

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOEXPERIMENTAÇÃO**

**ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO  
*PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM  
*WHITE STRIPING* E *WOODEN BREAST***

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Sabrina Tolotti Fraga Teixeira**

**Passo Fundo, RS, Brasil  
2015**

**ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR*  
DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM  
*WHITE STRIPING* E *WOODEN BREAST***

**Sabrina Tolotti Fraga Teixeira**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Área de Concentração em Bioexperimentação, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (UPF), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Bioexperimentação**

**Orientador: Elci Lotar Dickel**

**Passo Fundo, RS, Brasil  
2015**

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE MESTRADO EM BIOEXPERIMENTAÇÃO**

A comissão examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação de Mestrado

**ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR*  
DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM  
*WHITE STRIPING* E *WOODEN BREAST***

Elaborada por  
**Sabrina Tolotti Fraga Teixeira**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Mestre em Bioexperimentação**

**Comissão Examinadora**

**Elei Lotar Dickel, Dr, UPF  
(Orientador/Presidente)**

**Luciana Ruschel dos Santos, Dr. UPF**

**Hamilton Luiz de Souza Moraes, Dr. UFRGS**

**Passo Fundo, RS, Brasil  
2015**

CIP – Catalogação na Publicação

---

T266c Teixeira, Sabrina Tolotti Fraga  
Caracterização anátomo-patológica do músculo *pectoralis major* de frangos de corte acometidos com *white striping* e *wooden breast* / Sabrina Tolotti Fraga Teixeira. – 2015.  
66 f., il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dr. Elci Lotar Dickel.  
Dissertação (Mestrado em Bioexperimentação) –  
Universidade de Passo Fundo, 2015.

1. Frango de corte. 2. Músculos - Doenças. 3. Doenças - Causas. I. Dickel, Elci Lotar, orientador. II. Título.

CDU: 636.52/.58

---

Catalogação: Bibliotecária Cristina Troller - CRB 10/1430

## AGRADECIMENTOS

Ao Patrão Velho Celestial deixo o meu muito obrigado, por abrir uma porta, e por não me deixar cair. Por ter me dado uma família maravilhosa e ensinado que eles são a coisa mais importante. Por um marido muito paciente e persistente, além de filhos abençoados, lindos e muito arteiros. Por uma irmã que tem atitude e não é egoísta. Por um irmão sonhador e muito determinado. Por pais que nunca abandonam os filhos, mesmo que eles já sejam bem marmanjos, ensinando sempre que tudo se realiza desde que se acredite, seja honesto, e lute por seus sonhos. Enfim a minha família, que sabe que eu sou um pouco intensa, e entende o significado deste momento, desta vitória.

Aos meus colegas do PPBioexp da linha de alimentos Bruna, Isabel, Dani e Elis pela dedicação e amor as suas profissões, o que permitiu o meu engrandecimento pessoal e profissional, além de tornar estes dois anos mais divertidos. Aos meus colegas da linha de epidemiologia Denise, Flávia, Janine, Jêniifer, Marta, Mateus e Renan pela paciência de aprender sobre miopatias e indústria de alimentos e muito obrigado por enriquecer a minha jornada com suas experiências. Aos colegas especiais que também participaram desta jornada, o meu muito obrigado.

Aos professores Elci, Laura, Luciana, Gutkoski e Adriana, por ter agigantado a minha vida, deixando a incerteza e fortalecendo a minha paixão em transmitir conhecimentos, o que foi bastante estimulado, através do brilho do olho de cada um de vocês nos momentos em que era possível discutirmos novas idéias e hipóteses científicas. Há não podendo esquecer-me da dor de cabeça das aulas do professor Hélio. A todos vocês o meu muito obrigado.

As equipes da Secretaria do curso o PPBioexp, da Secretaria do curso de Medicina Veterinária, ao Laboratório de Patologia Animal da UPF, aos bolsistas Cristian e Clarissa que auxiliaram na coleta das amostras, o meu muito obrigado, por todo o suporte e apoio.

Aos profissionais da Embrapa Suínos e Aves, Jane, Mônica, Fátima Regina, Arlei e Ricardo por ter acreditado no potencial da pesquisa e ter realizado as análises histopatológica e estatística. O meu muito obrigado a vocês e suas equipes.

Aos profissionais Médicos Veterinários do Serviço de Inspeção Federal, aos diretores das empresas envolvidas na coleta de dados e amostras utilizadas para a realização deste trabalho, o meu muito obrigado a vocês e suas equipes. Espero poder retornar o conhecimento técnico almejado para que seja possível definir o melhor destino para estes produtos.

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos, marido e filhos por tudo... e por sempre estarem ao meu lado. Meu eterno amor a todos vocês.

Dedico este trabalho ao meu orientador e mestre Elci Lotar Dickel, por servir de inspiração desde a minha graduação e agora pós-graduação, pela sua impecável atuação como Médico Veterinário na Indústria de Alimentos.

**EPÍGRAFE**

Se quer viver uma vida feliz,  
prenda-se a uma meta,  
    não às coisas  
nem às pessoas.

*Albert Eistein*

## ÍNDICE

|  |     |
|--|-----|
| LISTA DE FIGURAS .....   | x   |
| LISTA DE ABREVIATURAS .....  | xiv |
| RESUMO .....   | xv  |
| ABSTRACT .....   | xvi |
| 1. INTRODUÇÃO .....  | 17  |
| 2. REVISÃO DA LITERATURA.....  | 21  |
| 2.1. Anatomia do músculo <i>Pectoralis</i> em frangos de corte.....  | 21  |
| 2.1.1. Miologia .....  | 21  |
| 2.1.2. Angiologia .....  | 22  |
| 2.2. Fisiologia do músculo <i>Pectoralis major</i> em frangos de corte .....   | 23  |
| 2.2.1. Músculo esquelético .....   | 23  |
| 2.2.2. Fibra muscular estriada esquelética .....   | 23  |
| 2.3. Alterações patológicas no músculo <i>Pectoralis major</i> em frangos de corte.....  | 27  |
| 2.3.1. <i>White Striping</i> .....   | 28  |
| 2.3.2. <i>Wooden Breast</i> .....  | 30  |
| 3. CAPÍTULO 1 .....  | 33  |
| ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO <i>PECTORALIS MAJOR</i> DE FRANGOS DE CORTE<br>ACOMETIDOS COM <i>WHITE STRIPING</i> ..... | 33  |
| Resumo .....   | 34  |
| Abstract.....  | 34  |
| Introdução .....   | 35  |
| Material e Métodos .....   | 36  |
| Resultados e Discussão .....   | 38  |
| Conclusões .....   | 43  |
| Agradecimentos.....  | 44  |
| Referências Bibliográficas.....  | 44  |
| 4. CAPÍTULO 2 .....  | 47  |
| ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO <i>PECTORALIS MAJOR</i> DE FRANGOS DE CORTE<br>ACOMETIDOS COM <i>WOODEN BREAST</i> .....  | 47  |
| Resumo .....   | 48  |



|                                 |    |
|---------------------------------|----|
| Abstract.....                   | 48 |
| Introdução .....                | 49 |
| Material e Métodos .....        | 51 |
| Resultados e Discussão .....    | 53 |
| Conclusões .....                | 59 |
| Agradecimentos.....             | 60 |
| Referências Bibliográficas..... | 60 |
| 5. CONCLUSÕES .....             | 62 |
| 6. CONCLUSÕES FINAIS.....       | 64 |
| 7. REFERÊNCIAS .....            | 65 |

## LISTA DE FIGURAS

### 2. Revisão da Literatura

- Figura 1. Localização anatômica do músculo *Pectoralis major*. 1, *Pectoralis major*; 2, *Supracoracoideus*; 3, Úmero; 4, Esterno; 5, Clavícula ..... 20
- Figura 2. Asa do galo (*Gallus gallus*) da raça Leghorn branca, mostrando alguns dos músculos mais profundos; vista ventral..... 21
- Figura 3. Figura 3. Distribuição da artéria subclávia. Vista da parte lateral do corpo, ventralmente do esqueleto da asa. 1, Artéria subclávia; 2, Artéria acromial; 3, Artéria esternoclavicular; 4, Artéria clavicular; 5, Artéria esternal; 6, Ramo intratorácico da artéria esternoclavicular; 8, 9, ramos ventral e dorsal da artéria torácica interna; 10, artéria cutânea lateral do tronco; 11, 12, artérias peitorais caudal e cranial; 13, artéria axilar; 14, artéria coracóide; 15, artéria subescapular; 17 artéria braquial profunda; 19, artéria circunflexa dorsal do úmero ..... 22
- Figura 4. Músculo *Pectoralis major* de frango de cortes, superfície ventral do músculo. 1, sem lesão macroscópica; 2, lesão macroscópica de *Wooden breast*, com maior evidência para a porção caudal (seta)..... 30

### 3. Capítulo 1

- Figura 1a. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *White Striping*, utilizado como controle..... 36
- Figura 1b. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões macroscópicas de *White striping*, apresentando hipertrofia e rigidez do músculo, principalmente na região cranial, além de estriações esbranquiçadas na superfície ventral, paralelas ao sentido das fibras musculares ..... 36
- Figura 2a. Carcaça de frango de corte sem alterações macroscópicas compatíveis com a lesão de *White Striping*..... 38
- Figura 2b. Carcaça de frango de corte com lesões macroscópicas de *White striping*, apresentando hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major*, principalmente na região cranial e uma leve alteração na coloração da pele e dos vasos sanguíneos da região afetada..... 38
- Figura 3a. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *White striping*. Fragmento de peito com fibras musculares com tamanho e forma regulares, apresentando estrias transversais (H&E 40X)..... 39

|            |   |    |
|------------|---|----|
| Figura 3b. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte sem lesões macroscópicas de <i>White striping</i> . Fragmento de peito. Fibras musculares com estrias transversais. Presença de tecido conjuntivo intersticial discreto, indicado pela seta (H&E 10X)..... | 39 |
| Figura 4a. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte com lesões de <i>White striping</i> . Fragmento de peito. Corte transversal. Lesão Severa. Presença de tecido adiposo intersticial e debris celular, (H&E, 40X).....                                       | 40 |
| Figura 4b. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte com lesões de <i>White striping</i> . Fragmento de peito. Corte transversal. Lesão Moderada. Presença de tecido adiposo intersticial (seta) e debris celulares, (H&E, 10X).....                            | 40 |
| Figura 5a. | Fígado de carcaça de frango de corte com lesões de <i>White striping</i> . Fragmento de fígado. Lesão discreta. Focos com esparsos hepatócitos degenerados, indicados na seta (H&E, 10X).....   | 41 |
| Figura 5b. | Fígado de carcaça de frango de corte com lesões de <i>White striping</i> . Fragmento de fígado. Lesão moderada. Focos de hepatócitos vacuolizados, indicado na seta (H&E, 40X).....   | 41 |

#### 4. Capítulo 2

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 1.  | Dados referentes à faixa de peso mínimo e máximo das aves abatidas durante o levantamento da incidência da Lesão de <i>Wooden Breast</i> , além de informações como: sexo, idade e PMV – Peso médio vivo, das aves abatidas nas três empresas sob Sistema de Inspeção Federal..... | 50 |
| Figura 2a. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte com lesões macroscópicas de <i>Wooden breast</i> unilateral, no lado direito da imagem (seta), o lado esquerdo permanece sem lesão, porém com uma área demarcada de excesso de escalda.....                                     | 51 |
| Figura 2b. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte sem lesão macroscópica de <i>Wooden breast</i> , utilizada como controle.....   | 51 |
| Figura 2c. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte com lesão macroscópicas de <i>Wooden breast</i> bem próxima à superfície ventral do músculo, apresentando palidez, hipertrofia e rigidez do músculo (seta).....   | 51 |
| Figura 3.  | Resultados de condenação por lesão de WB – <i>Wooden breast</i> e por lesão de WB – <i>Wooden Breast</i> associada a MDC – Miopatia Dorsal Cranial.....  | 52 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Figura 4a. | Carcaça de frango de corte sem alterações macroscópicas.....   | 53 |
| Figura 4b. | Carcaça de frango de corte com lesões macroscópicas de <i>Wooden breast</i> , ao corte da pele, presença de fina camada de material transparente, áreas pálidas e enrijecidas e uma acentuada hipertrofia na superfície ventral, principalmente na região caudal (seta) do músculo <i>Pectoralis major</i> , ainda presença de estrias esbranquiçadas com espessura superior 1mm ao sentido das fibras musculares..... | 53 |
| Figura 4c. | Carcaça de frango de corte com lesão macroscópica de <i>Wooden breast</i> , principalmente na porção cranial do músculo <i>Pectoralis major</i> , presença de estrias brancas no sentido das fibras musculares e também uma fina membrana pálida sobre a superfície ventral do músculo (seta).....   | 53 |
| Figura 5a. | Carcaça de frango de cortes mais pesada e com lesão severa de <i>Wooden breast</i> , com edema e espessamento da pele, principalmente na região cranial do músculo <i>Pectoralis major</i> .....   | 54 |
| Figura 5b. | Ao corte da pele desta mesma carcaça presença de líquido gelatinoso, de cor amarelada e inodoro, presente abaixo do tecido subcutâneo, principalmente no lado esquerdo da carcaça, onde a lesão de <i>Wooden breast</i> foi mais severa, ainda recobrando a superfície ventral do músculo <i>Pectoralis major</i> uma massa espessa e brancacenta (seta).....  | 54 |
| Figura 5c. | Presença da mesma lesão de <i>Wooden breast</i> no músculo <i>gastrocnemius</i> com a presença de petéquias na superfície do músculo.....  | 54 |
| Figura 6a. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte sem lesões macroscópicas de <i>Wooden breast</i> . Fragmento de peito com fibras musculares com tamanho e forma regulares, apresentando estrias transversais (H&E 40X).....   | 55 |
| Figura 6b. | Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte sem lesões macroscópicas de <i>Wooden breast</i> . Fragmento de peito. Fibras musculares com estrias transversais. Presença de tecido conjuntivo intersticial discreto, indicado pela seta (H&E 10X).....   | 55 |
| Figura 7.  | Frango de corte. Fragmento de peito, corte transversal do músculo <i>Pectoralis major</i> com lesão de <i>Wooden breast</i> . Miopatia moderada (M), infiltrado intersticial de tecido conjuntivo e adiposo, e infiltrado esparso de células mononucleares e debris celulares (seta), (H&E, 10X).....  | 56 |
| Figura 8a. | Frango de corte. Fragmento de peito. Corte transversal. Lesão Severa (S). Fibras musculares em diversas fases de degeneração, fibra com vacuolização (seta), (H&E, 40X).....   | 57 |
| Figura 8b. | Frango de corte. Fragmento de peito. Corte longitudinal. Lesão severa (S). Presença de tecido conjuntivo intersticial, debris celulares, infiltrado mononuclear e adiposo (seta), (H&E, 40X).....  | 57 |

- Figura 8c. Frango de corte. Fragmento de peito, corte transversal. Lesão Severa (S). Fibras musculares em diversas fases de degeneração(seta).(Tricômica de Masson, 10X)..... 57
- Figura 8d. Frango de corte. Fragmento de peito, corte transversal. Lesão Severa. Presença de tecido conjuntivo intersticial, debris celulares, infiltrado mononuclear e adiposo, (seta), (Tricômica de Masson, 40X)..... 57

## LISTA DE ABREVIATURAS

|          |                                |
|----------|--------------------------------|
| $\chi^2$ | QUI-QUADRADO                   |
| ALD      | ANTERIOR LATÍSSIMUS DORSI      |
| CMS      | CARNE MECANICAMENTE SEPARADA   |
| D        | LESÃO DISCRETA                 |
| DIF      | DEPARTAMENTO DE INSPEÇÃO FINAL |
| FG       | FAST GLYCOLITIC                |
| H&E      | HEMATOXICILINA & EOSINA        |
| FOG      | FAST OXIDATIVE GLYCOLYTIC      |
| M        | LESÃO MODERADA                 |
| MDC      | MIOPATIA DORSAL CRANIAL        |
| MOD      | GRAU SEVERO                    |
| MPP      | MIOPATIA PEITORAL PROFUNDA     |
| MVO      | MÉDICO VETERINÁRIO OFICIAL     |
| TM       | TRICRÔMICA DE MASSON           |
| S        | LESÃO SEVERA                   |
| SA       | SEM ALTERAÇÃO                  |
| SEV      | GRAU SEVERO                    |
| SO       | SLOW OXIDATIVE                 |
| WB       | WOODEN BREAST                  |
| WS       | WHITE STRIPING                 |

## RESUMO

**Dissertação de Mestrado**  
**Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação**  
**Universidade de Passo Fundo**

### **ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM *WHITE STRIPING* E *WOODEN BREAST***

Autor: Sabrina Tolotti Fraga Teixeira

Orientador: Elci Lotar Dickel

Passo Fundo, 31 de Julho de 2015

O Brasil desde 2004 tem um papel importante na avicultura internacional, por isso a busca por tecnologias de produção e condições sanitárias cada vez mais eficientes são fundamentais para a permanência no topo da lista de exportação de carne de frango. Este trabalho tem por objetivo realizar uma análise da incidência de condenações, a partir das linhas de Inspeção Federal, e a caracterização anátomo-histopatológica do músculo *Pectoralis major* acometido por lesões de *White Striping* e *Wooden Breast*, ambas miopatias degenerativas, de etiologia desconhecida, e com forte relação às taxas de crescimento rápido em frangos ainda associada ao peso elevado das aves. A coleta de dados e amostras foram realizadas em três empresas diferentes, com frangos da linhagem Cobb com peso mínimo de 1100g e máximo de 4376g, tanto para comercialização de cortes como de carcaças inteiras. Aves com lotes mistos (machos e fêmeas) e lotes apenas de machos ou fêmeas, com idade mínima de 34 dias e máximo de 45 dias. A incidência das lesões de *White striping* foi de 0,18% e *Wooden breast* foi de 0,54%, havendo diferença de resultados entre as empresas as quais sugerem que fatores nutricionais ou de manejo possam estar influenciando na ocorrência destas miopatias. Macroscopicamente ambas as lesões de carcaças são caracterizadas por hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major* e *gastrocnemius*. Ao corte da pele foi possível identificar a lesão de *White striping* principalmente pela presença de estrias esbranquiçadas no sentido das fibras musculares, enquanto que na lesão de *Wooden breast* além da presença das listras brancas foi possível perceber um abaulamento principalmente na região caudal do filé, além de uma aparência pálida a amarelada da musculatura. À microscopia óptica, ambas miopatias apresentaram semelhanças quanto às anormalidades histológicas, caracterizadas por um processo de miodegeneração. Observou-se, que em filés com *Wooden breast*, o infiltrado de tecido conjuntivo foi mais agressivo quando comparado com o *White striping* onde o infiltrado intersticial de tecido adiposo foi mais evidente.

