

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

NATALIA DE MORAIS LEITE

**CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIA TIPO “WOODEN BREAST/ WHITE
STRIPPING” EM PEITO DE FRANGOS DE CORTE**

LONDRINA

2018

NATALIA DE MORAIS LEITE

**CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIA TIPO “WOODEN BREAST/ WHITE
STRIPPING” EM PEITO DE FRANGOS DE CORTE**

Dissertação de mestrado, apresentado ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Garcia Coró.
CoOrientadora: Prof^a. Dr^a. Mayka R. Pedrão.

LONDRINA
2018

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

L533c Leite, Natalia de Moraes

Caracterização de anomalia tipo “Wooden Breast/White Stripping” em peito de frangos de corte / Natalia de Moraes Leite. - Londrina : [s.n.], 2018. 40 f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Garcia Coró

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª Mayka Reghiany Pedrão

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2018. Bibliografia: f. 36-40.

1. Carne de ave - Anomalias. 2. Físico-química - Análise. 3. Oxidação. 4. Lipídios. 5. Proteínas. I. Coró, Fábio Augusto Garcia, orient. II. Pedrão, Mayka Reghiany, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

Ficha catalográfica elaborada por Cristina Benedeti Guilhem - CRB: 9/911

TERMO DE APROVAÇÃO

CARACTERIZAÇÃO DE ANOMALIA TIPO “WOODEN BREAST/ WHITE STRIPPING” EM PEITO DE FRANGOS DE CORTE

ESCRITA

por

NATALIA DE MORAIS LEITE

Esta Dissertação foi apresentada em 29 de agosto de 2018 como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia em Alimentos. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Profª Drª Lúcia Felicidade Dias.

Profa. Orientadora

Profª Drª Fernanda Paião

Membro titular

Profª Drª Margarida Masami Yamaguch

Membro titular

“A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza”.

Dedico este trabalho à minha família,
especialmente, ao meu marido Renan,
pelos momentos de ausência.

AGRADECIMENTOS

Certamente, palavras não expressam a gratidão em concluir essa etapa, também estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e minha gratidão.

Agradeço, primeiramente, a Deus pela minha vida, por ter colocado anjos em meu caminho e por ser meu alicerce nos momentos mais difíceis.

Aos meus professores Mayka Pedrão e Fabio Coró, por serem exemplos de ética e sabedoria e pelos indescritíveis ensinamentos e oportunidades, sempre dispostos e disponíveis e por terem acreditado em mim. Vocês são referências profissionais e pessoais para o meu crescimento.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, onde conclui minha graduação e tenho orgulho de terminar mais uma etapa nesta instituição que abriu as portas com todos os recursos para auxiliar seus alunos. Todos os professores ocupam um lugar especial em meu coração.

A toda minha família, em particular, meus pais Humberto e Maria Eunice, sempre proporcionando a melhor educação, apesar das inúmeras dificuldades, por serem exemplos de perseverança, amor e dedicação e pela confiança na minha capacidade. Vocês são os melhores pais do mundo. E minha irmã, Beatriz, por ser minha companheira em todos os momentos de vida e ser minha inspiração de buscar sempre o melhor, muito obrigada.

Ao meu esposo, Renan, por estar sempre ao meu lado, como um porto seguro, com amor, paciência e compreensão, por “perder” fins-de-semana me fazendo companhia nos estudos e, principalmente, incentivando-me a acreditar no meu sonho. Eu amo você.

A todos os meus amigos, pois mesmo ausente em alguns momentos importantes para eles, torceram e vibraram comigo a cada conquista.

Finalmente, porém não menos importante, gostaria de agradecer aos meus colegas da Granjeiro Alimentos Débora, Thiago, Diego, Paula, Cleide, Wellen e Suzanne pelos momentos de ausência, por todo apoio e ajuda. E, de forma especial, meu chefe e amigo de trabalho Geraldo pelo suporte, pelos conselhos e por me

motivar a cada dia. Eu não conseguiria administrar o trabalho e a faculdade se não fossem vocês.

“Caminhante, não há caminho. Faz-se o
caminho ao andar.”
(Antonio Machado y Ruiz)

RESUMO

LEITE, Natalia de Moraes Leite. **Caracterização de anomalia tipo “Wooden Breast/ White Stripping” em peito de frangos de corte.** Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

Como a produção e exportação de frangos de corte estão em crescente aumento no Brasil, é primordial que os frigoríficos obtenham uma carne de qualidade, porém, essa qualidade deve ser atingida em conjunto com frangos mais pesados, que consigam garantir rendimento. Por esses motivos, estudos de melhorias genéticas são de extrema relevância. No entanto, algumas anomalias, consideradas defeitos de qualidade e não patológicos estão causando prejuízos para o setor industrial. Desse modo, o presente trabalho teve como objetivo definir anomalias presentes no peito de frangos frequentemente encontrados e condenados em um frigorífico, localizado em Rolândia – Paraná, e compará-las com miopatia peitoral profunda, *Wooden Breast* e *White Stripping*. Para tanto, foram realizadas análises de proteína, capacidade de retenção de água, *cooking loss*, TBA, *wormed flavor* (WOF), lipídeos totais, umidade, peso, pH e cor através das coordenadas L* a* e b*. Os valores foram maiores nos peitos de frangos com anomalia quando se referiu às análises de peso, pH, umidade, *cooking loss*, proteína do exudato, lipídeos, TBA e WOF. Para as análises de capacidade de retenção de água e proteína muscular encontraram-se valores maiores nos peitos de frangos normais. Concluiu-se, então, que as características físico-químicas dos filés de peito foram alteradas quando apresentavam anomalias, porém, necessita de aprofundamento de estudos sobre o consumo.

Palavras-chave: Qualidade de carne de frango. Wormed over flavor. Oxidação lipídica. Proteínas totais.

ABSTRACT

LEITE, Natalia de Moraes Leite. **Characterization of “Wooden Breast/White Stripping” type anomaly in the breast of broilers.** Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Federal Technology University - Parana. Londrina, 2018.

