-ORIENTADORES: Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

Prof^ª. Dr^a. Fabiana Ribeiro Caldara

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias FCA/UFGD como parte das exigências para obtenção do título de mestre.

Dourados – MS
Março de 2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

A481g Amadori, Marlon Sávio.
Gait score, qualidade óssea e bem-estar de frangos de corte. / Marlon Sávio Amadori. – Dourados, MS : UFGD, 2015.
57f.

Orientadora: Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz.
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Frango. 2. Frango de corte – Locomoção. I. Título.

CDD – 636.513

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central – UFGD.

©Todos os direitos reservados. Permitido a publicação parcial desde que citada a fonte.

Biografia

MARLON SÁVIO AMADORI, filho de Maria da Glória Amadori e Jatir Carlos Amadori, irmão de Ana Helaíse Amadori e Eduardo Murilo Amadori, nasceu na cidade de Dois Vizinhos/PR em 21 de maio de 1990.

Ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados no mês de julho do ano de 2008, e colou grau em Zootecnia em setembro de 2012.

Em fevereiro de 2013, iniciou o curso de Pós-graduação em Zootecnia – Área de concentração em Produção Animal, na Universidade Federal da Grande Dourados, realizando suas atividades na área de avicultura.

Dedicatória

Aos meus pais, Maria da Glória e Jatir, que sempre me apoiaram.

Aos meus irmãos, Ana e Eduardo, por todo companheirismo.

À minha namorada, Francielly, por todo o amor e carinho.

Aos meus amigos, por todo apoio e amizade.

Dedico

Agradecimentos

Acima de tudo Deus, por todas as bênçãos em minha vida.

À Universidade Federal da Grande Dourados, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ibiara Correia de Lima Almeida Paz, pela orientação, dedicação, confiança e amizade.

Aos Professores Dr. Rodrigo Garófallo Garcia, Dra. Irenilza de Alencar Nääs e Dra. Fabiana Ribeiro Caldara pela coorientação, inúmeras contribuições e amizade.

À Dra. Andréa de Britto Molino pelas contribuições e correções durante a defesa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia que muito contribuíram para o aprendizado.

Aos alunos do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia: Marília Alves, Rita de Kássia, Camile Sanches Silva, Luciana Foppa, Fabrício Eugênio de Araújo, Grace Baldo e Luan Sousa dos Santos, por toda amizade, ajuda e companheirismo.

À todos que me auxiliaram durante a execução deste projeto.

À minha família e irmãos, por todo apoio e amizade.

À Francielly Bevalo, por todo carinho, paciência e compreensão.

À todos vocês, muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT.....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	3
CAPÍTULO 1.....	5
REVISÃO DE LITERATURA.....	5
BEM-ESTAR ANIMAL E SUA RELAÇÃO COM PROBLEMAS LOCOMOTORES.....	6
<i>GAIT SCORE</i>	7
ESPONDILOLISTESE.....	9
SÍNDROME DO OSSO NEGRO.....	10
ÍNDICE SEEDOR E RESISTÊNCIA ÓSSEA.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO 2.....	19
RESUMO.....	20
ABSTRACT.....	21
INTRODUÇÃO.....	22
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	49

ÍNDICE DE TABELAS**CAPÍTULO 2**

Tabela 1. <i>Gait score</i> de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade.....	29
Tabela 2. Peso corporal de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos e fêmeas, aos 42 dias de idade com diferentes <i>gait score</i>	31
Tabela 3. Comparação de médias de velocidades atingidas durante o teste de <i>gait score</i> de frangos de corte antes e depois de medicação analgésica, os valores são expressos em centímetros por segundo.....	33
Tabela 4. Comparação de médias da velocidade ao caminhar em frangos de corte machos e fêmeas, antes e depois de administração de analgésicos, os valores são expressos em centímetros por segundo.....	34
Tabela 5. Comparação de médias da velocidade ao caminhar em frangos de corte de diferentes linhagens, antes e depois de administração de analgésicos, os valores são expressos em centímetros por segundo.	34
Tabela 6. Espondilolistese de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos e fêmeas.	36
Tabela 7. Resistência óssea e Índice Seedor de tíbias e fêmures de frangos de corte de linhagem Cobb500® e Ross®308 de fêmeas e machos com diferentes <i>gait score</i>	37
Tabela 8. Síndrome do Osso Negro de coxas e sobrecoxas de frangos de corte Cobb500® e Ross®308 de fêmeas e machos com diferentes <i>gait score</i>	41

ÍNDICE DE FIGURAS**CAPÍTULO 2**

Figura 1. Área de teste utilizada para gravação das imagens.	25
---	----

RESUMO

AMADORI, Marlon Sávio. **GAIT SCORE, QUALIDADE ÓSSEA E BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE**. 2014. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2015.

Estudos que busquem aprofundar o conhecimento sobre distúrbios locomotores na avicultura atual são fundamentais, pois tentam reduzir perdas produtivas e aprimorar o produto final. Neste experimento objetivou-se avaliar a habilidade de caminhar e parâmetros de qualidade óssea em frangos de corte de diferentes linhagens com diferentes *gait score* (GS). Para isto, 2400 aves foram criadas até os 42 dias de idade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC) alocado em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e dois sexos). Com 40 dias 100% das aves foram avaliadas para GS, sendo selecionadas 36 de linhagem Cobb®500 e 36 de linhagem Ross®308 para análises de velocidade ao caminhar e qualidade óssea. Estas aves foram abatidas por metodologia semelhante à comercial e o peso corporal ao abate, GS, velocidade ao caminhar, espondilolistese, resistência óssea, índice Seedor, síndrome do osso negro foram mensurados. Os dados referentes ao peso corporal pré-abate, velocidade ao caminhar, resistência óssea e índice Seedor foram avaliados por ANOVA e suas médias comparadas pelo teste de Tukey com 5 % de significância. Os achados de GS foram analisados com auxílio do teste Qui quadrado com 5 % de significância. Os dados de espondilolistese e síndrome do osso negro foram avaliados através do teste de Fisher com 5 % de significância. Fêmeas apresentaram melhor locomoção que machos. Parâmetros ósseos avaliados não se mostraram diferentes em função do *gait score*, sexo e linhagem. Ossos de frangos de corte machos foram mais resistentes que de fêmeas.

Palavras-chave: Capacidade de locomoção. Problemas locomotores. Distúrbios ósseos.

ABSTRACT

AMADORI, Marlon Sávio. ***GAIT SCORE, BONE QUALITY AND WELFARE OF BROILER***. 2014. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2014.

Studies that seek to deepen their knowledge of locomotor disorders in the current poultry are key, as they try to reduce production losses and improve the final product. In this experiment aimed to evaluate the ability to walk and parameters of bone quality in broilers of different strains with different gait score (GS). To this, 2400 birds were reared until 42 days of age. The design was completely randomized (DIC) allocated in 2x2 factorial design (two strains and sexes). 40 days 100% of the birds were evaluated for GS, and selected 36 of Cobb®500 lineage and 36 Ross®308 line for speed analysis while walking and bone quality. These birds were slaughtered by methods similar to commercial and body weight at slaughter, GS, walking speed, spondylolisthesis, bone strength, Seedor index, the black bone syndrome were measured. The data relating to body weight before slaughter, walking speed, bone strength and Seedor index were evaluated by ANOVA and the means compared by Tukey test at 5% significance level. The GS findings were analyzed using the chi-square test with 5% significance. The spondylolisthesis data and black bone syndrome were evaluated using Fisher's test with 5% significance. Females had better mobility than males. Bony parameters evaluated did not differ depending on the gait score, gender and lineage. Bones of male broilers were tougher than females.

Keywords: Locomotion capacity. Locomotor problems. Bone disorders.

54

55

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

56

57

58

59

60

61

A manutenção do bem-estar animal, juntamente com questões de caráter ambiental e segurança dos alimentos é considerada um dos maiores desafios na produção animal no mundo. A preocupação dos consumidores perante o tratamento ao qual os animais são submetidos é tratada como prioridade por centros importadores, de produção e realização de pesquisas, como a União Europeia (ALVES, 2007; NAZARENO, 2008).

62

63

64

65

66

67

68

69

Os frangos de corte foram desenvolvidos e aperfeiçoados para produção de carne. Estes animais possuem taxas de crescimento rápidas, porcentagens de peito elevada, coxas e sobrecoxas bem desenvolvidas e volumosas, resultando em maior rendimento de carcaça (WHITEHEAD *et al.*, 2003; HAVENSTEIN *et al.*, 2003). No entanto, este sucesso nos índices de produção trouxe consequências indesejáveis. Anormalidades e deficiências no tecido ósseo e baixa capacidade de locomoção, resultante do elevado peso corporal, são problemas comumente encontrados em galpões de criação de frangos de corte, e temas de pesquisas no mundo todo (KNOWLES *et al.*, 2008).

70

71

72

73

74

As patologias locomotoras se destacam como um dos principais parâmetros a serem analisados na tentativa de aferir o bem-estar durante os processos produtivos de frangos de corte, além de representar elevadas perdas econômicas. Estes problemas podem ser originados por questões genéticas, efeitos das taxas de crescimento elevadas, níveis de atividade, densidade de criação e nutrição (CHEN & SHENG, 2013).

75

76

77

78

De forma geral, os distúrbios locomotores são originados por infecções ou, na maioria dos casos, problemas no tecido ósseo (COOK, 2000). Existe uma ampla variedade de patologias no sistema locomotor dos frangos, no entanto, a maioria parece estar ligada às rápidas taxas de desenvolvimento destes animais (TOSCANO *et al.*, 2013).

79 Tipicamente, problemas locomotores são caracterizados usando o método subjetivo
80 denominado *gait score*, proposto por Kestin *et al.* (1992) (6 níveis). Mais tarde, Webster *et*
81 *al.* (2008) desenvolveu uma metodologia de avaliação de *gait score* menos subjetiva (3
82 níveis). Em ambos os métodos, a habilidade das aves em se locomover é pontuada, baseando-
83 se em um ideal abstrato do modo de andar normal (PAXTON *et al.*, 2013). Aves
84 consideradas normais se locomovem com mais agilidade que aves com claudicações que, em
85 casos severos, não conseguem se locomover ou ficar em pé.

86 Na tentativa de entender melhor as claudicações das aves, geralmente, são realizadas
87 pesquisas que associem o *gait score* com outras patologias relacionadas ao bem-estar, como
88 espondilolistese, e também alguns parâmetros ósseos (Índice Seedor, resistência óssea e
89 Síndrome do osso negro).

90 A síndrome do osso negro vem chamando atenção de pesquisadores e sendo alvo de
91 estudos, pois interfere na qualidade da carne. Está ligada a ossificação intramembranosa
92 insuficiente dos frangos de corte modernos que são abatidos muito jovens, portanto, esta
93 patologia é resultante do rápido desenvolvimento destes animais. É caracterizada pelo
94 escurecimento da carne adjacente ao osso de tíbias e fêmures e tem relação com os processos
95 de congelamento e resfriamento dos produtos. Autores afirmam que esta síndrome pode estar
96 relacionada com o bem-estar das aves durante seu período de criação (WHITEHEAD, 2010).

97 Esta dissertação se encontra dividida em dois capítulos. O capítulo 1 traz, de forma
98 objetiva, uma breve revisão que aborda o bem-estar e sua relação com problemas
99 locomotores em frangos de corte, além de índices de avaliação de qualidade óssea. O capítulo
100 2, intitulado “*Gait score*, qualidade óssea e bem-estar de frangos de corte”, foi elaborado de
101 acordo com as normas da Revista Brasileira de Ciência Avícola/*Brazilian Journal of Poultry*
102 *Science*.