**Palavras chave:** miopatia, degeneração, frangos de corte, filé de peito.

## ABSTRACT

**Master's Dissertation**  
**Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação**  
**Universidade de Passo Fundo**

**Anatomy-pathologic study of the *Pectoralis major*  
muscle in broiler with *White Striping* and *Wooden Breast***

Author: Sabrina Tolotti Fraga Teixeira

Advisor: Elci Lotar Dickel

Passo Fundo, 31 de Julho de 2015

The Brazil since 2004 has an important role in poultry international, so the search for production technologies and increasingly efficient sanitary conditions are key to staying on top of the list of export of chicken meat. This work aims to carry out an analysis of the incidence of convictions from Federal Inspection lines, and the anatomical and histopathological characterization of the *Pectoralis major* muscle affected by injuries of *White Striping* and *Wooden Breast*, both degenerative myopathy of unknown etiology, and with a strong relation to fast growth rates in chickens still associated with the high weight of the birds. Collecting data and samples were performed at three different companies, with chickens of the Cobb with minimum weight 1100 g and a maximum of 4376g, both for marketing of cuts as whole carcasses. Birds with mixed lots (males and females) and just lots of males or females, with age at least 34 days and a maximum of 45 days. The incidence of lesions of *White striping* was 0.18% and *Wooden breast* was 0.54% difference in results between companies which suggest that nutritional factors or management may be influencing the occurrence of these myopathies. Macroscopically both carcasses lesions are characterized by hypertrophy and muscle rigidity *Pectoralis major* and *gastrocnemius*. Cutting of the skin it was possible to identify the lesion of *White striping* primarily by the presence of whitish streaks in the direction of the muscle fibers, while the *Wooden breast* lesion beyond the presence of the white striping was possible to realize a bulging primarily in the flowrate of the steak, but a pale yellowish appearance of the muscles. The optical microscopy, both showed similarities as regards myopathies histological abnormalities, characterized by a miodegeneração process. It was observed that in fillets with *Wooden breast*, connective tissue of the mole was more aggressive when compared with *White striping* where interstitial infiltrate of adipose tissue was more evident.

**Keywords** : myopathy, degeneration, broilers, breast fillet.



## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil mantém a posição de maior exportador mundial de carne de aves, desde o ano de 2004, estando atualmente atrás somente dos Estados Unidos no quesito de volume de exportação, sendo que ano de 2014 este volume foi correspondentes a 3.995,2 mil toneladas. A produção nacional de carne de frango chegou a 12,691 milhões de toneladas (AVISITE, 2015).

Fatores como qualidade, sanidade e preço contribuíram para aperfeiçoar a produtividade no setor. O Brasil buscou modernização e empregou instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade, alimentação balanceada, melhoramento genético e produção integrada. A parceria entre indústria e avicultores também contribuiu para a excelência técnica em todas as etapas da cadeia produtiva, resultando em reduzidos custos de transação e na qualidade, que atende às demandas de todo o mundo (MAPA, 2015).

Desta forma, a indústria avícola objetiva através do aprimoramento na seleção genética de linhagens de frango de corte, produzir animais com maiores taxas de crescimento muscular (VELLEMAN et al., 2003). Porém, a pressão de seleção cada vez maior para alto rendimento de carcaça e partes faz com que a indústria tenha a sua disposição aves cada vez mais específicas. Com isso, a indústria de processamento tende a valorizar um peito mais longo e mais uniforme em espessura muscular (BAKKER, 1999).

Com a comercialização de cortes e de produtos desossados, muitos dos defeitos na carne se tornaram aparentes ocasionando a rejeição dos mesmos. Da mesma forma, as características sensoriais de cada corte, como aparência e maciez puderam ser melhor percebidas e reconhecidas pelo consumidor (BERAQUET, 1999).

Alguns estabelecimentos frigoríficos tem identificado uma lesão, no músculo *Pectoralis major*, que ocasiona a rejeição dos mesmos, esta lesão é caracterizada pelo aparecimento de vários graus de estrias (listras) esbranquiçadas na superfície do músculo e foi chamada de *White striping* (KUTTAPPAN et al., 2009; 2012<sup>a</sup>; 2013<sup>a</sup>). Recentemente, também foi observado que carne com lesões de *White striping* pode ser acompanhada de outro tipo de anormalidade muscular chamada *Wooden breast*, que se caracteriza macroscopicamente por visível dureza, abaulamento e áreas pálidas a amareladas na parte caudal do filé de peito (SIHVO et al., 2014; MUDALAL et al., 2014). Ambas miopatias exibem alterações histológicas semelhantes consistindo de moderada a severa polifásica miodegeneração com

regeneração, bem como quantidades variáveis de acumulação de tecido conjuntivo intersticial ou fibrose (SIHVO et al., 2014).

Além das alterações histológicas, as características estéticas também são fortemente prejudicadas nas lesões de *White striping* e *Wooden breast*, a indústria avícola desqualifica este defeito da carne, que é comumente usado para fabricar produtos transformados (industrialmente processados). Apesar de sua inclusão em produtos transformados eliminar o problema de defeitos estéticos, alguns estudos têm mostrado que a carne com *White striping* tem propriedades tecnológicas inferiores como reduzida retenção de água e de capacidade de ligação e textura pobre (PETRACCI et al., 2013a).

O que foi confirmado no estudo realizado por Mudalal et al. (2014), onde observou-se que a presença de uma ou ambas as anormalidades resultaram em uma grande redução dos traços de qualidade da carne de peito. Embora o impacto negativo de ambas as anormalidades na qualidade da carne crua parece ser atenuado pelo aumento concomitante do pH final, a capacidade de ligar-se a solução de marinação e reter líquido durante o cozimento da carne não-marinada e marinada foi severamente prejudicada. Além disso, as implicações dessas anormalidades na qualidade da carne foram muito distintos, filés com *Wooden breast* exibiram dramaticamente pobres rendimentos de cozimento e processamento de rendimentos, independentemente da presença concomitante de *White striping*.

Estes resultados, juntamente com as observações sobre a carne crua, indicam claramente que a anormalidade do *Wooden breast* resulta em mais severos efeitos adversos em atributos de qualidade de carne em comparação com *White striping*. Com base nestes achados, pode-se discutir que *Wooden breast* está associado com mais danos para o tecido muscular do que *White striping* (MUDALAL et al., 2014).

Observações anteriores mostraram que alterações histopatológicas nos músculos por *White striping* e *Wooden breast* têm características semelhantes (KUTTAPPAN et al, 2009; SIHVO et al., 2014), e, portanto, pode ser a hipótese de uma etiologia comum. No entanto, Sihvo et al (2014) observou que filés com *Wooden breast* foram afetados por um processo inflamatório como demonstrado pela presença de linfócitos T, que não foram observadas em *White striping* (KUTTAPPAN et al., 2013b). Como consequência, pode também ser propôsto que *White striping* ocorre durante a fase inicial da degeneração muscular, enquanto que filés de peito torna-se *Wooden breast* apenas em um estágio posterior do desenvolvimento (MUDALAL et al., 2014).

No Brasil, cabe ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) o papel de regulamentar e fiscalizar as indústrias brasileiras, avaliando se todos os requisitos pertinentes às legislações higiênico-sanitárias vêm sendo atendidas, de acordo com os mercados (nacionais ou internacionais) aos quais as indústrias encontram-se habilitadas. Toda a carcaça parte de carcaça e órgãos com lesões ou anormalidades que possam torna-los impróprios para consumo, devem ser convenientemente assinalados pela Inspeção Federal e diretamente conduzidos ao DIF - Departamento de Inspeção Final, onde serão julgados após exame completo (BRASIL, 1952; 1998).

Geralmente as condenas são classificadas em totais, quando se descarta, a carcaça inteira, e parcial, quando se descarta apenas algumas partes das carcaças, como coxa, asa, peito e dorso. Estes cortes parciais são reconhecidos como cortes liberados ou cortes do DIF sendo os mesmos direcionados, após o pré-resfriamento para a Sala de Cortes onde serão comercializados como Cortes de Frangos, ou recortes ou ainda direcionados para a produção de CMS – Carne Mecanicamente Separada. A CMS, após o resfriamento obrigatoriamente deve passar por processamento térmico, assim como ocorre com as carcaças com contaminação, onde o material contaminado pode ser destinado à esterilização pelo calor, a juízo da Inspeção Federal (BRASIL, 1998; BRASIL, 2000).

Atualmente não existe um critério de julgamento oficial na legislação nacional sobre a aceitabilidade ou rejeição total da carcaça ou partes da mesma no que se refere às lesões no músculo *Pectoralis major* por *White striping* e *Wooden breast*, isto se deve ao surgimento recente dessas alterações nos estabelecimentos frigoríficos.

Em virtude da ausência de informações técnicas os responsáveis pela fiscalização de cada estabelecimento adotaram medidas restritivas considerando a lesão pelo ‘aspecto repugnante’ (BRASIL, 1998). As carcaças identificadas nas linhas de inspeção com o músculo do peito aumentado e endurecido são desviadas para o DIF – Departamento de Inspeção Final, e condenadas totalmente ou parcialmente, de acordo com a severidade das lesões apresentadas em cada carcaça. Este descarte, ao longo do tempo, vem crescendo em volume, e gerando indagação por parte das empresas visto que o produto condenado é imediatamente enviado para a fábrica de subprodutos, onde se transformará após processamento específico em farinha, comumente utilizado na formulação de ração animal em função do alto grau proteico e energético. Mas representando prejuízo aos estabelecimentos.

Desta forma o objetivo deste trabalho é:

- Analisar as características macro e microscópicas do músculo *Pectoralis major* com lesões de *White Striping*.
- Analisar as características macro e microscópicas do músculo *Pectoralis major* com lesões de *Wooden breast*.
- Avaliar a incidência destas miopatias, a nível de Linhas de Inspeção, em frangos de corte de linhagem comercial COBB abatidos em três diferentes estabelecimentos frigoríficos com sistema de integração independentes.

E com isso dar suporte técnico ao Ministério da Agricultura para a regulamentação das ações a ser tomada nas linhas de inspeção para as carcaças com lesões de *White striping* e *Wooden breast* e conseqüentemente para as indústrias de alimentos de forma a evitar que este defeito de qualidade chegue até a mesma do consumidor final e com isso denigram a imagem da empresa e também dos sistemas de fiscalização.

Sendo assim, o presente documento está dividido em e sessões distintas:

- Capítulo 2, onde se apresenta uma revisão bibliográfica sobre o assunto.
- Capítulo 3, onde se apresenta o artigo científico com descrição macroscópica e análise histopatológica do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte acometidos com *White striping* e sua incidência.
- Capítulo 4, onde se apresenta o artigo científico com descrição macroscópica e análise histopatológica o músculo *Pectoralis major* de frangos de corte acometidos com *Wooden breast* e sua incidência.

E por fim, apresentam-se as considerações finais para o presente estudo.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1. Anatomia do músculo *Pectoralis* em frangos de corte

#### 2.1.1. Miologia

O músculo peitoral das aves é dividido em *Pectoralis major* ou Peitoral superficial e *Pectoralis minor* ou *supracoracoideu* (ZAPATA, 2012). Na indústria de alimentos estes músculos são respectivamente reconhecidos como Filé (de peito) e Filézinho ou Sassame (Figura 1).

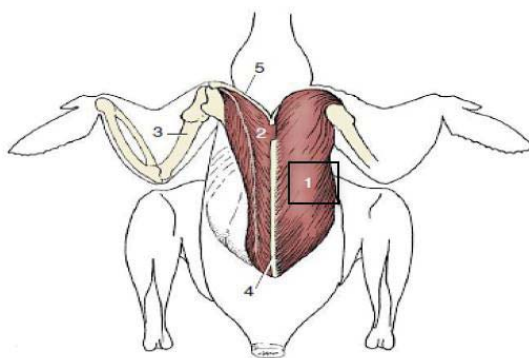


Figura 1. Localização anatômica do músculo *Pectoralis major*. 1, *Pectoralis major*; 2, *Supracoracoideus*; 3, Úmero; 4, Esterno; 5, Clavícula (DYCE e WESING, 2010).

Os músculos *Pectoralis* constituem os músculos do apêndice das aves, mas especificamente aos músculos do cingulo peitoral e do membro torácico (VANDEN BERGE, 1975).

O *Pectoralis major* é o mais volumoso músculo das aves, formando, em parte, a massa carnosa associada com o peito. É o maior músculo do vôo e o mais importante componente do movimento de descida, da potência do movimento rítmico do bater de asas. (VANDEN BERGE, 1975). Ele tem origem na quilha do esterno e da clavícula, seguindo diretamente para a superfície ventral do tubérculo dorsal do úmero (Figura 2). Localiza-se dorsalmente ao rádio e seu curto tendão passa subcutâneamente sobre a superfície crâniodorsal da articulação do carpo e termina na extremidade proximal do osso metacárpico (DYCE e WENSING, 2010).

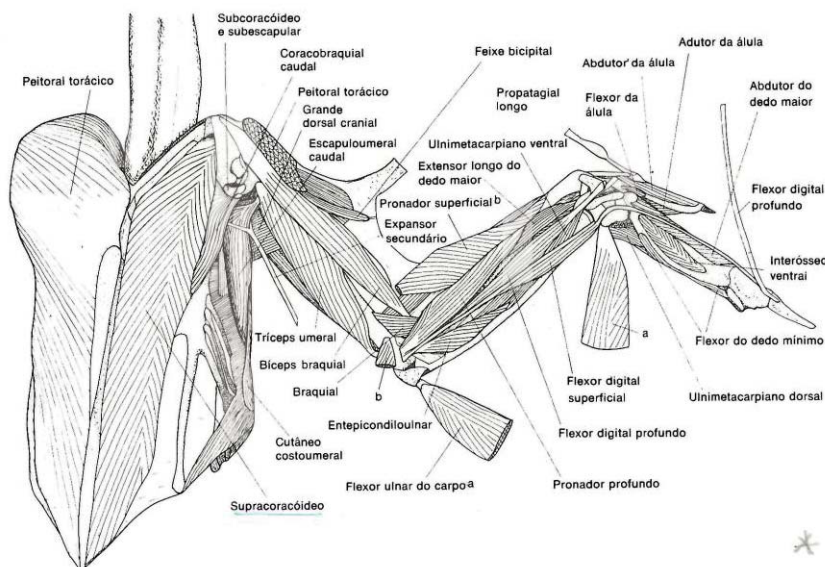


Figura 2. Asa do galo (*Gallus gallus*) da raça Leghorn branca, mostrando alguns dos músculos mais profundos; vista ventral (HUDSON e LANZZIOTTI, 1964).

O *Pectoralis minor* é um músculo peniforme longo e em forma de fuso que se acha profundamente ao peitoral torácico e desse modo contribui para a massa carnosa principal do peito (VANDEN BERGE, 1975). A força para a contração de subida é fornecida pelo *Pectoralis minor* (VANDEN BERGE, 1975).

### 2.1.2. Angiologia

A veia e os nervos peitorais acompanham o tronco peitoral: todos penetram na parte dorsal do músculo *Pectoralis major*, na junção de seus terços cranial e médio. Penetrando no músculo, o tronco divide-se em uma artéria peitoral cranial (menor), que supre a parte dorso cranial do músculo *Pectoralis major* até a sua inserção no úmero, e uma artéria peitoral caudal (maior) que também supre o músculo *Pectoralis major*, e emite ramos para o *Pectoralis minor*, a carina do esterno e a pele do peito (Figura 3), (VANDEN BERGE, 1975).

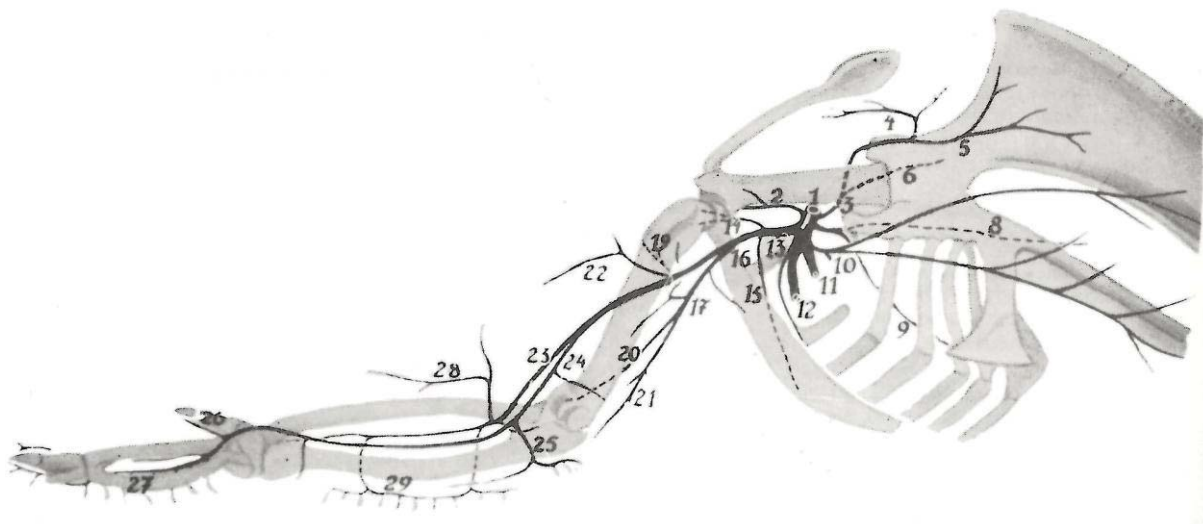


Figura 3. Distribuição da artéria subclávia. Vista da parte lateral do corpo, ventralmente do esqueleto da asa. 1, Artéria subclávia; 2, Artéria acromial; 3, Artéria esternoclavicular; 4, Artéria clavicular; 5, Artéria esternal; 6, Ramo intratorácico da artéria esternoclavicular; 8, 9, ramos ventral e dorsal da artéria torácica interna; 10, artéria cutânea lateral do tronco; 11, 12, artérias peitorais caudal e cranial; 13, artéria axilar; 14, artéria coracóide; 15, artéria subescapular; 17 artéria braquial profunda; 19, artéria circunflexa dorsal do úmero (De WESTPFAHL, 1961),

## 2.2. Fisiologia do músculo *Pectoralis major* em frangos de corte

### 2.2.1. Músculo esquelético

O músculo esquelético maduro das aves é similar ao dos mamíferos, contendo os mesmo tipos de proteínas contráteis (miosina, actina e as suas proteínas associadas), arranjadas de tal modo que lhe dá uma aparência estriada. Por isso, também é denominado de músculo esquelético estriado (GONZALES e SARTORI, 2002; PRATA e FUDUKA, 2001).

### 2.2.2. Fibra muscular estriada esquelética

#### *A célula*

A unidade básica do músculo é uma célula especializada em contração, a miofibr. O exame de um músculo revela um feixe de miofibras envolto por uma camada de tecido



conjuntivo, o epimísio. A camada abaixo dessa é o perimísio. As fibras musculares individuais estão orientadas em um arranjo não ramificado e paralelo, separadas por tecido conjuntivo frouxo, o endomísio. Todas as miofibras são mantidas juntas por uma fina camada de tecido conjuntivo, que contém capilares (GONZALES e SARTORI, 2002).