As the production and export of broilers are increasing in Brazil, it is essential that the slaughterhouses obtain a quality meat, but this quality must be achieved in conjunction with heavier chickens that can guarantee yield. For these reasons, studies of genetic improvements are extremely relevant. However, some anomalies, considered to be quality defects and not pathological, are causing damage to the industrial sector. This way, the present project aimed to define anomalies present in the breast of frequently found and condemned chickens in a refrigerator, located in Rolândia - Paraná, and to compare them with deep pectoral myopathy, Wooden Breast and White Stripping. For this, was taken analyzes of protein, water retention capacity, *cooking loss*, TBA, wormed flavor (WOF), total lipids, moisture, weight, pH and color were performed through the L * a * and b * coordinates. The values were higher in breast of chickens with anomaly when referring to weight, pH, moisture, *cooking loss*, exudate protein, lipids, TBA and WOF. For analyzes of water retention capacity and muscle protein, higher values were found in normal chicken breasts. It was concluded that the physical and chemical characteristics of breast fillets were altered when they presented anomalies, however, it needs to deepen studies on the consumption.

Keywords: Quality of chicken meat. Wormed flavor. Lipid oxidation. Total proteins.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Crescimento, eficiência e produtividade de frangos comerciais de 1957, 1978 e 2005.....	18
Figura 2 – Ilustração do peito normal (1) e White Stripping (2).....	20
Figura 3 – Microscopia de Pectoralis major. Coloração: tricrômico de Masson. Imagens representativas de transversais (a, c) e longitudinais (b, d) de cortes histológicos de amostra normal (N) e acometida por White striping (WS).....	22
Figura 4 – Divisão do filé de peito para análise de cor.....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultados obtidos para amostras normais e WB/WB para peso dos peitos, pH, capacidade de retenção de água (CRA) e umidade.....	29
Tabela 2 – Análise de proteínas totais em filés WS/WB em amostras in natura e no exudato das mesmas após procedimentos para obtenção dos dados de <i>cooking loss</i> (CL).....	31
Tabela 3 – Resultados obtidos para análise de lipídios totais, oxidação lipídica (TBA) e aroma requeijado (WOF) em amostras de peitos normais e WS/WB...	33
Tabela 4 – Resultados obtidos para análise de cor (L^* , a^* e b^*) em amostras de peitos normais e WS/WB.....	34

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivos específicos.....	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4.1 Amostras.....	25
4.2 Análises físico-químicas.....	26
4.2.1 Capacidade de retenção de água (CRA).....	26
4.2.2 <i>Cooking loss</i>	26
4.2.3 pH.....	26
4.2.4 Umidade.....	26
4.2.5 Lipídeos.....	26
4.2.6 Proteínas.....	27
4.2.7 Oxidação lipídica (ácido tiobarbitúrico).....	27
4.2.8 WOF (<i>Warmed of flavor</i>) – Aroma de requeijado (ácido tiobarbitúrico)..	27
4.2.9 Análise de cor.....	27
4.3 Análise estatística.....	28
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	29
6 CONCLUSÃO.....	35
REFERÊNCIAS.....	36

1 INTRODUÇÃO

O consumo da carne de frango de corte cresce em todo mundo, sendo que um dos motivos para esse crescimento é o valor nutricional. Segundo Petracci e Cavani (2012) a carne de frango é considerada um alimento funcional por possui baixo teor de gordura com alto grau de insaturação, além de níveis baixos de colesterol.

Com a necessidade de obter frangos de qualidade e com maior peso, consequentemente maior rendimento em menos tempo, obteve-se avanços tecnológicos na seleção genética, estratégias de manejo e nutrição (MARTINS et al., 2012). No entanto, essas demandas em alcançar tais propósitos acarretam em alterações histológicas e bioquímicas decorrentes dessa nova geração de frangos de corte, prejudicando alguns traços na qualidade da carne, que está ocasionando perdas na cadeia produtiva industrial. Devido a essa alteração ocasionada ao tecido muscular, pela evolução das aves surgiu a miopatia peitoral emergente denominada *White Stripping* (WS) ou estrias brancas. As desordens na musculatura do peito classificadas de miopatia WS são visíveis em cortes crus com aparecimento de estrias brancas paralelas a fibra muscular na superfície dos músculos *pectoralis major*. Geralmente iniciam na porção cranial do filé do peito, próximo ao ponto de inserção da asa e podem apresentar vários níveis de severidade. A presença do WS altera as características visuais do peito de frango, promovendo rejeição pelo consumidor, mas as alterações não se limitam apenas as alterações visuais, também ocorrem mudanças na composição química (KUTTAPPAN et al., 2012a; KUTTAPPAN et al., 2013).

De acordo com Alnahhas et al. (2016) a característica de estrias gera um impacto visual que leva à rejeição de peitos de frango tipo WS, interferindo nas decisões do consumidor final. Ademais, os autores ressaltam a necessidade de reduzir as incidências de WS, devido às alterações de vários parâmetros de qualidade da carne como a capacidade de retenção de água e cor. Petracci et al. (2014) concluíram que com relação ao valor nutricional, os peitos de frango que contêm estrias brancas, são inferiores aos peitos normais.

Petracci e Cavani (2012) salientam que as aves que crescem rapidamente são mais suscetíveis ao estresse pelo calor, pois sua capacidade de

termorregulação é reduzida. O estresse térmico afeta a qualidade da carne, visto que, aumenta a produção de radicais livres no músculo do frango de corte. Porém, segundo o autor, se encontram poucas pesquisas sobre nutrigenômica, ou seja, estudo sobre os componentes de dieta de aves que podem afetar na expressão gênica, especialmente, na qualidade da carne. O que se pode afirmar é que os níveis nutricionais de tocoferóis apresentaram vantagens com relação à oxidação, pois esses atrasam a iniciação da oxidação e consequentemente, a perda de qualidade, melhorando assim as propriedades funcionais da carne. O que ocorre é que a vitamina E endógena protege os lipídios da membrana celular contra a oxidação, bem como, garantem a integridade da membrana.

As indústrias de carnes devem conhecer os problemas relacionados aos *wormed-over flavor* (WOF), visto que não apenas resulta no aumento do sabor de “ranço”, mas diminui o sabor de “carne” e a “doçura”. Assim, as características do WOF reduz a vida útil, pois é acompanhado por compostos tóxicos como radicais livres, hidroperóxidos e malonaldeído por oxidação lipídica (CHOE et al., 2011).

É importante conhecer e estudar a proteômica geral, que pode indicar marcadores para o crescimento muscular e compreensão dos mecanismos moleculares que influenciam na textura e consequentemente na qualidade da carne, visto que, ainda segundo Petracci e Cavani (2012), os principais problemas quanto à qualidade da carne estão relacionados com a seleção de aves e carne com taxa de crescimento rápido e rendimento de peito de frango.

