



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

**ALOMETRIA DE FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES GRAUS DAS  
MIOPATIAS PEITORAIS *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING***

**Acadêmico:** João Paulo Tiburcio Bueno

Dourados – MS

Setembro - 2020



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE ZOOTECNIA

**ALOMETRIA DE FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES GRAUS DAS  
MIOPATIAS PEITORAIS *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING***

**Acadêmico:** João Paulo Tiburcio Bueno.

**Orientador:** Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia.

**Coorientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Fernanda de Castro Burbarelli.

Trabalho apresentado à Faculdade de  
Ciências Agrárias da Universidade  
Federal da Grande Dourados, como  
parte das exigências para obtenção do  
grau de bacharel em Zootecnia

Dourados – MS

Setembro - 2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

B928a Bueno, João Paulo Tiburcio  
ALOMETRIA DE FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES GRAUS DAS MIOPATIAS  
PEITORAIS WOODEN BREAST E WHITE STRIPPING [recurso eletrônico] / João Paulo  
Tiburcio Bueno. -- 2020.  
Arquivo em formato pdf.  
  
Orientador: Rodrigo Garófallo Garcia.  
Coorientadora: Maria Fernanda de Castro Burbarelli.  
TCC (Graduação em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2020.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>  
  
1. Crescimento precoce. 2. crescimento tardio. I. Garcia, Rodrigo Garófallo. II. Burbarelli,  
Maria Fernanda De Castro. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

## CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO:** ALOMETRIA DE FRANGOS DE CORTE COM DIFERENTES GRAUS DAS MIOPATIAS PEITORAIS *WOODEN BREAST* E *WHITE STRIPPING*

**AUTOR:** João Paulo Tiburcio Bueno

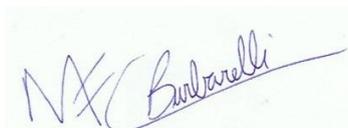
**ORIENTADOR:** Rodrigo Garófallo Garcia

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em **ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.



Prof. Dr. Rodrigo Garófallo Garcia

(Orientador)



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Fernanda de Castro Burbarelli



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Claudia Marie Komiyama

Data de realização: 24 de Setembro de 2020



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno

Presidente da comissão do TCC-Zootecnia

*Aos meus pais, Elaine e Clemilson pelo apoio,  
amor incondicional, e principalmente por  
estarem ao meu lado em todos os momentos.  
Minha eterna gratidão.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, pelo fôlego de vida, por sempre guiar meus passos, por me dar força e coragem para seguir em frente e estar sempre comigo.

Aos meus amados pais, Elaine e Clemilson pelo amor, carinho, força e apoio que sem sombra de dúvidas foi essencial para que eu pudesse concluir essa jornada. Amo vocês!

Às minhas irmãs Sarah, Ester e Noemi por todo o incentivo durante os anos de graduação.

À Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), especialmente a Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), pela oportunidade de realização deste curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao meu orientador Rodrigo Garófallo Garcia, pelos ensinamentos, amizade, conselhos, pela atenção prestada no decorrer da graduação.

À minha coorientadora Maria Fernanda de Castro Burbarelli por toda ajuda, paciência e compreensão, agradeço imensamente.

À Vivian Aparecida Rios de Castilho, por toda ajuda.

À professora Ana Carolina Amorim Orrico e professora Claudia Marie Komiyama por todos os conselhos, incentivos e principalmente pelos ensinamentos. Foi uma honra ser aluno de vocês.

Aos demais professores e funcionários da FCA que com toda certeza contribuíram para a minha formação.

## SUMÁRIO

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	12
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Melhoramento Genético de aves para rápido crescimento e ganho de peso .....	14
2.2 Miopatias peitorais em frangos de corte .....	15
2.2.1 White Striping.....	15
2.2.2 Wooden breast .....	16
2.3 Influência do rápido crescimento em aves e o desenvolvimento de miopatias ..	17
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	19
3.1 Aves e alojamento.....	19
3.2 Procedimento de abate .....	19
3.3 Caracterização das miopatias.....	20
3.4 Estudo do crescimento relativo.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONCLUSÃO .....	31
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	32
7 REFERÊNCIAS .....	33

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Genótipo comercial de frango de corte produzido na década de 1950 e 2005.....	15
<b>Figura 2.</b> Classificação de graus de <i>White striping</i> em peitos de frangos.....	16
<b>Figura 3.</b> Graus de <i>Wooden breast</i> em peitos de frangos.....	17
<b>Figura 4.</b> Classificação de <i>White striping</i> no músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte.....	20
<b>Figura 5.</b> Classificação de <i>Wooden breast</i> no músculo <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte...	21

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1.</b> Ganho de peso (GP) em quilogramas, da primeira a sexta semana de criação de frangos de corte da linhagem Cobb 500.....	18
<b>Tabela 2.</b> Tabela de estatística descritiva.....	22
<b>Tabela 3.</b> Equações de alometria para pé, peito, asas, dorso, sobrecoxa e coxa em relação ao peso da carcaça de frangos de corte abatidos aos 35 dias e verificação da diferença do coeficiente de alometria.....	24
<b>Tabela 4.</b> Equações de alometria dos cortes comerciais de frangos de corte em relação ao peso da carcaça aos 35 dias e verificação da diferença do coeficiente alométrico de acordo com os graus de acometimento das miopatias <i>White striping</i> e <i>Wooden breast</i> .....	25
<b>Tabela 5.</b> Valores de b.....	27

## RESUMO

Tendo em vista que o surgimento de miopatias peitorais se tornou frequente no setor avícola, causando muitas perdas econômicas, pesquisou-se sobre o crescimento alométrico do peito de frango, a fim de constatar a velocidade de crescimento do peito, se o crescimento desse músculo é precoce ou tardio em relação à velocidade de crescimento corporal, sendo esses filés acometidos ou não por miopatias peitorais. Para tanto, foi necessário identificar os graus de miopatia existentes em frangos de 35 dias e associou-se à taxa de crescimento. Realizou-se, então, uma pesquisa onde foram alojados 300 pintos de um dia machos e fêmeas, da linhagem Cobb 500®, sendo criados até 35 dias de idade. Aos 35 dias de idade as aves foram abatidas, com o peso vivo variando de 1,356 Kg a 2,956 Kg, em seguida as carcaças foram pesadas evisceradas quentes e carcaças resfriadas livres de cabeça e pés. Logo após as pesagens, foram realizados os cortes para a pesagem do peito, coxa, sobrecoxa, asas, dorso e pés, em seguida procedeu-se a avaliação dos peitos quanto à presença e severidade das miopatias e seleção para as posteriores análises alométricas. As aves apresentando filés normais, demonstraram crescimento isogônico para sobrecoxa e a coxa, já os cortes de pés, peito, asas e dorso apresentaram crescimento heterogônico sendo pé e peito crescimento precoce e asas e dorso crescimento tardio. Para todos os graus de acometimento de *White Striping* associados com *Wooden Breast* constatamos crescimento heterogônico para todas as partes, sendo que pé peito e sobrecoxa apresentaram crescimento heterogônico positivo, em contrapartida asas, dorso e coxa apresentaram crescimento heterogônico negativo. Diante disso, verificou-se que o peito apresentou crescimento precoce em relação ao corpo, os graus de miopatias se mostraram relacionados ao crescimento acelerado do peito, o que impõe a constatação de que a seleção de animais para alto rendimento pode sim ser uma das principais causas do surgimento das miopatias peitorais.

Palavras-chave: Crescimento precoce, crescimento tardio.

## ABSTRACT

Considering pectoral myopathies has become frequent in the poultry, causing many economic losses, research was carried out on the allometric growth of chicken breast in order to verify the speed of breast growth and if the growth of this muscle is early or late in relation to body growth, whether or not these fillets are affected by pectoral myopathies. Therefore, it was necessary to identify the degrees of myopathy in 35-day-old chickens and associates this changes in muscle breast with the growth rate. A research was carried out where 300 male and female day-old Cobb 500® chicks and slaughtered at 35 days old with live weight ranging from 1,356 kg to 2,956 kg. The carcasses were weighed hot gutted and chilled carcasses free of head and feet. After weighing, commercial cuts were made to weigh the chest, thigh, drumstick, wings, back and feet, then the breasts were evaluated for the presence and severity of myopathies and selection for subsequent allometric analyzes. Chicken with normal breast fillets, showed isogonic growth for thigh and thigh, whereas the feet, chest, wings and back had a heterogeneous growth, feet and chest with fast growing rate and wings and back with slow growing rate. For all degrees of White Striping associated with Wooden Breast, we found heterogeneous growth for all parts, with breast and thigh feet showing positive heterogeneous growth, in contrast, wings, back and thigh showed negative heterogeneous growth. Therefore, breast showed fast growth rate in relation to the body, also, all the degrees of myopathies were showed relation with the accelerated growth of the breast, which indicates that the selection of animals for high performance may indeed to be one of the main causes of the pectoral myopathies.