A miofibrila é uma célula alongada, com a extremidade ligeiramente afilada ou arredondada e multinucleada, medindo aproximadamente, 100  $\mu\text{m}$  (BANKS, 1992). Os seus núcleos em número de 100 a 200, geralmente estão localizados abaixo do plasmalema. A fibra muscular é envolvida pelo sarcolema, o qual é composto pela membrana basal e o plasmalema, e por finas fibras reticulares que a recobrem. O sarcoplasma contém as organelas típicas de uma célula, tais como mitocôndrias, ribossomos, lisossomos, gotículas de lipídios, entre outras, assim como elementos contrácteis, as miofibrilas. Mais da metade da miofibrina é composta por miofibrilas, cada uma com uma espessura de 1 a 2  $\mu\text{m}$  (GONZALES e SARTORI, 2002).

Entre o sarcolema e a membrana basal da fibra muscular são encontradas as células satélites, com um núcleo grande e pouco citoplasma. Essas células tem um papel muito importante no crescimento e na regeneração muscular. (GONZALES e SARTORI, 2002).

As principais diferenças entre os músculos de ave e os mamíferos é que, enquanto todas as fibras contrácteis nos mamíferos são inervadas focalmente, as fibras de contração lenta (SO) das aves são inervadas multiplamente (GONZALES e SARTORI, 2002).

### *Tipo de fibras*

A diferença nas propriedades metabólicas e contrácteis entre as fibras musculares pode ser revelada pelas técnicas histoquímicas, distinguindo-se três tipos de fibras musculares, brancas, vermelhas e intermediárias. (GONZALES e SARTORI, 2002).

As fibras brancas, ricas em enzimas glicolíticas, são adaptadas para o metabolismo anaeróbico e usam o glicogênio como substrato energético. As fibras vermelhas, ricas em enzimas oxidativas, tem metabolismo aeróbico e usam a gordura como principal substrato energético. (GONZALES e SARTORI, 2002).

As fibras brancas, também denominadas FG (Oxidativa rápida – Fast Glycolytic), apresentam uma maior área e contração rápida. As fibras vermelhas são chamadas de SO (Oxidativa Lenta – Slow Oxidative) e tem pequena área e contração lenta. As intermediárias



são chamadas de FOG (Rápida Oxidativa Glicolítica – Fast Oxidative Glycolytic), com área de tamanho intermediário entre a branca e a vermelha, metabolismo aeróbico e glicolítico e contração rápida. Também apresentam uma coloração vermelha (GONZALES e SARTORI, 2002).

De acordo com as características metabólicas demonstráveis por técnicas histoquímicas, as fibras são classificadas em tipo I ou SO, de contração lenta e metabolismo oxidativo; tipo IIA ou FOG, com contração rápida e metabolismo oxidativo e glicolítico; e tipo IIB ou FG, de contração rápida e metabolismo glicolítico (GONZALES e SARTORI, 2002; PETER *et al.*, 1972; BANKS, 1992).

As fibras do tipo I ou SO são pequenas, têm numerosas mitocôndrias e o pigmento mioglobina em abundância, o que lhe confere a cor vermelha. As mitocôndrias são grandes e com numerosas cristas. O armazenamento de oxigênio pela mioglobina nessas fibras evita a fadiga. (GONZALES e SARTORI, 2002).

As fibras do tipo II são células musculares grandes que possuem pequena quantidade de mioglobina e mitocôndrias. As IIA (FOG) são resistentes à fadiga, enquanto que as IIB (FG) são facilmente fatigáveis e nelas o ácido lático se acumula facilmente. As fibras IIA (FOG) são consideradas intermediárias entre I e IIB e são adaptáveis, tornando-se mais glicolíticas ou mais oxidativas de acordo com a demanda da atividade usual do músculo. (GONZALES e SARTORI, 2002).

As fibras I e IIA são aeróbicas e dependem de uma alta taxa de oxigênio e trocas metabólicas. Já, as fibras anaeróbicas (IIB) tem uma taxa menor de trocas metabólicas e de oxigênio e apresentam maior área e, portanto, maior processo de hipertrofia. (GONZALES e SARTORI, 2002).

A presença de um ou mais tipos de fibras, sua distribuição e a frequência dos subtipos é que determina as características metabólicas e contrácteis dos tecidos muscular esquelético, revelando as suas propriedades bioquímicas e fisiológicas. (GONZALES e SARTORI, 2002).

### *Tipo de músculos*

Existem dois tipos de músculos esqueléticos: o vermelho e o branco. O vermelho é constituído predominantemente por fibras oxidativas (SO). O músculo branco é formado predominantemente por fibras glicolíticas (FG) (PRATA e FUDUKA, 2001). Nas galinhas e

frangos de corte, o músculo peitoral tem predominantemente fibras FG e FOG e, histologicamente, apresenta-se com uma pequena densidade de capilares sanguíneos e suas células contêm um pequeno número de mitocôndrias. Os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa, por outro lado são ricamente vascularizados e com grande número de mitocôndrias em suas fibras, principalmente do tipo SO e FOG. (GONZALES e SARTORI, 2002).

Madeira et al. (2006) concluíram que machos apresentam maior massa muscular e musculatura mas glicolítica que as fêmeas, e que a maior massa muscular das aves selecionadas para altas taxas de crescimento está relacionada ao aumento na área dos três tipos de fibras musculares (SO, FOG e FG). Remignon et al. (1994), estudando frangos de corte machos de diferentes idades e pesos vivos, concluíram que o músculo *Pectoralis major* é inteiramente composto por fibras glicolíticas do tipo IIB e, em duas linhagens selecionadas, nem a distribuição do tipo de fibra nem os três tipos de isoformas rápidas de miosina se diferenciaram.

Os mecanismos que regulam o número, tipo e tamanho das fibras musculares são fundamentais para o entendimento do desenvolvimento muscular e são definidos em dois períodos distintos: pré e pós-natal (GONZALES e SARTORI, 2002). Primeiro na fase embrionária, estabelece-se o número de fibras musculares através de células precursoras que determinam a expressão de genes músculos-específicos, caracterizando uma situação de hiperplasia e, posteriormente, no período pós-eclosão, ocorre o desenvolvimento das fibras musculares caracterizando um processo celular chamado de hipertrofia destas fibras, principalmente através de acréscimo de proteína e núcleos originados da proliferação e fusão das células satélites (CHIST e BRAND-SABERI, 2002). Esses núcleos adicionais são formados por mitose e pela fusão das células satélites. Conforme descrito por Kennedy et al. (1998), o mesmo processo ocorre em aves submetidas a esforço muscular onde, além da hipertrofia, foi possível verificar a formação de novas fibras no músculo *Anterior latissimus dorsi*.

Tal fato foi confirmado por Remignon et al. (1994, 1995) que, ao estudar frangos de corte com diferentes taxas de crescimento (rápido e lento), demonstraram que os animais de crescimento rápido possuíam o músculo *Anterior latissimus dorsi* com até 20% a mais de fibras, assim como um aumento do diâmetro destas fibras (área transversal) em comparação com os de crescimento mais lento.

De acordo com Picard et al. (2010), o aumento de massa muscular no período pós natal é atingido pela hipertrofia das fibras existentes em razão da fusão das células satélites

com as fibras musculares. Sendo assim, a alteração nas taxas de atividade mitótica das células satélites tende a ser uma explicação para o aumento do número de núcleos da fibra muscular à medida que as aves crescem.

Na seleção para linhagens de alto crescimento, as fibras musculares obtiveram aumento no tamanho, diâmetro e comprimento, sendo esta diferença associada ao aumento no número de fibras gigantes, as quais possuem áreas de secção transversal de três e cinco vezes maiores que as normais, embora isto possa ser resultado de uma contração severa (fibras hipercontráteis) (SOIKE e BERGMANN, 1998; MILLS, 2001; SCHEUERMANN, 2004; MACRAE, 2006; FELÍCIO, 2008; PETRACCI, 2013; ABERLE e STEWART, 1983; REMIGNON, 1994; GUERNEC, 2003; BERRI, 2007).

Além do diâmetro, linhagens de rápido crescimento possuem maior densidade de fibras musculares quando comparadas às de crescimento lento (SCHEUERMANN et al., 2004a; PETRACCI et al., 2013a).

Conforme Macrae et al. (2006), o aumento do tamanho, diâmetro e densidade da fibra muscular em conjunto com o inadequado suprimento capilar podem induzir um estresse metabólico devido à grande distância para difusão de oxigênio, metabólitos e eliminação de resíduos, sendo estes fatos negativamente relacionados a qualidade da carne, atributo que, em conjunto com os componentes nutricionais, está entre as principais preocupações dos consumidores com relação as características da carne de frango (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999; DUCLOS, BERRI e LE BIHANDUVAL, 2007; ZHANG et al., 2012).

### **2.3. Alterações patológicas no músculo *Pectoralis major* em frangos de corte**

Em perus e frangos de corte, o aperfeiçoamento da performance produtiva tem desencadeado alguns efeitos negativos na miologia e tecido ósseo destes animais (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999; BESSI, 2006).

Gonzales e Sartori (2002) descreveram que alterações patológicas ocorrem principalmente nos músculos que apresentam um grande número de fibras FG, como é o caso do *Pectoralis major*, as quais sofrem um processo degenerativo. Este processo inicia com modulações de fibras FOG em FG, seguidas de alterações degenerativas e perda da função das fibras. Autores sugerem que as alterações quantitativas são mais relevantes para uma degeneração distrófica hereditária de frangos de corte do que as alterações qualitativas

(ASHMORE e DOERR, 1971; BARNARD et al., 1982; ISHIMOTO, GOTO e KUROIWA, 1988).

Conforme Dubowitz et al. (2013), a avaliação das alterações nas fibras musculares são fundamentais para a interpretação de qualquer base patológica. Em normalidade, as fibras musculares possuem formato poligonal, porém as situações patológicas, como em distrofias musculares, elas podem apresentar formato arredondado.

De acordo com Petracci e Cavani (2012), os maiores problemas de qualidade de carne em frangos de corte estão associados a “Miopatia Peitoral Profunda” (MPP) também conhecida como “Doença do Músculo Verde” e a “White Striping” ou “Estrias Brancas”, ambas afetando a aparência do produto final. De acordo com Sihvo *et al.* (2014), a prevalência de um novo tipo de defeito de qualidade no peito de frangos de corte teve um dramático aumento na Finlândia, e também em outros países. Este defeito caracteriza-se pela apresentação rígida e esbranquiçada e também por hipertrofia do músculo *Pectoralis major*, por este motivo foi intitulada esta patologia como “Wooden Breast”, ou seja, “Peito Madeira”.

### 2.3.1. *White Striping*

A miopatia *White Striping* caracteriza-se pelo aparecimento de vários graus de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo *Pectoralis major* de frangos de cortes as quais seguem a direção da fibra muscular (BAUERMEISTER et al., 2009; KUTTAPPAN et al., 2009).

Macroscopicamente, categoriza-se esta condição de acordo com o grau de estriações presentes no músculo peitoral em: normal (NORM), sem estriações aparentes; moderado (MOD), estriações visíveis no músculo e inferiores a um (1) mm de espessura, e severo (SEV), com estriações superiores a 1 mm (um) e facilmente observadas na superfície do músculo (KUTTAPPAN et al., 2009).

Estudos anteriores mencionaram a presença de estrias esbranquiçadas no músculo peitoral de frangos de corte e, ocasionalmente, no músculo da perna, semelhante às descritas na ocorrência de *White Striping*, entretanto, esta relação foi associada a condição de distrofia muscular induzida pela deficiência nutricional de vitamina E na dieta das aves (DAM, PHANG e SONDERGAARD, 1952; SCOTT et al., 1955; MACHLIN e SHALKOP, 1956;

MACHLIN e PEARSON, 1956; NESHEIM, LEONARD e SCOTT, 1959; FERGUSON et al., 1964; BUNYAN et al., 1967; NETKE et al., 1969; KLASING, 2008).

Em pesquisa realizada por Kuttappan *et al.* (2012c), estudou-se a similaridade da aparência entre animais acometidos com *White Striping* e distrofia muscular nutricional ocasionada pela deficiência de vitamina E, concluindo que o nível de vitamina E na dieta não está associado com a ocorrência de *White Striping* no músculo peitoral de frangos de corte.

Com o objetivo de estudar a relação entre a severidade de *White striping* e o crescimento de frangos de corte, Bauermeister *et al.* (2009) verificaram aumento da incidência e da severidade desta miopatia com o aumento do peso vivo e do peso dos filés de peito, tendo também aumentado a severidade nos animais abatidos com oito semanas de idade quando comparados aos abatidos com 6 semanas.

As causas da formação de *White striping* são desconhecidas, mas avaliações histológicas demonstram que esta alteração é usualmente associada à degeneração muscular e alterações miopáticas abaixo da área com estriação, como perda das estriações transversais, variabilidade do tamanho da fibra, degeneração flocular/vacuolar e lise das fibras, mineralização moderada, regeneração, infiltração de células mononucleares, lipidose, inflamação intersticial e fibrose (KUTTAPPAN, *et al.*, 2011 e 2013b; PETRACCI *et al.*, 2013b). De acordo com Kuttappan *et al.* (2011), há um significativo aumento de lesões degenerativas e necróticas, além de fibrose e lipidose, a medida em que o grau de *White Striping* aumenta, tendo os autores classificado as alterações apresentada como um caso de distrofia muscular idiopática.

Com relação ao perfil hematológico e sorológico de frangos de corte acometidos com *White striping*, Kuttappan *et al.* (2013c) não encontraram diferenças em vários parâmetros hematológicos, porém foram observados aumento nos níveis séricos de creatinina quinase, alanina transaminase, aspartato aminotransferase e lactato desidrogenase nos animais cujos os músculos foram classificados como de grau severo. Estes resultados, segundo os autores, sugerem que não há infecção sistêmica ou inflamatória associada ao grau severo de *White striping*. O aumento do nível sérico das enzimas confirma uma lesão muscular associada com a miopatia degenerativa nos animais de grau severo.

Conforme Kuttappan et al. (2012b), o aumento das taxas de crescimento resulta em maior incidência de frangos de corte acometidos com *White striping*, e os vários graus desta

miopatia estão associados com alterações na composição química destes filés de peito. Corroborando com esta afirmativa, em outro trabalho, Kuttappan *et al.* (2013b) observavam acréscimo no teor de gordura muscular e decréscimo de proteína, conforme o aumento do grau de *White striping*, concluindo que estas alterações histopatológicas indicam uma miopatia degenerativa que pode estar associada com a taxa de crescimento das aves.

Avaliando as características físico-químicas de filés de peito de aves acometidas com *White striping*, Kuttappan *et al.* (2013a) aferiram as dimensões dos filés (comprimento, largura, espessura cranial e caudal), o pH, a cor (L\*|luminosidade|, a\*|tom de vermelho| e b\*|tom de amarelo|), a perda de peso por cocção e a força de cisalhamento e concluíram que o grau de *White striping* não influenciou ( $P > 0,05$ ) os valores de pH, L\*, a\*, perda de peso por cocção e força de cisalhamento. Entretanto, nas amostras consideradas de grau severo de *White striping* foram observados aumento significativos na espessura cranial e no tom de amarelo (b\*), o que pode comprometer a qualidade estética do produto comercializado.

De acordo com Kuttappan *et al.* (2012a), este fenômeno de etiologia desconhecida esta afetando a aceitação do consumidor com relação à severidade da mesma no filé do peito. O estudo relata que 50% dos consumidores consultados não comprariam a carne que apresentasse filetes de estrias de graus moderado ou severo.

Sendo assim, em razão de pouco conhecimento a respeito desta miopatia e por afetar o aspecto visual de um dos cortes de maior valor comercial da carne de frangos, torna-se de suma importância um maior aprofundamento desta condição.

### 2.3.2. *Wooden Breast*

A miopatia *Wooden Breast* caracteriza-se por expansivas áreas pálidas de substancial dureza acompanhadas de estriações brancas em todo o músculo *Pectoralis major* de frangos de cortes (SIHVO, 2014).

De acordo com Sihvo *et al.* (2014), as alterações macroscópicas estão restritas ao músculo *Pectoralis major* e não afeta outros músculos esqueléticos. Não é possível detectar sinais característicos durante a inspeção *antemortem* para esta patologia. Muitos dos filés de peito afetados são, no entanto, rejeitados para consumo humano, o que traz significativas

perdas econômicas dentro da indústria e aumenta o interesse em resolver a etiologia dessa condição, subsequentemente, encontrar meios para preveni-la.

Miopatias anteriormente descritas que podem afetar o *Pectoralis major* de frangos de corte incluem a distrofia muscular hereditária, estresse térmico, trauma, e miopatias de exercício, nutricionais ou tóxicas (KLASING *et al.*, 2008; VAN VLEET JF *et al.*, 2007). Atualmente, a etiologia e os fatores que causam o rápido aumento desta desordem identificada no músculo *Pectoralis* em frangos de corte permanecem obscuras (KUTTAPPAN *et al.*, 2013).

De acordo com o estudo de Sihvo *et al.* (2014), os músculos *Pectoralis major* analisados macroscopicamente achavam-se notavelmente afetados, endurecidos difusamente ou em área focal extensa. As áreas endurecidas estavam pálidas e ligeiramente abauladas (Figura 4). A superfície coberta por uma fina camada de material transparente ou ligeiramente turvo, moderadamente viscoso, bem como petéquias dispersas ou pequenas hemorragias. Também apresentaram áreas esponjosas e mal demarcadas com feixes musculares distintamente separados, particularmente nas camadas profundas do músculo. Paralelas às fibras musculares, inúmeras listras brancas 0,5 a 3,0mm de largura estendendo-se a superfície de corte. Não foram observadas lesões macroscópicas em outros músculos esqueléticos das carcaças.

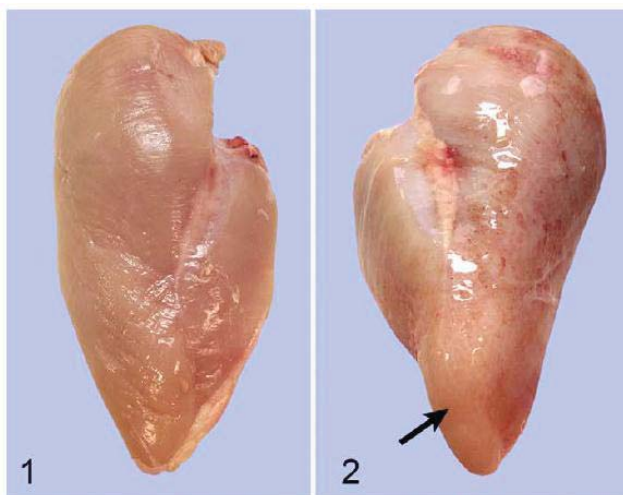


Figura 4. Músculo *Pectoralis major* de frango de cortes, superfície ventral do músculo. 1, sem lesão macroscópica; 2, lesão macroscópica de *Wooden breast*, com maior evidência para a porção caudal (seta) (SIHVO *et al.*, 2014).



Histologicamente o músculo com lesões de *Wooden breast* apresentaram miofibras de diâmetro variável e desprovida da sua característica de lados. Fibras parceladas ocasionais. Degeneração multifocal e necrose caracterizada por hipereosinofilia, fragmentada perda de estrias, e infiltração de células inflamatórias, principalmente macrófagos e heterófilos, dentro e em torno da fibra degenerativa (SIHVO *et al.*, 2014).