Neste estudo em especial, um frigorífico de frangos de corte localizado na cidade Rolândia – Paraná está encontrando peitos anômalos com características semelhantes com as citadas. Logo, o presente trabalho tem como objetivo avaliar e caracterizar anomalias presentes nesses peitos de frango, através de análises de cor, de oxidação lipídica, teor de proteínas, capacidade de retenção de água, *wormed-flavor*, *cooking loss*, pH, umidade e teor de lipídios, indicando assim possíveis alterações que venham a surgir nestes músculos.

2 OBJETIVOS

Caracterizar parâmetros físico-químicos e propriedades tecnológicas presentes no peito (*Pectoralis major*) de frangos de corte acometidos pelas miopatias *White Stripping/Wooden Breast* (WSWB).

2.1. Objetivos específicos

- Analisar a diferença de peso entre peitos normais e anômalos;
- Determinar umidade e lipídios totais;
- Determinar a capacidade de retenção de água e *cooking loss*;
- Determinar a concentração de proteínas totais presente no músculo *pectoralis major* e no exudato resultante da análise de *cooking loss*;
- Avaliar a oxidação lipídica e *wormed-over flavor*;
- Analisar a coloração através das coordenadas L*, a* e b*.

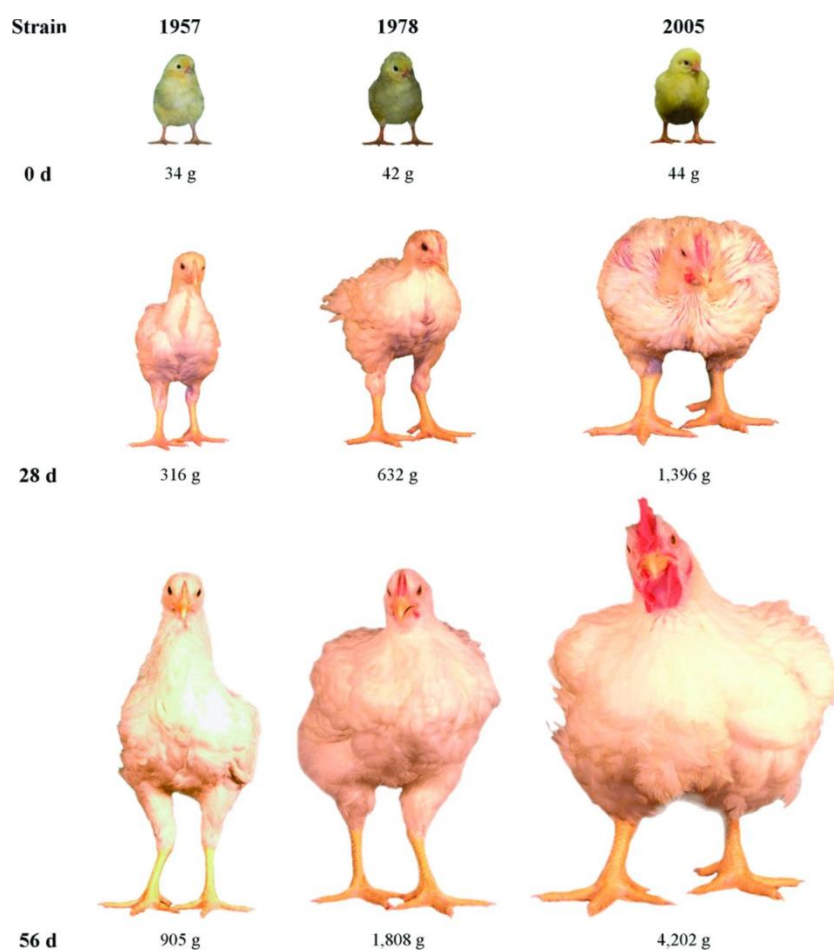
3 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017), 34% da produção de frangos de corte do Brasil no ano de 2016 foram destinadas à exportação. Dentre os produtos mais comercializados destacam-se os cortes de frango, que correspondem a 59%, sendo que, um dos cortes com maior importância econômica é o peito de frango. Esses dados associam que a carne de frango é uma das fontes mais populares de proteína animal para consumo humano no mundo (OECD-FAO, 2015).

De acordo com a Instrução Normativa nº 20, de 21 de julho de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a carne de frango deve possuir um aspecto geral uniforme sem acúmulo sanguíneo, sem corpos estranhos e sem manchas escuras, além de possuir fibras musculares finas. E a coloração deve ser uniforme, sem manchas, variando do amarelo avermelhado ao amarelo esbranquiçado, sendo que os músculos do peito possuem tonalidade mais clara. Com o envelhecimento há escurecimento da superfície pela ação de microrganismos. E, por fim, a consistência normalmente é firme, macia e ligeiramente úmida (BRASIL, 1999).

Porém, com este mercado em alta e em crescimento, a tendência da produção de cortes de frango brasileira é continuar aumentando, e com isso, há uma preocupação com a qualidade deste produto em paralelo com a necessidade de abater frangos maiores, os quais correspondem um maior rendimento, em menos tempo. Quando todos estes fatores são atingidos, consegue-se um resultado satisfatório para a indústria e para o produtor (FRAGA et al., 2015). Neste sentido, Santiago (2015) cita que uma grande aliada para a economia do setor é a seleção genética, pois trouxe uma padronização de frangos de corte no que diz respeito a peso corporal, rendimento de carcaças e conversão alimentar, alcançando a possibilidade de abater aves com maior peso em menor intervalo de tempo (Figura 1). A seleção genética junto com o crescimento rápido, contudo, nem sempre atinge tais respostas, e a incidência de comportamentos fisiológicos anormais começam a aparecer com mais frequência e são extremamente visíveis e significativas em peitos de frango.

Figura 1 - Crescimento, eficiência e produtividade de frangos comerciais de 1957, 1978 e 2005.



Fonte: Zuidhof et al., 2014.

Uma grande ocorrência com relação às anomalias de peito de frangos de corte é a miopatia peitoral profunda (ou doença do músculo verde) que, de acordo com Zimmermann (2008) ocorre quando cessa a oxigenação nos músculos peitorais menores (conhecidos comercialmente como “filezinho do peito” ou “sassami”) com degeneração, necrose e atrofia. Alguns autores relatam ainda que pode ser causado quando a circulação sanguínea cessa por intenso exercício muscular, como movimento voluntário das asas.