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

CAPÍTULO 1

115

REVISÃO DE LITERATURA

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127 **BEM-ESTAR ANIMAL E SUA RELAÇÃO COM PROBLEMAS LOCOMOTORES**

128 Nos últimos anos o bem-estar dos animais durante os processos produtivos vêm se
129 tornando alvo de inúmeros estudos científicos. De acordo com Broom (1986, 1988, 1993,
130 2001), o “bem-estar de um animal é medido através de seu estado no que diz respeito às
131 suas tentativas de lidar com o meio em que vive”, ou seja, é uma característica presente no
132 animal, e não algo que se fornece a ele. Este fator pode variar em uma escala de muito bom
133 até muito ruim (BRADSHAW *et al.*, 2002).

134 A produção avícola mundial deve focar a maximização da produção, considerando o
135 bem-estar animal (SKINNER-NOBLE & TEETER, 2009). Alguns aspectos do bem-estar são
136 verificados facilmente por variados métodos científicos, no entanto, outros não (DUNCAN,
137 2001; WEEKS & BUTTERWORTH, 2004).

138 Em seus estudos, Nääs *et al.* (2009) relatam que o bem-estar em frangos de corte é
139 comprometido pela impossibilidade de aves afetadas se alimentarem adequadamente
140 (MANNING *et al.*, 2007), além de sentirem dor por consequência das patologias locomotoras
141 (COOK, 2000; MCGEOWN *et al.*, 1999). Em aviários comerciais de criação de frangos de
142 corte, estudos afirmam que 26 (KESTIN *et al.*, 1992) a 31% (KESTIN *et al.*, 1999) das aves
143 sofrem com distúrbios locomotores severos o suficiente para que seu bem-estar seja
144 considerado comprometido.

145 As anomalias locomotoras representam um dos maiores empecilhos na produção de
146 frangos, resultam em baixos índices de bem-estar e são consequentes da intensa seleção de
147 aves para rápido crescimento em curto espaço de tempo. Estas aves sobrecarregam seus
148 sistemas locomotores através de seus elevados pesos corporais, tendendo assim a desenvolver
149 claudicações (BRADSHAW *et al.*, 2002).

150 A ocorrência de diversas patologias do sistema locomotor de frangos de corte de
151 rápido crescimento se destaca como uma das maiores preocupações no mercado avícola, não

152 somente por piorar o desempenho das aves durante os processos produtivos, como também
153 piorar drasticamente o bem-estar (ALMEIDA PAZ *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2012).

154

155 ***GAIT SCORE***

156 O *gait score* em frangos de corte, definido como um índice para verificação da
157 locomoção das aves vem historicamente se tornando preocupação nos processos produtivos,
158 pois está relacionado ao bem-estar. Este sistema é bem sucedido, pois pode ser feito de
159 maneira rápida e prática, sem utilização de equipamento especializado. Apresenta várias
160 vantagens, podendo se destacar o fato de não ser invasivo, além da possibilidade de ser feito
161 em grande número de aves em um curto espaço de tempo (WEBSTER *et al.*, 2008).

162 Em alguns países, principalmente da União Europeia, o *gait score* vem sendo usado
163 como critério para medir os índices de aceitabilidade dos sistemas de produção dos próprios
164 países, bem como utilizado como critério de importação de carne de frango de países
165 produtores. Desta maneira, os níveis de *gait score* das aves em processo produtivo seriam
166 forçados a permanecer em uma margem aceitável, garantindo assim o bem-estar destes
167 animais (SKINNER-NOBLE & TEETER, 2009).

168 Descrito por Kestin *et al.* (1992), o *gait score* é um sistema de classificação de bem-
169 estar baseado em seis níveis, atribuídos visualmente de acordo com a capacidade locomotora
170 da ave. *Gait score* 0 (GS 0) representa aves que se locomovem com “destreza e agilidade”,
171 sem anormalidades; aves com GS 1 apresentam pequena anormalidade durante o caminhar;
172 GS 2 é atribuído as aves que possuem defeito durante o caminhar definido e identificável; GS
173 3 é imposto as aves que possuem anormalidade óbvia durante o caminhar, afetando
174 claramente sua capacidade de locomoção, principalmente na aceleração e velocidade dos
175 movimentos; aves com GS 4 apresentam severos problemas ao caminharem, e só o fazem
176 quando altamente motivadas; GS 5 é atribuído a aves que são incapazes de se locomover.

177 Mais tarde, Webster *et al.* (2008) propuseram um método de avaliação de *gait score*
178 menos específico, onde a classificação da capacidade de locomoção das aves foi classificada
179 em três grupos. Neste modelo, é atribuída a pontuação 0 (*gait score* 0) para aves que se
180 mostrem sadias e não apresentem qualquer distúrbio locomotor; aves que apresentam
181 problemas óbvios de locomoção recebem classificação de *gait score* 1; *gait score* 2 é
182 atribuído a aves que apresentam severos problemas de locomoção, e só o fazem quando
183 altamente estimuladas. Este método foi utilizado na realização deste trabalho, pois é mais
184 prático e menos subjetivo.

185

186 **VELOCIDADE AO CAMINHAR - ANÁLISE DE IMAGENS**

187 Como já mencionado anteriormente, o método mais comum utilizado para identificar
188 os problemas locomotores em frangos de corte é o *gait score*. Este sistema é bem sucedido,
189 pois pode ser feito de maneira rápida e prática, sem utilização de equipamento especializado
190 (CAPLEN *et al.*, 2012). Diante disto, a utilização de imagens pode oferecer dados
191 qualitativos em estudos destinados a patologias locomotoras.

192 Presenciamos diariamente a criação e melhoria de tecnologias. A gama de aparatos
193 disponíveis para gravação de imagens, sons, vídeos e outras mídias vêm ganhando espaço no
194 campo da pesquisa, pois possibilita a realização de análises que, na maioria das vezes, não
195 seriam possíveis de realizar em campo.

196 A utilização de filmagens é amplamente realizada em estudos com frangos de corte
197 (NÄÄS *et al.*, 2012), bovinos (SONG *et al.*, 2008; CANGAR *et al.*, 2008) e suínos (SHAO *et*
198 *al.*, 1998). Este tipo de estudo apresenta vantagens, pois a observação humana pode ser
199 insatisfatória em alguns aspectos, como: efeito da presença de observadores pode interferir no
200 comportamento e movimentação dos animais; ocorrência de movimentos importantes que

201 podem ser perdidos por distrações; processo vagaroso e inviável quando se trabalha com
202 número grande de dados a serem coletados (SERGEANT *et al.*, 1998).

203 Recentemente, Caplen *et al.* (2012) compararam características de locomoção em
204 frangos de corte modernos com aves “selvagens” (*red jungle fowl*) com auxílio de captação e
205 análise de imagens. Foram estudadas medidas de forças envolvidas durante o andar, além de
206 conceitos ligados a movimentação de corpos, desta forma obtendo dados qualitativos sobre o
207 caminhar das aves.

208 Em estudo para investigar os níveis de atividade de frangos de corte e sua relação com
209 diferentes *gait scores*, Aydin *et al.* (2010) usaram um sistema de monitoramento automático,
210 em plano experimental, com o objetivo de desenvolver uma ferramenta de análise de
211 comportamento para frangos de corte comercialmente.

212

213 **ESPONDILOLISTESE**

214 Espondilolistese é uma patologia que atinge, geralmente, a quarta vértebra torácica em
215 frangos de corte. É caracterizada por um deslizamento da mesma e conseqüente rotação de
216 sua extremidade posterior, voltando-se para cima. Este processo resulta em compressão da
217 medula espinhal e possível paralisia parcial ou total dos membros pélvicos (ALVES, 2013;
218 MENDONÇA-JUNIOR, 2009; WISE, 1973).

219 A aparição dos primeiros sintomas clínicos pode ocorrer após a primeira semana de
220 vida (RIDDEL & HOWELL, 1972). O pico de incidência ocorre, na maioria das vezes, das 3^a
221 até 6^a semanas de idade (WISE, 1970). As aves afetadas por esta patologia são incapazes de
222 se manter em pé, se movendo, basicamente, com auxílio das asas (RIDDELL & HOWELL,
223 1972).

224 A ocorrência desta patologia está relacionada com a linhagem do frango de corte. Em
225 alguns casos, a porcentagem de aves acometidas pode alcançar cerca de 2% (CRESPO *et al.*,

226 2008). Nos últimos anos, pesquisas vêm sendo realizadas com intuito de compreender a real
227 causa da ocorrência de espondilolistese.

228 Em um dos primeiros estudos sobre o tema, Riddell (1973) verificou a ocorrência da
229 doença em frangos de diferentes linhagens sob condições distintas, alimentados com
230 diferentes tipos de rações, onde afirmou que o genótipo pode ser mais importante que o meio
231 em que o animal vive, durante o desenvolvimento da patologia em condições comerciais.

232

233 **SÍNDROME DO OSSO NEGRO**

234 A síndrome do osso negro é caracterizada pelo escurecimento da carne adjacente ao
235 osso das coxas e sobrecoxas, especialmente após sua preparação e cozimento. Esta síndrome
236 vem sendo abordada em diversos estudos nos últimos anos (LYON & LYON, 2002;
237 SAUDERS-BLADES & KORVER, 2006); sendo causada pela deficiente ossificação
238 intramebranosa, possibilitando que os ossos se tornem mais porosos em frangos de corte
239 modernos (WILLIAMS *et al.*, 2000; WHITEHEAD, 2010).

240 Esta síndrome parece estar ligada a difusão da medula através da estrutura óssea e
241 pode ser observada ainda durante o abate das aves, com maior frequência em tíbias e
242 fêmures. De forma geral, a área mineralizada na região da epífise de tíbias e fêmures é
243 escassa e é composta de filamentos ósseos mal conectados, com aspecto poroso. Isto ocorre
244 pelo rápido crescimento e desenvolvimento dos frangos de corte modernos (WHITEHEAD,
245 2009).

246 Produtores avícolas indicam que, mundialmente, até 30 % dos ossos de coxas e
247 sobrecoxas de frangos de corte resultam em escurecimento da carne após seu cozimento. Este
248 processo pode causar impactos negativos na aceitação dos produtos por parte dos
249 consumidores (VÁZQUEZ & SOTO-SALANOVA, 2009).

250 Os mesmos autores relatam que, em estudo realizado no ano de 2008 (Estudo dos
251 Consumidores de Frangos da Espanha) pela DSM Nutritional Products – ANIA foi
252 constatado que o chamado “osso negro” é conhecido pela maioria dos consumidores, ainda
253 que, não capazes de identificar como tal, reconhecem que é algo pouco atrativo e pode ser
254 uma das razões para o não consumo desta carne.

255

256 **ÍNDICE SEEDOR E RESISTÊNCIA ÓSSEA**

257 A seleção dos frangos de corte voltada para o crescimento muscular acelerado
258 resultou em alguns problemas do ponto de vista fisiológico. Segundo Rath *et al.* (2000), a
259 integridade do esqueleto dos frangos de corte pode ser afetada pela elevada taxa de
260 crescimento, genética, ambiente, manejo nutricional, atividade locomotora, toxinas, idade e
261 patologias.

262 O tecido ósseo de frangos de cortes modernos é frequentemente alvo de pesquisas,
263 pois tende a ser prejudicado pelo desbalanço causado durante o desenvolvimento dos tecidos
264 (WILLIAMS *et al.*, 2000). Diante destes fatos, a ocorrência de falhas esqueléticas associadas
265 ao rápido crescimento longitudinal e diametral de ossos longos em frangos de corte é bastante
266 comum (WILLIAMS *et al.*, 2004; MURAKAMI *et al.*, 2009).

267 A densidade óssea é considerada um bom parâmetro para avaliar a qualidade do
268 mesmo, pois está diretamente ligada ao seu grau de mineralização e, por consequência, sua
269 força e resistência. À vista disso, Seedor (1995) propôs uma formula para mensurar a
270 densidade óssea, dividindo-se o peso do osso por seu comprimento, sendo o resultado deste
271 cálculo denominado Índice Seedor. Portanto, quanto maior este índice, melhor será a
272 densidade óssea.