De acordo com Sihvo *et al.* (2014), as lesões degenerativas foram muitas vezes acompanhadas de fibras finas, ligeiramente basofílico no HE, exibindo fraco estrias cruzadas juntamente com vários núcleos ovais centrais em uma fileira, representando regeneração. As áreas afetadas exibiram espessamento difuso do interstício com quantidades variáveis de tecido conjuntivo frouxo, tecido de granulação, ou tecido conjuntivo rico em colágeno (fibrose) separando as fibras do músculo. Uma infiltração de células inflamatórias multifocal moderada, composta principalmente de heterófilos, macrófagos e linfócitos ocasionais, foi misturado com o interstício juntamente com numerosos *spindle-shaped* 10x20µm células com abundante citoplasma levemente eosinofílico e núcleo oval, sendo este último interpretado como fibroblastos.

A miodegeneração com regeneração, bem como a acumulação de tecido conjuntivo intersticial, com células inflamatórias, foi visto em todos os *Pectoralis major* com lesão de *Wooden Breast*; na maioria dos casos, as variações foram moderada ou severa. Cabe ressaltar que fibras degenerativas ocasionais foram vistos também nos filés sem lesão de *Wooden Breast* (SIHVO *et al.*, 2014).

Sendo assim, em razão de pouco conhecimento a respeito desta miopatia e por afetar o aspecto visual de um dos cortes de maior valor comercial da carne de frangos, torna-se de suma importância um maior aprofundamento desta condição.



### 3. CAPÍTULO 1

#### ESTUDO ANATOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM *WHITE STRIPING*

Sabrina Tolotti Fraga<sup>1\*</sup>, Elci Lotar Dickel<sup>1</sup>, Ariane Remor<sup>1</sup>, Fátima Regina Ferreira Jaenisch<sup>2</sup>, Jane de Oliveira Peixoto<sup>2</sup>, Luciane Daroit<sup>3</sup>.

(Artigo enviado para publicação na ‘Revista Brasileira de Ciência Veterinária’)

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Embrapa Suínos e Aves, Laboratório de Patologia e Genômica Animal, Concórdia, SC, Brasil.

<sup>3</sup> Programa de Matemática, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

\*Correspondência do autor: S.T.F.Teixeira, Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Campus I, Bairro São José, 99052-900 – Passo Fundo. E-mail: Sabrina.fraga@yahoo.com.br

## Resumo

A lesão de *White striping* é uma miopatia recentemente identificada, de etiologia desconhecida, estando relacionada às taxas de crescimento rápido em frangos de corte e com peso elevado das aves. A lesão ocorre principalmente no músculo *Pectoralis major*, ocasionando a sua rejeição e impactando em perdas econômicas aos estabelecimentos frigoríficos. Este estudo objetivou identificar a incidência de condenações a partir das Linhas de Inspeção, e caracterizar macro e microscopicamente as lesões de *White striping*, de aves em três empresas, da linhagem Cobb. De 55.839.154 aves abatidas 102.329 (0,18%) carcaças (ou partes de) foram condenadas por esta miopatia, sendo que a empresa 01 apresentou maior incidência de condenas (70,94%). Macroscopicamente observou-se nas carcaças o enrijecimento e aumento de volume do músculo do peito, que ao corte da pele apresentou vários graus de estrias esbranquiçadas, paralelas ao sentido das fibras musculares. Histologicamente identificou-se um processo de miodegeneração, sendo as lesões classificadas em moderadas (43,33%) e severas (56,67%), não sendo possível identificar diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os achados histopatológicos em filés entre as empresas.

**Palavras chave:** miopatia, degeneração, frangos de corte, filé de peito.

## Abstract

The injury of *White striping* is a recently identified myopathy of unknown aetiology, being related to fast growth rates in broilers and with high weight of the birds. The injury occurs mainly in muscle *Pectoralis major*, leading to its rejection and impacting on economic loss to the broiler meat industry. This study aimed to identify the incidence of condemned from Inspection lines, and characterize macro-and microscopically the lesions of *White striping*, of birds in three companies, of the Cobb. Of 55.839.154 birds slaughtered 102.329 (0,18%) carcasses (or parts of) were convicted of this, the 01 company showed the highest incidence of convictions (70,943%). Macroscopically observed on carcasses, the hardening and increased volume of the breast muscle, which the cut skin presented various degrees of white striations, parallel to the direction of the muscle fibers. Histologically identified a process of myodegeneration, being classified under moderate lesions (43,33%) and severe (56,67%), it is not possible to identify significant difference ( $P>0,05$ ) for the histopathological findings in fillets between the companies.

**Key words:** myopathy, degeneration, broilers, breast fillet.

## Introdução

O Brasil mantém a posição de maior exportador mundial de carne de frango desde o ano de 2004, estando atualmente atrás somente dos Estados Unidos e China no quesito de volume de exportação, sendo que ano de 2014 este volume foi correspondentes a 3.995,2 mil toneladas. A produção nacional de carne de frango chegou a 12,691 milhões de toneladas (AVISITE, 2015).

Fatores como qualidade, sanidade e preço contribuíram para aperfeiçoar a produtividade no setor. O Brasil buscou modernização e empregou instrumentos como o manejo adequado do aviário, sanidade, alimentação balanceada, melhoramento genético e produção integrada. A parceria entre indústria e avicultores também contribuiu para a excelência técnica em todas as etapas da cadeia produtiva, resultando em reduzidos custos de transação e na qualidade, que atende às demandas de todo o mundo (MAPA, 2015).

Desta forma, a indústria avícola objetiva através do aprimoramento na seleção genética de linhagens de frango de corte, produzir animais com maiores taxas de crescimento muscular (VELLEMAN *et al.*, 2003). A proporção do músculo peitoral de frangos de corte é muito maior do que a massa corporal (cerca de 3,5 vezes) quando comparados a frangos sem qualquer seleção genética desde 1930 (SCHMIDT *et al.*, 2009).

Alguns estabelecimentos frigoríficos tem identificado uma lesão, no músculo *Pectoralis major*, que ocasiona a rejeição dos mesmos, esta lesão é caracterizada macroscopicamente pelo aparecimento de vários graus de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo e foi chamada de *White striping* (KUTTAPPAN *et al.*, 2009; 2012a; 2013a).

De acordo com Kuttappan *et al.* (2013) a severidade desta condição foi maior para a porção cranial do filé, onde o filé é mais grosso comparado com a porção caudal. Observou-se também que na superfície ventral (lado da pele), nos graus moderados e severos de *White striping*, aparecem linhas mais distintas do que na porção dorsal (lado do osso). Ainda ocorrem manchas brancas de tamanhos variados ao longo do filé. Além disso, estrias brancas foram mais distintas nos músculos do peito (*Pectoralis major*) e coxas (*gastrocnemius*) do que nos músculos supracoracoideu (*Pectoralis minor*), sobrecoxa (*iliotibialis*) (KUTTAPPAN *et al.*, 2013).

As análises histopatológicas mostraram lesões miopáticas com profunda degeneração junto com substituição do músculo cronicamente danificado com adipócitos e fibrose nos tecidos musculares nas lesões com alto grau de *White striping* (KUTTAPPAN et al., 2013).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise sobre a incidência de condenações desta miopatia a partir das Linhas de Inspeção, além de caracterizar macroscopicamente as carcaças e alterações histopatológicas provocadas por lesões de *White striping* no músculo *Pectoralis major* em frango de corte, de aves de três empresas diferentes, sob Inspeção Federal.

## **Material e Métodos**

Foram coletados dados para determinação da incidência da lesão de *White striping* no músculo *Pectoralis major* durante seis meses, de três empresas localizadas na região norte do estado do Rio Grande do Sul, todas da linhagem Cobb, com aptidão para cortes. Os dados foram coletados a partir da condenação realizada nas linhas de inspeção federal (BRASIL, 1998) destes estabelecimentos frigoríficos.

As aves da empresa 01, distribuídos em um frango de uma faixa de pequena gramatura 1100-1999g, e de um frango de uma faixa de maior gramatura 2000-4376g, machos com média de idade de 44 dias e peso médio vivo de 2830g, fêmeas com média de idade de 34 dias e peso médio vivo de 1731g, e lotes mistos com média de idade de 41 dias e peso médio vivo de 2407g.

As aves da empresa 02, distribuída em um frango de uma faixa de maior gramatura 2120g a 3226g, todos machos com média de idade de 45 dias e peso médio vivo de 2775g.

As aves da empresa 03, distribuída em um frango de uma faixa de maior gramatura 1580 a 3900g, machos com média de idade de 44 dias e peso médio vivo de 2732g, fêmeas com média de idade de 45 dias e peso médio vivo de 2420g, e lotes mistos com média de idade de 44 dias e peso médio vivo de 2710g.

Além disso, foram coletados em dias aleatórios amostras do músculo *Pectoralis major* para controle (n=3) sem lesões aparentes (Figura 1a), e amostras com lesões macroscópicas de *White striping* (n=10) em cada um dos estabelecimentos avaliados. As amostras com lesão (Figura 1b) exibiam macroscopicamente estriações esbranquiçadas paralelas às fibras

musculares e facilmente visíveis na superfície do músculo (OWENS *et al.*, 2012; KUTTAPPAN *et al.*, 2012a).

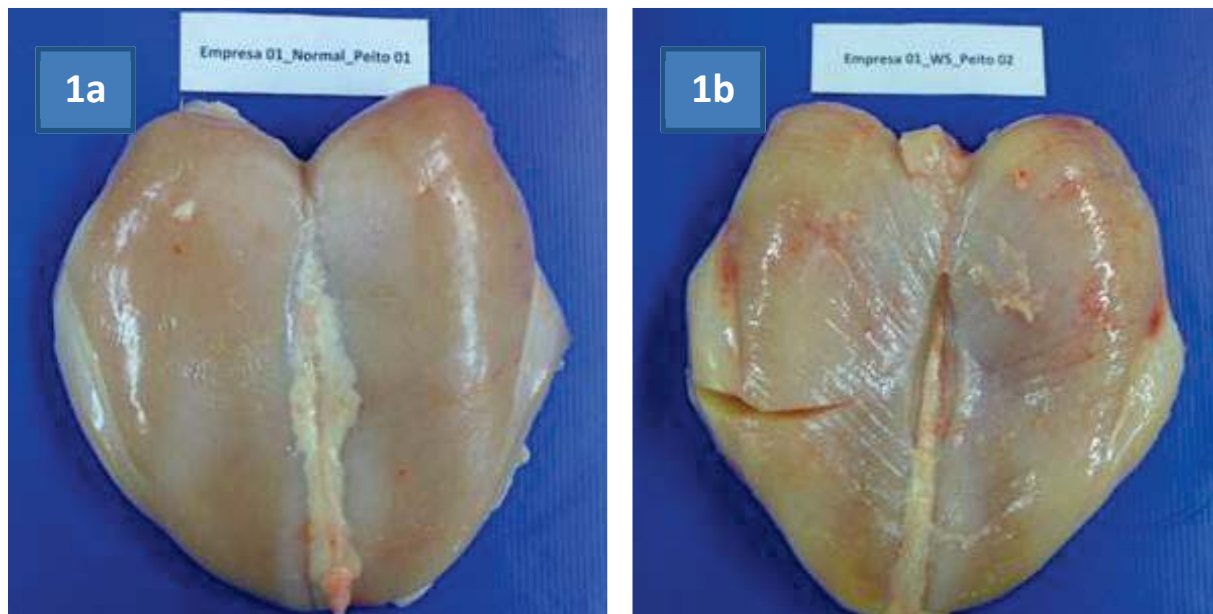


Figura 1a – Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *White Striping*, utilizado como controle. Figura 2b – Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões macroscópicas de *White striping*, apresentando hipertrofia e rigidez do músculo, principalmente na região cranial, além de estriações esbranquiçadas na superfície ventral, paralelas ao sentido das fibras musculares (TEIXEIRA, 2015).

As amostras do músculo *Pectoralis major* foram coletadas ainda do processo de evisceração, onde as carcaças com apresentação hipertrofiada e rígida do peito foram desviadas pelos funcionários treinados das linhas de Inspeção para o DIF – Departamento de Inspeção Final (BRASIL, 1998). No DIF, com o acompanhamento do MVO – Médico Veterinário Oficial foi coletado fragmentos (1,5 x 1,5cm) do músculo *Pectoralis major* nas áreas onde a lesão apresentava-se com maior severidade, além disso, coletaram-se fragmentos (1,5 x 1,5cm) do fígado para posterior análise histopatológica.

As amostras foram fixadas em formalina tamponada a 10% e enviadas para o Laboratório de Patologia Animal da Embrapa Suínos e Aves para análise histopatológica. No laboratório os cortes foram recortados, processados, emblocados em parafina para confecção das lâminas histológicas, as quais foram coradas por Hematoxilina & Eosina (H&E), para leitura em microscópio ocular, conforme LUNA (1968).

Para análise estatística foram utilizados teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) avaliando a associação existente entre variáveis significativas com nível de significância de 5% ( $P>0,05$ ).

## Resultados e Discussão

De um total de 55.839.154 aves abatidas nos três estabelecimentos, 102.329 aves apresentaram condenações por *White striping*, sendo então a incidência total de condenas desta lesão correspondente a 0,18%. Petracci *et al.* (2013a), em estudo da incidência desta miopatia em criações comerciais de frangos de corte na Itália, analisou 28.000 aves, de ambos os sexos, com 45 a 54 dias ao abate e com peso médio de 2750g, oriundas de 56 lotes e encontrou uma incidência total de 12% de frangos acometidos com *White striping*. Esta diferença muito provavelmente ocorreu em função do local de coletas de dados, sendo que no estudo de Petracci *et al.* (2013a) as aves foram analisadas na área de desossa, sendo melhor a identificação das lesões em função da ausência de pele.

O percentual de aves abatidas foi de 46,08%, 46,59% e 7,33% para as empresas 01, 02 e 03, respectivamente, sendo que a apresentação das condenas por *White striping* foi de 70,94%, 3,68% 25,38% para as empresas 01, 02 e 03. Neste caso a empresa 01 apresentou a maior incidência de lesões por *White striping* com relação ao total de aves abatidas em, seguida pela empresa 03 e por fim a empresa 02. Isso pode significar que fatores nutricionais e/ou manejo, entre outros, podem estar influenciando nestes resultados.

No presente estudo, a análise macroscópica foi realizada nas linhas de inspeção, durante o processo rotineiro de abate, neste somente as carcaças que manifestavam hipertrofia e rigidezes do músculo do peito, além de uma ligeira alteração no aspecto da pele que recobre o músculo (figura 2a e 2b) eram desviadas das linhas de inspeção para o DIF, havendo a possibilidade de carcaças de grau inicial da lesão não ter sido identificada.





Figura 2a – Carcaça de frango de corte sem alterações macroscópicas compatíveis com a lesão de *White Striping*. Figura 2b – Carcaça de frango de corte com lesões macroscópicas de *White striping*, apresentando hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major*, principalmente na região cranial e uma leve alteração na coloração da pele e dos vasos sanguíneos da região afetada (TEIXEIRA, 2015).

A porção da pele alterada apresentava coloração levemente avermelhada, quando comparada à carcaça sem lesão, além de ser possível visualizar um espessamento dos vasos sanguíneos através da pele. Ao corte da pele, na superfície ventral do músculo *Pectoralis major* algumas carcaças apresentaram fluido, de coloração translúcida a amarelada, e aspecto gelatinoso nas adjacências do mesmo. Além das estriações brancas visivelmente perceptíveis alguns casos com hemorragia superficial e consistência firme quando comparada a carcaças sem lesão. Ao corte o músculo apresentava aumento de volume, hemorragia entre as fibras foram pouco encontradas, mas alguns casos apresentaram estriações também brancas, mas não paralelas ao sentido das fibras. Sem odor ao corte. Foi evidenciada tanto lesão unilateral quanto bilateral.

Na análise histopatológica do *Pectoralis major* utilizado como controle, ou seja, sem lesões de *White striping* observou-se feixes de fibras musculares com tamanho e formato uniforme, com estrições transversais visíveis (Figura 3a). Em poucos cortes foi observado infiltrado mononuclear, poucas células adiposas e discreta hiperplasia de tecido conjuntivo intersticial (Figura 3b).

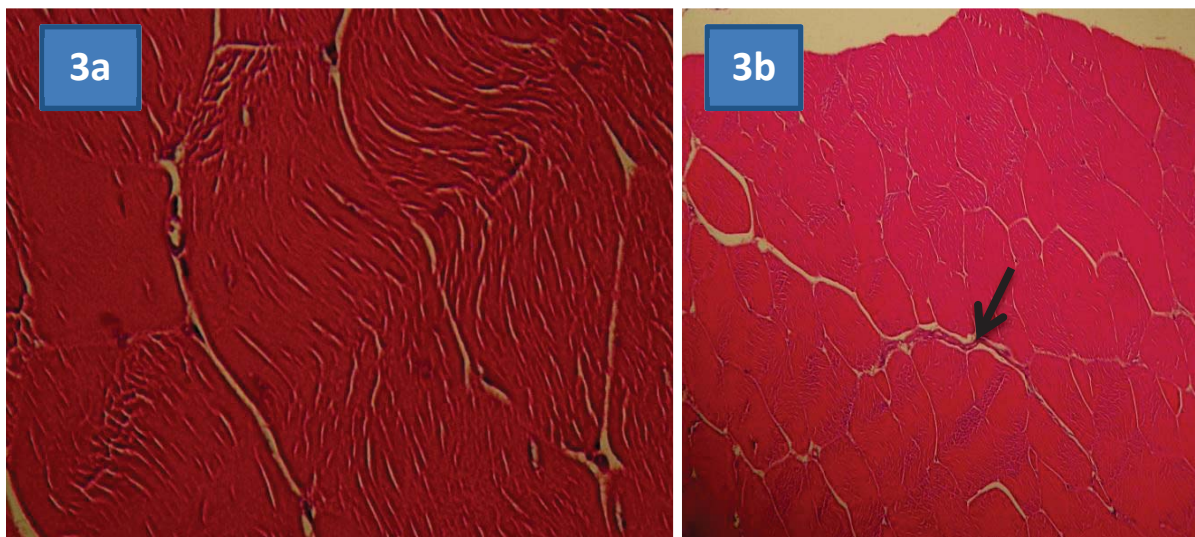


Figura 3a – Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *White striping*. Fragmento de peito com fibras musculares com tamanho e forma regulares, apresentando estrias transversais (H&E 40X). Figura 3b - Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *White striping*. Fragmento de peito. Fibras musculares com estrias transversais. Presença de tecido conjuntivo intersticial discreto, indicado pela seta (H&E 10X) (JAENISCH, 2015).

Na microscopia ótica do músculo *Pectoralis major* com lesões de *White striping*, os fragmentos de peito apresentaram lesões degenerativas de fibras musculares, com presença de tecido conjuntivo intersticial, debris celulares e infiltrado de mononucleares e heterofilos. Em algumas amostras foi possível visualizar infiltrado inflamatório perivascular. Infiltrado de tecido adiposo foi detectado em todos os fragmentos analisados com relativa abundância.