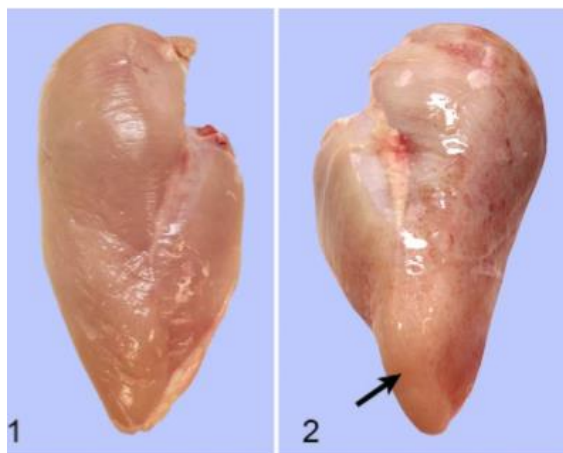
Por conseguinte, durante o processo de desossa este músculo é condenado, porém, quando há produção de frango inteiro não é possível identificá-lo, pois segundo a Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, o músculo supracoracóideo é exposto apenas quando a carcaça sucede de uma avaliação mais detalhada no Departamento de Inspeção Final (DIF) ou na sala de desossa (BRASIL, 1998).

Entretanto, Pereira; Rodrigues; e Allgayer (2005) fizeram um estudo sobre miopatia e constataram ser uma tecnopatia, ou seja, doença causada por mudanças na tecnologia sendo possível adequar manejos pré-abate com o intuito de reduzir os prejuízos causados, mas que podem ser consumidos, pois não é uma questão de segurança alimentar, mas um problema para a qualidade do produto. Kijowski e Konstanczak (2009) ressaltam ainda que a cor verde provavelmente é resultado de uma transformação da mioglobina sob condições anaeróbias e não uma inflamação.

Além da miopatia peitoral profunda, outras anomalias no peito e filezinho do peito têm causado prejuízos nos frigoríficos. Sihvo; Immonen; e Puolanne (2013) citam que houve um aumento de peito de frango com anomalias na Finlândia, caracterizando o músculo peitoral maior, áreas externas pálidas e duras, com estrias brancas, acarretando rejeição do consumidor e, conseqüentemente, perdas econômicas na indústria. Os autores mencionam ainda que não encontraram relação de tais anomalias com qualquer sintoma *ante-mortem*. Em uma análise de microscopia eletrônica, nomearam este tipo de anomalia como *White Stripping* (Figura 2). Ainda com relação às anomalias, outra ocorrência de peitos de frango está sendo pesquisada, porém, com cor amarelada acompanhada com processos inflamatórios e necrose, além da dureza, nomeada *Wooden Breast*. As duas anomalias possuem características histológicas semelhantes, porém, pouco se sabe sobre a implicação na qualidade dos produtos, bem como, os mecanismos de formação (ZOOTE, 2015).

Bailey et al. (2015) enfatizam ainda que a miopatia peitoral profunda ocorre quando há necrose isquêmica do músculo do peito, como resultado do esforço do levantamento de asas, onde o músculo fica incapaz de se expandir. Citam também as estrias brancas do peito com *White Stripping* estão relacionadas com o tecido adiposo, através de análises histológicas e químicas, e as características do peito com *Wooden Breast* estão relacionadas com o tecido conjuntivo, caracterizado pelo endurecimento do músculo.

Figura 2 - Ilustração do peito normal (1) e White Stripping (2)



Fonte: Sihvo; Immonen; e Puolanne (2013).

Em suma, quando o animal morre, há uma falha na circulação sanguínea devido à sangria e, conseqüentemente, interrupção no fornecimento de oxigênio e nutrientes. O metabolismo, então, utiliza o oxigênio ligado a mioglobina para continuar o processo aeróbio. Quando esse oxigênio cessa, a principal via metabólica para geração de ATP passa a ser a reserva de glicogênio. Assim, já em anaerobiose, há formação de ácido láctico e redução da concentração de ATP até que desapareça, como consequência, iniciam-se as interações actina-miosina, forçando o músculo a entrar numa fase de contração contínua até que o músculo entra em uma contração irreversível conhecido como *rigor mortis*. Então, os níveis de glicogênio começam a reduzir e o ácido láctico é o produto formado no metabolismo anaeróbio, que quando não pode mais ser eliminado, acumula-se na fibra muscular servindo como indicador da taxa de glicólise *post-mortem* e reflete diretamente na redução de pH após 24 horas de abate. Por fim, há um rompimento proteolítico da estrutura muscular, que pode durar até duas semanas, ocorrendo um aumento da flexibilidade e maciez da carne, essa última etapa é conhecida como *post rigor mortis* (NUNES, 2017).

O material proteico é um determinante quando se fala em carnes. A organização e natureza das proteínas no músculo esquelético têm efeitos importantes sobre como elas são revertidas metabolicamente. O músculo esquelético apresenta 3 classes de proteínas baseadas em sua solubilidade; a classe miofibrilar é a classe principal, e porque as proteínas miofibrilares são montadas em estrutura miofibrilar no músculo estriado, apresentam um desafio

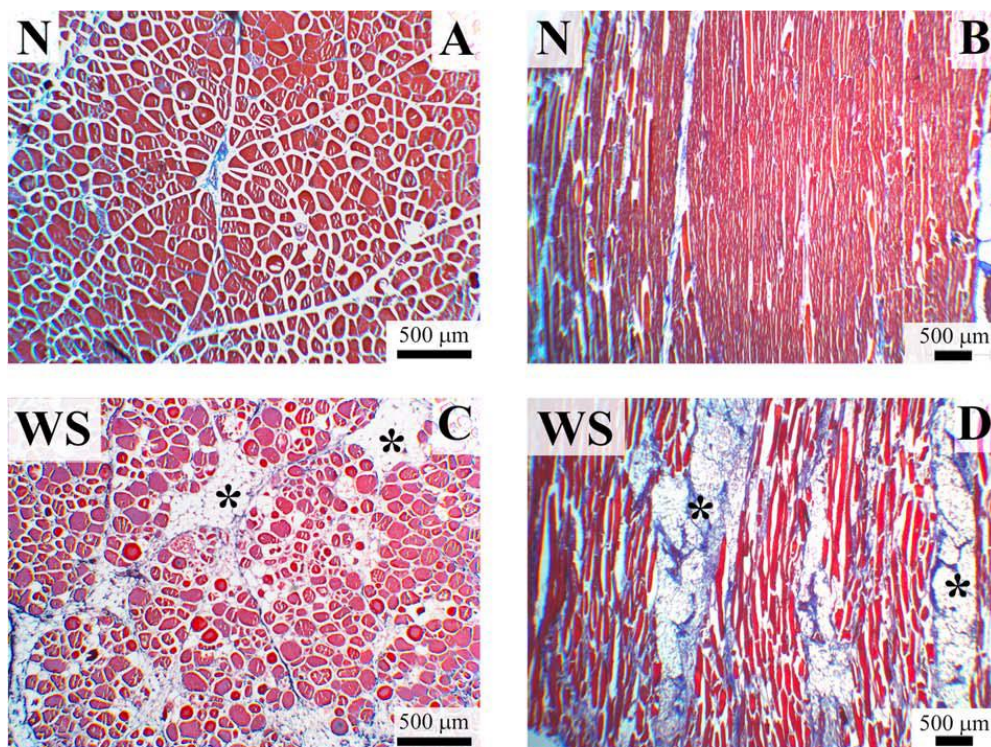
especial ao turnover proteico. Com base nos recentes avanços na compreensão deste sistema proteico, há indicativos que as proteínas miofibrilares são primeiramente hidrolisadas antes de poderem ser degradadas e reutilizadas. Não está claro como essa dissociação ocorre; pode envolver a liberação de um grupo de miofilamentos facilmente hidrolisáveis, ou pode envolver troca de proteínas miofibrilares no citoplasma da célula, ou ambos os mecanismos podem ocorrer ao mesmo tempo (GOLL, et al. 2003).