273 A força mecânica óssea é afetada pela nutrição, genes ligados ao colágeno e proteínas,
274 quantidade e qualidade de materiais orgânicos e inorgânicos presentes, quantidade e tamanho

275 de materiais minerais, além da estrutura e *design* do osso (BOSKEY *et al.*, 1999). A
276 resistência a quebra é comumente utilizada como indicador de qualidade óssea em diversos
277 estudos (FANATICO *et al.*, 2005) e é mensurada por meio da reação dos ossos, quando
278 submetidos a estresse e força (TALATY *et al.*, 2009), geralmente por ensaios de flexão.

279 Portanto, estudar os fatores que determinam a qualidade óssea e que influenciam a
280 forma como o frango de corte caminha é de grande importância para gerar dados que possam
281 melhorar as condições de bem-estar das aves durante o período de criação.

282 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

283

284 ALMEIDA PAZ ICL, GARCIA RG, BERNARDI R, NÄÄS IA, CALDARA FR, FREITAS
285 LW, SENO LO, FERREIRA VMOS, PEREIRA DF, CAVICHIOLO F. Selecting
286 appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. *Brazilian Journal of*
287 *Poultry Science* 2010; 12:189- 195.

288 ALVES SP, SILVA IJO, PIEDADE SMS. Avaliação do bem-estar de aves poedeiras
289 comerciais: efeitos do sistema de criação e do ambiente bioclimático sobre o
290 desempenho das aves e a qualidade de ovos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2007;
291 v.36, n.5, p.1388-1394.

292 ALVES MCF. Condição de equilíbrio e problemas locomotores em frangos de corte.
293 [Dissertation]. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados; 2013.

294 AYDIN A, CANGAR O, EREN OZCAN S, BAHR C, BERCKMANS D. Application of a
295 fully automatic analysis tool to assess the activity of broiler chickens with different *gait*
296 *scores*. *Computers and Electronics in Agriculture* 2010; 73 194–199.

297 BOSKEY AL, WRIGHT TM, BLANK RD. Collagen and bone strength. *Journal of Bone*
298 *Mineral Research* 1999; 14:330–335.

- 299 BRADSHAW RH, KIRKDEN RD, BROOM DMA. Review of the Aetiology and Pathology
300 of Leg Weakness in Broilers in Relation to Welfare. *Avian and Poultry Biology*
301 *Reviews* 2002; 13 (2), 45-103.
- 302 BROOM DM. Indicators of poor welfare. *British veterinary journal* 1986; 142, 524-526.
- 303 BROOM DM. The scientific assessment of animal welfare. *Applied Animal Behaviour*
304 *Science* 1988; 20, 5-19.
- 305 BROOM DM. Veterinary medicine and animal welfare. *Veterinary Medicine Beyond 2000*
306 1993; pp. 209-217.
- 307 BROOM DM. Assessing the welfare of hens and broilers. *Australian Poultry Science*
308 *Symposium* 2001; 13, 61-70.
- 309 CANGAR O, LEROY T, GUARINO M, VRANKEN E, FALLON R, LENEHAN J, MEE J,
310 BERCKMANS D. Automatic real-time monitoring of locomotion and posture
311 behaviour of pregnant cows prior to calving using online image analysis. *Computers*
312 *and Electronic in Agriculture* 2008; 53-60, 64.
- 313 CAPLEN G, HOTHERSALL B, MURRELL JC, NICOL CJ, WATERMAN-PEARSON AE.
314 Kinematic Analysis Quantifies Gait Abnormalities Associated with Lameness in
315 Broiler Chickens and Identifies Evolutionary Gait Differences. *PloS one* 2012; 10.1371.
- 316 CHEN WJ, SHENG CT. The Effect of Wavelength Conversions on Broiler Growth and Leg
317 Disorders. *Life Science Journal* 2013; 10(2).
- 318 CRESPO R, SHIVAPRASAD HL. Developmental, metabolic and other diseases. *Diseases of*
319 *poultry* 2008; pp. 1159.
- 320 COOK ME. Skeletal deformities and their causes. Introduction. *Poultry Science* 2000;
321 79:982-984.

- 322 DUNCAN IJH. Poultry welfare: Science and subjectivity. Proc. World's Poultry Sci.
323 Association. British Poultry Science 2001; York, UK.
- 324 FANATICO AC, PILLAI PB, CAVITT LC, OWENS CM, EMMERT JL. Evaluation of
325 Slower-Growing Broiler Genotypes Grown with and Without Outdoor Access: Growth
326 Performance and Carcass Yield. Poultry Science 2005; 84:1321–1327.
- 327 FERNANDES BCS, MARTINS MRFB, MENDES AA, ALMEIDA PAZ ICL,
328 KOMIYAMA CM, MILBRADT EL, MARTINS BB. Locomotion problems of broiler
329 chickens and its relationship with the *gait score*. Revista Brasileira de Zootecnia 2012;
330 p.1951-1955.
- 331 HAVENSTEIN GB, FERKET PR, QURESHI MA. Carcass composition and yield of 1957
332 versus 2001 broilers when fed representative 1957 and 2001 broiler diets. Poultry
333 Science 2003; 82, 1509-1518.
- 334 KESTIN SC, KNOWLES TG, TINCH AE, GREGORY NG. Prevalence of leg weakness in
335 broiler chickens and its relationship with genotype. Veterinary Record 1992; 131,190-
336 194.
- 337 KESTIN SC, SU G, SORENSEN P. Different commercial broiler have different
338 susceptibilities to leg weakness. Poultry Science 1999; 78:1085–1090.
- 339 KNOWLES TG, KESTIN SC, HASLAM SM, BROWN SN, GREEN LE, BUTTERWORTH
340 A, POPE SJ, PFEIFFER D, NICOL CJ. Leg disorders in broiler chickens: prevalence,
341 risk factors and prevention. PloS ONE 2008; e1545.
- 342 LYON BG, LYON CE. Color of Uncooked and Cooked Broiler Leg Quarters Associated
343 with Chilling Temperature and Holding Time. Poultry Science 2002; 81:1916–1920.
- 344 MANNING L, CHADD SA, BAINES RN. Key health and welfare indicators for broiler
345 production. Worlds Poultry Science 2007; 63:46–62.

- 346 MCGEOWN D, DANBURY TC, WATERMAN-PEARSON AE, KESTIN SC. Effect of
347 carprofen on lameness in broiler chickens. *Veterinary Record* 1999; 144:668–671.
- 348 MENDONÇA JUNIOR CX. *Fisiopatologia do sistema locomotor*. 2 Ed. Campinas/SP.
349 Doenças das Aves. *FACTA*: p.175-190; 2009.
- 350 MURAKAMI AE, GARCIA ERM, MARTINS EN, MOREIRA I, SCAPINELLO C,
351 OLIVEIRA AFG. Efeito da inclusão de óleo de linhaça nas rações sobre o desempenho
352 e os parâmetros ósseos de frangos de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2009;
353 p.1256-1264.
- 354 NÄÄS IA, LAGANÁ M, NETO MM, CANUTO S, PEREIRA DF. Image analysis for
355 assessing broiler breeder behavior response to thermal environment. *Engenharia*
356 *Agrícola* 2012; p.624-632.
- 357 NÄÄS IA, ALMEIDA PAZ ICL, BARACHO MS, MENEZES AGL, BUENO GF,
358 ALMEIDA ICL, MOURA DJ. Impact of lameness on broiler well-being. *Journal*
359 *Applied Poultry Research* 2009; 18: 432–439.
- 360 NAZARENO AC. *Influência de diferentes sistemas de criação na produção de frangos de*
361 *corte industrial com ênfase no bem-estar animal*. [Dissertation]. Recife (PE):
362 Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2008.
- 363 PAXTON H, DALEY MA, CORR SA, HUTCHINSON JR. The gait dynamics of the modern
364 broiler chicken: a cautionary tale of selective breeding. *The Journal of Experimental*
365 *Biology* 2013. 216, 3237-3248.
- 366 RATH NC, HUFF GR, HUFF WE, BALOG JM. Factors Regulating Bone Maturity and
367 Strength in Poultry. *Poultry Science* 2000; 79:1024–1032.
- 368 RIDDELL C. Studies on spondylolisthesis (“kinky back”) in broiler chickens. *Avian*
369 *Pathology* 1973; 4, 295-304.

- 370 RIDDELL C, HOWELL J. Spondylolisthesis ("kinky back") in broiler chickens in Western
371 Canada. *Avian Disease* 1972; 16, 444± 452.
- 372 SAUNDERS-BLADES J, KORVER D. HyD and poultry: bones and beyond. In: *European*
373 *Poultry Conference*; 2006; Verona. Italy.
- 374 SEEDOR JG. The biophosphanatealen-dronate (MK-217) inhibitbone loss due to
375 ovariectomy in rats. *Journal Bone Mineral Research* 1995; 4: 265-270.
- 376 SERGEANT D, BOYLE R, FORBES M. Computer visual tracking of poultry. *Computers*
377 *and Electronics in Agriculture* 1998; 21 1–18.
- 378 SHAO J, XIN H, HARMON JD. Comparison of image feature extraction for classification of
379 swine thermal comfort behavior. *Computers and Eletronics in Agriculture* 1998; 19 (3),
380 223-232.
- 381 SKINNER-NOBLE DO, TEETER RG. An examination of anatomic, physiologic, and
382 metabolic factors associated with well-being of broilers differing in field *gait score*.
383 *Poultry Science* 2009; 88:2-9.
- 384 SONG X, LEROY T, VRANKEN E, MAERTENS W, SONCK B, BERCKMANS D.
385 Automatic detection of lameness in dairy cattle vision-based trackway analysis in cow's
386 locomotion. *Computers and Electronics in Agriculture* 2008; 64 (1), 39–44.
- 387 TALATY PN, KATANBAF MN, HESTER PY. Life cycle changes in bone mineralization
388 and bone size traits of commercial broilers. *Poultry Science* 2009; 88 :1070–1077.
- 389 TOSCANO MJ, NASR MAF, HOTHERSALL B. The gait dynamics of the modern broiler
390 chicken: a cautionary tale of selective breeding. *Poultry Science* 2013; 92: 2251–2258.

- 391 VÁZQUEZ MA, SOTO-SALANOVA MF. El Síndrome Del Hueso Negro y su influencia en
392 la calidad de la carne. In: DSM Nutritional Products Europe, Ltd. Selecciones avícolas.
393 2009.
- 394 WEBSTER AB, FAIRCHILD BD, CUMMINGS TS, STAYER PA. Validation of a Three-
395 Point Gait-Scoring System for Field Assessment of Walking Ability of Commercial
396 Broilers. The Journal of Applied Poultry Research 2008; 17:529–539.
- 397 WEEKS C, BUTTERWORTH A. Measuring and Assessing Broiler Welfare. CABI,
398 Cambridge, MA. 2004.
- 399 WHITEHEAD CC, FLEMING RH, JULIAN RJ, SØRESEN P. Skeletal problems associated
400 with selection for increased production. Poultry Genetics, Breeding and Biotechnology
401 2003; pp. 29-52.
- 402 WHITEHEAD CC. Factores nutricionales que influyen em los problemas óseos actuales de
403 los broilers. In: XLVI Symposium científico de avicultura; 2009; Zaragoza, Espanha.
- 404 WHITEHEAD CC. Update on current european broiler bone problems. In: 21st Annual
405 australian poultry science symposium; 2010; Sydney, New South Wales.
- 406 WILLIAMS B, SOLOMON S, WADDINGTON D. Skeletal development in the meat-type
407 chicken. British Poultry Science 2000; p.141-149.
- 408 WILLIAMS B, WADDINGTON D, MURRAY DH. Bone strength during growth: influence
409 of growth rate on cortical porosity and mineralization. Calcified Tissue International
410 2004; p.236-245.
- 411 WISE DR. Spondylolisthesis ("kinky back") in broiler chickens. Research in Veterinary
412 Science 1970; 11, 447-451.