As lesões histológicas foram classificadas com base na magnitude e abrangência das alterações apresentadas em: Lesão moderadas (M) quando no fragmento analisado foram observadas fibras tumefeitas e infiltrado intersticial de tecido conjuntivo frouxo, tecido adiposo, infiltrado esparsos de células mononucleares e debris celulares, correspondente a 43,33% das amostras realizadas. Lesão severa (S) quando a maioria das miofibras apresentava degeneração, hialina à flocular. Nesses casos pode ser observado abundante infiltrado intersticial de tecido adiposo especialmente no perimísio (Figuras 4a e 4b) e de tecido conjuntivo. Debris celulares, infiltrado de mononucleares e de heterófilos também foram detectados, correspondente a 56,67% das amostras realizadas. Não foi evidenciada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as alterações histopatológicas no músculo *Pectoralis major* com lesões de *White striping* entre as três empresas.



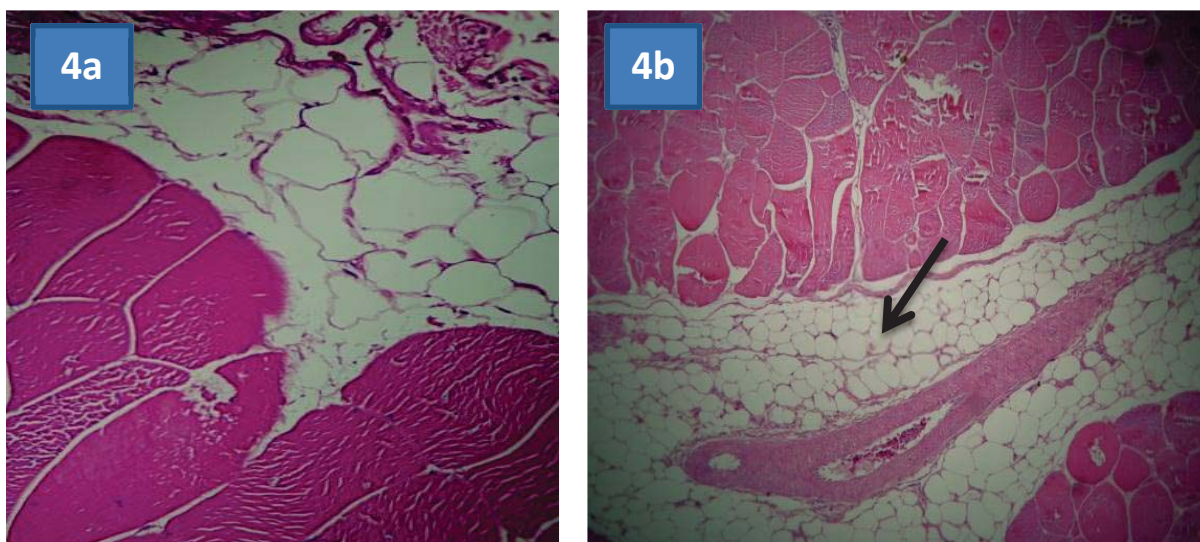


Figura 4a - Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões de *White striping*. Fragmento de peito. Corte transversal. Lesão Severa. Presença de tecido adiposo intersticial e debris celular, (H&E, 40X). Figura 4b - Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões de *White striping*. Fragmento de peito. Corte transversal. Lesão Moderada. Presença de tecido adiposo intersticial (seta) e debris celulares, (H&E, 10X) (JAENISCH, 2015).

Os achados histológicos nos fígados das carcaças com lesão de *White striping* variaram entre sem alteração (SA), alterações discretas (D) e moderadas (M). Lesão discreta (D) quando o parênquima do órgão apresentava esparsos focos de degeneração de hepatócitos (Figura 5a) e hiperplasia de folículos linfoides, correspondente a 33,33% das amostras realizadas. Lesão moderada (M) quando observados focos de hepatócitos degenerados, com vacúolos bem definidos (Figura 5b), congestão e hiperplasia de folículos linfoides, correspondente a 16,67% das amostras realizadas. Maior parte dos fígados analisados não apresentaram alterações. Não foi evidenciada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) entre as alterações histopatológicas no fígado de carcaças com lesões de *White striping* entre as três empresas.

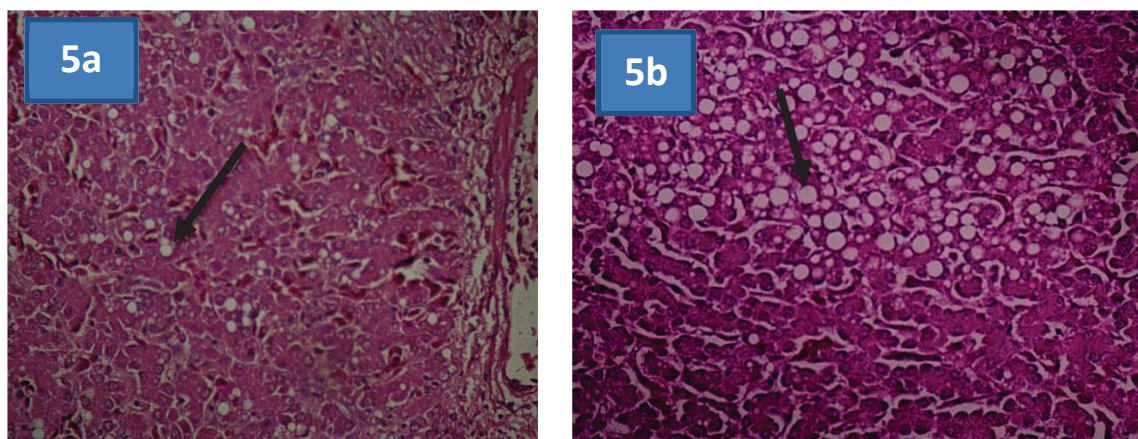


Figura 5a – Fígado de carcaça de frango de corte com lesões de *White striping*. Fragmento de fígado. Lesão discreta. Focos com esparsos hepatócitos degenerados, indicados na seta (H&E, 10X). Figura 5b – Fígado de carcaça de frango de corte com lesões de *White striping*. Fragmento de fígado. Lesão moderada. Focos de hepatócitos vacuolizados, indicado na seta (H&E, 40X) (JAENICH, 2015).

Resumidamente, na microscopia óptica do músculo *Pectoralis major* com lesões de *White striping*, às anormalidades histológicas detectadas foram caracterizadas por um processo de miodegeneração. Observou-se infiltrado de tecido conjuntivo abrangendo o endomísio e perimísio sendo que o infiltrado intersticial de tecido adiposo foi mais evidente, ocorrendo em geral no perimísio. A princípio, não houve relação entre a severidade das lesões de peito com as lesões hepáticas descritas.

Estudos histológicos realizados por Kuttappan *et al.* (2009; 2011) revelaram que *White striping* apresenta dano muscular caracterizada por degeneração das fibras musculares junto com o aumento em gordura (lipidose) e tecido conjuntivo (fibrose). Tanto a lipidose quanto a fibrose podem afetar vários parâmetros de qualidade principalmente a cor da carne crua e a maciez do produto cozido.

Em outro estudo foi identificado o músculo *Pectoralis major* macroscopicamente em lesões de graus MOD e SEV de *White striping*, sendo MOD músculo com listras brancas menores de 1mm e SEV músculo com listras brancas maiores que 1mm (OWENS *et al.*, 2012; KUTTAPPAN *et al.*, 2012a). Estas lesões de grau MOD e SEV foram histologicamente caracterizadas por lesões miopáticas crônicas como perda das estrias transversais, variabilidade do tamanho da fibra, flocular / vacuolar degeneração e lise das fibras, leve mineralização, ocasional regeneração (núcleos alinhados e células multinucleadas), infiltração de células mononucleares, lipidose, e intersticial inflamação e fibrose (KUTTAPPAN *et al.*, 2013a).

Em um estudo realizado com frangos de corte sugere-se que a seleção para a alta taxa de crescimento e rendimento de peito e pernas pode não afetar significativamente o tipo de fibra presente no músculo, mas afeta o aumento no diâmetro e comprimento das fibras musculares (BERRI *et al.*, 2007). Existem dois tipos de músculos esqueléticos: o vermelho e o branco. O vermelho é constituído predominantemente por fibras oxidativas (SO). O músculo branco é formado predominantemente por fibras glicolíticas (FG) (PRATA e FUDUKA *et al.*, 2001). Nas galinhas e frangos de corte, o músculo peitoral tem predominantemente fibras FG e FOG e, histologicamente, apresenta-se com uma pequena densidade de capilares sanguíneos e suas células contêm um pequeno número de mitocôndrias. Os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa, por outro lado são ricamente vascularizados e com grande número de mitocôndrias em suas fibras, principalmente do tipo SO e FOG (GONZALES e SARTORI *et al.*, 2002).

Nos casos associados a graus mais severos de *White striping*, o melhoramento da taxa de crescimento poderia ter resultado em alongamento excessivo ou isquemia nos tecidos, resultando em lesões musculares e iniciação de respostas reparadoras. Mais tarde esta tentativa de reparação ou regeneração falhou e levou a uma fase diferente, ocasionando a degeneração gordurosa (KUTTAPPAN *et al.*, 2012).

Alguns autores relataram que as aves mais pesadas associadas com as taxas de crescimento rápido em frangos de corte comerciais obtiveram aumento da incidência de *White striping*. Sendo este um dos fatores predisponentes para o desenvolvimento desta miopatia, porém a etiologia da mesma ainda permanece desconhecida (BAUERMEISTER *et al.*, 2009; KUTTAPPAN *et al.*, 2012 a, b; 2013).

## **Conclusões**

Os resultados deste estudo mostraram que a incidência das lesões de *White striping* no músculo *Pectoralis major* (0,18%) apresentaram-se diferentes da literatura obtida até o momento. As aves da empresa 01 apresentaram maior incidência desta lesão (70,94%), as diferenças de resultados entre as empresas sugerem que fatores nutricionais ou de manejo que estejam relacionados ao rápido ganho de peso e melhor conversão alimentar possam estar influenciando na ocorrência desta miopatia.

Macroscopicamente as carcaças são caracterizadas por hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major*. As anormalidades histológicas detectadas foram caracterizadas por

um processo de miodegeneração. Na lesão moderadas (M) 43,33% observou-se fibras tumefeitas e infiltrado intersticial de tecido conjuntivo frouxo, tecido adiposo, infiltrado esparsos de células mononucleares e debris celulares. Na lesão severa (S) 56,67% a maioria das miofibras apresentaram degeneração, hialina à flocular, com abundante infiltrado intersticial de tecido adiposo e de tecido conjuntivo.

A lesão de *White striping* é uma miopatia recentemente identificada, de etiologia desconhecida, estando relacionada às taxas de crescimento rápido associada a aves com peso médio vivo elevado. Foi possível determinar sua incidência considerando os achados macroscópicos na carcaça inteira de frango, mas é necessário maior investigação de fatores nutricionais e manejo para sua compreensão, e quem sabe a diminuição de sua ocorrência, além de mais análises qualitativas para avaliar a viabilidade de sua aplicação como matéria-prima na indústria de alimentos processados.

### **Agradecimentos**

As equipes do Laboratório de Patologia Animal da UPF, Laboratório de Patologia e Genômica Animal da Embrapa Suínos e Aves, aos gestores administrativos das três empresas envolvidas, aos SIFs e ao MAPA/SIPOA/RS pela compreensão sobre a necessidade e importância do referido tema, além da disponibilização dos profissionais para a execução do trabalho.

### **Referências Bibliográficas**

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**, Champaign, v. 88 (Suppl.1), n. 33. (Abstr.). 2009.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria Nº 210 de novembro de 1998. Regulamento técnico da Inspeção tecnológica e Higiênico Sanitária de Carnes de Aves. Brasília, DF. 1998. **Publicado no Diário Oficial da União** de 26/11/1998, Seção 1, p.226.

BERRI, C.; Le BIHAN-DUVAL, E.; DEBUT, M.; SANTÉ-LHOUELLIER, V.; BAÉZA, E.; GIGAUD, V.; JÉGO, Y; and DUCLOS, M.J. Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, n.8, p. 2005-2011, Aug, 2007.



GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. Cap.21, p.279-297.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; CLARK, F.D.; McKEE, S.R.; MEULLENET, J.F.; EMMERT, J.L. and OWENS, M.C. Effect of White striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.88 (Suppl. 1), n.447 (Abstr.). 2009.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H.L.; HARGIS, B.M.; CLARK, F.D.; McKEE, S.R. and OWENS, C.M. Histopathological changes associated with White striping in broiler breast muscle. **Poultry Science**, Champagnain, v.90, n.160 (Abstr.). 2011a.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; APPLE, J.K.; WALDROUP, P.W. and OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.90:660 (Abstr.). 2011b.

KUTTAPPAN, V.A.; LEE, Y.S.; ERF, G.F.; MEULLENET, J.-F.C.; MCKEE, S.R. AND OWENS, C.M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.5, p. 1240-1247, May, 2012a.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B; APPLE, J.K.; WALDROUP, P.W. AND OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.10, p.2677-2685, Oct, 2012b.

KUTTAPPAN, V.A.; GOODGAME, S.D; BRADLEY, C.D.; MAUROMOUSTAKOS, A.;HARGIS, B.M.; WALDROUP, P.W. AND OWENS, C.M. Effect of diferente levels of dietary vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.12, p.3230-3235, Dec., 2012c.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V. B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; MCKEE, S. R.; EMMERT, J. L.; MEULLENET, J. F. AND OWENS, C. M. Estimation of factors associated with the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.3, p.811-819, Mar, 2013a.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H. L.; SHAW, D. P.; VALENTINE, B. A.; HARGIS, B. M.; CLARK, F. D.; MCKEE, S. R.; and OWENS, C. M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.2, p.331-338, Feb., 2013b.

KUTTAPPAN, V. A.; HUFF, G. R.; HUFF, W. E.; HARGIS, B. M.; APPLE, J. K.; COON, C. AND 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**, Champagnain, v.92, n.2, p.339-345, Feb, 2013c.

LUNA, L.G. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3.ed. New York : **McGraw/Hill**, 258p. 1968.

MAPA – **Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento**. 2015. Dados do setor. <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em 07 de julho de 2015.

OWENS, C.M., and S.L. VIEIRA. White striping in broiler breast meat. Pages 83-88 in Broiler carcass quality – An approach from the production sites. **Zinpro Corp**, São Paulo, SP.

PRATA, L.F. e FUDUKA, R.T. Fundamentos da higiene e inspeção de carnes. Jaboticabal: **FUNEP**, p.326, 2001.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A. AND CAVANIET, C. Occurrence of White striping under comercial conditions and its impacto on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.6, p.1670-1675, Jun, 2013<sup>a</sup>.

SCHIMIDT, C. J.; PERSIA, M. E.; FEIERSTEIN, E.; KINGHAM, B. e SAYLOR W.W. Comparison of a modern broiler line and a heritage line unselected since the 1950s. **Poultry Science**. 88:2610-2619. 2009.

VELLEMAN, S.G.; NESTOR, K.E. Effect of selection for growth rate on myosin heavy chain temporal and spatial localization during turkey breast muscle development. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 9, p. 1373-1377, Sept. 2003.

#### 4. CAPÍTULO 2

### ESTUDO ANÁTOMO-PATOLÓGICO DO MÚSCULO *PECTORALIS MAJOR* DE FRANGOS DE CORTE ACOMETIDOS COM *WOODEN BREAST*

Sabrina Tolotti Fraga<sup>1</sup>, Elci Lotar Dickel<sup>1</sup>, Ariane Remor<sup>1</sup>, Fátima Regina Ferreira Jaenisch<sup>2</sup>,  
Monica Ledur<sup>2</sup>, Arlei Coldebela<sup>2</sup>

(Artigo será enviado para publicação na Revista ‘Avian Pathology’)

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, Brasil.

<sup>2</sup> Embrapa Suínos e Aves, Laboratórios de Genômica e Patologia Animal, Concórdia, SC, Brasil.

\*Correspondência do autor: S. T. F. Teixeira, Programa de Pós-Graduação em Bioexperimentação, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Campus I, Bairro São José, 99052-900 – Passo Fundo. E-mail: Sabrina.fraga@yahoo.com.br

## Resumo

A lesão de *Wooden breast* é uma miopatia que ocorre no músculo *Pectoralis major* de frangos de corte, com peso elevado, sua ocorrência está causando rejeição e perdas, despertando grande interesse dos estabelecimentos frigoríficos. O objetivo deste trabalho é realizar uma análise sobre a incidência de condenações, a partir das Linhas de Inspeção, além de caracterizar macroscopicamente e histopatologicamente os filés afetados, de aves de três empresas, sob Inspeção Federal. Os resultados para incidência de condenações da lesão foi de 0,54%, a empresa 02 apresentou maior percentual de aves abatidas (46,59%) e maior percentual de condenações (80,32%). Ainda foram observadas carcaças com lesões simultâneas de *Wooden breast* e *Miopatia Dorsal Cranial*, sendo que a empresa 01 com 46,08% de aves abatidas, apresentou a maior incidência para este defeito (60,05%), esta situação indica que o processo de degeneração afeta diferentes músculos e pode causar mais do que uma miopatia em uma mesma carcaça. Macroscopicamente as carcaças são caracterizadas por palidez, hipertrofia e rigidez do *Pectoralis major* que ao corte da pele apresentou fina camada de material transparente a amarelado, áreas pálidas e enrijecidas e uma acentuada hipertrofia na superfície ventral, principalmente na região caudal do filé, também com estrias esbranquiçadas similares a *White striping*. Histologicamente identificou-se um processo de miodegeneração, sendo as lesões classificadas em moderadas (40,0%) e severas (60,0%), não sendo possível identificar diferença significativa ( $P>0,05$ ) para os achados histopatológicos em filés entre as empresas.

**Palavras chave:** degeneração, filé de peito, Miopatia Dorsal Cranial e White striping.

## Abstract

The *Wooden breast* lesion is a myopathy that occurs in muscle *Pectoralis major* broiler, with high weight, their occurrence is causing rejection and loss, arousing great interest of refrigerators. The aim of this study is to conduct an analysis on the incidence of condemnations, from inspection lines, in addition to characterize macroscopically and histopathologically the affected poultry fillets of three companies under Federal Inspection. The results for incidence of condemnations of the lesion was 0,54%, the company introduced 02 higher percentage of birds slaughtered (46,59%) and highest percentage of convictions (80,32%). Still housings were observed with concurrent damage to *Wooden breast* and *Dorsal Cranial Myopathy*, with the company 01 with 46,08% of slaughtered poultry, showed the highest incidence for this defect (60.05%), this situation indicates that the process of



degeneration affects different muscles and can cause more than a myopathy in the same carcass. Macroscopically carcasses are characterized by pale, hypertrophy and rigidity of the *Pectoralis major* to the cutting of the skin showed fine layer of transparent material to yellowish, pale areas and stiffened and a marked hypertrophy on the ventral surface, primarily in the flowrate of the filet, also with whitish streaks similar to *White striping*. Histologically identified a miodegeneration process, being classified under moderate lesions (40,0%) and severe (60,0%), it is not possible to identify significant difference ( $P > 0,05$ ) for histopathological findings in fillets between the companies.