Estes mesmo autores, na introdução de seu artigo, dizem que a calpastatina parece ser o componente variável do sistema da calpaína e a atividade da calpastatina no músculo esquelético é altamente relacionada com a taxa de turnover de proteína muscular e taxa de amaciamento *post-mortem*. O paradigma atual é que a alta atividade da calpastatina pode: a) diminuir a taxa de turnover de proteína muscular e, portanto, está associada a um aumento da taxa de crescimento muscular e b) diminuir a atividade da calpaína no músculo *post-mortem* e, portanto, está associada a uma menor taxa de amaciamento.

Ainda de acordo com Brid (2008) os animais que ficaram com muito tempo de jejum e/ou sofreram estresse têm suas reservas de glicogênio diminuídas, e assim, o pH permanece, finalizando em torno de 6,0, onde a carne desses animais apresenta uma anomalia conhecida como *Dark, Firm and Dry* (DFD), na qual a cor é escura, a textura é firme e o armazenamento de água é alto. Outra anomalia causada por estresse é conhecida como *Pale, Soft and Exudative* (PSE), ou seja, cor clara, textura macia e muita exsudação, sendo que, neste caso, a carne atinge pH final em um curto espaço de tempo, provocando a desnaturação das proteínas e perda de água, consequentemente.

A Figura 3, obtida por artigo publicado por Baldi et al., (2017) mostra microscopicamente as alterações teciduais entre amostras normais e amostras acometidas por *White Striping*. Em amostras afetadas por WS é peculiar e abundante a presença de tecido adiposo endomisial infiltrado e, sobretudo, perimisial (asteriscos) com infiltração gordurosa em alguns casos coincide com a parte fibrilar. Observa-se também maiores espaços entre as fibras musculares nas amostras WS, indicando comprometimento da estrutura em relação à capacidade de retenção de água, logo podendo comprometer a qualidade do produto.

Figura 3 - Microscopia de Pectoralis major. Coloração: tricrômico de Masson. Imagens representativas de transversais (a, c) e longitudinais (b, d) de cortes histológicos de amostra normal (N) e acometida por White striping (WS).



Fonte: Baldi et al., 2017.

Além desses fatores, Nunes (2017) afirma que a oxidação lipídica é uma das principais causas não microbianas que afetam a qualidade da carne, sendo que pode ser iniciada por fatores externos ou internos, e afetam as propriedades funcionais, como CRA, e nutricionais. Segundo Olivo; Shimokomaki (2002) quando o animal é sacrificado, inicia-se o processo de peroxidação autocatalítica, sendo influenciada por fatores como pH, temperatura e desossa que provocam desnaturação proteica e liberação de ferro, resultando na geração de radicais livres e na propagação das reações oxidativas. Kuttappan et al. (2013) acrescenta que a falta de suprimento de sangue suficiente pode resultar na acumulação de produtos de resíduos metabólicos levando ao estresse oxidativo e danos nos tecidos. De acordo com Petracci e Cavani (2012) sabe-se que os níveis de tocoferóis na dieta podem atrasar a iniciação da oxidação e perda de qualidade da carne, porém há poucos estudos sobre como os nutrientes de uma dieta afetam na qualidade da carne. Em recente artigo publicado por Boerboon e colaboradores (2018), há interessante correlação entre material lipídico e carne WS. Estes autores trabalham com mapeamento metabólico, e encontraram alterações no material lipídico, mais

específico em relação ao aumento na produção de ácidos graxos de cadeia longa e média, sugerindo que possa haver falha no metabolismo dos lipídios (β oxidação). Isto pode estar relacionado à hipóxia e estresse oxidativo. Estes resultados podem ser a justificativa para as carnes WS/WB apresentarem maior concentração de lipídios totais quando comparada com as classificadas como normais.

Sabe-se que as carnes acometidas por WS tendem a apresentar maior conteúdo lipídico (ZAMBONELLI, et al., 2016; BALDI et al., 2017), e consequentemente uma maior taxa de oxidação deste material, levando a perdas de qualidade nutricional e sensorial. Além disto, o desenvolvimento de aroma de requentado em carnes de aves é notório, e uma vez que há maior probabilidade de oxidação, este aroma não desejável poderá se pronunciar, afetando ainda mais as características sensoriais de produtos tratados termicamente.

As condenações de peitos com miopatia peitoral profunda em um frigorífico de frangos, localizado em Rolândia – Paraná, baseado na produção de 2016, chegou a 2% com relação total dos produtos condenados pelo serviço de inspeção federal (SIF), indicando uma perda significativa para a indústria e, como relatado, o padrão de condenação, especificamente do peito anômalo, fica a critério do auditor fiscal federal agropecuário (AFFA). No entanto, esse tipo de peito condenado como miopatia peitoral profunda possui diversas características com alguma relação de todas as anomalias supracitadas, porém não foram analisadas microbiológica, físico-química e microscopicamente para que sejam condenados como tal anomalia, ou seja, não há parâmetros que indicam que se tratam de peitos com miopatia. Portanto, neste trabalho esse peito é citado como “peito anômalo” (SANTIAGO, 2015).