- 413 WISE DR. The incidence and aetiology of avian spondylolisthesis ("Kinky back"). Research
414 in Veterinary Science 1973; 14:1-10.

415

416

417

418

419

420

421

422

423

CAPÍTULO 2

424

GAIT SCORE, QUALIDADE ÓSSEA E BEM-ESTAR DE FRANGOS DE CORTE

426

427

428 Projeto aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA/UFGD

429

Número de protocolo: 030/2013

430

431

432

433

434

435

436

437

438

439 ***GAIT SCORE, QUALIDADE ÓSSEA E BEM-ESTAR DE FRANGOS DE***
440 ***CORTE***

441 **RESUMO**

442

443 O objetivo da condução deste experimento foi avaliar a habilidade ao caminhar e parâmetros
444 de qualidade óssea de frangos de corte de diferentes linhagens com diferentes *gait score*
445 (GS). Para isto, 2400 aves foram criadas até os 42 dias de idade. O delineamento utilizado foi
446 inteiramente casualizado (DIC) alocado em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e dois
447 sexos). Com 40 dias 100% das aves foram avaliadas para GS, sendo selecionadas 36 de
448 linhagem Cobb®500 e 36 de linhagem Ross®308 para análises de velocidade ao caminhar e
449 qualidade óssea. Estas aves foram abatidas por metodologia semelhante à comercial e o peso
450 corporal ao abate, GS, velocidade ao caminhar, espondilolistese, resistência óssea, Índice
451 Seedor, síndrome do osso negro foram mensurados. Os dados referentes ao peso corporal pré-
452 abate, velocidade ao caminhar, resistência óssea e índice Seedor foram avaliados por
453 ANOVA e suas médias comparadas pelo teste de Tukey com 5 % de significância. Os
454 achados de GS foram analisados com auxílio do teste Qui quadrado com 5 % de
455 significância. Os dados de espondilolistese e síndrome do osso negro foram avaliados através
456 do teste de Fisher com 5 % de significância. Fêmeas apresentaram melhor locomoção que
457 machos. Parâmetros ósseos avaliados não se mostraram diferentes em função do *gait score*,
458 sexo e linhagem. Ossos de frangos de corte machos foram mais resistentes que de fêmeas.

459

460 **Palavras-chave:** Bem-estar. Patologias ósseas. Habilidade locomotora.

461

462

463

464

465 **GAIT SCORE, BONE QUALITY AND WELFARE OF BROILER**

466 **ABSTRACT**

467

468 The purpose of conducting this study was to evaluate the ability to walk and bone quality
469 parameters in broilers of different strains with different gait score (GS). To this, 2400 birds
470 were reared until 42 days of age. The design was completely randomized (DIC) allocated in
471 2x2 factorial design (two strains and sexes). 40 days 100% of the birds were evaluated for
472 GS, and selected 36 of Cobb®500 lineage and 36 Ross®308 line for speed analysis while
473 walking and bone quality. These birds were slaughtered by methods similar to commercial
474 and body weight at slaughter, GS, walking speed, spondylolisthesis, bone strength, Seedor
475 Index, the black bone syndrome were measured. The data relating to body weight before
476 slaughter, walking speed, bone strength and Seedor index were evaluated by ANOVA and the
477 means compared by Tukey test at 5% significance level. The GS findings were analyzed
478 using the chi-square test with 5% significance. The spondylolisthesis data and black bone
479 syndrome were evaluated using Fisher's test with 5% significance. Females had better
480 mobility than males. Bony parameters evaluated did not differ depending on the gait score,
481 gender and lineage. Bones of male broilers were tougher than females.

482

483 **Keywords:** Welfare. Bone diseases. Locomotion hability.

484

485

486

487

488

INTRODUÇÃO

489

490 O Brasil ocupa lugar de destaque em produção (3° lugar) e exportação (1° lugar) de
491 carne de frango (UBABEF, 2014) e desde 2013 é o maior consumidor de carne de frangos do
492 mundo, apresentando grande potencial para expandir esta atividade. A região centro-oeste
493 vem ganhando destaque no desenvolvimento da atividade avícola, atraindo grandes empresas
494 do setor, por possuir grande produção dos insumos básicos da atividade: milho e soja
495 (CENCI & TALAMINI, 2007).

496 O aumento da produtividade avícola vem ocorrendo de forma acelerada nas últimas
497 décadas, devido à estabilização da economia, aumento da renda populacional, preço acessível
498 do produto e conscientização dos consumidores quanto à qualidade da carne de frango. Esta
499 evolução foi viabilizada por melhoras nas técnicas de nutrição, manejo (ambiência e
500 sanidade), assim como aperfeiçoamento genético constante.

501 Distúrbios locomotores são problemas comumente encontrados nos ciclos de
502 produção em frangos de corte e resultam em elevadas perdas produtivas. Patologias
503 locomotoras estão diretamente relacionadas com o bem-estar de frangos de corte, pois
504 quando estes são privados de se locomover livremente, têm dificuldade para se nutrir de
505 forma satisfatória, acessar bebedouros, fugir de ameaças e expressar seu comportamento
506 natural (ALMEIDA PAZ *et al.*, 2010).

507 Estes problemas acarretam, também, em dificuldades na comercialização da carne,
508 pois aves que andam com dificuldade geralmente apresentam piora da qualidade da carcaça,
509 apresentando calos de peito, arranhões e hematomas (MENDES & KOMIYAMA, 2011).

510 Dentre os métodos utilizados para detecção de dificuldades de locomoção, destaca-se
511 o *gait score*, que se caracteriza por ser não invasivo, onde se pontua e classifica a ave de

512 acordo com sua desenvoltura ao caminhar. Esta metodologia é empregada como indicativo de
513 bem-estar em frangos de corte, pois quando animais apresentam caminhar prejudicado, pode
514 haver estresse elevado.

515 O *gait score* também exerce influência durante o processo produtivo e no mercado da
516 carne de frango, e vem sendo adotado por países importadores como fator determinante para
517 comercialização. Sabe-se que em alguns países a importação de lotes é suspensa quando
518 apresenta incidência de *gait score* ruim superior a 30 % (UBABEF, 2014).

519 Tem-se observado agravamento nos *gait score*, principalmente em decorrência da
520 seleção para alta deposição de peito em frangos de corte atuais, que resultou em mudanças no
521 centro de gravidade das aves (ALVES, 2013; WEEKS *et al.*, 2000). Os mesmos autores
522 relatam alterações na postura e angulação, e conseqüentemente, no comportamento prostrado
523 da ave, que por sua vez é provavelmente o comportamento mais confortável e com menor
524 demanda energética para frangos de corte com patologias locomotoras.

525 Este experimento foi realizado com intuito de estudar a habilidade de caminhar de
526 frangos de corte de diferentes linhagens e sexos com diferentes *gait score*, além de problemas
527 ósseos relacionados ao sistema locomotor destas aves.

528 MATERIAL E MÉTODOS

529

530 O experimento foi conduzido na Universidade Federal da Grande Dourados no Setor
531 Experimental de Avicultura de Corte, após aprovação pelo Comitê de Ética no Uso de
532 Animais da UFGD, sob Protocolo n. 030/2013.

533

534 **Aves e manejo experimental**

535 O experimento foi desenvolvido em aviário experimental, equipado com bebedouros
536 pendulares semiautomáticos, comedouros tubulares, cortinas e sobrecortinas, sistema de

537 controle da temperatura por exaustores e painéis evaporativos, em sistema de pressão
538 negativa, que foram ligados automaticamente de acordo com a necessidade, mantendo a
539 temperatura estipulada para cada idade no manual da linhagem. Do primeiro ao sétimo dia de
540 idade foi fornecido aquecimento, por meio de lâmpadas infravermelhas de 250 W.

541 Na ocasião foram utilizados 2400 pintos de um dia, da linhagem Cobb®500 (600
542 machos e 600 fêmeas) e Ross®308 (600 machos e 600 fêmeas). O delineamento utilizado foi
543 inteiramente casualizado (DIC) alocado em esquema fatorial 2x2 (duas linhagens e dois
544 sexos). Aos 40 dias de criação, 100% das aves foram avaliadas pelo teste de *gait score*.

545 As aves foram distribuídas em boxes de 4,5 m², com densidade populacional de 11,11
546 aves/m². Todas as aves receberam ração isonutritivas e água *ad libitum*. O arraçamento foi
547 realizado conforme padrão da empresa integradora e dividido em cinco fases de produção:
548 pré-inicial (1 a 7 dias), inicial (8 a 14 dias), crescimento I (15 a 21 dias), crescimento II (22 a
549 35 dias) e final (36 a 43 dias).

550

551 ***Gait score***

552 Aos 40 dias de idade foi realizada a avaliação de *gait score* por observador treinado,
553 conforme metodologia proposta por Webster *et al.* (2008), quando todas as aves foram
554 classificadas de acordo com sua capacidade de se locomover. Para a realização do teste, o
555 material de cama contida no interior dos boxes foi colocada em uma área, com pelo menos 1
556 m de comprimento, demarcada previamente no corredor frontal ao boxe, buscando-se assim
557 evitar algum estranhamento por parte dos animais.

558 Considerou-se uma escala de três pontos para a classificação do *gait score* das aves,
559 sendo atribuído score 0 (GS 0) para aves saudáveis, que não apresentaram nenhuma
560 anormalidade ao caminhar; score 1 (GS 1) para aves que apresentaram problemas de
561 locomoção claramente aparentes, porém, capazes de se locomover; score 2 (GS 2) para aves

562 que apresentaram graves problemas motores, se locomovendo somente quando altamente
563 estimuladas.

564

565 **Velocidade média – Análise de imagens**

566 O registro de imagens em vídeo foi feito após a realização do teste de *gait score* em
567 todas as aves do estudo. Nesta etapa, foram escolhidas 36 aves (Cobb®500) e 36 (Ross®308)
568 de todos os escores (0, 1 e 2), de ambos os sexos. A escolha destas aves foi feita de forma
569 altamente criteriosa, tendo como objetivo a demonstração clara das características
570 particulares de cada grau de *gait score* durante o caminhar.

571 As imagens foram registradas em área de teste que contou com a seguinte
572 configuração: 1 m de comprimento, 30 cm de largura, superfície plana e cama composta por
573 palha de arroz com 8 cm de altura, a fim de reproduzir as condições encontradas no interior
574 dos boxes. Para delimitar a área de teste e permitir a captura das imagens, com pouca
575 variação de distância, foram colocadas placas de acrílico com 50 cm de altura nas laterais da
576 pista (Figura 1).



577
578

579

Figura 1. Área de teste utilizada para gravação das imagens.

580

581 As aves selecionadas foram submetidas a um novo teste de *gait score*, desta vez
582 registrado em vídeo. A câmera utilizada para a captação das imagens foi do modelo Sony
583 *Handycam Memory Flash PJ200*, equipada com lentes Lente Carl Zeiss® Vario-Tessar®. Os
584 vídeos com formato AVI foram gravados com resolução de 1920x1080 e velocidade de 60
585 frames por segundo (FPS). A câmera foi fixada com auxílio de tripé a 1 m da área de teste e
586 15 cm de altura.

587 Com auxílio das imagens captadas, foi possível, posteriormente, mensurar a
588 velocidade (espaço/tempo) atingida pela ave durante o caminhar em função dos diferentes
589 *gait score* estudados.

590

591 **Administração de analgésicos**

592 Em seguida, as aves selecionadas foram medicadas com analgésico de ação rápida
593 (dipirona sódica) por via oral, conforme metodologia utilizada por Nääs *et al.* (2009). Este
594 medicamento é utilizado como analgésico humano, e em vários países empregado em estudos
595 com animais. A quantidade de analgésico administrada foi calculada proporcionalmente ao
596 peso das aves (1 gota para 1 quilograma de peso vivo).