Keywords: Fast growing, slow growing.

## 1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Segundo a (FAO, 2017) em 2050 a população será de 9,8 bilhões de pessoas, o maior crescimento será nos países em desenvolvimento. Para alimentar essa grande população, a produção de alimentos deverá aumentar em 70%. Sendo assim, em busca de ser um dos setores a colaborar para suprir a demanda mundial por alimentos, a avicultura buscou o aperfeiçoamento dos níveis de produção, aumentando a pressão nas empresas avícolas em produzir animais com crescimento mais precoce e com elevada eficiência alimentar.

A avicultura é uma atividade que vem mostrando seu potencial nos últimos anos, apresentando um forte crescimento, devido aos investimentos em tecnologias, possibilitando maior produtividade em um mesmo espaço. Dentre esses avanços podemos citar as novas instalações criadas com o intuito de melhorar a produção como as *Dark House*, os equipamentos para proporcionar melhor ambiência aos animais (exaustores, ventiladores, nebulizadores, aquecedores) que ajudam o animal a permanecer em conforto térmico e controla o nível de gases dentro da instalação, e também a genética das aves, que tem sido fundamental para esse avanço.

A seleção genética foi o caminho encontrado para melhorar a produtividade dessas aves fazendo o cruzamento de raças diferentes para assim explorar a complementariedade de características de interesse econômico, formando linhagens de crescimento mais rápido e melhor rendimento de cortes, atendendo o anseio da indústria e dos consumidores. Segundo Havenstein (2006) alguns estudos consistentes mostram que 85 a 90% da mudança na taxa de crescimento observada ao longo dos últimos 50 anos, se deram devido à seleção genética, sendo apenas 10 a 15% provenientes da melhoria na nutrição e no manejo nutricional.

No entanto esse crescimento mais acelerado dessas aves pode ter forte relação com o surgimento de alterações musculares denominadas miopatias peitorais.

Uma das miopatias que vem assolando os frangos de corte atualmente é a *White striping*, conhecida por “estriação branca”, é caracterizada pela ocorrência de estrias brancas no músculo *Pectoralis major* que são vistos paralelamente as fibras musculares e podem surgir em diferentes intensidades associadas a alterações químicas na carne (Kuttappan et al., 2012).

Outra miopatia também emergente é denominada *Wooden breast*, conhecida por “peito amadeirado”, possui traços macroscópicos peculiares que confere ao músculo peitoral maior (*Pectoralis major*) do frango dureza palpatória, coloração pálida, presença de pequenas hemorragias bem como a de protuberâncias e superfície viscosa em decorrência a um exsudato fluido e transparente que cobre as áreas endurecidas (Dalle Zotte et al., 2017).

Tendo em vista que o crescimento de cada parte do corpo segue um ritmo diferente, e que vários pesquisadores como (Mudalal et al. 2015; Boerboom et al., 2018; Petracci et al. 2019), citam o crescimento acelerado e o alto rendimento de peito como principais responsáveis pelo surgimento das anormalidades, é importante o estudo da taxa de crescimento do peito que é o corte comercial mais afetado pelas miopatias.

Diante disso o objetivo do trabalho foi identificar através dos cálculos de alometria, a velocidade de crescimento dos cortes comerciais, principalmente o peito que é a parte mais afetada pelas alterações supracitadas, determinando se o peito da ave tem crescimento precoce ou tardio, tendo como base o crescimento corporal do frango de corte. Assim podendo relacionar ou não as miopatias a velocidade de desenvolvimento desses animais.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### *2.1 Melhoramento Genético de aves para rápido crescimento e ganho de peso*

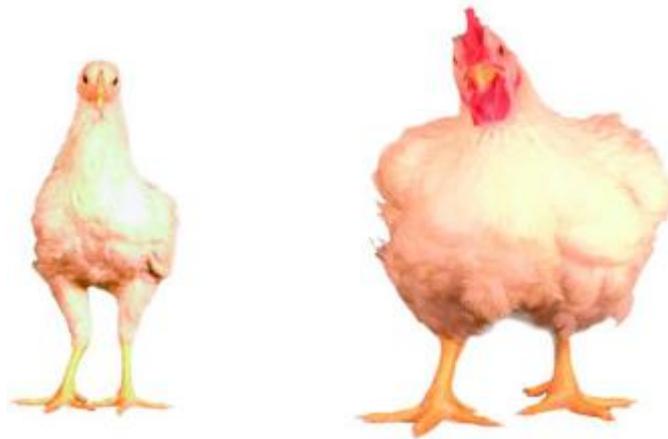
A avicultura é uma das atividades que tem apresentado uma grande evolução nas últimas décadas em termos de produção e produtividade. Esses avanços e evoluções só foram possíveis devido a nutrição, manejo e melhoramento genético desses animais. Para atender a demanda da cadeia de carne de frango foi necessário a intensificação da seleção de animais com características desejáveis, assim produzindo animais com melhor potencial de ganho de peso, conversão alimentar, bem como peso de peito e rendimento de carcaça. Todo esse aperfeiçoamento só foi possível por causa da mudança na dieta das aves e a elevada herdabilidade de peso corporal das linhagens comerciais (Montagna, 2017). Desta maneira, as empresas de melhoramento genético trabalham na seleção de frangos, buscando produzir aves que atendam às exigências da indústria e do consumidor.

Zuidhof et al. (2014) em seu estudo sobre crescimento, eficiência e rendimento de frangos de corte de 1957, 1978 e 2005 constatou que houve uma transformação no potencial genético dos pesos totais do peitoral maior em relação ao peso corporal na linhagem de 2005 em relação as linhagens AMC 1957 e AMC-1978. Esse mesmo autor mostra que de 1957 a 2005 o rendimento do peitoral menor aos 43 dias de idade aumentou em 30 e 37% em machos e fêmeas respectivamente, enquanto o peitoral maior aumentou 79 e 85%; nesse mesmo período segundo esse estudo houve um aumento de 400% na taxa de crescimento desses animais.

Schmidt et al. (2009) em seu estudo com uma linhagem de 1950 e uma linhagem moderna, verificou que o acúmulo de massa corporal na linhagem moderna ocorreu 1,8 vezes mais rápido que na linhagem antiga. Sendo o crescimento do musculo peitoral 3,8 vezes mais rápido na linhagem atual em relação a linhagem de 1950.

A figura 1 do estudo de Zuidhof et al. (2014), mostra a diferença de peso de uma ave criada na década de 1950 (esquerda) e uma ave criada em 2005 (direita), ambas com 56 dias de vida alimentadas com a mesma dieta moderna. A ave a esquerda pesa 905 g enquanto a da direita tem o peso de 4.202g.

**Figura 1.** Genótipo comercial de frango de corte produzido na década de 1950 e 2005.



Fonte: Adaptado de Zuidhof et al. (2014)

Porém a seleção visando as características produtivas pode ser a responsável por desencadear alterações fisiológicas consideráveis durante o desenvolvimento dos frangos (Gaya et al., 2006).

## ***2.2 Miopatias peitorais em frangos de corte***

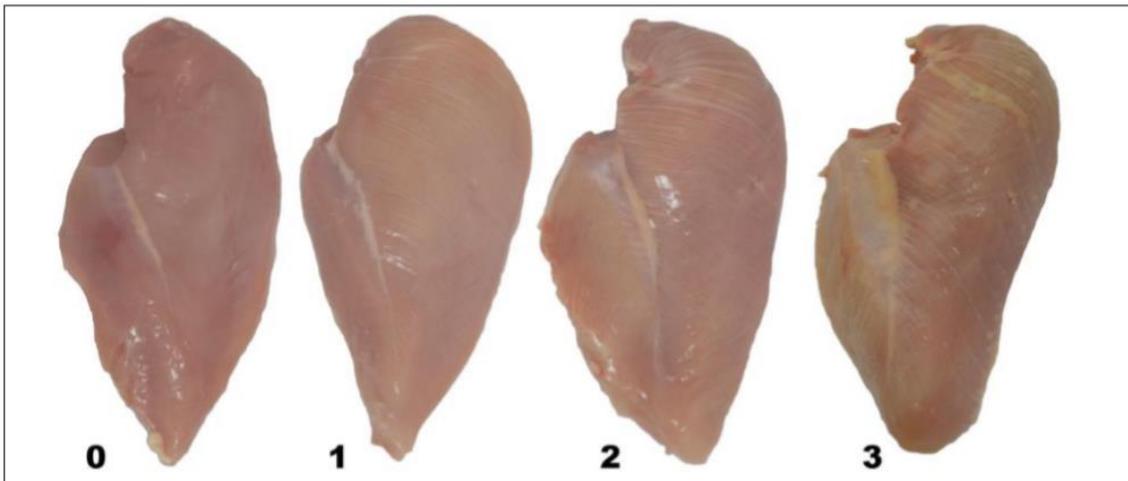
A fim de atender a demanda global por proteína, nutricionistas e geneticistas tem trabalhado juntos para melhorar a performance de crescimento de frangos de corte, melhorando a eficiência alimentar e o crescimento acelerado dos músculos em um espaço reduzido de tempo. Esse crescimento acelerado pode estar associado à ocorrência de alterações na musculatura dessas aves, denominadas como miopatias (Kuttappan et al., 2016).