Lorenzi et al., (2014) comentam que há incidência de carnes acometidas com WS em 40% dos animais abatidos. Outros pesquisadores indicam variações de obtenção de carne WS entre 12 a 40% (PETRACCI et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; RUSSO et al., 2015). Zanetti et al., (2018) estudaram as perdas econômicas que são oriundas do desenvolvimento de WS estimaram perdas diárias de até U\$ 70.632,00. Segundo trabalho apresentado por Corazza et al., (2017), esses prejuízos são decorrentes do não aproveitamento total desta matéria prima, pois além do descarte dos peitos acometidos por estas miopatias, as carcaças dessas aves não são comercializadas como frango inteiro. As miopatias tipo WS e WB são

responsáveis por cerca de 1% das condenações em abatedouros, um valor não aceitável de desperdícios para as indústrias.

Como visto no caso da produção de frangos de corte, há diversos motivos que podem causar anomalias em peitos de frango, os quais sempre trazem prejuízos no setor industrial. Ademais, a legislação sobre a condenação desses tipos de anomalias é subjetiva, pois não existe um critério de descarte, inclusive para a miopatia, ficando a critério do AFFA (SANTIAGO, 2015). Deste modo, será apresentado um estudo de um tipo de anomalia no peito de frango frequentemente encontrada em um frigorífico de aves realizando análises físico-químicas desses “peitos anômalos”, com o objetivo de caracterizá-los e relacionar suas características com outras anomalias.

4 MATERIAL E METODOS

4.1. Amostras

As coletas foram realizadas em um frigorífico de aves, localizado na cidade de Rolândia, Paraná, Brasil. Os filés de peito foram retirados pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) em uma linha paralela conhecida em frigoríficos como Departamento de Inspeção Final (DIF), onde todos os frangos com anomalias são retirados, após as etapas de pendura, insensibilização, sangria, escaldagem, depenagem e evisceração. Foram coletados 08 peitos classificados como normais e 08 peitos classificados como WS/WB com 48 dias de idade. Todos os filés de peito coletados para o experimento são pertencente à Linhagem Ross. Não houve separação por sexagem. As análises foram realizadas no peitoral em sua porção superficial.

Após a coleta, as amostras foram pesadas, identificadas com o auxílio de um lacre, refrigeradas e encaminhadas para realização das análises no laboratório de carnes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Londrina, Brasil, com o auxílio de uma caixa térmica, em até 24 horas após a coleta. Foram quantificados os teores proteína, umidade, análise da capacidade de retenção de água, *cooking loss*, oxidação lipídica (TBA), sabor de requentado (WOF), lipídios totais, peso, pH e cor.

O N amostral de 16 (8 normais e 8 anômalos) seguiu comparação em leituras de artigos publicados por Zeng et al., (2017) que trabalharam com 6 carcaças, Lee et al., (2008) com N=9, Huang et al., (2009) com N=4, Mudalal et al., (2014) com 12 carcaças. Xing et al., (2016) trabalhando com carnes normais e PSE utilizou N=10 para cada tratamento. Zhang et al., (2013) estudando apoptose de aves utilizou N=5. Petracci et al., (2014) utilizaram N=6 para analisar diferenças físico-químicas entre peitos normais e com anomalia severa para *White Stripping*.

4.2. Análises físico-químicas

4.2.1. Capacidade de retenção de água (CRA)

As análises foram realizadas em duplicata para determinação da CRA, segundo a metodologia descrita por Hamm (1960), 24 horas *post mortem*.

4.2.2. *Cooking Loss* (CL)

As análises de CL foram realizadas em duplicata, onde as amostras foram cortadas paralelamente à fibra e pesadas. Depois, as amostras, de aproximadamente 8g, foram submetidas à cocção em sacos plásticos fechados o vácuo com temperatura de 80 °C por 45 minutos. A porcentagem foi expressa com a diferença de pesos antes e após a cocção (PETRACCI e BAÉZA, 2011).

4.2.3. pH

O pH foi determinado com o auxílio de potenciômetro de inserção da marca Akso, em duplicata, 24 horas *post-mortem*.

4.2.4. Umidade

O método utilizado foi o de secagem em estufa com circulação de ar a 105 °C ($\pm 5^\circ\text{C}$), baseado na remoção da água por aquecimento. As amostras, em triplicatas, foram colocadas em cadinhos de alumínio, com massas previamente determinadas, ficando em estufa até peso constante. Os cadinhos contendo as amostras foram, então, resfriados à temperatura ambiente, em dessecador, tendo sua massa final determinada por diferença de peso (AOAC, 1997).

4.2.5. Lipídios

A determinação de lipídios foi realizada com a partir do método Soxhlet (AOAC, 1997) utilizando como solvente éter de petróleo. Foram realizadas em triplicatas.

4.2.6. Proteínas

A determinação de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1997). Todas as determinações foram feitas em triplicatas.

4.2.7. Oxidação lipídica (ácido tiobarbitúrico)

O método utilizado para quantificar as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) resultantes da oxidação lipídica foi o de CRACKEL et al. (1988). Todas as determinações foram feitas em triplicatas.

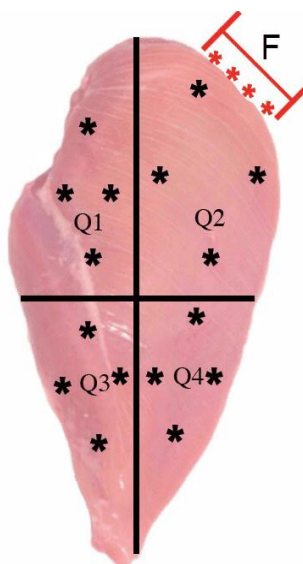
4.2.8. WOF (Warmed of Flavor) – Aroma de requentado (ácido tiobarbitúrico)

O método utilizado para quantificar as substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) resultantes da oxidação lipídica foi o de CRACKEL et al. (1988). É o mesmo protocolo que utilizado pra oxidação, todavia as amostras são coletadas após realização de *cooking loss*, acondicionadas em sacos plásticos e mantidas 24 horas sob refrigeração. Após este período as amostras são analisadas. Todas as determinações foram feitas em triplicatas.

4.2.9. Análise de cor

Para determinação da cor, foi utilizado um colorímetro da marca Minolta, que considera a coordenada L^* (preto/branco), responsável pela luminosidade, a^* (verde/vermelho), pelo teor de vermelho, e b^* (azul/amarelo), pelo teor de amarelo. As leituras foram realizadas conforme a figura 4, onde a metade de um filé de peito foi dividido em quatro quadrantes (Q1, Q2, Q3 e Q4) e a leitura realizada em quatro pontos de cada quadrante. A análise também foi feita na lateral do peito (F).

Figura 4 - Divisão do filé de peito para análise de cor



Fonte: Autoria própria.