597 Após período de 60 minutos, com efeito do analgésico já presente, foi realizado
598 novamente o teste *gait score* registrado em vídeo. Por meio desta análise, foi possível
599 relacionar a dor que as aves possivelmente estavam sentindo e sua dificuldade ao caminhar
600 (*gait score* ruim), e conseqüentemente avaliar se houve melhora em sua velocidade de
601 locomoção.

602

603 **Peso pré-abate**

604 Os pesos corporais foram mensurados em balança com precisão de 0,01g momentos
605 antes do abate, realizados no Abatedouro e Laboratório de Carnes da FCA/UFGD, seguindo o

606 procedimento padrão de abate comercial. Estes dados foram utilizados para avaliar a relação
607 entre o desenvolvimento corporal das aves e os diferentes *gait score* estudados.

608

609 **Espondilolistese**

610 A espondilolistese foi avaliada por meio da serragem sagital dos dorsos, a fim de
611 visualizar macroscopicamente a coluna das aves, entre a 4^a e 5^a vértebras torácicas (PAIXÃO
612 *et al.*, 2007).

613 Quando as vértebras se situavam em seu eixo normal, sem compressão da medula,
614 atribuiu-se o escore 0 (ausência do problema de coluna). No entanto, quando as vértebras
615 torácicas comprimiram a medula vertebral, atribuiu-se o escore 1 (presença de
616 espondilolistese).

617

618 **Índice Seedor**

619 O índice Seedor foi obtido, em tíbias e fêmures provindos das pernas direitas das
620 aves, ao dividir-se o peso do osso por seu comprimento, conforme proposto por Seedor
621 (1995). Este índice é utilizado para determinar a densidade óssea, no qual quanto maior o
622 valor, mais denso é o osso.

623 A medida do comprimento do osso foi obtida com o auxílio de um paquímetro digital
624 e seu peso com o auxílio de uma balança analítica com precisão de 0,01 g.

625

626 **Resistência óssea**

627 Posteriormente as tíbias e fêmures originados das pernas direitas das aves foram secos
628 em estufa de ventilação forçada à 105°C por 24h e então submetidos à avaliação de
629 resistência óssea (kgf) por meio da análise de *shear force*, utilizando o aparelho Texture

630 Analyser TA. XT Plus e sonda Blade Set HDP/BS com velocidade de subida de 5 mm e de
631 descida de 7 mm por minuto.

632

633 **Síndrome do osso negro (SON)**

634 Para as avaliações de síndrome do osso negro (SON) foram utilizadas as coxas e
635 sobrecoxas esquerdas coletadas após o abate das aves. As amostras foram armazenadas em
636 pares, sob congelamento a temperatura de -10 °C.

637 As coxas e sobrecoxas foram assadas em forno elétrico até atingir a temperatura
638 interna de 95 °C (HONIKEL, 1998). Após assadas, foram submetidas à análise macroscópica
639 para avaliação do escurecimento da carne (SON), atribuindo-se escores referentes à sua
640 aparência, classificando-as em aceitável (região próxima ao osso sem escurecimento),
641 intermediário (região próxima ao osso pouco escurecida) ou inaceitável (região próxima ao
642 osso com escurecimento muito acentuado).

643

644 **Análise estatística**

645 A análise dos resultados foi realizada utilizando-se o programa estatístico SAS 9.2
646 (2004) – Assistência Estatística.

647 Os dados referentes ao peso corporal pré-abate, velocidade ao caminhar, resistência
648 óssea e índice Seedor foram avaliados por ANOVA e suas médias comparadas pelo teste de
649 Tukey com 5 % de significância. Os achados de *gait score* foram analisados com auxílio do
650 teste Qui quadrado com 5 % de significância. Os dados de espondilolistese e síndrome do
651 osso negro foram avaliados através do teste de Fisher com 5 % de significância.

652

653

RESULTADOS E DISCUSSÃO

654
655

656 *Gait score*

657 Os resultados demonstram diferenças ($p < 0,05$) na frequência de *gait score* entre sexos
658 e linhagens, nos três escores estudados (Tabela 1).

659
660 Tabela 1. *Gait score* de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos e
661 fêmeas, aos 42 dias de idade.

GS	Sexo		Linhagem	
	Macho	Fêmea	Cobb® 500	Ross® 308
0	51,40 b	76,90 a	60,66 b	81,72 a
1	44,18 a	20,00 b	35,09 a	16,40 b
2	4,42 a	3,10 b	4,25 a	1,88 b

662 Valores seguidos de letras minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste do Qui-Quadrado ($p < 0,05$).
663 GS = *gait score*; 0 - ave que caminhou normalmente e deu no mínimo dez passos ininterruptos, 1 - ave que
664 apresentou dificuldade ao caminhar e deu entre seis a dez passos ininterruptos e 2 - ave que caminhou com
665 muita dificuldade e deu menos de seis passos ininterruptos ou não caminhou.
666

667 Fêmeas apresentaram maior frequência de *gait score* 0, considerado ótimo para
668 manutenção do bem-estar. Machos foram mais incidentes nos escores considerados
669 intermediário (1) e ruim (2), em relação as fêmeas. As aves de linhagem Ross® 308
670 apresentaram maior porcentagem de escore zero, ao passo que apresentou menores índices,
671 quando comparados com as aves Cobb® 500, nos escores intermediário (1) e ruim (2).

672 Geralmente, frangos de corte machos apresentam esqueleto mais forte e resistente
673 (REIS et al., 2011), no entanto, esta robustez parece não ser suficiente para garantir boa
674 postura e movimentação em proporção a seu elevado peso corporal. Este fato é confirmado
675 pelos resultados obtidos por este experimento, pois houve maior incidência de fêmeas com
676 escore bom.

677 Estudos reportam que frangos de corte machos, que crescem mais rapidamente que
678 fêmeas, podem apresentar até o dobro de distúrbios ósseos (RIDDELL & SPRINGER, 1985;
679 CLASSEN & RIDDELL, 1989), além de capacidade de andar piorada (KESTIN et al., 1994).

680 Estes fatos corroboraram com os obtidos por este estudo, de acordo com a incidência obtida
681 pelos machos afetados por escores intermediários e ruins.

682 A alta incidência de *gait score* ruim observado pode ser atribuído ao desenvolvimento
683 extremamente acelerado dos frangos de corte, principalmente no terço final do lote. Nesta
684 fase, ocorrem grandes deposições de tecido muscular, principalmente no peito (WEEKS et
685 al., 2000; NÄÄS et al., 2009; MUIR et al., 1996).

686 Nos últimos 50 anos, as taxas de crescimento dos frangos de corte experimentaram
687 aumentos de cerca de 300 %, passando de 25 g por dia para cerca de 100 g por dia
688 (KNOWLES et al., 2008), acarretando em um aumento significativo de peso corporal, ao
689 passo que o tecido ósseo destes animais não foi preparado para isto.

690 Em estudo com duração de 18 meses, com cinco dos maiores produtores de frangos de
691 corte da Inglaterra, que juntos representam cerca de 50 % da produção total do país, Knowles
692 et al. (2008) avaliaram 51.000 aves. Até 40 dias de idade, 27,6 % das aves estudadas
693 apresentaram distúrbios locomotores e 3,3 % eram quase ou incapazes de se locomover. A
694 alta prevalência de aves que possuíam claudicações ocorreu apesar das políticas de descarte
695 aplicadas com objetivo de eliminar aves severamente doentes.

696 Este mesmo estudo (utilizando-se da metodologia de Kestin et al., 1992) apresentou
697 resultados que diferem dos obtidos pelo presente estudo, pois foi observada maior frequência
698 de escore intermediário (escore 2 e 3: 43,5 % e 24,3 %, respectivamente). Aves consideradas
699 saudáveis, do ponto de vista locomotor, foram menos incidentes (2,2% para *gait score* 0 e
700 26,6% para *gait score* 1), enquanto aves severamente afetadas por problemas de locomoção
701 apresentaram porcentagens baixas, sendo 3,1% e 0,2% para escores 4 e 5, respectivamente.

702 No entanto, resultados semelhantes a este estudo foram apresentados nos achados de
703 Knowles et al. (2008), onde foi observada maior incidência de aves consideradas saudáveis
704 (31,51% no escore 0 e 26,12% no escore 1). Nos escores 2 e 3, considerados intermediários,

705 foram observadas 23,46% e 14,44%, respectivamente. Incidências mais baixas de escores
706 ruins foram encontradas: 1,78% e 2,69% para *gait score* 4 e 5, concomitantemente.

707

708 **Peso corporal pré-abate**

709 Aves de linhagem Cobb®500 de escore 1 foram mais pesadas e as de escore 2 foram
710 as mais leves. O peso das aves de linhagem Ross®308 não diferiu, nos diferentes escores
711 estudados. Entre linhagens, foram observadas diferenças de peso apenas no *gait score* 2, onde
712 as de linhagem Ross®308 se mostraram mais pesadas.

713 Os machos de escore 0 foram mais leves que os de *gait score* 1 e 2, e foram mais
714 pesados que fêmeas, independente do *gait score*. Fêmeas de escore bom e intermediário
715 foram mais pesadas que as de escore ruim (Tabela 2).

716

717 Tabela 2. Peso corporal de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos e
718 fêmeas, aos 42 dias de idade com diferentes *gait score*.

	Linhagem		Média	Sexo		Média		
	Cobb®500	Ross®308		Macho	Fêmea			
<i>Gait score</i>	Peso vivo ao abate			Peso vivo ao abate				
0	2,795 Ba	2,609 Aa	2,702	2,832 Ba	2,572 Ab	2,702		
1	2,985 Aa	2,784 Aa	2,884	3,067 Aa	2,702 Ab	2,884		
2	2,431 Cb	2,813 Aa	2,622	3,109 Aa	2,135 Bb	2,622		
Média	2,737	2,735		3,003	2,470			
Probabilidade								
	S	L	GS	S*L	S*GS	L*GS	S*L*GS	CV (%)
PVA	<0,0001	0,9850	0,0096	0,6090	0,0010	0,0048	0,0916	14,54

719 Para cada fonte de variação, médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem
720 entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

721 S = sexo; L = linhagem; CV = coeficiente de variação; PVA = peso vivo ao abate; GS = *gait score*; CV =
722 coeficiente de variação (%)

723

724

725 As deficiências de locomoção podem ter origem genética ou podem ser adquiridas
726 durante a vida da ave. Aves que apresentem distúrbios locomotores no início de sua vida
727 tendem a apresentar peso corporal menor, ao passo que aves que sofrem com a manifestação

728 de problemas locomotores apenas em seu terço final de vida, podem apresentar peso corporal
729 mais elevado.

730 Neste experimento foi impossível fazer associações precisas entre o peso da ave e a
731 ocorrência ou não de problemas locomotores. É válido lembrar que as aves foram escolhidas
732 por seu modo de locomoção, ignorando, na ocasião, suas demais características (tamanho e
733 conformação).

734 Em estudo envolvendo alternativas de alimentação e programas de fotoperíodo
735 diferenciados, Bradshaw *et al.* (2002) observou correlações positivas entre menor taxa de
736 crescimento de frangos de corte e ausência de deficiências locomotoras.

737 Já Weeks *et al.* (2000) concluíram que problemas locomotores, deficiências e
738 provável dor, aumentam significativamente o tempo que as aves permanecem deitadas.
739 Mudanças no centro de gravidade das aves para frente resultam em maior tempo em posição
740 prostrada e menor gasto energético. Segundo os mesmos autores, aves saudáveis se alimentam
741 cerca de 50 vezes em 24 horas, enquanto aves com deficiências locomotoras chegam ao
742 comedouro em média 30 vezes ao dia. Frangos de corte com poucos ou sem problemas
743 locomotores passam mais tempo ociosos, se coçando e se alimentando que frangos
744 acometidos com claudicações.