### ***2.2.1 White Striping***

A miopatia *White Striping* foi estudada pela primeira vez em 2009 por Bauermeister et al., (2009) e Kuttapan et al., (2009) e tem sido descrita por Kuttapan et al., (2016, p. 1) como ocorrência de estrias brancas paralelas às fibras musculares principalmente do peito do frango.

As estrias brancas podem ser facilmente identificadas na superfície dos filés de peito de frango cru, pois de acordo com Kuttappan et al. (2009) essa miopatia apresenta diferentes graus de severidade, conforme a espessura de linhas brancas aparentes, podendo ser normal, moderada, severa e extrema (graus 0, 1, 2, 3, respectivamente), (Figura 2).

**Figura 2.** Classificação de graus de *White striping* em peitos de frangos.



Fonte: Kuttappan et al. (2016).

De acordo com estudos realizados por Kuttappan a ocorrência de *White striping* pode diminuir significativamente a aceitação da carne para consumo e também afeta a decisão de compra, porque a aparência é alterada, deixando a carne com aspecto gorduroso (Kuttappan et al., 2012b). Santos (2019) identificou a ocorrência de White Striping em frangos com idade de 3 semanas em ambos os sexos, mas estudos recentes indicam o aparecimento cada vez mais precoce dessa miopatia.

### 2.2.2 *Wooden breast*

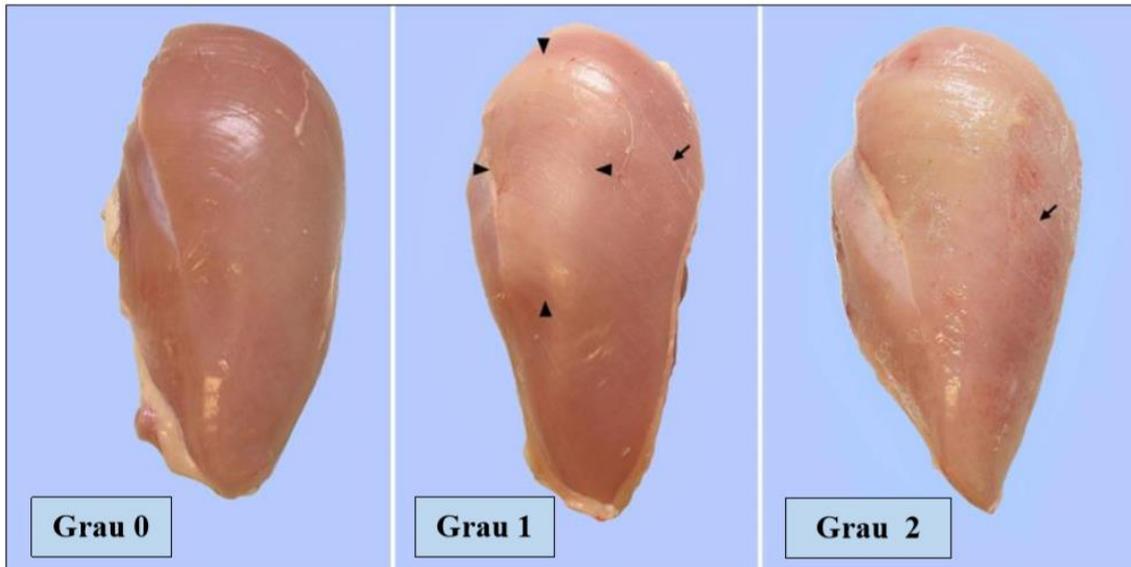
Mencionada na literatura como peito ‘amadeirado’ (*woody*) ou “de madeira” (*wooden*), a miopatia *Wooden breast* (WB) apresenta áreas pálidas, endurecidas e levemente irregulares, que podem estar cobertas por um líquido moderadamente viscoso e ligeiramente turvo, as áreas endurecidas podem ocorrer de forma difusa ou apenas em uma área focal do músculo peitoral (Sihvo et al., 2014).

A *Wooden breast* pode ser classificada de acordo com Sihvo et al. (2017) em filés normais ou grau 0 quando a cor e consistência dos filés está normal, filés moderados ou grau 1 quando os filés apresentam consistência endurecida e cor pálida na área cranial com poucas estrias brancas e filés severos ou grau 2 quando o músculo todo está endurecido e pálido e com várias estrias brancas ao longo da superfície.

Chatterjee et al. (2016, p.2449) definem a carne acometida por *wooden breast* como sendo endurecida ao toque e apresentam “cristas” endurecidas ao longo da porção ventral do peito das aves.

Na figura 3 é possível identificar algumas características anteriormente citadas da miopatia *Wooden breast*.

**Figura 3.** Graus de *Wooden breast* em peitos de frangos.



Fonte: Sihvo et al. (2017).

As pontas de flecha na parte cranial do filé que tem o grau 1 de *Wooden breast*, indicam a área que se apresenta endurecida e pálida, já a seta que está mais à direita do filé indica a estriação branca acompanhando as fibras musculares. No grau 2 de acometimento a seta indica as estrias brancas de largura variável.

### 2.3 Influência do rápido crescimento em aves e o desenvolvimento de miopatias

A seleção para características de alto rendimento como rápido crescimento do peito tende a aumentar a pressão genética sobre as aves, e pode estar relacionada com a modificação histológica e bioquímica do tecido muscular comprometendo algumas características da qualidade da carne (Petraci & Cavani, 2012).

O alto desenvolvimento muscular do peito alterou tanto a morfometria quanto a biologia celular, provavelmente ocasionando maior tamanho de fibra, levando a uma redução do suprimento sanguíneo para o músculo, contribuindo para um estado de hipóxia grave e causando degeneração da miofibra (Velleman & Clark 2015).

A maior incidência de WS e WB em peitos de frango está atrelada ao peso da ave, estudos mostram que há uma tendência de aves mais pesadas apresentarem graus mais severos dessas miopatias (Kuttappan et al., 2016). Além disso, a condição *White Striping* não demonstra nenhuma predileção por raça ou estirpe (Kuttappan et al., 2013; Petracci et al., 2013).

A curva de crescimento de frangos de corte de Nogueira et al. (2019), mostram que para a linhagem Cobb 500 os machos atingiram o ganho máximo de peso aos 31 dias com ganho diário de peso de 111 g, já as fêmeas atingiram a taxa máxima de ganho de peso diário de 91 g em 28 dias.

O acelerado ganho de peso da linhagem Cobb pode ser acompanhado na (Tabela 1), que apresenta dados de ganho de peso de machos e fêmeas do 7° ao 42° dia de vida.

**Tabela 1.** Ganho de peso (GP) em quilogramas, da primeira a sexta semana de criação de frangos de corte da linhagem Cobb 500.

Sexo	GP 7	GP 14	GP 21	GP 28	GP 35	GP 42
Macho	0.180	0.503	0.920	1.745	2.544	3.204
Fêmea	0.174	0.466	0.875	1.563	2.198	2.752

Adaptado de Nogueira et al. (2019)

Há uma certa sincronia no crescimento dos tecidos respeitando a velocidade de deposição na carcaça, ou seja, o acúmulo de tecido ósseo é mais rápido do que o do tecido muscular que, por sua vez, é mais rápido do que o do tecido adiposo, distinguindo-se por uma maior ou menor taxa específica de crescimento do animal (Gonzales & Sartori, 2002).

O desenvolvimento corporal do animal pode ser descrito pelo coeficiente de alometria, esse coeficiente visa estabelecer qual seria a carcaça ideal (Reis et al, 2012). A carcaça ideal seria aquela com a máxima quantidade de tecido muscular exigida pelo mercado, mínima quantidade de tecido ósseo que suporte o peso do animal, e adequada quantidade de gordura.

Através do coeficiente de alometria é possível determinar a velocidade de desenvolvimento de cada parte do corpo, podendo aplicar essa metodologia para saber a velocidade de crescimento do peito de frango em relação ao crescimento corporal, e assim descobrir a possibilidade de haver relação entre a taxa de crescimento desse corte comercial com o surgimento das alterações musculares.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Aves e alojamento

Todos os procedimentos realizados neste estudo estão em conformidade com os preceitos éticos para pesquisa científica e aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais CEUA da Universidade Federal da Grande Dourados (protocolo CEUA/UFGD 12/2019).