4.3. Análise estatística

Todos os resultados foram submetidos a análises de variância (ANOVA) seguidas pelo Teste t (LSD) a um nível de significância de 5% ($p \leq 0,05$). Foi utilizado o programa de estatística BioEstat 5.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O peso dos peitos que apresentavam anomalias tipo WS/WB foi significativamente maior com relação aos peitos normais. Em um estudo apresentado por Kijowski e Konstanazoc (2009) observaram que a ocorrência de miopatias associadas com carcaças mais pesadas. Os mesmos resultados também foram observados por Kutterppan et al. (2013) e por Alnahhas et al. (2016), apresentando uma associação desfavorável entre o crescimento do frango e desenvolvimento muscular do peito.

De acordo com a tabela 1 o teor de umidade foi maior nos peitos com características anômalas. Esse resultado foram similares aos de Soglia et al., (2015), Sihvo et al., (2013), Petracci et al. (2014) e Kutterppan et al. (2012). Este aumento no teor de água pode ser explicado pela ocorrência de edema moderado a severo que ocorre na musculatura como resultado do processo inflamatório instalado no material muscular. Brambilla et al. (2014) ressalta que a característica WS resulta no aumento de gordura e perda de umidade durante o cozimento, o que afeta negativamente a aceitação do produto perante o consumidor final.

Tabela 1 – Resultados obtidos para amostras normais e WS/WB para peso dos peitos, pH, Capacidade de retenção de água (CRA) e Umidade.

<i>Análises</i>	<i>Normal</i>	<i>WS/WB</i>
Peso (g)	800,80 ± 104,56 ^b	1155,12 ± 108,37 ^a
pH	5,73 ± 0,13 ^b	6,09 ± 0,21 ^a
CRA (%)	76,58 ± 4,4 ^a	70,95 ± 5,8 ^b
Umidade (%)	65,84 ± 3,4 ^b	76,38 ± 1,4 ^a

* Os meios seguidos por diferentes letras na mesma linha diferem por um Teste t (LSD) no nível de significância de 5% .

A capacidade de retenção de água nos peitos anômalos foi significativamente menor com relação aos peitos normais. De acordo Petracci e Cavani (2012) a capacidade de retenção de água é influenciada pela proteômica geral, que permite a compreensão de mecanismos celulares. Além disso, Alnahhas

et al. (2016) salientam que o WS pode afetar vários parâmetros da qualidade da carne do peito incluindo a capacidade de retenção de água.

Neste estudo, os peitos de frango que apresentavam as características WS/WB revelaram um valor maior de pH com relação aos peitos normais. Um estudo apresentado por Alnahhas et al. (2016) também apontou que os peitos de frango que apresentavam a anomalia WS os valores de pH foram maiores com relação aos peitos considerados normais. Segundo o autor, a ocorrência de estrias brancas está negativamente relacionada à reserva de glicogênio muscular no peito de frango.

No abate de frangos acontecem diversas reações bioquímicas que são responsáveis por transformar o músculo em carne, onde os principais eventos observados são: perda de oxigênio, esgotamento das reservas de energia e acúmulo de ácido lático, consequentemente, queda do pH e da temperatura, aumento da concentração de íons de cálcio, aparecimento do *rigor mortis*, que resulta no encurtamento dos sarcômeros, oxidação do ferro das mioglobulinas e oxidação dos ácidos graxos saturados. No rigor mortis as reservas de ATP (energia responsável pela contração muscular) acabam, o que faz com que os músculos fiquem contraídos. O pH final é 5,8 aproximadamente (NUNES, 2017).

Ademais, Lonergan et al. (2003) enfatizam ainda a relação da capacidade de retenção de água com o pH, sendo que a repulsão eletrostática entre as proteínas miofibrilares aumenta de acordo com o aumento do pH. Assim, a queda do valor de pH acarreta na redução da capacidade de retenção de água, da força do gel e da capacidade emulsionante do músculo do peito.

Neste contexto, Petracci e Cavani (2012) salientam que estudar a relação entre o genoma da carne é um caminho onde se encontra respostas para sua qualidade, pois essa compreensão garante o entendimento que pode ser usado no desenvolvimento da conversão dos músculos na carne, pois, enquanto o genoma contém informações sobre quais genes e alelos existem, o proteoma contém informações sobre quais genes estão realmente sendo expressos e traduzidos em proteínas que fornecem informações moleculares importantes sobre vias metabólicas relacionadas e ajudam a identificar mecanismos subjacentes à conversão muscular. Sendo assim, os autores citam ainda o exemplo de músculos peitorais maiores, onde o metabolismo glicolítico rápido foi predominante, o que

pode resultar em modificações da enzima proteolítica funcionalidades e / ou desnaturações de proteínas musculares.

Além disso, Petracci et al. (2014) apresentaram um estudo sobre o efeito das estrias brancas na composição nutricional do peito de frango, onde concluíram que quanto maior é a severidade das estrias, menor é o teor de proteínas presentes, sugerindo ser um resultado de um processo de cicatrização tecidual e lipogênese acentuada em decorrência da inflamação. No músculo peitoral, o metabolismo glicolítico rápido é predominante, o que pode resultar em modificações da enzima proteolítica, funcionalidades e/ou desnaturações de proteínas musculares (PETRACCI e CAVANNI, 2012). Esses resultados também são compatíveis com a pesquisa de Kuttappan et al. (2013), onde concluíram que o aumento da incidência de estrias no peito de frango ocasiona a diminuição de proteínas e aumento de gordura. Estes dados também foram reprodutíveis no presente trabalho, sendo que a diferença para os valores de proteínas totais podem ser visualizadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Análise de proteínas totais em filés WS/WB em amostras in natura e no exudato das mesmas após procedimentos para obtenção de dados para *cooking loss* (CL).

Análises	Normal	WS/WB
% proteína muscular	19,71 ± 3,8 ^a	16,30 ± 3,19 ^b
<i>Cooking Loss</i>	2,50 ± 0,96 ^b	3,04 ± 1,00 ^a
%de proteína no exudato	0,55 ± 0,17 ^b	0,82 ± 0,26 ^a

* Os meios seguidos por diferentes letras na mesma linha (letras minúsculas) e diferentes letras na mesma coluna (letras maiúsculas) diferem por um Teste t (LSD) no nível de significância de 5%.