745 Ao investigar se a redução da carga nas pernas iria reduzir os problemas locomotores
746 e alterar sua atividade em frangos de corte modernos Reiter & Bessei (2001) desenvolveram
747 um mecanismo especial para aliviar 25% do peso das aves sobre as pernas; sem que este
748 afetasse a capacidade de se locomover das aves. Após cinco semanas de idade as aves foram
749 abatidas. Foi concluído que a atividade motora, estrutura óssea e deformidades nas pernas
750 foram afetadas positivamente pela redução do peso.

751

752

753 **Velocidade média apresentada no teste de *gait score***

754 Não foram observadas interações entre os tratamentos através das médias de
 755 velocidade alcançada entre os diferentes *gait score*. Sem uso de analgésico, diferenças foram
 756 observadas ($p < 0,05$) entre as médias das aves de *gait score* 0 e dos outros escores (Tabela 3).
 757 Machos, independente de medicação, obtiveram menor velocidade de caminhada que fêmeas
 758 (Tabela 4). A linhagem não influenciou ($p > 0,05$) na velocidade ao caminhar das aves (Tabela
 759 5). As aves de *gait score* 5 não foram avaliadas, pois não são capazes de se locomover.

760
 761 Tabela 3. Comparação de médias de velocidades atingidas durante o teste de *gait score* de
 762 frangos de corte antes e depois de medicação analgésica, os valores são expressos em
 763 centímetros por segundo.

<i>Gait score</i>	Tempo para caminhar um metro (cm/s)									
	Sem analgésicos					Com analgésicos				
	Fêmeas Cobb	Machos Cobb	Fêmeas Ross	Machos Ross	Media	Fêmeas Cobb	Machos Cobb	Fêmeas Ross	Machos Ross	Media
0	18.16	17.42	18.35	18.05	18.00a	15.87	15.74	15.98	15.80	15.85a
1	10.18	8.37	12.67	11.78	10.73b	13.07	7.47	12.95	11.30	11.18ab
2	10.90	7.40	11.32	9.02	9.66b	9.64	7.06	10.02	8.98	8.92b
3	10.32	7.50	10.84	6.57	8.81bc	8.29	6.38	8.37	5.43	7.12b
4	7.30	6.21	7.07	6.31	6.72c	7.96	5.47	6.70	5.75	6.47b
Media	11.37a	9.38b	12.05a	10.34b		10.97a	8.42b	10.80 ^a	9.45b	
CV%	14.89	13.08	11.60	12.03		12.54	23.45	21.56	13.76	

<i>Gait score</i>	Probabilidade		
	Sexo	Linhagem	Sexo*Linhagem
<i>Gait score</i> 0	0.0052	0.0156	0.1450
<i>Gait score</i> 1	0.0004	0.0262	0.1666
<i>Gait score</i> 2	<0.0001	<0.0001	0.2312
<i>Gait score</i> 3	0.0007	0.0318	0.4966
<i>Gait score</i> 4	0.0041	0.0425	1.0000

764 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de
 765 probabilidade.

766 CV %: Coeficiente de variação.

767

768

769

770

771 Tabela 4. Comparação de médias da velocidade ao caminhar em frangos de corte machos e
 772 fêmeas, antes e depois de administração de analgésicos, os valores são expressos em
 773 centímetros por segundo.

<i>Gait score</i>	Tempo para caminhar um metro (cm/s)					
	Sem analgésicos			Com analgésicos		
	Machos	Fêmeas	Media	Machos	Fêmeas	Media
0	17.73	18.25	17.99	15.77	15.92	15.84
1	10.07	11.42	10.74	9.38	13.01	11.19
2	8.21	11.11	9.66	8.02	9.83	8.92
3	7.03	10.58	8.80	5.90	8.33	7.11
4	6.26	7.18	6.72	5.61	7.33	6.47
Media	9.86b	11.01a		8.94b	10.88a	
CV%	12.56	13.66		15.69	14.65	
Probabilidade	0.0039			0.0354		

774 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de
 775 probabilidade.

776 CV %: Coeficiente de variação.

777

778 Tabela 5. Comparação de médias da velocidade ao caminhar em frangos de corte de
 779 diferentes linhagens, antes e depois de administração de analgésicos, os valores são expressos
 780 em centímetros por segundo.

<i>Gait score</i>	Tempo para caminhar um metro (cm/s)					
	Sem analgésicos			Com analgésicos		
	Cobb@500	Ross@308	Media	Cobb@500	Ross@308	Media
0	17.80	18.15	17.97	15.81	15.84	15.82
1	9.28	12.23	10.75	10.27	12.13	11.20
2	9.16	10.17	9.66	8.35	9.50	8.92
3	8.90	8.71	8.80	7.34	6.91	7.12
4	6.76	6.70	6.73	6.72	6.23	6.47
Media	10.38	11.20		9.70	10.12	
CV%	11.32	11.46		18.98	18.75	
Probabilidade	0.1480			0.2415		

781 Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

782 CV%: Coeficiente de variação.

783

784 Resultados semelhantes foram encontrados por Nääs *et al.* (2009), que avaliaram o
 785 *gait score* de frangos de corte em condições naturais, e após administração de analgésicos. Na
 786 oportunidade, observou-se diminuição do tempo que as aves levavam para completar o teste,
 787 principalmente quando acometidas com escores intermediários e ruins, como 3 e 4, após
 788 administração de drogas. Os mesmos autores concluíram que o fornecimento de analgésicos
 789 para aves com claudicações melhoram seu desempenho e velocidade no teste de *gait score*,

790 até mesmo diminuindo seus escores, evidenciando que as aves com distúrbios locomotores
791 sentem dor, desta forma prejudicando seu bem-estar.

792 Velocidade ao caminhar é um parâmetro comumente avaliado em estudos com
793 dificuldades de locomoção (CORR *et al.*, 1998; COLBORNE *et al.*, 2006). Esta estratégia é
794 bem sucedida, pois permite demonstrar a interferência da dor sob o caminhar, indicando, na
795 maioria das vezes, melhora após utilização de analgésicos (CAPLEN *et al.*, 2013).

796 Em seu estudo, Danbury *et al.* (2000) avaliaram a administração de drogas analgésicas
797 no arraçoamento e verificaram que frangos de corte com distúrbios locomotores melhoraram
798 sua velocidade ao caminhar depois de ingerir esta ração, indicando alívio da dor. Para Caplen
799 *et al.* (2013), frangos de corte livres de distúrbios locomotores levantam mais as pernas
800 durante o caminhar do que frangos de corte com claudicações. Este fato foi evidenciado pelo
801 fornecimento de drogas analgésicas, melhorando o caminhar de aves doentes após
802 tratamento.

803 É importante salientar que este parâmetro é de difícil mensuração, pois pode sofrer
804 interferência de vários fatores, como ambiente estranho, estresse elevado e medo. Aves com
805 *gait score* elevado tendem a se locomover com auxílio das asas (BRADSHAW *et al.*, 2002).
806 Esta prática dificultou a mensuração da velocidade, pois em alguns momentos as aves batiam
807 as asas e passavam pela área de teste rapidamente, no entanto, não necessariamente
808 caminhando.

809

810 **Espondilolistese**

811 Não foram observadas diferenças na frequência de aparecimento da Espondilolistese
812 entre sexos e linhagens ($p < 0,2245$ e $p < 0,1807$, respectivamente). O aparecimento da
813 síndrome foi mais frequente que o não aparecimento nas aves de *gait score* 2 ($p < 0,0001$), se

814 mostrando presente em 64,29% das amostras. Nos demais escores estudados foram observadas
815 maiores ausências da síndrome do que presença (Tabela 6).

816
817 Tabela 6. Espondilolistese de frangos de corte de linhagem Cobb®500 e Ross®308, machos
818 e fêmeas.

ESP	Sexo		Linhagem		Gait score		
	Macho	Fêmea	Cobb® 500	Ross® 308	0	1	2
0	75,00	69,57	68,57	81,25	77,78 b	94,74 a	35,71 c
1	25,00	30,43	31,43	18,75	22,22 b	5,26 c	64,29 a

819 Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Fisher ($p < 0,05$).

820 ESP = espondilolistese.

821

822

823 Ao estudar a incidência de espondilolistese em três linhagens comerciais de frangos
824 de corte modernos, Dinev (2012) concluiu que 52,5 % das aves previamente selecionadas, da
825 linhagem Pureline®, apresentavam espondilolistese; 53,8 % das aves da linhagem Ross®308
826 308® apresentaram a patologia, e 66,7% das aves da linhagem Cobb®500 apresentaram o
827 problema. Neste experimento, foi registrada incidência de cerca de 30% da patologia, para
828 machos e fêmeas, em ambas as linhagens.

829 No mesmo estudo, Dinev (2012) afirmou que os sinais clínicos apareceram
830 primeiramente nas aves Ross®308 (26,6 dias de idade, em média), posteriormente nas aves
831 Pureline® (27,5 dias), e finalmente nas aves Cobb®500, aos 28,2 dias. Segundo o autor, a
832 espondilolistese é induzida pela articulação deficiente nas vertebras e consequente
833 deformação da mesma.

834 A morte das aves acometidas por esta patologia, na maioria das vezes, está
835 relacionada com a desidratação, segundo Crespo et al. (2008), pois estas não conseguem
836 acessar bebedouros e comedouros. O pisoteio realizado por aves saudáveis também acarreta em
837 morte de aves acometidas por esta patologia. Segundo Riddell & Howell (1972) e Wise
838 (1970), esta doença também pode ser afetada pela nutrição e ambiente que as aves
839 disponibilizam.

840 Recentemente em estudo, Taheseen & Barnes (2007) associaram a ocorrência de
 841 espondilolistese em frangos de corte machos à presença de bactérias. Foram encontradas no
 842 interior das lesões causadoras desta patologia (Área T4 da coluna vertebral), colônias de
 843 bactérias do gênero *Enterococcus cecorum*.

844

845 Índice Seedor e Resistência Óssea das tíbias e fêmures

846 Foram observadas diferenças somente entre sexos, para Índice Seedor e Resistência
 847 Óssea, nas tíbias e fêmures, onde machos apresentaram valores mais elevados que fêmeas
 848 (Tabela 7).

849

850 Tabela 7. Resistência óssea e Índice Seedor de tíbias e fêmures de frangos de corte de
 851 linhagem Cobb500® e Ross®308 de fêmeas e machos com diferentes *gait score*.

	Sexo		Linhagem		<i>Gait score</i>			
	Macho	Fêmea	Cobb®500	Ross®308	0	1	2	
Tíbia								
IS	0,24 a	0,20 b	0,22	0,21	0,21	0,23	0,22	
RO	36,21 a	27,26 b	34,05	29,28	32,30	31,09	31,60	
Fêmur								
IS	0,27 a	0,24 b	0,24	0,26	0,25	0,25	0,26	
RO	42,11 a	32,55 b	39,67	34,98	38,03	38,18	35,77	
Probabilidade								
	S	L	GS	S*L	S*GS	L*GS	S*L*GS	CV (%)
Tíbia								
IS	<0,0001	0,2518	0,5156	0,3213	0,9690	0,9816	0,8933	15,11
RO	0,0017	0,0846	0,9166	0,2232	0,0999	0,3803	0,6762	27,04
Fêmur								
IS	0,0039	0,1009	0,8806	0,9343	0,7469	0,3636	0,9383	13,04
RO	0,0014	0,0985	0,7757	0,7279	0,8536	0,4228	0,9495	24,50

852 Médias seguidas de letras maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem entre si pelo teste de Tukey
 853 ($p < 0,05$).

854 IS = índice Seedor; RO = resistência óssea; CV = coeficiente de variação (%).

855

856 Resistência óssea é definida pela resistência ou capacidade dos ossos em suportar
 857 estresses. Por consequência, está diretamente relacionada com a carga máxima ou tensão na
 858 qual o osso é capaz de aguentar antes que quebre (RATH *et al.*, 2000).