A realização do experimento se deu em um aviário experimental na Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). O aviário dispõe de 56 boxes, com área de 4,5m<sup>2</sup> cada, equipado com comedouro tubular, bebedouro pendular, cortinas e sobrecortinas, exaustores, ventiladores, aspersores e placas evaporativas para o controle da temperatura interna da instalação, com painel de acionamento automatizado.

O aquecimento inicial para cada box foi feito com lâmpada infravermelha de 250 W. O programa de luz adotado foi contínuo de 23 horas de luz na primeira semana e intermitente nas demais semanas, sendo diminuído o fotoperíodo gradativamente até os 11 dias de vida, quando as aves foram submetidas a 18 horas de luz e intensidade luminosa de 22 lúmens por m<sup>2</sup>.

Foram alojados 300 pintos de um dia machos e fêmeas, da linhagem Cobb 500®, em um total de 10 boxes, contendo 30 aves por box, após a pesagem inicial e uniformização dos pesos com variação de  $\pm 5\%$ . A densidade de criação das aves foi de 14 aves/m<sup>2</sup> até os 35 dias de idade. As rações experimentais foram fornecidas *ad libitum*, sendo formuladas a base de farelo de soja e milho de acordo com a fase produtiva das aves, utilizando cinco fases de criação; fase pré-inicial, inicial, crescimento I, crescimento II e final, atendendo as exigências nutricionais de acordo com Rostagno et al. (2017). As demais práticas de manejo foram adotadas seguindo o manual da linhagem.

#### 3.2 Procedimento de abate

Aos 35 dias, ocorreu o abate das 300 aves, sendo 150 machos e 150 fêmeas, para avaliação dos peitos quanto à presença e severidade das miopatias e seleção para as posteriores análises alométricas. As aves foram submetidas ao jejum alimentar de oito horas, em seguida foram acondicionadas em caixas plásticas com capacidade para oito aves e transportadas ao Laboratório de Carnes da FCA/UFGD.

Foram sacrificadas as aves com peso vivo variando de 1,356 Kg a 2,956 Kg, por deslocamento cervical seguida de secção das veias jugulares e artérias carótidas e sangradas por três minutos. A escaldagem das carcaças foi feita por imersão em tanque de água com temperatura a 58 °C e duração de dois minutos, seguida da depenagem automatizada das

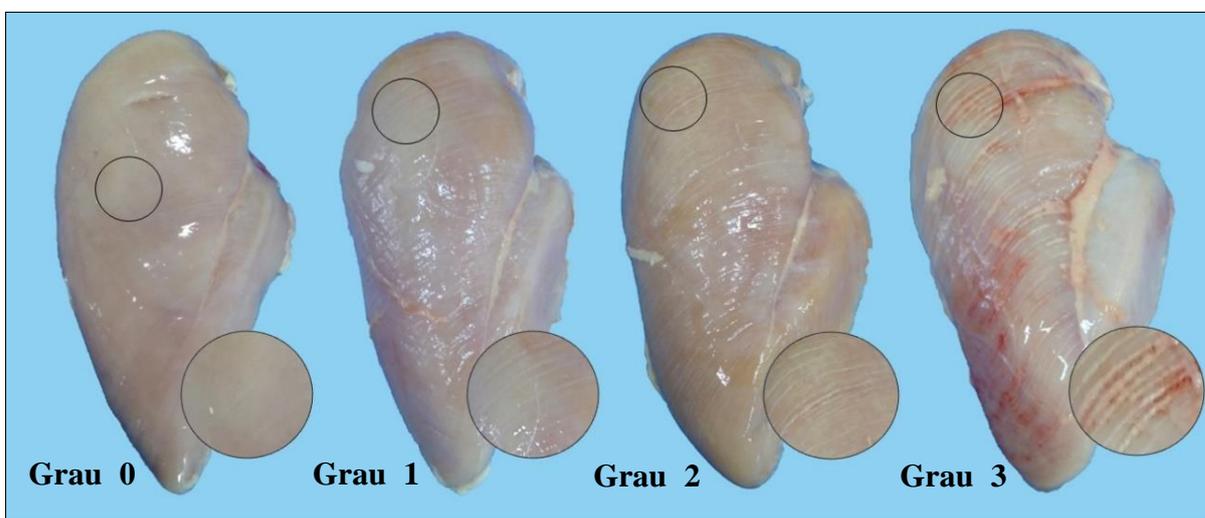
carcaças. A evisceração e retirada dos pés e cabeça após a depenagem foi realizada de forma manual. O resfriamento das carcaças foi feito via água e com duração de 12 minutos no pré *chiller* à temperatura de 10 a 18°C e *chiller* com duração de 18 minutos com temperatura de zero a 2°C.

Foi realizado a pesagem das carcaças evisceradas quentes e carcaças resfriadas livres de cabeça e pés, e em seguida realizados os cortes para a pesagem do peito, coxa, sobrecoxa, asas, dorso e pés.

### 3.3 Caracterização das miopatias

Após o resfriamento, os peitos foram desossados e separados para caracterização das miopatias. Os peitos foram classificados entre um dos quatro scores de *White striping* (WS) estabelecidos em grau zero ou normal, o filé que não apresentou nenhuma estriação; grau 1 ou moderado, que possuíam estrias finas, geralmente com menos de 1 mm de espessura, mas aparentemente visíveis na superfície do filé; grau 2 ou grave, estrias largas com espessura entre 1 a 2 mm, muito visíveis na superfície do filé; grau 3 ou extremo, estrias grossas maiores que 2 mm de espessura, cobrindo quase toda a superfície do filé conforme a (Figura 5).

**Figura 4.** Classificação de *White striping* no músculo *Pectoralis major* de frangos de corte.

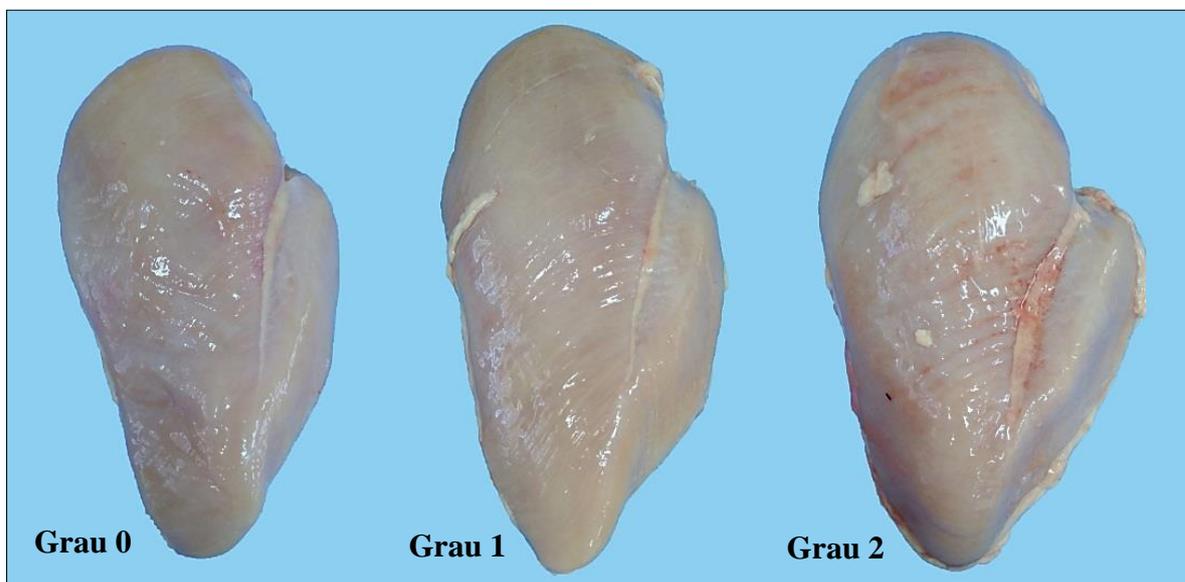


Fonte: Castilho (2020).

A condição de *Wooden breast* (WB) nos filés de peito foi identificada através da palpação manual após o abate das aves (Tijare et al., 2016) e o grau de severidade (Figura 6) classificado de acordo com Sihvo et al. (2017). Consideraram-se grau 0 ou normal, o filé que apresentou cor e consistência normais; grau 1 ou moderado, onde a consistência do filé na área

cranial apresentou-se endurecida e a coloração pálida; e, grau 2 ou severo, em que o músculo apresentou-se severamente endurecido e pálido com estrias brancas ao longo da superfície.

**Figura 5.** Classificação de *Wooden breast* no músculo *Pectoralis major* de frangos de corte.



Fonte: Castilho (2020).