**Keywords** : degeneration, breast fillet, Dorsal Cranial Myopathy and White striping.

## Introdução

O Brasil possui papel de destaque na avicultura internacional sendo, desde 2004 o maior exportador mundial de carne de frango, estando presente em mais de 150 mercados diferentes (ABAPA, 2014), por este motivo há uma atenção especial para que as indústrias avícolas atinjam um patamar de excelência em produtividade e qualidade. A intensa seleção genética das linhagens, pela necessidade econômica de abater aves em menor tempo de vida com rápido ganho de peso, tem causado comportamentos fisiológicos anormais com danos ao tecido muscular (OLIVO E SHIMOKOMAKI, 2002).

Com base nestas alterações fisiológicas é possível identificar algumas miopatias que afetam a avicultura industrial, tais como a MPP – Miopatia Peitoral Profunda, a MDC – Miopatia Dorsal Cranial e mais recentemente a lesão WS – White Striping e por fim a miodegeneração conhecida como WB - Wooden Breast.

A Miopatia Peitoral Profunda (MPP), também conhecida como doença do Oregon ou doença do músculo verde foi primeiramente descrita em 1968 (DICKINSON *et al.*, 1968) como uma miopatia degenerativa em perus (BIANCHI, 2006). Essa miopatia afeta o músculo *Pectoralis minor* principalmente em aves com maior massa muscular: frangos de corte, matrizes e perus (SILLER, 1985). A MPP é induzida por exercício, mas é causada pela compressão isquemia (WILLIAMS, 2008).

A Miopatia Dorsal Cranial (MDC) é uma lesão degenerativa do músculo grande dorsal anterior, ou *anterior latissimus dorsi* (ALD), que acomete frangos de cortes.

Macroscopicamente a pele apresenta coloração amarelada e edemaciada, ao corte há presença de fluido gelatinoso, amarelo, inodoro e o músculo acometido apresenta-se com coloração pálida e com hemorragias superficiais (ZIMMERMANN *et al.*, 2008). Há algumas semelhanças entre a MPP e MDC. Em primeiro lugar, em ambas as doenças, apenas um músculo é afetado (WILLIAMS, 2008). Em segundo lugar, a ação do músculo afetado, em ambas as doenças envolve movimentos da asa (BERGE, 1975). Além disso, ambas as doenças são mais frequentes em frangos de corte pesados. Semelhanças microscópicas também são encontradas em ambas as doenças, tais como a presença de fibras de necrose, regeneração, e tecido de granulação fibroso circundante os músculos (ZIMMERMANN *et al.*, 2012).

A Miopatia *White Striping* ocorre principalmente no músculo *Pectoralis major*, e é caracterizada pelo aparecimento de vários graus de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo (KUTTAPPAN *et al.*, 2009; 2012a; 2013a). Recentemente, também foi observado que carne com lesões de *White striping* pode ser acompanhada de outro tipo de anormalidade muscular chamada *Wooden breast*, que se caracteriza macroscopicamente por visível dureza, abaulamento e áreas pálidas a amareladas na parte caudal do filé de peito (SIHVO *et al.*, 2014; MUDALAL *et al.*, 2014). Ambas miopatias exibem alterações histológicas semelhantes consistindo de moderada a severa polifásica miodegeneração com regeneração, bem como quantidades variáveis de acumulação de tecido conjuntivo intersticial ou fibrose (SIHVO *et al.*, 2014).

Além das alterações histológicas, as características estéticas também são fortemente prejudicadas nas lesões de *White striping* e *Wooden breast*, a indústria avícola desqualifica este defeito da carne, que é comumente usado para fabricar produtos transformados (industrialmente processados) (MUDALAL *et al.*, 2014). Ainda conforme Mudalal *et al.* (2014), pode-se discutir que *Wooden breast* está associado com mais danos para o tecido muscular do que *White striping*.

Etiologias conhecidas anteriormente para tais alterações morfológicas incluem causas nutricionais, como a deficiência de Selênio ou a vitamina E, o excesso de seus antagonistas, e a toxicidade de ionóforo; miopatia de esforço; hipóxia; e vulnerabilidades genéticas. (KLASING *et al.*, 2008; VAN VLEET JF *et al.*, 2007). No entanto, a consistência surpreendentemente dura, focado unicamente no *Pectoralis major* e acompanhado por fibrose e perivenular infiltração de linfócitos, não tem sido descrito dentro destas etiologias (SIHVO *et al.*, 2014).

O objetivo deste trabalho é realizar uma análise sobre a incidência de condenações da miopatia identificada como *Wooden breast* a partir das Linhas de Inspeção, além de caracterizar macroscopicamente as carcaças e alterações histopatológicas provocadas por esta lesão no músculo *Pectoralis major* em frango de corte, de aves de três empresas diferentes, sob Inspeção Federal.

## Material e Métodos

Foram coletados dados para determinação da incidência da lesão de *Wooden breast* no músculo *Pectoralis major* durante seis meses, de três empresas localizadas na região norte do estado do Rio Grande do Sul, todas da linhagem Cobb, com aptidão para cortes (Figura 1). Os dados foram coletados a partir da condenação realizada nas linhas de inspeção federal (BRASIL, 1998) destes estabelecimentos frigoríficos.

| Empresa | Faixa de Peso                                 | Sexo   | Idade   | PMV   |
|---------|---|--------|---------|-------|
| 01      | 1100g à 1999g griler<br>2000g à 4376g broiler | Machos | 44 dias | 2830g |
|         |   | Fêmeas | 34 dias | 1731g |
|         |   | Mistos | 41 dias | 2407g |
| 02      | 2120g à 3226g broiler                         | Machos | 45 dias | 2775g |
| 03      | 1590g à 3900g broiler                         | Machos | 44 dias | 2732g |
|         |   | Fêmeas | 45 dias | 2420g |
|         |   | Mistos | 44 dias | 2710g |

Figura 1. Dados referentes à faixa de peso mínimo e máximo das aves abatidas durante o levantamento da incidência da Lesão de *Wooden Breast*, além de informações como: sexo, idade e PMV – Peso médio vivo, das aves abatidas nas três empresas sob Sistema de Inspeção Federal (TEIXEIRA, 2015).

Além disso, foram coletados em dias aleatórios amostras do músculo *Pectoralis major* para controle (n=3) sem lesões aparentes, e amostras com lesões macroscópicas de *Wooden breast* (n=10) em cada um dos estabelecimentos avaliados. As amostras com lesão (Figura 2a, 2b, 2c) exibiam macroscopicamente por visível dureza, abaulamento e áreas pálidas a amareladas na parte caudal do filé de peito (SIHVO *et al.*, 2014; MUDALAL *et al.*, 2014).

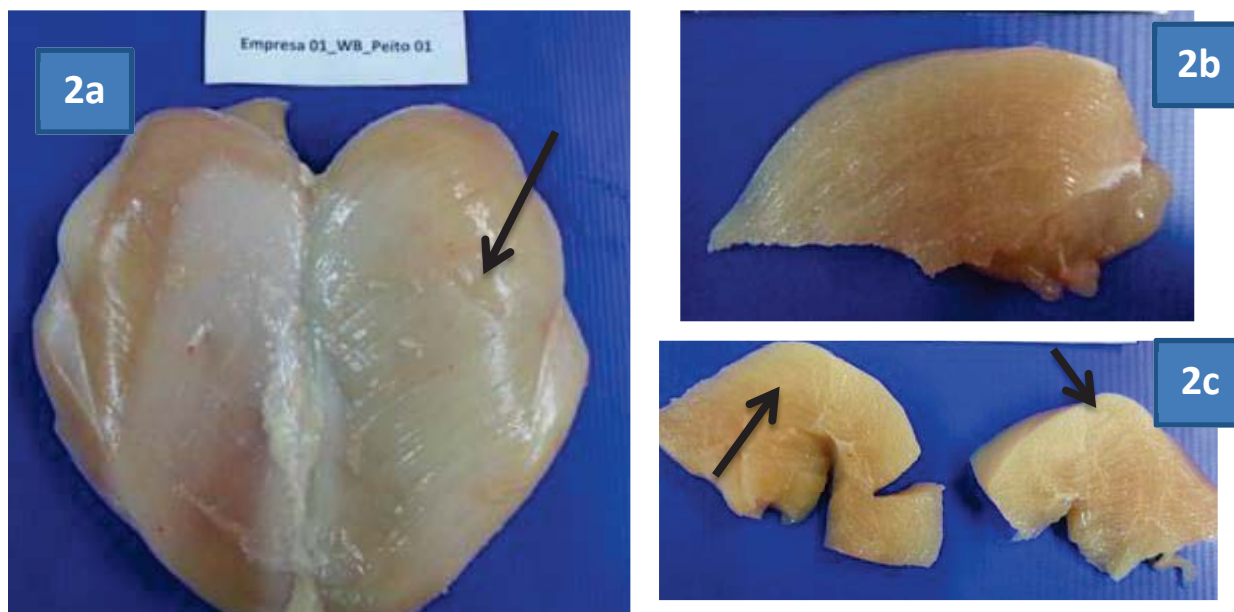


Figura 2a. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões macroscópicas de *Wooden breast* unilateral, no lado direito da imagem (seta), o lado esquerdo permanece sem lesão, porém com uma área demarcada de excesso de escalda. Figura 2b. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesão macroscópica de *Wooden breast*, utilizada como controle. Figura 2c. Músculo *Pectoralis major* de frango de corte com lesões macroscópicas de *Wooden breast* bem próxima à superfície ventral do músculo, apresentando palidez, hipertrofia e rigidez do músculo (seta) (TEIXEIRA, 2015).

As amostras do músculo *Pectoralis major* foram coletadas ainda do processo de evisceração, onde as carcaças com apresentação hipertrofiada e rígida do peito foram desviadas pelos funcionários treinados das linhas de Inspeção para o DIF – Departamento de Inspeção Final (BRASIL, 1998). No DIF, com o acompanhamento do MVO – Médico Veterinário Oficial foi coletado fragmentos (1,5 x 1,5cm) do músculo *Pectoralis major* nas áreas onde a lesão apresentava-se com maior severidade.

As amostras foram fixadas em formalina tamponada a 10% e enviadas para o Laboratório de Patologia Animal da Embrapa Suínos e Aves para análise histopatológica. No laboratório os cortes foram recortados, processados segundo LUNA (1968), emblocados em parafina para confecção das lâminas histológicas, as quais foram coradas por Hematoxilina & Eosina (H&E), para leitura em microscópio ocular. Algumas lâminas também foram coradas pela técnica Tricrômica de Masson (TM).

Para análise estatística foram utilizados teste de Qui-Quadrado ( $\chi^2$ ) avaliando a associação existente entre variáveis significativas com nível de significância de 5% ( $P > 0,05$ ).

## Resultados e Discussão

De um total de 55.839.154 aves abatidas nos três estabelecimentos, 306.005 aves apresentaram condenações por *Wooden breast*, sendo então a incidência total de condenas desta lesão correspondente a 0,54%. Os dados obtidos com relação ao número de aves abatidas e as condenações para cada empresa encontram-se na Figura 3.

| Empresa   | Aves abatidas       | Condenação       |                |
|-----------|---------------------|------------------|----------------|
|           |                     | WB               | WB + MDC       |
| <b>01</b> | 25.728.260 (46,08%) | 26.495 (8,83%)   | 3.465 (60,05%) |
| <b>02</b> | 26.015.695 (46,59%) | 241.152 (80,32%) | 1.942 (33,66%) |
| <b>03</b> | 4.095.199 (7,33%)   | 32.588 (10,85%)  | 363 (6,29%)    |

Figura 3. Resultados de condenação por lesão de WB – *Wooden breast* e por lesão de WB – *Wooden Breast* associada a MDC – Miopatia Dorsal Cranial.

O percentual de aves abatidas foi de 46,08%, 46,59% e 7,33% para as empresas 01, 02 e 03, respectivamente, sendo que a apresentação das condenas por *Wooden breast* foi de 8,83%, 80,32% 10,85% para as empresas 01, 02 e 03. Neste caso a empresa 02 apresentou a maior incidência de lesões por *Wooden breast* com relação ao total de aves abatidas, seguida pela empresa 03 e por fim a empresa 01.

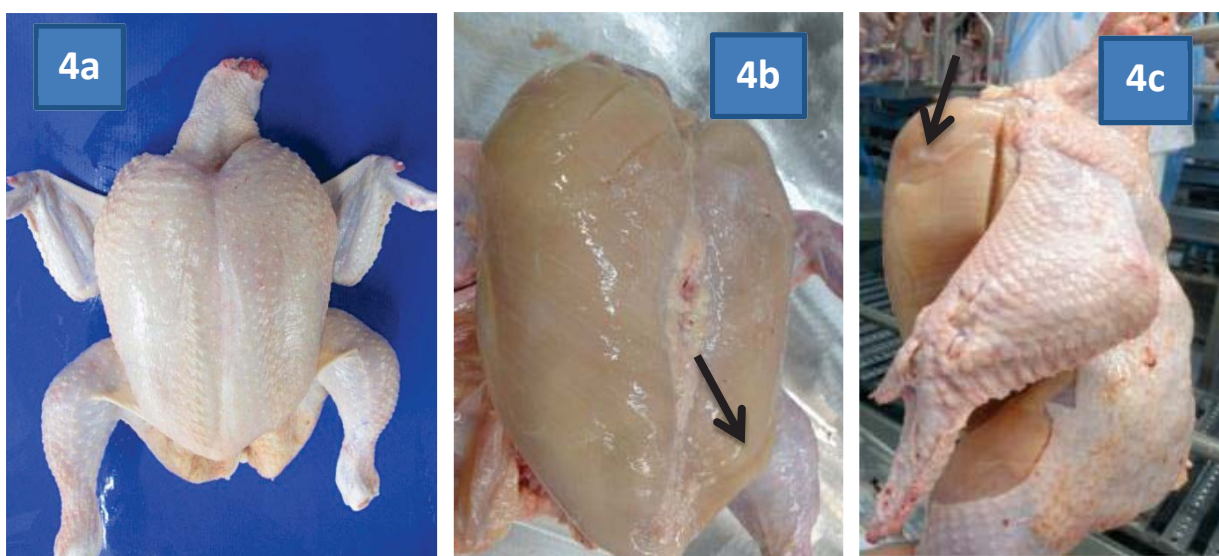
Observou-se que muitas aves apresentavam lesões simultâneas na mesma carcaça de *Wooden breast* e *Miopatia Dorsal Cranial* sendo que os resultados foram de 60,05%, 33,66% e 6,29%, para as empresas 01, 02 e 03, neste caso a empresa 01 apresentou os resultados mais expressivos, seguido pela empresa 02 e por fim a empresa 03.

Não foi possível identificar na literatura até o momento estudos sobre a inter-relação entre as lesões de *Wooden breast* e *Miopatia Dorsal Cranial*, mas considerando a descrição de alguns autores ambas miopatias estão associadas a aves mais pesadas e com taxas de crescimento rápido (SIHVO *et al.*, 2014; ZIMMERMANN *et al.*, 2012), bem como acontece com as lesões macroscópicas de *White striping* no músculo *Pectoralis major* e *gastrocnemius* (KUTTAPPAN *et al.*, 2012). As principais alterações histológicas são também muito semelhantes aos achados de miodegeneração e necrose com fibrose e regeneração na miopatia *Wooden breast* (KUTTAPPAN, *et al.*, 2013; ZIMMERMANN *et al.*, 2012).



Observou-se ainda, lesão simultânea na mesma carcaça de *Wooden breast* e *Miopatia Peitoral Profunda*, mas em pouquíssimas aves, sendo considerada irrelevante para este estudo a coleta de dados sobre esta inter-relação.

No presente estudo, a análise macroscópica foi realizada nas linhas de inspeção, durante o processo rotineiro de abate, neste somente as carcaças que manifestavam hipertrofia e rigidezes do músculo do peito, além de uma ligeira alteração no aspecto da pele que recobre o músculo (figura 4a, 4b, 4c) eram desviadas das linhas de inspeção para o DIF, havendo a possibilidade de carcaças de grau inicial da lesão, sem uma hipertrofia muito evidente, não ter sido identificada.

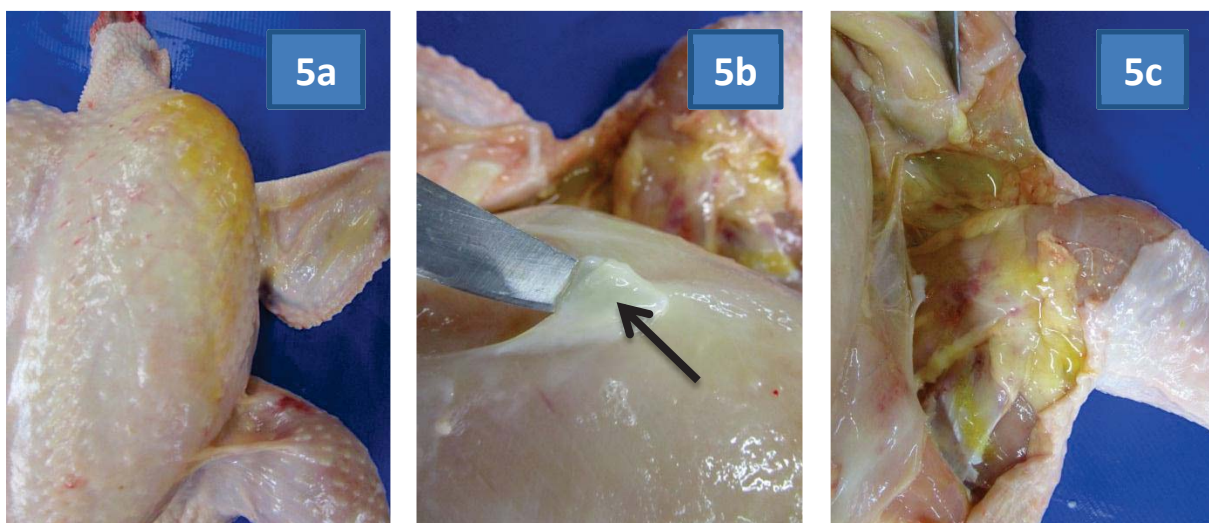


**Figura 4a.** Carcaça de frango de corte sem alterações macroscópicas. **Figura 4b.** Carcaça de frango de corte com lesões macroscópicas de *Wooden breast*, ao corte da pele, presença de fina camada de material transparente, áreas pálidas e enrijecidas e uma acentuada hipertrofia na superfície ventral, principalmente na região caudal (seta) do músculo *Pectoralis major*, ainda presença de estrias esbranquiçadas com espessura superior 1mm ao sentido das fibras musculares. **Figura 4c.** Carcaça de frango de corte com lesão macroscópica de *Wooden breast*, principalmente na porção cranial do músculo *Pectoralis major*, presença de estrias brancas no sentido das fibras musculares e também uma fina membrana pálida sobre a superfície ventral do músculo (seta) (TEIXEIRA, 2015).