859 Vários estudos já identificaram fatores que podem afetar o teste de *shear force*,
860 incluindo velocidade de lamina de decida e manejo dos ossos antes da realização do teste
861 (WILSON & MASON, 1992; ORBAN *et al.*, 1999). Logo, os resultados deste teste estão
862 sempre sujeitos a manipulação dos ossos e diferentes técnicas de mensuração.

863 Em estudos realizados com resistência óssea e problemas locomotores em frangos de
864 corte, a tíbia vem sendo bastante estudada e utilizada como parâmetro para comparações
865 (LEWIS *et al.*, 2009; TALATY *et al.*, 2010).

866 Segundo Tatara *et al.* (2005), a tíbia é caracterizada por resistência mecânica superior,
867 quando comparada com o fêmur, devido a diferenças nas propriedades mecânicas e
868 geométricas, e com isso, considerada mais adequada para fins de pesquisa. No entanto, neste
869 experimento observou-se valores mais elevados de resistência óssea nos fêmures.

870 Ao estudar a influência da densidade de lotação de frangos de corte sob a qualidade
871 óssea e assimetria, Buijs *et al.* (2012) concluíram o aumento de densidade acarretou em
872 decréscimo na resistência óssea, para aves de 1,5 kg e 3,0 kg. As tíbias também apresentaram
873 comprimento menor a medida que a densidade de aves era aumentada.

874 Pesquisas que relacionam a resistência, densidade, além de outros parâmetros de
875 qualidade óssea, com estratégias de alimentação e suplementação de dietas são amplamente
876 encontradas na literatura. Em seu experimento, Mutus *et al.* (2006) estudaram o efeito nas
877 características da tíbia perante suplementação probiótica na dieta, e verificaram melhora nas
878 propriedades morfométricas da mesma.

879 A resistência óssea é dependente da disposição física (forma, tamanho e massa),
880 arquitetural (orientação da fibra de colágeno), e material (matriz de moléculas). Vários
881 fatores podem afetar este parâmetro, direta ou indiretamente, em frangos de corte. No
882 entanto, a maioria dos estudos realizados com ênfase neste tema se concentra na presença de

883 toxinas ou antinutrientes, velocidade de crescimento, sexo, doenças, nutrição, genética
884 (RATH *et al.*, 2000).

885 Segundo os mesmos autores, ossos deformados, como uma tíbia torta, por exemplo,
886 pode apresentar diferente resistência a quebra que uma tíbia normal, apesar de apresentarem
887 composições semelhantes. Da mesma forma, diferenças nas propriedades como calcificação,
888 ou grande acúmulo de colágeno pode alterar a resistência a quebra de ossos.

889 É de conhecimento geral que frangos de corte atuais foram criados para alta produção
890 de carne, possivelmente descuidando das consequências perante a qualidade óssea. No
891 entanto, Newman & Leeson (1997) não encontraram diferenças entre a força dos ossos de
892 frangos de corte de linhagens pesadas, quando comparados a frangos de corte provindos de
893 linhagens mais leves.

894 Em estudo com diferentes linhagens de perus, Nestor & Emmerson (1990) mostraram
895 que aves com maiores pesos corporais apresentaram melhor habilidade de locomoção perante
896 aves com menores pesos corporais. Estes dados indiretamente indicam que perus com maior
897 peso possuem ossos mais fortes.

898 Os ossos são capazes de se adaptar a mudanças de acordo com a carga física que estão
899 submetidos, além do nível de atividade realizado. Segundo Lanyon (1993), resistência e
900 quantidade de massa óssea podem aumentar de acordo com estímulos.

901 A densidade óssea é considerada reflexo do conteúdo mineral dos ossos. Estudos têm
902 demonstrado que a densidade mineral dos ossos pode depender da composição química da
903 matriz dos ossos (KNOTT & BAILEY, 1998).

904 De acordo com Rutten *et al.* (2002), menor carga sobre os ossos, em consequência de
905 menor peso vivo, pode reduzir o peso de fêmures em aves com 19 dias de idade e aumentar o
906 crescimento longitudinal dos ossos, em virtude da menor pressão sobre a placa de
907 crescimento.

908 Da mesma forma, Reich *et al.* (2004) observaram ossos mais curtos e placas de
909 crescimento mais estreitas, resultantes por aumentos da taxa de ossificação e vascularização
910 em ossos longos de aves submetidas a maior carga de peso. Estes fatos ressaltam a
911 importância da elevada taxa de crescimento de frangos de corte e seu elevado peso corporal
912 sobre a composição óssea.

913 Em recente estudo, Garcia *et al.* (2013) avaliaram parâmetros relacionados a
914 qualidade óssea em fêmures e tíbias, em função da adição de diferentes fontes de vitamina D
915 na dieta de frangos de corte. Na oportunidade, não foram encontradas diferenças para índice
916 Seedor e diâmetro dos ossos em nenhuma das idades avaliadas: 7, 21 e 42 dias.

917 Rath *et al.* (2000) estudaram a densidade óssea de tíbias, que foi obtida pela relação
918 entre massa e volume, e concluíram que a densidade mineral dos ossos atinge seu ponto
919 máximo em frangos de corte com 35 semanas de vida, fato este que não ocorre na cadeia
920 produtiva atual, pois as aves são abatidas com cerca 6 a 7 semanas. Na oportunidade, a
921 densidade obtida em aves com 5 semanas de vida foi a menor dentre as idades avaliadas.

922 Já Talaty *et al.* (2009), que avaliou tíbias de frangos de corte atuais, obteve valores
923 máximos de densidade mineral óssea em aves de 4 semanas, sendo que estes valores se
924 mantiveram até a 7 semana de idade, no caso dos machos. O comportamento da
925 mineralização das tíbias em fêmeas se mostrou semelhante, no entanto, apresentando índices
926 menores.

927 Em segundo experimento, Talaty *et al.* (2009) avaliou os níveis de mineralização de
928 úmeros e tíbias provindos de quatro linhagens distintas de frangos de corte. Não foram
929 encontradas diferenças significativas para densidade mineral óssea e conteúdo mineral ósseo.
930 Estes resultados mostram a proximidade genética de frangos de corte de linhagens atuais.

931 Já Onyango *et al.* (2003) mensuraram a densidade óssea pelo método "dual-energy x-
932 ray absorptiometry (DEXA)" (raio x), de tíbias provindas de frangos de corte de 3 semanas

933 de idade, alimentados com diferentes níveis de fósforo. Foi obtida menor densidade mineral
 934 dos ossos para aves alimentadas com baixos níveis de fósforo, seguido pelas aves alimentadas
 935 com níveis médios de fósforo. O melhor resultado foi obtido com aves que foram alimentadas
 936 com níveis adequados de fósforo, ressaltando a importância do fornecimento de níveis
 937 adequados de minerais para a qualidade óssea.

938

939 **Síndrome do Osso Negro**

940 Não foram encontradas diferenças entre sexos, linhagens e entre os *gait score*
 941 estudados, em coxas e sobrecoxas, conforme os resultados da tabela 8.

942

943 Tabela 8. Síndrome do Osso Negro de coxas e sobrecoxas de frangos de corte Cobb500® e
 944 Ross®308 de fêmeas e machos com diferentes *gait score*.

SON	Sexo		Linhagem		<i>Gait score</i>		
	Macho	Fêmea	Cobb® 500	Ross® 308	0	1	2
Coxa							
ACE	55,56	60,87	65,71	40,00	63,16	52,94	57,14
INT	37,04	34,78	28,57	53,33	26,32	41,18	42,86
INA	7,41	4,35	5,71	6,67	10,53	5,88	0,00
Sobrecoxa							
ACE	25,00	30,43	37,14	6,25	31,58	52,63	21,43
INT	64,29	56,52	51,43	81,25	52,63	66,67	64,29
INA	10,71	13,04	11,43	12,50	15,79	5,56	14,29

945 $p > 0,05$ pelo teste exato de Fisher.

946 SON = síndrome do osso negro.

947

948 Alves (2013) encontraram incidência de síndrome do osso negro (SON) em cerca de
 949 30% de coxas e sobrecoxas em frangos de corte modernos. Em seu estudo Whitehead &
 950 Flaming (2008) afirmam que esta patologia exerce influência negativa sobre o bem-estar das
 951 aves, além de desvalorizar seus produtos.

952 Em estudo, os mesmos autores constataram que na região da epífise o tecido ósseo era
 953 mais fino, desta forma, permitindo mais facilmente o extravasamento de sangue, em amostras

954 com SON. Em análise histológica foi detectado porções de osso sensivelmente conectadas,
955 nesta região, sendo em sua maioria composta de osso esponjoso.

956 Já Saunders-Bladers & Korver (2006) afirmam que este cenário é piorado após o
957 congelamento de coxas e sobrecoxas. Este fato foi observado, da mesma forma, por Lyon &
958 Lyon (2002), que avaliaram o efeito da temperatura em coxas.

959 Baldo et al. (2013) avaliaram a incidência de SON em coxas congeladas e refrigeradas
960 e encontraram presença da patologia em 35% das amostras. No entanto, foi detectado
961 aumento de 16% de incidência de SON em coxas congeladas em comparação com amostras
962 resfriadas.

963 Em avaliação sensorial, os mesmos autores afirmaram que o gosto não foi
964 influenciado pelo congelamento ou resfriamento das amostras, assim como a aparência, odor
965 ou maciez. No entanto, a avaliação sensorial de amostras consideradas inaceitáveis, ou seja,
966 acometidas pela síndrome, mostraram características inerentes a carne (aparência, odor e
967 maciez) pioradas.

968 De acordo com Vázquez & Soto-Salanova (2009), o extravasamento de sangue que
969 resulta em escurecimento da carne nesta região pode acarretar, não somente em rejeição por
970 parte dos consumidores, como também em diminuição de tempo de prateleira do produto em
971 estabelecimentos comerciais.

972 CONCLUSÃO

973

974 Fêmeas apresentaram melhor locomoção, apresentando maiores índices de *gait score*
975 0 (normal), ao passo que machos foram mais incidentes em *gait score* 1 e 2 (intermediário e
976 ruim). Foram detectadas diferenças durante o caminhar em que aves de linhagem com menor
977 peso corporal se locomoveram mais facilmente. Em todas as situações estudadas, machos
978 apresentaram menor velocidade ao caminhar do que fêmeas.

979 Parâmetros ósseos não sofreram interação de *gait score*, sexo e linhagem. Ossos de
980 frangos de corte machos se mostraram mais resistentes do que de fêmeas.

981 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

982

983 ALMEIDA PAZ ICL, GARCIA RG, BERNARDI R, NÄÄS IA, CALDARA FR, FREITAS
984 LW, SENO LO, FERREIRA VMOS, PEREIRA DF, CAVICHIOLO F. Selecting
985 appropriate bedding to reduce locomotion problems in broilers. Brazilian Journal of
986 Poultry Science 2010; 12:189- 195.

987 ALVES MCF. Condição de equilíbrio e problemas locomotores em frangos de corte.
988 [Dissertation]. Dourados (MS): Universidade Federal da Grande Dourados; 2013.

989 BALDO GAA, ALMEIDA PAZ ICL, ALVES MCF, NÄÄS IA, GARCIA RG, CALDARA
990 FR, GAVILAN CWS. Blackbone Syndrome in Chicken meat. Brazilian Journal of
991 Poultry Science 2013; 317-322.

992 BRADSHAW RH, KIRKDEN RD, BROOM DM. A Review of the Aetiology and Pathology
993 of Leg Weakness in Broilers in Relation to Welfare. Avian and Poultry Biology
994 Reviews 2002; 13, 45-103.

995 BUIJS S, VAN POUCKE E, VAN DONGEN S, LENS L, BAERT J, TUYTTENS F AM.
996 The influence of stocking density on broiler chicken bone quality and fluctuating
997 asymmetry. Poultry Science 2012; 91 :1759–1767.

998 CAPLEN, G, COLBORNE GR, HOTHERSALL B, NICOL CJ, WATERMAN-PEARSON
999 AE, WEEKS CA, MURRELL JC. Lamé broiler chickens respond to non-steroidal anti-
1000 inflammatory drugs with objective changes in gait function: A controlled clinical trial.
1001 The Veterinary Journal 2013.