Os filés foram classificados como: normais, filés com apenas *White striping*, filés com apenas *Wooden breast* e filés com *White striping* e *Wooden breast* associados em diferentes escores. Desta maneira, as diferentes classificações observadas foram:

- - Filés normais não apresentaram nenhum tipo de lesão (Normal);
- - Filés com apenas *White striping* (WS);
- - Filés com apenas *Wooden breast* (WB);
- - Grau 1 de *White striping* e Grau 1 de *Wooden breast* (WS1WB1);
- - Grau 2 de *White striping* e Grau 1 de *Wooden breast* (WS2WB1);
- - Grau 3 de *White striping* e Grau 1 de *Wooden breast* (WS3WB1);
- - Grau 1 de *White striping* e Grau 2 de *Wooden breast* (WS1WB2);
- - Grau 2 de *White striping* e Grau 2 de *Wooden breast* (WS2WB2);
- - Grau 3 de *White striping* e Grau 2 de *Wooden breast* (WS3WB2).

Após a realização do abate e a classificação dos peitos de acordo com os escores de miopatias, foi elaborada a tabela de estatística descritiva contando também com o número de animais por score e o número de aves selecionadas para as avaliações alométricas (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tabela de estatística descritiva.

	Normal	WS	WB	WS1WB1	WS2WB1	WS3WB1	WS1WB2	WS2WB2	WS3WB2
N	8	11	16	109	18	8	93	54	13
PV MAX (kg)	2,158	2,456	2,544	2,956	2,532	2,422	2,818	2,844	2,61
PV MIN (kg)	1,716	1,794	1,660	1,594	1,828	1,876	1,356	1,790	1,878
PV±DP (kg)	1,98±0,12	2,09±0,19	2,03±0,22	2,14±0,26	2,11±0,21	2,12±0,21	2,26±0,27	2,33±0,28	2,38±0,22
P. PEITO MAX (kg)	0,644	0,674	0,770	0,888	0,822	0,726	0,910	0,940	0,891
P. PEITO MIN (kg)	0,494	0,554	0,460	0,444	0,519	0,640	0,395	0,475	0,603
P. PEITO±DP (kg)	0,57±0,05	0,61±0,04	0,61±0,08	0,63±0,08	0,63±0,08	0,64±0,07	0,70±0,1	0,73±0,1	0,76±0,09
N° SELECIONADOS	8	10	14	19	15	8	15	18	13

N- Número total de filés de peito em cada tratamento; PV- Peso Vivo; DP- Desvio padrão; P. Peito- Peso de peito; N° Seleccionados- Número de filés selecionado dentro de cada tratamento para os cálculos de alometria.

Para a seleção das amostras as quais seriam realizadas análises alométricas, a partir das amostras classificadas de acordo com os escores de peitos de frangos, foram amostrados aleatoriamente aves por escore, de acordo com a disponibilidade (Tabela 2), das quais foram mensurados os pesos de cortes comerciais. Para os filés com graus de acometimento normal, WS3WB1 e WS3WB2, foram selecionados todos os filés pois havia um número muito baixo de peitos nesses graus. Os demais filés classificados nos demais graus foram escolhidos para as análises alométricas os que possuíam as lesões mais características do grau de acometimento ao qual foram designados. Cabe ressaltar que animais com ausência de miopatias atualmente são escassos, quando criados em condições ideais como as fornecidas no presente estudo.

### 3.4 Estudo do crescimento relativo

O estudo do crescimento relativo foi realizado a partir dos pesos dos cortes comerciais peito, coxa, sobrecoxa, asas, dorso e pés e também foi utilizado o peso total da carcaça resfriada livre dos pés e cabeças. Para tal estudo foram considerados cada um dos grupos experimentais e também a totalidade de aves selecionadas a partir dos filés.

**Peito:** Para obtenção do peito foi efetuado a retirada das asas e da parte traseira cortando ao longo da junção das costelas vertebrais e esternais, em seguida foi removido o dorso.

**Coxa e Sobrecoxa:** Com uma perna completa conseguimos retirar dois cortes, a coxa e a sobrecoxa. Para a separação entre sobrecoxa e coxa o corte é executado na articulação entre a tíbia e o fêmur, separando dois cortes comerciais distintos. A parte contendo o fêmur corresponde a sobrecoxa e a outra parte que contém a tíbia corresponde a coxa.

**Asas:** A asa é obtida através do corte na articulação entre o úmero e a espinha dorsal, ela é constituída de três partes, a primeira parte contém o úmero que liga a asa ao corpo da ave, a segunda parte contém os ossos rádio e ulna, já a terceira parte que é a ponta contém os metacarpos e as falanges.

**Dorso:** A obtenção do dorso se dá através de um corte paralelo ao longo de cada lado da espinha dorsal através das costelas vertebrais até a base do ílio e ao longo da borda externa dos ossos pélvicos. O dorso inteiro é constituído pela espinha dorsal completa, ílio e ossos pélvicos com carne e pele em anexo.

**Pés:** Através de um corte na articulação entre o metatarso e a tibia é feito a separação dos pés do resto da carcaça. O pé é composto do metatarso e quatro falanges com carne e pele.

O estudo do crescimento relativo dos cortes foi realizado mediante a equação potência,  $Y = a X^b$ , transformada logaritmicamente em um modelo linear,  $\ln Y = \ln a + b \ln X + \ln e_i$ , (Huxley, 1932).

Sendo:

**Y** = o peso de cada corte comercial (pé, peito, coxa, sobrecoxa, dorso, asas);

**X** = Peso carcaça resfriada ajustado;

**a** = a intercepção do logaritmo da regressão linear sobre Y e “b”;

**b** = o coeficiente de crescimento relativo ou coeficiente de alometria;

**e<sub>i</sub>** = o erro multiplicativo.

As análises para obtenção dos coeficientes alométricos foram realizadas por meio do Statistical Analysis System (SAS, 1996). Para verificação da hipótese  $b=1$  foi realizado o teste “t” (Student) ( $\alpha = 0,05$  e  $\alpha = 0,01$ ). Se  $b = 1$ , o crescimento foi denominado isogônico, indicando que as taxas de desenvolvimento de “X” e “Y” foram semelhantes no intervalo de crescimento considerado. Quando  $b \neq 1$ , o crescimento foi chamado heterogônico, sendo positivo ( $b > 1$ ), órgão de desenvolvimento precoce; ou negativo ( $b < 1$ ), órgão de desenvolvimento tardio.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando avaliadas todas as amostras coletadas em conjunto, a partir do teste t identificamos que os coeficientes de alometria de todas as partes analisadas obtiveram crescimento heterogônico ( $b \neq 1$ ), ou seja, o crescimento de cada parte analisada foi diferente do crescimento do corpo. De acordo com as equações obteve-se crescimento heterogônico negativo ( $b < 1$ ), ou seja, desenvolvimento tardio para as asas, dorso, sobrecoxa e coxa. Enquanto o pé e o peito obtiveram crescimento heterogônico positivo ( $b > 1$ ), ou seja, crescimento precoce em relação ao desenvolvimento da carcaça (Tabela 3). Define-se crescimento tardio quando a parte analisada cresce mais devagar que o corpo como um todo, e crescimento precoce quando a parte analisada cresce de forma acelerada, em relação ao corpo da ave.

**Tabela 3.** Equações de alometria para pé, peito, asas, dorso, sobrecoxa e coxa em relação ao peso da carcaça de frangos de corte abatidos aos 35 dias e verificação da diferença do coeficiente de alometria.

Cortes	Equação	Teste t (Ho:b=1)	R <sup>2</sup>
Pé	$\ln \text{ Pé} = -3,1955 + 1,2051 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7529
Peito	$\ln \text{ Peito} = -1,0019 + 1,1712 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,8821
Asas	$\ln \text{ Asas} = -2,2292 + 0,7651 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7880
Dorso	$\ln \text{ Dorso} = -1,6562 + 0,7425 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7662
Sobrecoxa	$\ln \text{ Sobrecoxa} = -1,8011 + 0,9792 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7662
Coxa	$\ln \text{ Coxa} = -2,0492 + 0,9462 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7650

Teste t significância 0.05

ln - Transformação logarítmica para uma equação linear; PCRaj – Peso de carcaça resfriada ajustado; Teste t – indica se a hipótese H0 foi aceita ou rejeitada; R<sup>2</sup> - indica o quanta a equação é adaptada aos dados.

O coeficiente de alometria do peito e pés obtiveram crescimento heterogônico positivo ( $b > 1$ ) corroborando com os resultados dos estudos que correlacionam o desenvolvimento do peito e as miopatias peitorais. Tais estudos afirmam que o crescimento acelerado do peito aumenta a demanda metabólica associada ao rápido crescimento das aves, aumentando a incidência de doenças, perdas econômicas, prejuízos no bem-estar, bem como o acometimento de miopatias (Kuttappan et al., 2016).