A porção da pele alterada apresentava coloração levemente pálida, quando comparada à carcaça sem lesão. Ao corte da pele, na superfície ventral do músculo *Pectoralis major* algumas carcaças apresentaram fluido, de coloração translúcida a amarelada, e aspecto gelatinoso nas adjacências do mesmo, em alguns casos também foram observada estrias brancas, como na lesão de *White striping*. Além de hipertrofia muscular, principalmente na região caudal do músculo e uma aparência pálida a amarelada da musculatura. Ao corte o

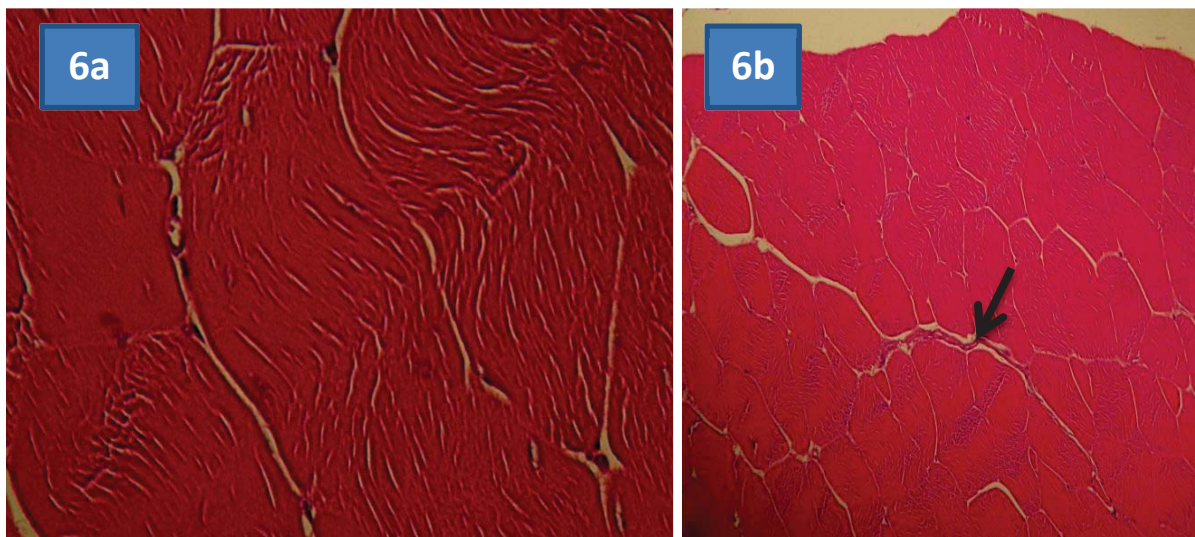
músculo apresentava aumento de volume, hemorragia entre as fibras foram pouco encontradas, mas alguns casos apresentaram estriações também brancas, mas não paralelas ao sentido das fibras. Sem odor ao corte. Foi evidenciada tanto lesão unilateral quanto bilateral.

Em carcaças mais pesadas a lesão de *Wooden breast* apresentou-se de forma mais severa, edema gelatinoso e amarelado da pele na região mais afetada e também na musculatura adjacente. Foi possível observar nestas carcaças com lesão severa uma extensão das lesões para os músculos das coxas (*gastrocnemius*), inclusive com presença de líquido gelatinoso, como na Figura 5a, 5b, 5c.



**Figura 5a.** Carcaça de frango de cortes mais pesada e com lesão severa de *Wooden breast*, com edema e espessamento da pele, principalmente na região cranial do músculo *Pectoralis major*; **Figura 5b.** Ao corte da pele desta mesma carcaça presença de líquido gelatinoso, de cor amarelada e inodoro, presente abaixo do tecido subcutâneo, principalmente no lado esquerdo da carcaça, onde a lesão de *Wooden breast* foi mais severa, ainda recobrendo a superfície ventral do músculo *Pectoralis major* uma massa espessa e brancacenta (seta); **Figura 5c.** Presença da mesma lesão de *Wooden breast* no músculo *gastrocnemius* com a presença de petéquias na superfície do músculo (TEIXEIRA, 2015).

Na análise histopatológica do *Pectoralis major* utilizado como controle, ou seja, sem lesões de *Wooden breast* observou-se feixes de fibras musculares com tamanho e formato uniforme, com estrições transversais visíveis (Figura 6a). Em poucos cortes foi observado infiltrado mononuclear, poucas células adiposas e discreta hiperplasia de tecido conjuntivo intersticial (Figura 6b).

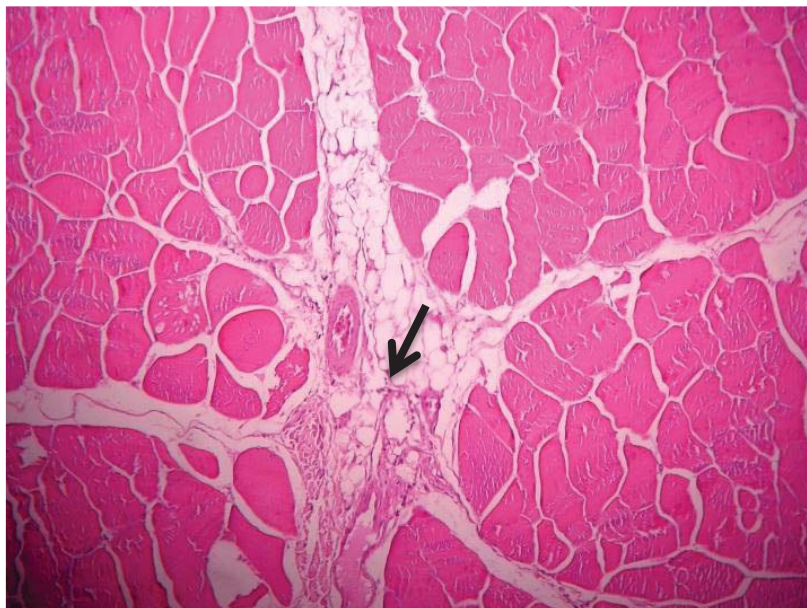


**Figura 6a.** Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *Wooden breast*. Fragmento de peito com fibras musculares com tamanho e forma regulares, apresentando estrias transversais (H&E 40X). **Figura 6b.** Músculo *Pectoralis major* de frango de corte sem lesões macroscópicas de *Wooden breast*. Fragmento de peito. Fibras musculares com estrias transversais. Presença de tecido conjuntivo intersticial discreto, indicado pela seta (H&E 10X) (JAENISCH, 2015).

Na microscopia ótica do músculo *Pectoralis major* com lesões de *Wooden breast*, os fragmentos de peito apresentaram lesões degenerativas de fibras musculares, com presença de tecido conjuntivo intersticial, infiltrado de tecido adiposo, debris celulares e infiltrado de mononucleares e heterofilos. Em algumas amostras foi possível visualizar infiltrado perivascular. As lesões degenerativas foram classificadas com base na magnitude e abrangência das alterações, em moderadas (M) a severas (S).

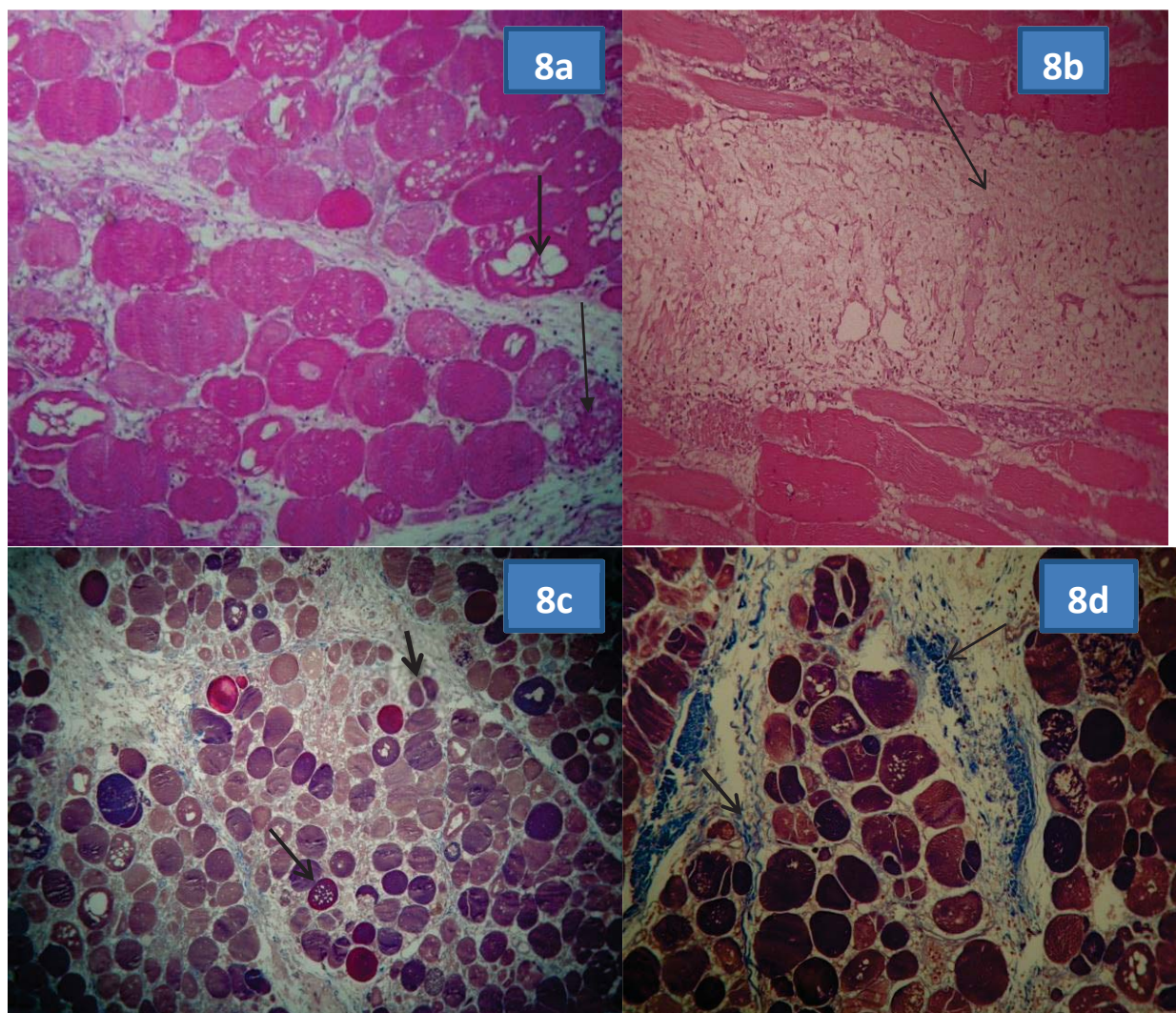
A lesão moderada (M) de *Wooden breast*, correspondente a 40% das amostras, quando parte das miofibras, no fragmento analisado, mostrava degeneração hialina, com fibras hipereosinofílicas e perda das estriações transversais. Sendo observado infiltrado intersticial de tecido conjuntivo frouxo, tecido gorduroso e infiltrado esparsos de células mononucleares e debris celulares (Figura 7).





**Figura 7.** Frango de corte. Fragmento de peito, corte transversal do músculo *Pectoralis major* com lesão de *Wooden breast*. Miopatia moderada (M), infiltrado intersticial de tecido conjuntivo e adiposo, e infiltrado esparsos de células mononucleares e debris celulares (seta), (H&E, 10X) (JAENISCH, 2015).

A lesão severa (S) de *Wooden breast*, correspondente a 60% das amostras histopatológicas realizadas, quando a maioria das miofibras apresentava degeneração de hialina à flocular e necrose (Figura 8a). Nesses casos pode ser observado abundante infiltrado intersticial de tecido conjuntivo, (Figuras 8b e 8d). Debris celulares, infiltrado de mononucleares e algumas vezes heterofilos foram detectados juntamente com tecido adiposo, comprometendo todo o interstício do tecido (Figuras 8a, 8b, 8c).



Resumidamente, na microscopia óptica do músculo *Pectoralis major* com lesões de *Wooden breast*, às anormalidades histológicas detectadas foram caracterizadas por um processo de miodegeneração. Observou-se infiltrado de tecido conjuntivo mais agressivo abrangendo o endomísio e perimísio. Não foi evidenciada diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre as alterações histopatológicas no músculo *Pectoralis major* com lesões de *Wooden breast* entre as três empresas.

Os resultados do presente estudo condizem com os dados encontrado por Sihvo *et al.* (2014), onde o mesmo observou moderada a severa miodegeneração multifocal regenerativa e necrose com uma quantidade variável de acúmulo intersticial de tecido conjuntivo ou fibrose. A fibrose poderia explicar a característica de rigidez, dureza, do tecido afetado,

Sihvo *et al.* (2014) ainda identificou em seus estudos que o epimísio que cobre o músculo *Pectoralis major* foi, em casos severos de *Wooden breast*, pouco ou moderadamente

espessada por perda de tecido conectivo com abundante material extracelular amorfo, quantidades variáveis de fibras colágenas, infiltrado de células inflamatórias misto, e pequenos perfis vasculares com espessamento do endotélio (neovascularização). Moderada a severo edema e acúmulo de material perdido, provavelmente perda de tecido conectivo, com moderado número de células inflamatórias também foram exibidas pelo perimísio em torno dos feixes musculares, especialmente nas áreas de macroscópica rigidez.

Infiltrações perivasculares de linfócitos ou espessamento epi-, peri ou do endomísio não foram observadas nos casos sem lesão de *Wooden breast*. Evidência de agentes infecciosos, tais como bactérias ou parasitas, não foi detectada em lesões de *Wooden breast* ou nos filés de lesão. (Sihvo *et al.*, 2014).

Observações anteriores mostraram que alterações histopatológicas nos músculos por *White striping* e *Wooden breast* têm características semelhantes (KUTTAPPAN *et al.*, 2009; SIHVO *et al.*, 2014), e, portanto, pode ser a hipótese de uma etiologia comum. No entanto, Sihvo *et al.* (2014) observou que filés com *Wooden breast* foram afetados por um processo inflamatório como demonstrado pela presença de linfócitos T, que não foram observadas em *White striping* (KUTTAPPAN *et al.*, 2013b). Como consequência, pode também ser propôsto que *White striping* ocorre durante a fase inicial da degeneração muscular, enquanto que filés de peito torna-se *Wooden breast* apenas em um estágio posterior do desenvolvimento (MUDALAL *et al.*, 2014).

## Conclusões

Os resultados deste estudo mostraram que a incidência das lesões de *Wooden breast* no músculo *Pectoralis major*, nas linhas de Inspeção, foi de 0,54% e as aves da empresa 02 apresentaram maior incidência desta lesão (80,32%). A diferença de resultados entre as empresas sugerem que fatores nutricionais ou de manejo que estejam relacionados ao rápido ganho de peso e melhor conversão alimentar possam estar influenciando na ocorrência desta miopatia.

Observou-se que muitas aves apresentavam simultaneamente na mesma carcaça lesões de *Wooden breast* e *Miopatia Dorsal Cranial* sendo que as empresa 01 apresentou 60,05% de condenações pela ocorrência de ambas as lesões.



Macroscopicamente as carcaças são caracterizadas por palidez, hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major*, com certo abaulamento na porção caudal. Diferentemente da literatura existente, que relatavam lesões somente no músculo *Pectoralis major*, pode-se perceber lesões também no músculo *gastrocnemius*.

As anormalidades histológicas detectadas foram caracterizadas por um processo de miodegeneração. Na lesão moderada (M) parte das miofibras mostrava degeneração hialina, com fibras hipereosinofílicas e perda das estriações transversais, infiltrado intersticial de tecido conjuntivo frouxo, tecido gorduroso e infiltrado esparsos de células mononucleares e debris celulares. Na lesão severa (S), as miofibras apresentava degeneração de hialina à flocular e necrose, com abundante infiltrado intersticial de tecido conjuntivo. Debris celulares, infiltrado de mononucleares e algumas vezes heterófilos foram detectados juntamente com tecido adiposo, comprometendo todo o interstício do tecido.

A lesão de *Woode breast* é uma miopatia recentemente identificada, ainda com poucas referências na literatura. Sua etiologia ainda é desconhecida, mas já relacionada às taxas de crescimento rápido associada a aves com peso médio vivo elevado. E com fortes indícios desta patologia ser um estágio mais avançado da lesão de *White striping*, em virtude de seu processo de degeneração com posterior regeneração das fibras musculares.

Novos estudos são necessários para que seja possível identificar a sua etiologia, fatores nutricionais ou de manejo envolvidos e também a possibilidade de sua aplicação na industrialização de alimentos termo-processados, já que *in natura* ocorre à rejeição dos mesmos.

## **Agradecimentos**

As equipes do Laboratório de Patologia Animal da UPF, Laboratório de Patologia e Genômica Animal da Embrapa Suínos e Aves, aos gestores administrativos das três empresas envolvidas, aos SIFs e ao MAPA/SIPOA/RS pela compreensão sobre a necessidade e importância do referido tema, além da disponibilização dos profissionais para a execução do trabalho.

## **Referências Bibliográficas**

ABAPA – **Associação Brasileira de Proteína Animal**. 2015. Avicultura. Mercado Mundial. <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/mercado-mundial>. Acesso em 27 de julho de 2015.

BIANCHI, M.; PETRACCI, M.; FRANCHINI, A. AND CAVANI, C. The Occurrence of Deep Pectoral Myopathy in Roaster Chickens. **Poultry Science**. Bologna. v 85 p1843–1846, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria N° 210 de novembro de 1998. Regulamento técnico da Inspeção tecnológica e Higiénico Sanitária de Carnes de Aves. Brasília, DF. 1998. **Publicado no Diário Oficial da União** de 26/11/1998, Seção 1, p.226.

DICKINSON, E. M.; STEVENS, J. O. AND HELFER, D. H. A degenerative myopathy in turkeys. **Poult. Dis. Conf. Univ.** California, Davis. Page 6 in Proc. 17th West. 1968.

KLASING, K.C. Nutritional diseases. In: Saif et al. (Ed.) **Diseases of Poultry**. 12<sup>th</sup>, Ames, IA. 2008, p.1027-1052.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B.; CLARK, F.D.; MCKEE, S.R.; MEULLENET, J.F.; EMMERT, J.L. and OWENS, M.C. Effect of White striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.88 (Suppl. 1), n.447 (Abstr.). 2009.

KUTTAPPAN, V.A.; LEE, Y.S.; ERF, G.F.; MEULLENET, J.-F.C.; MCKEE, S.R. AND OWENS, C.M. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.5, p. 1240-1247, May, 2012a.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V.B; APPLE, J.K.; WALDROUP, P.W. AND OWENS, C.M. Influence of growth rate on the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.10, p.2677-2685, Oct, 2012b.

KUTTAPPAN, V.A.; BREWER, V. B.; MAUROMOUSTAKOS, A.; MCKEE, S. R.; EMMERT, J. L.; MEULLENET, J. F. AND OWENS, C. M. Estimation of factors associated with the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.3, p.811-819, Mar, 2013a.