- 1002 CENCI V, TALAMINI E. Perspectivas e prospectivas da avicultura nas regiões Sul e Centro-
1003 oeste: uma análise baseada nas vantagens comparativas. In: Cadernos de Economia -
1004 Curso de Ciências Econômicas – Unochapecó. Chapecó: 2007. n. 21.
- 1005 CHANDLER JM, DUNCAN, PW, STUDENSKI SA. Balance performance on the postural
1006 stress test: comparison of young adults, healthy, elderly, and fallers. *Physical Therapy*
1007 1990; 70:410-415.
- 1008 CLASSEN HL, RIDDELL C. Photoperiodic effects on performance and leg abnormalities in
1009 broiler chickens. *Poultry Science* 1989; 68, 873-879.
- 1010 COLBORNE GR, WALKER AM, TATTERSALL AJ, FULLER CJ. Effect of trotting
1011 velocity on work patterns of the hind limbs of Greyhounds. *American Journal of*
1012 *Veterinary Research* 2006; 67, 1293–1298.
- 1013 CORR SA, MCCORQUODALE CC, GENTLE MJ. Gait analysis of poultry. *Research in*
1014 *Veterinary Science* 1998; 65:233–238.
- 1015 CRESPO R, SHIVAPRASAD HL, SAIF YM, FADLY AM, GLISSON JR, MC DOUGALD
1016 LR, NOLAN LK, SWAYNE DE. Developmental, metabolic and other diseases. In:
1017 *Diseases of poultry*. Blackwell publishing, Ames, Iowa, USA; 2008. pp.: 1159.
- 1018 DANBURY TC, WEEKS CA, CHAMBERS JP, WATERMAN-PEARSON AE, KESTIN
1019 SC. Self-selection of the analgesic drug carprofen by lame broiler chickens. *Veterinary*
1020 *Record* 2000; 146:307–311.
- 1021 DINEV I. Pathomorphological investigations on the incidence of clinical spondylolisthesis
1022 (kinky back) in different commercial broiler strains. *Revue Medecine Veterinaire* 2012;
1023 163, 11, 511-515.
- 1024 GARCIA AFQM, MURAKAMI AE, DUARTE CRA, ROJAS ICO, PICOLI KP, PUZOTTI
1025 MM. Use of Vitamin D3 and Its Metabolites in Broiler Chicken Feed on Performance,

- 1026 Bone Parameters and Meat Quality. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*
1027 2013; 408-415.
- 1028 HONIKEL KO. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat.
1029 *Meat Science* 1998; 49:447-457.
- 1030 KESTIN SC, ADAMS SJM, GREGORY NG. Leg weakness in broiler chickens, a review of
1031 studies using gait scoring. In: *Proc. 9th European Poultry Conference; 1994; Glasgow.*
1032 *Escócia.* pp. 203-206.
- 1033 KNOTT L, BAILEY AJ. Collagen links in mineralizing tissues: A review of their chemistry,
1034 function, and clinical relevance. *Bone* 1998; 22:181–187.
- 1035 KNOWLES TG, KESTIN SC, HASLAM SM, BROWN SN, GREEN LE, BUTTERWORTH
1036 A, POPE SJ, PFEIFFER D, NICOL CJ. Leg Disorders in Broiler Chickens: Prevalence,
1037 Risk Factors and Prevention. *PloS one* 2008; 3(2): e1545.
- 1038 LANYON LE, MUNDY GR, MARTIN TJ. Skeletal response to physical loading. Pages. In:
1039 *Physiology and Pharmacology of Bone. Handbook of Experimental Pharmacology*
1040 1993; 485–505.
- 1041 MUIR GD, GOSLINE JM, STEEVES JD. Ontogeny of bipedal locomotion: walking and
1042 running in the chick. *Journal of Physiology* 1996; 493: 589–601.
- 1043 LEWIS PD, DANISMAN GOUS RRM. Photoperiodic responses of broilers. III. Tibial
1044 breaking strength and ash content. *British Poultry Science* 2009; 50:673–679.
- 1045 LYON BG, LYON CE. Color of uncooked and cooked broiler leg quarters associated with
1046 chilling temperature and holding time. *Poultry Science* 2002; 81:1916-1920.
- 1047 MENDES A, KOMIYAMA CM. Estratégias de manejo de frangos de corte visando
1048 qualidade de carcaça e carne. *Revista Brasileira de Zootecnia* 2011; p.352-357.

- 1049 MUTUS R, KOCABAG LIN, ALP M, ACAR N, EREN M, GEZEN SS. The Effect of
1050 Dietary Probiotic Supplementation on Tibial Bone Characteristics and Strength in
1051 Broilers. *Poultry Science* 2006; 85:1621–1625.
- 1052 NÄÄS IA, ALMEIDA PAZ ICL, BARACHO MS, MENEZES AG, BUENO L GF,
1053 ALMEIDA ICL, MOURA DJ. Impact of lameness on broiler well-being. *Journal*
1054 *Applied Poultry Research* 2009; 18 :432–439.
- 1055 NESTOR KE, EMMERSON DA. Role of genetics in expression and prevention of leg
1056 weakness. In: *Proceedings of the Avian Skeletal Disease Symposium, San Antonio,*
1057 *Texas; 1990. 14–21.*
- 1058 NEWMAN S, LEESON S. Skeletal integrity in layers at the completion of egg production.
1059 *World's Poultry Science Journal* 1997; 53:265–277.
- 1060 ORBAN JI, ADEOLA O, STROSHINE R. Microbial phytase in finisher diets of White Pekin
1061 ducks: Effect on growth performance, plasma phosphorus concentration, and leg bone
1062 characteristics. *Poultry Science* 1999; 78:366–377.
- 1063 ONYANGO EM, HESTER PY, STROSHINE R, ADEOLA O. Bone Densitometry as an
1064 Indicator of Percentage Tibia Ash in Broiler Chicks Fed Varying Dietary Calcium and
1065 Phosphorus Levels. *Poultry Science* 2003; 82:1787–1791.
- 1066 PAIXÃO TA, RIBEIRO BRC, HOERR FJ, SANTOS RL. Espondilolistese em frango de
1067 corte no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 2007; 59
1068 (2):523-526.
- 1069 RATH NC, HUFF GR, HUFF WE, BALOG JM. Factors Regulating Bone Maturity and
1070 Strength in Poultry. *Poultry Science* 2000; 79:1024–1032.

- 1071 REICH A, JAFFE N, TONG A. Weight loading young chicks inhibits bone elongation and
1072 promotes growth plate ossification and vascularization. *Journal of Applied Physiology*
1073 2004; p.2381-2389.
- 1074 REIS DTC, TORRES RA, BARBOSA AAL, RODRIGUES CS, MORAES G HK. Efeito de
1075 linhagem e sexo nas características geométricas e biomecânicas de tíbias de frangos de
1076 corte. *Scientiarum Animal Sciences* 2011; 33(1):101-108.
- 1077 REITER K, BESSEI W. Effect of reduced weight load on locomotor activity and leg
1078 disorders in broiler chickens. In: *Proc. 6th European Symposium Poultry Welfare*,
1079 Zollikofen, Switzerland; 2001. p. 113-117.
- 1080 RIDDELL C, HOWELL J. Spondylolisthesis (“kinky back”) in broiler chickens in western
1081 Canada. *Avian Diseases* 1972; 16, 444-452.
- 1082 RIDDELL C, SPRINGER R. An epizootiological study of acute death syndrome and leg
1083 weakness in broiler chickens in western Canada. *Avian Disease* 1985; 29, 90-102.
- 1084 RUTTEN M, LETERRIER C, CONSTANTIN P. Bone development and activity in chickens
1085 in response to reduced weight-load on legs. *Animal Research* 2002; p.327-336.
- 1086 SAUNDERS-BLADES J, KORVER D. HyD and poultry: bones and beyond. *European*
1087 *Poultry Conference*, 2006; Verona, Italy.
- 1088 SEEDOR JG. The biophosphanatealen-dronate (MK-217) inhibit bone loss due to
1089 ovariectomy in rats. *Journal Bone Mineral Research* 1995; 4: 265-270.
- 1090 TAHSEEN A, JOHN B. Is Spondylitis an emerging disease in broiler breeders? *World*
1091 *Poultry* 2007; vol 23 no 12.
- 1092 TALATY PN, KATANBAF MN, HESTER PY. Life cycle changes in bone mineralization
1093 and bone size traits of commercial broilers. *Poultry Science* 2009. 88 :1070–1077.

- 1094 TALATY PN, KATANBAF MN, HESTER PY. Bone mineralization in male commercial
1095 broilers and its relationship to *gait score*. Poultry Science 2010; 89 (2): 342-348.
- 1096 TATARA MR, SIERANT-ROŹMIEJ N, KRUPSKI W, MAJCHER P, ŚLIWA E,
1097 KOWALIK S, STUDZIŃSKI T. Quantitative computed tomography for the assessment
1098 of mineralization of the femur and tibia in turkeys. Medycyna Wet 2005; 61:225–228.
- 1099 UBABEF. União Brasileira de Avicultura. Norma Técnica de Produção Integrada de Frango,
1100 2014. Acesso em: 01 de setembro de 2014. Disponível:
1101 <http://www.abef.com.br/ubabef/exibenoticiaubabef.php?notcodigo=3293>.
- 1102 WEBSTER AB, FAIRCHILD BD, CUMMINGS TS, STAYER PA. Validation of a Three-
1103 Point Gait-Scoring System for Field Assessment of Walking Ability of Commercial
1104 Broilers. The Journal of Applied Poultry Research 2008; 17:529–539.
- 1105 WEEKS CA, DANBURY TD, DAVIES HC, HUNT P, KESTIN SC. The behaviour of
1106 broiler chickens and its modification by lameness. Applied Animal Behaviour Science
1107 2000; 67 111–125.
- 1108 WHITEHEAD C, FLAMING B. The black bone syndrome in broilers – a challenge for
1109 breeders? International Hatchery Practice 2008; p 7-8.
- 1110 WILSON JH, MASON JP. Bone breaking influenced by preconditioning. Transactions of the
1111 ASAE 1992; 35:263–265.
- 1112 WISE DR. Spondylolisthesis (“kinky back”) in broiler chickens. Record Veterinary Science
1113 1970; 11, 447-451.
- 1114 VAZQUEZ MA, SOTO-SALANOVA MF. Quality feeding of vitamins in the key to success.
1115 The Blackbone Syndrome and its impact on the quality of meat. Fleischwirtschaft 2009.
1116 p. 21.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

1117
1118

1119 Patologias locomotoras remetem à grande preocupação na avicultura, em virtude de
1120 sua piora no bem-estar animal. Além disso, são responsáveis por elevadas perdas produtivas,
1121 desta forma, diminuindo lucros. Estudos aprofundados podem resultar em maior
1122 conhecimento dos fatores causadores de problemas locomotores, e por consequência diminuir
1123 o número de aves afetadas.

1124 O *gait score* vem sendo utilizado com sucesso ao longo dos anos como indicador de
1125 bem-estar animal, em decorrência de sua facilidade de execução. No entanto, é altamente
1126 subjetivo e pode sofrer alta variação, fornecendo dados superficiais e insuficientes para o
1127 entendimento do problema.

1128 A adição de novas tecnologias, como o uso de mídias audiovisuais e *softwares*
1129 específicos é desejável, pois podem auxiliar no entendimento sobre o comportamento e
1130 aparecimento de distúrbios locomotores em frangos de corte atuais, possibilitando análises
1131 mais aprofundadas e qualitativas.

1132 Portanto, um dos principais desafios da avicultura mundial é buscar novas práticas e
1133 técnicas que, cada vez mais, aperfeiçoem a capacidade de detecção de patologias motoras e
1134 consequentemente diminuam prejuízos produtivos.