Quando os coeficientes de alometria são analisados de acordo com os graus de acometimento das miopatias podemos observar diferentes comportamentos de crescimento

(Tabela 4). Para os filés classificados como normais, verificamos que apenas a sobrecoxa e a coxa apresentaram valores de  $b$  não significativos apresentando crescimento isogônico ( $b = 1$ ), ou seja, quando a parte analisada tem crescimento de forma similar ao corpo todo. Em contrapartida o pé, peito, asas e dorso tiveram o valor de  $b$  significativo apresentando crescimento heterogônico ( $b \neq 1$ ), sendo pé e peito crescimento precoce ( $b > 1$ ), e asas e dorso crescimento tardio ( $b < 1$ ).

**Tabela 4.** Equações de alometria dos cortes comerciais de frangos de corte em relação ao peso da carcaça aos 35 dias e verificação da diferença do coeficiente alométrico de acordo com os graus de acometimento das miopatias *White striping* e *Wooden breast*.

Cortes	Equação	Teste t (Ho:b=1)	R <sup>2</sup>
<i>Filé normal</i>			
Pé	$\ln \text{ Pé} = -3,1870 + 1,1983 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,6971
Peito	$\ln \text{ Peito} = -1,0653 + 1,3012 \ln \text{ PCRaj}$	0,0074	0,7240
Asas	$\ln \text{ Asas} = -2,1411 + 0,5942 \ln \text{ PCRaj}$	0,0369	0,5433
Dorso	$\ln \text{ Dorso} = -1,7245 + 0,9128 \ln \text{ PCRaj}$	0,0127	0,6723
Sobrecoxa	$\ln \text{ sobrecoxa} = -1,6353 + 0,5679 \ln \text{ PCRaj}$	0,2467	0,2154
Coxa	$\ln \text{ coxa} = -2,0331 + 0,9523 \ln \text{ PCRaj}$	0,1058	0,3763
<i>White striping</i>			
Pé	$\ln \text{ Pé} = -3,5301 + 2,0168 \ln \text{ PCRaj}$	0,0410	0,7984
Peito	$\ln \text{ Peito} = -0,9368 + 1,0865 \ln \text{ PCRaj}$	0,0152	0,8939
Asas	$\ln \text{ Asas} = -1,7227 + 0,4644 \ln \text{ PCRaj}$	0,1500	0,5525
Dorso	$\ln \text{ Dorso} = -1,4898 + 0,2165 \ln \text{ PCRaj}$	0,8136	0,0216
Sobrecoxa	$\ln \text{ sobrecoxa} = -1,9583 + 1,3714 \ln \text{ PCRaj}$	0,0558	0,7550
Coxa	$\ln \text{ coxa} = -2,4808 + 1,9368 \ln \text{ PCRaj}$	0,0258	0,8501
<i>Wooden breast</i>			
Pé	$\ln \text{ Pé} = -3,1491 + 1,1869 \ln \text{ PCRaj}$	0,0018	0,7713
Peito	$\ln \text{ Peito} = -0,9552 + 1,0630 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,9580
Asas	$\ln \text{ Asas} = -2,306 + 0,9573 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,9103
Dorso	$\ln \text{ Dorso} = -1,5773 + 0,7251 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,7646
Sobrecoxa	$\ln \text{ sobrecoxa} = -1,9060 + 1,2367 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,8599
Coxa	$\ln \text{ coxa} = -2,1379 + 1,1804 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,9301
<i>WS1 WB1</i>			
Pé	$\ln \text{ Pé} = -3,2352 + 1,3464 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,8002
Peito	$\ln \text{ Peito} = -1,0151 + 1,1753 \ln \text{ PCRaj}$	<0,0001	0,8909

Asas	$\ln \text{Asas} = -2,2669 + 0,8709 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7951
Dorso	$\ln \text{Dorso} = -1,7047 + 0,8504 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,6256
Sobrecoxa	$\ln \text{sobrecoxa} = -1,6973 + 0,7320 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,6700
Coxa	$\ln \text{coxa} = -2,0435 + 0,9990 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8314

## WS2 WB1

Pé	$\ln \text{Pé} = -3,2253 + 1,2549 \ln \text{PCRaj}$	0,0002	0,6643
Peito	$\ln \text{Peito} = -0,9668 + 1,0820 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8461
Asas	$\ln \text{Asas} = -2,1508 + 0,5676 \ln \text{PCRaj}$	0,0019	0,5382
Dorso	$\ln \text{Dorso} = -1,6748 + 0,8004 \ln \text{PCRaj}$	0,0006	0,6125
Sobrecoxa	$\ln \text{sobrecoxa} = -1,9249 + 1,2698 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8557
Coxa	$\ln \text{coxa} = -2,0037 + 0,8710 \ln \text{PCRaj}$	0,0012	0,5670

## WS3 WB1

Pé	$\ln \text{Pé} = -3,4019 + 1,5203 \ln \text{PCRaj}$	0,0067	0,8696
Peito	$\ln \text{Peito} = -0,9217 + 1,0484 \ln \text{PCRaj}$	0,0008	0,9539
Asas	$\ln \text{Asas} = -2,1994 + 0,7210 \ln \text{PCRaj}$	0,0162	0,7994
Dorso	$\ln \text{Dorso} = -1,6151 + 0,7116 \ln \text{PCRaj}$	0,0026	0,9179
Sobrecoxa	$\ln \text{sobrecoxa} = -1,8567 + 1,0087 \ln \text{PCRaj}$	0,0097	0,8434
Coxa	$\ln \text{coxa} = -2,2364 + 1,2654 \ln \text{PCRaj}$	0,0049	0,8880

## WS1 WB2

Pé	$\ln \text{Pé} = -3,2817 + 1,3131 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,6970
Peito	$\ln \text{Peito} = -0,9226 + 1,051 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7945
Asas	$\ln \text{Asas} = -2,2727 + 0,8487 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7823
Dorso	$\ln \text{Dorso} = -1,7169 + 0,8462 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,6587
Sobrecoxa	$\ln \text{Sobrecoxa} = -1,9519 + 1,2425 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8123
Coxa	$\ln \text{Coxa} = -2,0126 + 0,8293 \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7224

## WS2 WB2

Pé	$\ln \text{Pé} = -3,1220 + 1,0793 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7593
Peito	$\ln \text{Peito} = -0,9262 + 1,0683 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8700
Asas	$\ln \text{Asas} = -2,2962 + 0,8595 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8983
Dorso	$\ln \text{Dorso} = -1,8287 + 0,9917 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,6906
Sobrecoxa	$\ln \text{Sobrecoxa} = -1,7115 + 1,0641 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,7366
Coxa	$\ln \text{Coxa} = -2,1220 + 0,8274 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8625

## WS3 WB2

Pé	$\ln \text{Pé} = -3,1712 + 1,1481 \ln \text{PCRaj}$	0,0044	0,5359
Peito	$\ln \text{Peito} = -1,1453 + 1,4535 \ln \text{PCRaj}$	<0,0001	0,8210
Asas	$\ln \text{Asas} = -2,1849 + 0,6636 \ln \text{PCRaj}$	0,0014	0,6180

Dorso	$\ln \text{ Dorso} = -1,510 + 0,4419 \ln \text{ PCRaj}$	0,0316	0,3552
Sobrecoxa	$\ln \text{ Sobrecoxa} = -1,6561 + 1,1179 \ln \text{ PCRaj}$	0,0138	0,4375
Coxa	$\ln \text{ Coxa} = -2,0372 + 0,9023 \ln \text{ PCRaj}$	0,0034	0,5578

Teste t significância 0.05

$\ln$  - Transformação logarítmica para uma equação linear; PCRaj – Peso de carcaça resfriada ajustado; Teste t – indica se a hipótese H0 foi aceita ou rejeitada; R<sup>2</sup> - indica o quanta a equação é adaptada aos dados.

Cortes do tratamento de filés de peito acometidos por *White Striping* (WS) apresentaram crescimento isogônico apenas para asas, dorso e sobrecoxa. Pé, peito e coxa apresentaram crescimento precoce ( $b > 1$ ). Por outro lado, os animais acometidos de *Wooden Breast* (WB) apresentaram crescimento heterogônico para todas as partes, sendo o pé, peito, sobrecoxa e coxa de crescimento precoce e as asas e dorso de crescimento tardio.

Para todos os graus de acometimento de WS associado com WB constatamos que o valor de b foi significativo, apresentando crescimento heterogônico para todas as partes. Para grau de acometimento WS1 WB1 pé e peito apresentaram crescimento precoce enquanto as demais partes apresentaram crescimento tardio.

Já para WS2 WB1; WS1 WB2; WS2 WB2 e WS3 WB2, pé peito e sobrecoxa apresentaram crescimento heterogônico positivo ( $b > 1$ ) ou seja precoce, em contrapartida asas, dorso e coxa apresentaram crescimento heterogônico negativo ( $b < 1$ ) denominado crescimento tardio.