KUTTAPPAN, V.A.; SHIVAPRASAD, H. L.; SHAW, D. P.; VALENTINE, B. A.; HARGIS, B. M.; CLARK, F. D.; MCKEE, S. R.; and OWENS, C. M. Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.2, p.331-338, Feb., 2013b.

LUNA, L.G. Manual of histologic staining methods of the Armed Forces Institute of Pathology. 3.ed. New York : **McGraw/Hill**, 258p. 1968.

MUDALAL S.; LORENZI, M.; SOGLIA, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of White striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*. V9, N4, 728-34, April, 2015.

OLIVO, RUBISON & SHIMOKOMAKI, MASSAMI. Carnes: no caminho da pesquisa, 2<sup>a</sup>. Edição, Cocal do Sul: Imprint, 2002. P. 155.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A. AND CAVANIET, C. Occurrence of White striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.6, p.1670-1675, Jun, 2013a.

SIHVO, H.-K., IMMONEN, K. AND PUOLANNE, E. Myodegeneration With Fibrosis and Regeneration in the Pectoralis Major Muscle of Broilers. **Veterinary Pathology**., Vol. 51(3) 619-623, 2014.

SILLER, W. G. Deep pectoral myopathy: A penalty of successful selection for muscle growth. *Poultry Science*, v. 64, p. 1591-1595, 1985.

WILLIAMS, S. Muscular system. In: Avian histopathology, 3rd ed. O. J. Fletcher and T. A. Aziz, eds. The American Association of Avian Pathologists, Jacksonville, FL. pp. 80–95. 2008.

VANDEN BERGE, J. C. Myology. In: Sisson and Grossman's The anatomy of the domestic animals, vol. 2, 5th ed. R. Getty, ed. W. B. Saunders, Philadelphia, PA. pp. 1802–1848. 1975.

ZIMERMANN, F. C. Miopatia Dorsal Cranial em Frangos de Corte: Caracterização anatomopatológica, colheita e análise de dados. 2008. 76p. Dissertação (Mestrado em Sanidade Avícola) - Curso Pós - Graduação em Ciências Veterinárias. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS, Porto Alegre.

ZIMERMANN, F. C.; FALLAVENA, L. C. B.; SALLE, C. T. P.; MORAES, H. L. S.; SONCINI, R. A.; BARRETA, M. H.; AND NASCIMENTO, V. P.. Downgrading of Heavy Broiler Chicken Carcasses Due to Myodegeneration of the Anterior Latissimus Dorsi: Pathologic and Epidemiologic Studies. **Avian Diseases**, Published Quarterly by the American Association of Avian Pathologists, 56:418–421, 2012.

## 5. CONCLUSÕES

Através do presente estudo foi possível determinar, em três diferentes estabelecimentos frigoríficos, sob regime de Inspeção Federal, localizados na região norte do estado do Rio Grande do Sul, a incidência das lesões no músculo *Pectoralis major* da miodegeneração conhecida como *White striping* e *Wooden breast*, considerando os achados macroscópicos na carcaça inteira de frango, nas linhas de Inspeção.

Conseguimos determinar o percentual de condenações, porém estes valores não traduzem o impacto comercial dentro dos estabelecimentos analisados, em virtude de não ser possível identificar uma totalidade de carcaças acometidas durante o processo de Inspeção Final, isso por haver dificuldade em se detectar esta miopatia, pois algumas carcaças com uma lesão inicial e que ainda não apresentam hipertrofia e rigidez muito evidente dificilmente será detectada, e também em função de a carcaça estar recoberta por pele.

Sendo assim, além do Serviço de Inspeção as empresas também possuem uma grande responsabilidade de evitar que filés de peito de aves acometidas com *White striping* e *Wooden breast* sejam comercializados. Isso até se torna possível nas duas empresas onde a totalidade das aves abatidas são direcionadas ao corte, com excessão dos filés de peito comercializados com pele. Porém, em uma das empresas analisadas há a comercialização de carcaças inteiras, sendo que haverá uma grande possibilidade de o mesmo chegar à mesa do consumidor.

Contudo, há uma importância em prosseguir os estudos destas miopatias para se ter certeza de que não haverá impactos deletérios a saúde dos consumidores. Além de maior investigação de fatores nutricionais e manejo para sua compreensão, e quem sabe a diminuição de sua ocorrência, bem como de mais análises qualitativas para avaliar a viabilidade de sua aplicação como matéria-prima na indústria de alimentos termoprocessados.

## 6. CONCLUSÕES FINAIS

Neste estudo foram avaliadas as características anatomo-patológicas e incidência de Lesões de *White striping* e *Wooden breast* no músculo *Pectoralis major* de frangos de cortes, de três empresas com sistemas de criação diferentes, todos da linhagem Cobb.

Com os resultados deste trabalho, pode-se concluir que:

- 1) A incidência das lesões de *White striping* foi de 0,18%, as aves da empresa 01 apresentaram maior incidência desta lesão (70,94%), enquanto que a incidência das lesões de *Wooden breast* foi de 0,54%, sendo que as aves da empresa 02 apresentaram maior incidência (80,32%). As diferenças de resultados entre as empresas sugerem que fatores nutricionais ou de manejo que estejam relacionados ao rápido ganho de peso e melhor conversão alimentar possam estar influenciando na ocorrência desta miopatia;
- 2) Macroscopicamente ambas as lesões de carcaças são caracterizadas por hipertrofia e rigidez do músculo *Pectoralis major* e também do músculo *gastrocnemius*. Ao corte da pele foi possível identificar na lesão de *White striping* principalmente pela presença de estrias esbranquiçadas no sentido das fibras musculares, enquanto que na lesão de *Wooden breast* além da presença das listras brancas foi possível perceber um abaulamento principalmente na região caudal do filé, além de uma aparência pálida a amarelada da musculatura;
- 3) À microscopia óptica, ambas miopatias apresentaram semelhanças quanto às anormalidades histológicas detectadas, caracterizadas por um processo de miodegeneração. Observou-se, no entanto, que em peitos do grupo *Wooden breast*, o infiltrado de tecido conjuntivo foi mais agressivo quando comparado com o *White striping* abrangendo endomísio e perimísio. Nos músculos do grupo *White striping*, apesar da visualização desses elementos, o infiltrado intersticial de tecido adiposo foi mais evidente, ocorrendo em geral no perimísio.
- 4) A lesão de *White striping* e *Wooden breast* são miopatias recentemente identificadas, de etiologia desconhecida. É necessário maior investigação de fatores nutricionais e manejo para sua compreensão, e quem sabe a diminuição de sua ocorrência, além de mais análises qualitativas para avaliar a viabilidade de sua aplicação como matéria-prima na indústria de alimentos termo-processados já que *in natura* ocorre à rejeição dos mesmos.



## 7. REFERÊNCIAS

AVISITE – Dados da Revista eletrônica, 2015. Dados do setor  
<http://www.avisite.com.br/economia/>

ABERLE, E.D.; STEWART, T.S. Growth of fiber types and apparent number in skeletal muscle of broiler-and layer- type chickens. **Growth**, Philadelphia, v. 47, n. 2, p. 35-144, 1983.

ASHMORE, C.R.; DOERR, L. Post natal development of fibers types in normal and dystrophic skeletal muscle of the chicken. **Experimental Neurology**, Orlando, v. 30, n. 3, p. 431-446, Mar, 1971.

BAKKER, W. Manejo dos machos reprodutores. In: ANAIS DA CONFERÊNCIA APINCO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 1999, Campinas. Anais... Campinas: FACTA, 1999. v.2, p.84-96.

BANKS, W.J. Tecido muscular. In: **Histologia Veterinária aplicada**. 2.ed. São Paulo: Manole, P.215-236, 1992.

BARNARD, E.A. *et al.* Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy. **The Journal of Physiology**, London, v. 331, p. 333-354, Oct, 1982.

BAUERMEISTER, L.J. *et al.* Occurrence of White striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, Champaign, v. 88 (Suppl.1), n. 33. (Abstr.). 2009.

BERAQUET, N. Influência de fatores ante e post mortem na qualidade da carne de aves. *Revista Brasileira de Ciência Avícolas*, n.1, p.155-166, 1999.

BERRI, C. *et al.* Consequence of muscle hypertrophy on characteristics of pectoralis major muscle and breast meat quality of broiler chickens. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.85, n.8, p. 2005-2011, Aug, 2007.

BESSI, W. Welfare of broilers: A review. *World's Poultry Science Journal*, v.62, n.3, p.455-466, Sept, 2006.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Portaria Nº 210 de novembro de 1998. Regulamento técnico da Inspeção tecnológica e Higiénico Sanitária de Carnes de Aves. Brasília, DF. 1998. **Publicado no Diário Oficial da União** de 26/11/1998, Seção 1, p.226.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, instrução normativa n º 4, de 31 de março de 2000. Aprovar os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. DF. 2000. **Publicado no Diário Oficial da União** de 05/04/2000, Seção 1, pgs. 6-10.

BUNYAN, J. *et al.* Lysosomal enzymes and vitamin E deficiency. **British Journal of Nutrition**, London, v.21, p.137-145, 1967.

CHIST, B.; BRAND-SABERI, B. Limb muscle development. In: **The International Journal of Developmental Biology**, Vizcaya, v.46, n.7, p.905-914, 2002.

DAM, H.; PHANGE, I.; SONDERGAARD, E. Muscular degeneration (White striation of muscles) in chickens reared on vitamin E deficient, low fat diets. **Acta Pathologica et Microbiologica Scandinavica**, Copenhagen, v.31, n.s, p.172-184, 1952.

DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. Relationship between muscle growth and poultry quality. **Poultry Science**, Champaign, v.78, n.5, p.743-746, May, 1999.

DUBOWITZ, V. *et al.* **Muscle biopsy – A practical approach**. 4<sup>rd</sup> ed, London: Saunders Elsevier, 572p., 2013.

DUCLOS, M.J.; BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E. Muscle growth and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**, Champaign, v.16, n.1, p.107-112, 2007.

DYCE, K.M.; WESING, C.J.G. Anatomy of birds. In: **Textbook of veterinary anatomy**. 4.ed. St. Louis: Saunders Elsevier, Cap.37, p.784-813, 2010.

FELÍCIO, A.M. *et al.* Associação genética entre peso de peito e diâmetro de fibras musculares em frangos. **45<sup>a</sup> Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Lavras, Julho, 2008.

FERGUSON, T.M. *et al.* Muscular dystrophy in avian species. **Texas report on biology and medicine**, Galveston, v.22 (Suppl. 1), p.910-912, Dec, 1964.

GUERNEC, A. *et al.* Muscle development, insulin-like growth factor-I and myostatin mRNA levels in chickens selected for increased breast muscle yield. **Growth hormone & IGF Research**, Edinburgh, v.13, n.1, p.8-18, Feb, 2003.

GONZALES, E.; SARTORI, J.R. Crescimento e metabolismo muscular. In: MACARI, M.; FURLAN, R.L.; GONZALES, E. (Ed.). **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2002. Cap.21, p.279-297.

HUDSON e LANZZIOTTI, Muscle of the pectoral limb in galliform birds. **Amer. Midle. Nat.** 71:1-113, 1964

ISHIMOTO, S.; GOTO, I.; KUROIWA, Y. Early morphological changes in the striated muscles in normal and dystropic chickens. **Journal of comparative Pathology**, Liverpool, v.98, n.1, p.69-79, Jan, 1988.

KENNEDY, J.M. *et al.* Nascent muscle fibre appearance in overloaded chicken slow-tonic muscle. **American Journal Anatomic**, Philadelphia, v.181, n.2, p.203-215, Feb, 1988.

KLASING, K.C. Nutritional diseases. In: Saif *et al.* (Ed.) **Diseases of Poultry**. 12<sup>th</sup>, Ames, IA. 2008, p.1027-1052.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Effect of White striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, Champaign, v.88 (Suppl. 1), n.447 (Abstr.). 2009.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Histopathological changes associated with White striping in broiler breast muscle. **Poultry Science**, Champaign, v.90, n.160 (Abstr.). 2011a.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Influence of growth rate on the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champaign, v.90:660 (Abstr.). 2011b.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.5, p. 1240-1247, May, 2012a.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Influence of growth rate on the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.10, p.2677-2685, Oct, 2012b.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Effect of diferente levels of dietary vitamin E (DL- $\alpha$ -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.91, n.12, p.3230-3235, Dec., 2012c.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Estimation os factors associated with the occurrence of White striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.3, p.811-819, Mar, 2013a.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.2, p.331-338, Feb., 2013b.

KUTTAPPAN, V.A. *et al.* Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. **Poultry Science**, Champagnain, v.92, n.2, p.339-345, Feb, 2013c.

MACHLIN, L.J.; PEARSON, P. Studies on utilization of sulfate s $\acute{u}$ lfur for growth of the chicken. **Proceedings of the Society for Experimental Biology Medicine**, New York, v.93, n.2, p.204-206, Nov, 1956.

MACHLIN, L.J.; SHALKOP, W.T. Muscular degeneration in chickens fed diets low in vitamin E and sulfur. **Journal of Nutrition**, v.60, n.1, p.87-96, Sept, 1956.

MACRAE, V.E. *et al.* Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). **British Poultry Science**, Edinburg, v.47, n.3, p.264-272, Jun, 2006.

MADEIRA, L.A. *et al.* Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.6, p.2322-2332, Nov/Dez, 2006.

MAPA – Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. 2015. Dados do setor. <http://www.agricultura.gov.br/animal/especies/aves>. Acesso em 07 de julho de 2015.

MILLS, L.J. **Skeletal muscle characteristics of comercial and traditional strain of turkeys**. Ph.D. Thesis, University of Manchester, 2001.

MOSS, E.P.; LEBLOND, C.P. Satellite cells as the source of nuclei in muscle of growing rats. **Anatomical Records**, New York, v.170, n.4, p.421-436, Aug, 1971.

MUDALAL S.; LORENZI, M.; SOGLIA, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of White striping and wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*. V9, N4, 728-34, April, 2015.

NESHEIM, M.C.; LEONARD, S.L.; SCOTT, M.L. Alterations in some biochemical constituents of skeletal muscle of vitamin E-deficient chickens. **British Journal of Nutrition**, London, v.68, p.359-369, 1959.

NETKE, S.P. *et al.* Muscular dystrophy in chickens fed crystalline amino acid diets. **British Journal of Nutrition**, London, v.99, p.315-319, 1969.

PRATA, L.F. FUDUKA, R.T. **Fundamentos da higiene e inspeção de carnes**. Jaboticabal: FUNEP, p.326, 2001.

PETER, J.B. *et al.* Metabolic profiles of three fiber types of the skeletal muscle in Guinea pig and rabbits. **Biochemistry**, Washington, v.11, n.14, p.2627-2633, Jul, 1972.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle Growth and Poultry Quality Issues. **Nutrients**, Basel, v.4, n.1, p.1-12, Jan, 2012.

PETRACCI, M. *et al.* Occurrence of White striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.6, p.1670-1675, Jun, 2013a.

PETRACCI, M. *et al.* Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poultry Science**, Champaign, v.92, n.9, p.2348-2447, Sept, 2013b.

PICARD, B. *et al.* Skeletal muscle proteomics in livestock production. **Briefings in functional genomics & proteomics**, Oxford, v.9, n.3, p.259-278, May, 2010.

REMIGNON, H. *et al.* Effects of divergent selection for body weight on three skeletal muscle characteristics in the chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v.35, n.1, p.65-67, March, 1994.

REMIGNON, H. *et al.* Selection for rapid growth increases the number and the size of muscle fibers without changing their typing in chickens. **Journal of Muscle Research and Cell Motility**, London, v.16, n.2, p.95-102, Apr, 1995.

REMIGNON, H. *et al.* Occurrence of giant myofibers according to muscle type, pre or post-rigor state and genetic background in turkeys. **Meat Science**, v.56, n.4, p.337-343, Dec, 2000.

SCHEUERMANN, G.N. *et al.* Comparison of chicken genotypes: Myofiber number in pectoralis muscle and myostatin ontogeny. **Poultry Science**, Champaign, v.83, n.8, p.1404-1412, Aug, 2004a.

SCHEUERMANN, G.N. Alteração na quantidade e qualidade da carne de aves através da manipulação das fibras musculares. *In: Conferência Apinco de Ciência e Tecnologia Avícolas*, Santos, v.2, p.165-178, 2004b.

SIHVO, H.-K., IMMONEN, K. AND PUOLANNE, E. Myodegeneration With Fibrosis and Regeneration in the Pectoralis Major Muscle of Broilers. **Veterinary Pathology**, Vol. 51(3) 619-623, 2014.

SOIKE, D.; BERGMANN, V. Comparison of skeletal muscle characteristics in chicken breed for meat or egg production. I. Histological and electron microscope production. **Journal of Veterinary Medicine**, Berlin, v.45, n.3, p.161-167, Apr, 1998.

SCOTT, M.L. *et al.* Studies on vitamin E in poultry nutrition. **British Journal of Nutrition**, London, v.56, p.387-402, 1995.

VANDEN BERGE, J. C. Myology. *In*: Getty, R. (Ed.). **The anatomy of the domestic animals**. 5th ed. Philadelphia: Saunders, 1975, v.2, cap.61, p.1802-1848.

VELLEMAN, S.G.; NESTOR, K.E. Effect of selection for growth rate on myosin heavy chain temporal and spatial localization during turkey breast muscle development. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 9, p. 1373-1377, Sept. 2003.

ZAPATA, I. *et al.* Comparative proteomic characterization of the sarcoplasmatic proteins in the pectoralis major and supracoracoideus breast muscle in 2 chicken genotypes. **Poultry Science**, Champaign, v.91, n.7, p.1654-1659, Jul, 2012.

ZHANG, L. *et al.* Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition, and meat quality on breast muscle in male broilers. **Poultry Science**, Champaign, v.91, n.4, p.1026-1031, Apr, 2012.

VAN VLEET JF, Valentine BA. Muscle and tendon. *In*: Maxie MG, ed. Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals. 5th ed. Philadelphia, PA: Saunders; 2007:185–277.

ZIMERMANN FC, FALLAVENA LCB, SALLE CTP, *et al.* Downgrading of heavy broiler chicken carcasses due to myodegeneration of the anterior latissimus dorsi: pathologic and epidemiologic studies. *Avian Dis.* 2012;56(2):418–421.

WESTPFHAL, V. 1961. Das arteriensystem das Haushuhnes (*Gallus somesticus*). *Wiss. Z. Humboldt\_University Berlin, Math – Nat. R.* 10.93-124. \_\_\_\_\_ VANDEN BERGE, J. C. Coração e Vasos sanguíneos das aves. *In*: Getty, R. (Ed.). **The anatomy of the domestic animals**. 5th ed. Philadelphia: Saunders, 1975, v.2, cap.67, p.1842-1870.

HUDSON, G.E. and LAZILLOTTI, P.J. 1964. Muscles of pectoral limb in galliform birds. *Amer. Midl. Nat.* 71:1-113. \_\_\_\_\_ VANDEN BERGE, J. C. Myology. *In*: Getty, R. (Ed.). **The anatomy of the domestic animals**. 5th ed. Philadelphia: Saunders, 1975, v.2, cap.61, p.1802-1848.