Por fim com grau de acometimento WS3 WB1 apenas asas e dorso apresentaram crescimento tardio, para o pé, peito, sobrecoxa e coxa o crescimento observado foi precoce.

Através dos dados visualizados na (Tabela 5), é possível concluir que apenas os peitos e os pés apresentaram crescimento heterogônico positivo, ou seja, crescimento precoce em todos os tratamentos.

**Tabela 5.** Valores de b

Tratamento	Cortes da Carcaça					
	Pé(b±SD) P-valor	Peito(b±SD) P-valor	Asas(b±SD) P-valor	Dorso(b±SD) P-valor	Sobrecoxa(b±SD) P-valor	Coxa(b±SD) P-valor
Normal	1,198±0,322 <0,0001	1,301±0,327 0,0074	0,594±0,222 0,0369	0,921±0,262 0,0127	0,567±0,442 0,2467	0,952±0,500 0,1058
WS	2,016±0,585 0,0410	1,086±0,216 0,0152	0,464±0,241 0,1500	0,216±0,841 0,8136	1,371±0,451 0,0558	1,936±0,469 0,0258
WB	1,186±0,244	1,063±0,076	0,957±0,113	0,725±0,152	1,236±0,188	1,180±0,122

	0,0018	<0,0001	<0,0001	0,0020	0,0003	<0,0001
WS1 WB1	1,346±0,163	1,175±0,099	0,870±0,107	0,850±0,159	0,732±0,124	0,999±0,109
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
WS2 WB1	1,254±0,247	1,082±0,127	0,567±0,145	0,800±0,176	1,269±0,144	0,871±0,211
	0,0002	<0,0001	0,0019	0,0006	<0,0001	0,0012
WS3 WB1	1,520±0,294	1,048±0,115	0,721±0,180	0,711±0,106	1,008±0,217	1,265±0,224
	0,0067	0,0008	0,0162	0,0026	0,0097	0,0049
WS1 WB2	1,313±0,223	1,051±0,138	0,848±0,115	0,846±0,157	1,242±0,154	0,829±0,132
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
WS2 WB2	1,079±0,151	1,068±0,103	0,859±0,072	0,991±0,165	1,064 ±0,123	0,827±0,106
	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
WS3 WB2	1,148±0,322	1,453±0,204	0,663±0,157	0,441±0,179	1,117±0,245	0,902±0,242
	<0,0001	<0,0001	0,0014	0,0316	0,0138	0,0034
GERAL	1,575±0,133	1,063±0,049	0,712±0,042	0,710±0,053	0,912±0,052	0,918±0,049
	<0,0001	<0,0001	<0,0002	<0,0001	<0,0001	<0,0002

Segundo Huber (2017) a seleção genética para acúmulo de massa magra e proporção de músculos do peito direciona o frango moderno para a produção desde o primeiro dia de vida.

Conforme o crescimento das aves e desenvolvimento muscular é possível identificar o aparecimento e progressão das diversas miopatias peitorais. Griffin et al. (2018) encontraram em aves de 16 dias de vida estrias brancas (WS) fracas na parte cranial do peito, os pontos hemorrágicos apareceram no dia 18 aumentando de tamanho conforme os dias de estudos passavam, já aos 21 dias de idade as estrias eram de maior espessura, facilmente vistas na superfície do *Pectoralis major* porém não estava mais apenas na parte cranial mas sim infiltrado em todo o músculo, a partir do 23º dia de vida foi possível identificar a presença de palidez extrema (isquemia). A ocorrência e gravidade WS / WB está positivamente correlacionado com o aumento taxa de crescimento (Kuttappan *et al.*, 2012a)

Mudalal et al. (2015) constataram que o aparecimento de *Wooden breast* estava associado com filés mais pesados, indicando que frangos com desenvolvimento de peito superior são mais propensos a desenvolverem anormalidades musculares, estes achados corroboram com os do presente estudo visto que de acordo com as médias apresentadas para o peso vivo das aves e o peso dos peitos, as aves não acometidas também possuíam os menores pesos. As aves com peito classificados como normais crescem de modo mais homogêneo sendo o crescimento da coxa e sobrecoxa igual ao crescimento corporal, enquanto pé e peito apresentam crescimento precoce, em contrapartida asas e dorso crescem de forma tardia.

Petracci et al. (2019) pontua a seleção como a principal responsável pelo desenvolvimento das anormalidades musculares, devido a mudança no desenvolvimento muscular e rendimento de peito. Apesar dos notáveis avanços e resultados obtidos através da seleção genética dos frangos, essas práticas de seleção alteraram profundamente a arquitetura muscular desses animais aumentando o diâmetro e comprimento das fibras musculares, assim como o número de miofibras e reduzindo a densidade capilar com isso podendo aumentar a suscetibilidade ao desenvolvimento de anormalidades musculares (Petracci et al., 2019).

Estudos que foram realizados a fim de quantificar a expressão gênica e identificar os genes causadores de *White striping* (Pampouille et al., 2018) e também de *Wooden breast* (Hubert et al., 2018; Papah et al., 2018) evidenciaram uma etiologia complexa e uma herança poligênica, contudo, não foram capazes de identificar biomarcadores de diferenciação da miopatia *White striping* da miopatia *Wooden breast*.

Quando os filés apresentam grau intermediário e severo das miopatias, praticamente todas as partes que são mais providas de músculo (proteína) apresentam crescimento precoce, apesar do peito representar a parte mais afetada do corpo. Sendo assim todas as partes com maior quantidade de músculo crescendo de forma acelerada podem sobrecarregar o sistema, exigindo maior aporte de nutrientes, porém, os vasos sanguíneos não suportam essa carga, levando a hipóxia o que conseqüentemente aumentará as lesões no músculo.

A seleção para o crescimento acelerado e alto rendimento do peito de frangos de corte, obtidos através da hipertrofia das fibras, provavelmente resultou em comprometimento do suprimento de sangue e oxigênio para o tecido muscular levando ao desenvolvimento de hipóxia (Boerboom et al., 2018). Esta condição pode ser agravada devido a fisiologia do músculo peitoral maior que pode causar uma compressão na artéria peitoral reduzindo ainda mais a oxigenação e o transporte de nutrientes para o músculo (Petracci et al., 2019). Segundo esse mesmo autor especula-se que o tecido muscular tente superar a hipóxia aumentando o fluxo sanguíneo através da síntese de óxido nítrico que, pode exacerbar e acelerar o desenvolvimento de estresse oxidativo.

Reações biológicas complexas e processos regenerativos ocorrem, visando aliviar a inflamação e limitar a apoptose celular e necrose tecidual (Petracci et al., 2017).

Nos nossos estudos todos os peitos apresentaram crescimento heterogônico positivo, provando que realmente o peito cresce de forma mais acelerada que o resto do corpo, podendo essa ser uma das principais causas do aparecimento das miopatias peitorais.

Uma analogia que podemos fazer é sobre a relação do crescimento das coxas e sobrecoxas com os graus de acometimento do peito. Quando temos filés normais, o crescimento

da coxa e sobrecoxa é isogônico, ou seja, acompanha o ritmo de crescimento do corpo, para WS isolado a sobrecoxa apresenta crescimento isogônico, enquanto a coxa apresenta crescimento precoce. Acometimento de WB isolado apresenta crescimento precoce para ambas as partes. Com grau leve de acometimento (apenas WB, apenas WS e WS1WB1) o pé e o peito são mais precoces em relação as demais partes, apesar de algumas dessas partes demonstrarem ser precoces outras delas com quantidade elevada de musculo mostram-se tardias.

Em contrapartida, quando analisamos peitos com grau de acometimento WS1WB1 temos crescimento heterogônico negativo (tardio) para sobrecoxa e coxa, para grau de acometimento WS2WB1 a coxa tem crescimento tardio e sobrecoxa precoce e quando temos WS3WB1 o crescimento é precoce para ambas as partes.

Para os graus de WB mais acentuados, o padrão de crescimento muda: WS1WB2, WS2WB2 e WS3WB2 o crescimento da coxa é tardio e da sobrecoxa precoce, ou seja, independente do desenvolvimento de WS, quando a ave tem crescimento acelerado, exemplificado pelo crescimento precoce da sobrecoxa, o peito apresenta graus mais severos de WB.

Com isso seria interessante a adição de mais um grau de *Wooden breast* afim de melhor observar esses padrões de crescimento, pois nas avaliações foi possível identificar que alguns filés continham muito líquido viscoso e muita hemorragia que poderiam ser avaliados como grau 3, ajudando a entender o comportamento de crescimento dessas aves.

## **5 CONCLUSÃO**

O desenvolvimento do peito ocorreu de forma precoce em relação ao corpo em todos os tratamentos, reiterando a hipótese de que o alto rendimento de peito e a taxa de crescimento acelerado exerce papel fundamental no surgimento das anormalidades no músculo peitoral dos frangos de corte. Quando o grau de acometimento apresentado pelos filés foi intermediário e severo, o peito não foi a única parte que apresentou crescimento acelerado, mas também as demais partes que apresentam uma quantidade grande de músculo. Os resultados obtidos neste trabalho nos levam a inferir que, a seleção de animais para alto rendimento pode sim ser uma das principais causas do surgimento das miopatias peitorais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando iniciou-se o trabalho existia o consenso de que os frangos atuais crescem em ritmo acelerado, possuem um alto rendimento de cortes e rendimento de peito em especial, o que levou muitos pesquisadores a atribuir a isso o surgimento das miopatias, porém a indagação era acerca da velocidade de crescimento desse peito, se o peito acompanha o crescimento do corpo ou se cresce em ritmo mais acelerado que o corpo.

Diante disso a pesquisa teve como objetivo descobrir a velocidade de crescimento de cortes comerciais de frangos de corte principalmente o peito, que é a região de maior valor agregado e que vem sofrendo com o aparecimento de anormalidades na sua superfície, bem como relacionar a velocidade de crescimento com os graus de miopatias. Constatou-se que o objetivo foi atendido, porque efetivamente o trabalho conseguiu demonstrar que o crescimento do peito das aves é mais acelerado que o crescimento do corpo, tanto com grau zero de miopatias até o grau máximo.

Para trabalhos futuros seria interessante analisar os scores de *White striping* das coxas e sobrecoxas e observar a correlação desses scores com os scores de peito e consequentemente com o padrão.

## 7 REFERÊNCIAS

BAUERMEISTER, L. J.; MOREY, A. U.; MORAN, E. T.; SINGH, M.; OWENS, C. M.; and MCKEE, S.R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, 88: 33, 2009.

CASTILHO, V.A.R. **Diagnóstico e avaliação in vivo de miopatias em peito de frangos de corte**. 2020. 63p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H.; BOWKER, B.C.; RINCON, A.M.; SANCHEZBRAMBILA, G. Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition. **Poultry Science**, 2016.

DALLE ZOTTE, A.; TASONIERO, G.; PUOLANNE, E.; REMIGNON, H.; CECCHINATO, M.; CATELLI, E.; CULLERE, M. Effect of “Wooden Breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. *Czech J. Animal Science*, 62, 51–57, 2017.

FAO. **Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos**. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/901168/>> Acessado em: março 20, 2020.

GAYA, L. G.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J.B.S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. **Cienc. Rural**, v. 36, n. 2, p.154-157, 2006.

GONZALES, E.; SARTORI, J. S. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. (Eds.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, 2002. p. 279-298.

GRIFFIN, J. R.; MORAES, L.; WICK, M.; LILBURN, M. S. Onset of white striping and progression into wooden breast as defined by myopathic changes underlying Pectoralis major growth. Estimation of growth parameters as predictors for stage of myopathy progression. **Avian Pathology**, 47:1, 2-13, (2018) DOI: 10.1080/03079457.2017.1356908

HAVENSTEIN G. B. Performance changes in poultry and livestock following 50 years of genetic selection. **Lohmann**, 41: 30-37, 2006

HUBER, K. Invited review: resource allocation mismatch as pathway to disproportionate growth in farm animals – prerequisite for a disturbed health. **Animal**, 12(03), 528–536, 2017

HUBERT, S. M.; WILLIAMS, T. J.; ATHREY, G. Insights into the molecular basis of wooden breast based on comparative analysis of fast- and slow-growth broilers. **BioRxiv**. 2018; 1-45.

HUXLEY, J. S. Problems of relative growth. London: Methuen. p. 577, 1932.

KUTTAPPAN, V. A.; BREWER, V. B.; CLARK, F. D.; MCKEE, S. R.; MEULLENET, J. F.; EMMERT, J. L.; OWENS, C. M. Effect of white striping on the histological and meat quality

characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, 88: 136-137, 2009.

KUTTAPPAN, V. A.; BREWER, V. B.; APPLE, J. K.; WALDROUP, P. W.; OWENS, C. M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, 2012a.

KUTTAPAN, V. A.; LEE, Y. S.; ERF, G. F.; MEULLENET, J. F.; MCKEE, S. R.; OWENS, C. M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of White Striping. **Poultry Science**, 91: 1240-1247, 2012b.

KUTTAPPAN, V. A., GOODGAME, S. D.; BRADLEY, C. D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; HARGIS, B. M.; WALDROUP, P. W.; OWENS, C. M. Effect of different levels of dietary vitamin E (DL-alpha-tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of White striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, 91: 3230-3235, 2012.

KUTTAPPAN, V. A.; BREWER, V. B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; MCKEE, S. R.; EMMERT, J. L.; MEULLENET J. F.; OWENS, C. M. Estimation of factors associated with the occurrence of WS in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.92, p. 811–819, 2013a.

KUTTAPPAN, V. A.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E.; HARGIS, B. M.; APPLE, J. K.; COON, C. & OWENS, C. M. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. **Poultry Science**, 92, 339–345, 2013b.

KUTTAPPAN, V. A.; HARGIS, B. M.; OWENS, C. M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. **Poultry Science**, v. 95, n. 11, p. 2724-2733, 2016.

MONTAGNA, F.S. **Incidência de Miopatia Peitoral em Frangos de Corte de Diferentes Sistemas de Produção**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, 2016.

MUDALAL, S. et al. Implications of white striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. **Animal**, v. 9, n. 4, p. 728–734, 2015.

NOGUEIRA, B.R.F. et al. Performance, Growth Curves and Carcass Yield of Four Strains of Broiler Chicken. *Braz. J. Poultry Science*, Campinas, v. 21, n. 4, e RBCA-2018-0866, 2019.

PAMPOUILLE, E.; BERRI, C.; BOITARD, S.; HENNEQUET-ANTIER, C.; BEAUCLERCQ, S.A.; GODET, E. et al. Mapping QTL for white striping in relation to breast muscle yield and meat quality traits in broiler chickens. **BMC genomics**. 2018; (1): 202.

PAPAH, M. B.; BRANNICK, E. M.; SCHMIDT, C. J.; ABASHT, B. Gene expression profiling of the early pathogenesis of wooden breast disease in commercial broiler chickens using RNA-sequencing. **Plos One**. 2018; (13): 1–25.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients**, 4(1): 1-12, 2012.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A.; CAVANI, C. Occurrence of white striping

under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, 92(6): 1670-1675, 2013.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F. & BERRI, C. Muscle metabolism and meat quality abnormalities. In M. Petracci & C. Berri (Eds.), Poultry quality evaluation. Quality attributes and consumer values (pp. 51–75), 2017. Duxford, UK: Woodhead Publishing.

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; MADRUGA, M.; CARVALHO, L.; IDA, E.; ESTEVEZ, M. Wooden-breast, White striping, and Spaghetti meat: Causes, Consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**. 2019 (18): 565–583.

REIS, J.S. et al. Desenvolvimento alométrico em uma nova linhagem de codornas para corte. **PUBVET**, Londrina, V. 6, N. 17, Ed. 204, Art. 1367, 2012.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; HANNAS, M.I.; DONZELE, J.L.; SAKOMURA, N.K.; PERAZZO, F.G. et al. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. 4ª edição, Viçosa, MG: UFV, 2017.

SANTOS, F.A.B. **Ocorrência e desenvolvimento de miopatias white striping e wooden breast em peitos de frangos de corte**. 2019. 65 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

SIHVO, H.K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration With Fibrosis and Regeneration in the Pectoralis Major Muscle of Broilers. **Veterinary Pathology**, v. 51, n. 3, p. 619–623, 2014.

SIHVO, H.K. et al. Wooden Breast Myodegeneration of Pectoralis Major Muscle Over the Growth Period in Broilers. **Veterinary Pathology**, v. 54, n. 1, p. 119–128, 2017.

TIJARE, V.V. et al. Meat Quality of Broiler Breast Fillets with White Striping and Woody Breast Muscle Myopathies. **Poultry Science**, v. 95, p. 1–7, 2016.

VELLEMAN, S.G.; CLARK, D.L. Histopathologic and Myogenic Gene Expression Changes Associated with Wooden Breast in Broiler Breast Muscles. **Avian Diseases**. (59): 410 – 418, 2015.

ZUIDHOF, M.J.; SCHNEIDER, B.L.; CARNEY, V.L.; KORVER, D.R.; ROBINSON, F.E.; Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, 93(12):2970–2982, 2014 doi:10.3382/ps.2014-04291.

SCHMIDT, C.; PERSIA, M.; FEIERSTEIN, E.; KINGHAM, B.; SAYLOR, W.; Comparison of a modern broiler line and a heritage line unselected since the 1950s. **Poultry Science**, 88(12):2610–2619, 2009. doi:10.3382/ps.2009-00055.