Em relação aos valores obtidos para CL, observa-se que os peitos acometidos por WS/WB tendem a perder mais água durante a cocção, e esta água vem acompanhada de maior conteúdo proteico. Várias podem ser as possibilidades para esta ocorrência, mas acredita-se que a principal é a alteração na qualidade e tipo de material proteico presente nas carnes acometidas pela alteração. Isto reforçando os estudos de outros autores, onde as estrias brancas são responsáveis pela diminuição de proteínas, além do conteúdo colagenoso ser maior, o que pode explicar que durante a realização dos protocolos para CL, haja gelatinização do material e este acaba sendo transferido em parte para a parte aquosa que é chamada, neste estudo em específico, de exudato.

Contudo, os peitos com anomalia compreenderam maiores valores de lipídios, devido à necessidade de regeneração muscular, segundo alguns autores. Com relação aos lipídios, os peitos com anomalia apresentaram um valor maior com relação aos peitos normais. De acordo com a pesquisa de Alnahhas et al. (2016) quanto maior é o grau de severidade do peito de frango tipo WS, maior é a quantidade de gordura intramuscular presente. Isso ocorre, segundo os autores, devido à tentativa de regeneração de células em consequência do dano causado pelas estrias. Em um estudo apresentado por Lonergan et al. (2003) também foi observado um aumento significativo do teor de gordura dos peitos tipo WS com relação aos peitos normais e, conseqüentemente, aumento na relação gordura: proteína. Além disso, os autores destacam que a causa do aumento da quantidade de gordura acontece devido à lipogênese aumentada no fígado, pois há maior atividade da lipoproteína lipase (LPL), o que pode levar ainda no aumento da absorção de ácidos graxos no tecido adiposo.

Ademais, Kuttapan et al. (2012) cita ainda que níveis elevados de glicerol no músculo podem causar hidrólise dos lipídios complexos, como os triglicerídios. Assim, o aumento da disponibilidade dos lipídios pode suportar a oxidação mitocondrial, pois com níveis mais baixos de carnitina livre ocorre a utilização de ácidos graxos de cadeia longa, facilitando os processos de beta oxidação lipídica. Além disso, os níveis elevados de 3-hidroxibutirato gerando excesso de acetil CoA oriundos da formação de corpos cetônicos (BHBA), podem ser utilizados como marcadores de oxidação lipídica. Indica, portanto, que a quantidade elevada de lipídeos é uma característica comum nos peitos de frango acometidos WS/WB.

De acordo com Fairall et al. (2008) essas anomalias (WB/WS) normalmente estão associadas à progressão de aterosclerose e hiperalgesia inflamatória, oriundo de produtos responsáveis pela peroxidação lipídica, como 13-HODE e 9-HODE, metabólitos frequentemente indicativos de exposição a radicais livres e são ligantes de PPAR (receptor ativado por proliferador de peroxisoma). Ressalta ainda que, níveis elevados de eicosanóides 15-HEPE, 15-HETE e 15-KETE apresentam propriedades anti-inflamatórias nos tecidos afetados, pois possuem mecanismos para equilibrar a inflamação.

De acordo com Petracci et al. (2014) peitos de frango acometidos WS possuem maiores conteúdos de lipídios e apresentam aumento desses teores de acordo com o grau de severidade da anomalia. Soglia et al. (2015) obtiveram que

peitos acometidos com WS apresentam média de 1,25g % enquanto os considerados normais 0,87g %. Baldi et al. (2017) apresentam uma diferenciação do conteúdo lipídico da carne de frango normal e da carne acometida com WS, tanto na posição superficial quanto na profunda o conteúdo lipídico da carne com WS foi maior, sendo 1,53% para superficial e 1,58% para profundo, no peito normal e 2,47 e 2,05% para posição superficial e profunda respectivamente, para a carne com WS. Os dados obtidos neste trabalho (Tabela 3) estão de acordo com os dados relatados acima, uma vez que foi obtido um total de 2,2 vezes mais lipídios em carnes acometidas por WS/WB do que as classificadas como normais.

Tabela 1 – Resultados obtidos para análise de lipídios totais, oxidação lipídica (TBA) e aroma de requeijado (WOF) em amostras de peitos normais e WS/WB.

<i>Análises</i>	<i>Normal</i>	<i>WS/WB</i>
Lipídios (%)	1,28 ± 0,76 ^b	2,87 ± 0,91 ^a
TBA (mg/kg)	2,86 ± 1,21 ^{aA}	3,18 ± 2,10 ^{aB}
WOF (mg/kg)	2,50 ± 0,96 ^{bA}	3,04 ± 1,00 ^{aB}

* Os meios seguidos por diferentes letras na mesma linha (letras minúsculas) e diferentes letras na mesma coluna (letras maiúsculas) diferem por um Teste t (LSD) no nível de significância de 5%.

Os resultados dos valores das análises de ácido tiobarbitúrico (TBA) estão expressos na tabela 3, onde não houve diferença significativa entre os peitos de frango normais e com WS/WB. Também não foi observada diferença significativa após o cozimento dos peitos de frango. Resultado semelhante ao estudo apresentado por Alnahhas et al. (2016) foi observado que a incidência de peitos de frango tipo WS não afetou os valores com relação às análises de TBA. No que concerne aos valores de oxidação lipídica (TBA), não houve diferença significativa, porém após o cozimento observou-se aumento nas taxas de oxidação, indicando que as amostras anômalas são mais instáveis e as características sensoriais podem ser percebidas pelos consumidores. Logo, quando se observa os valores de oxidação lipídica para amostras tratadas termicamente, há um aumento significativo nas taxas de oxidação, indicando que as amostra acometidas pela anomalia podem apresentar menor estabilidade, que está associada a percepções sensoriais negativas por parte dos consumidores.

As análises de cor estão expressas na tabela 4. Houve diferença significativa para os valores de L^* e b^* . Uma possibilidade para esta ocorrência é o desenvolvimento do processo inflamatório deste tecido, uma vez que forma-se em sua superfície uma membrana mais espessa e de coloração amarelada e opaca. Esta membrana não é padrão para todos os peitos anômalos em relação à sua coloração e textura, todavia ela sempre está presente em maior intensidade nos peitos caracterizados como WS/WB, tornando difícil a obtenção de um padrão de dados para cor. Em trabalho desenvolvido por Petracci et al. (2015) os valores obtidos foram para peito normal 53,81, 1,21 e 2,37 e para peitos WS/WB foram de 53,42, 1,77 e 3,16 para L^* , a^* e b^* , respectivamente. Estes valores apresentaram diferenças significativas para a^* e b^* , não havendo maiores considerações para luminosidade (L^*).

Tabela 4 – Resultados obtidos para análise de cor (L^* , a^* e b^*) em amostras de peitos normais e WS/WB.

	<i>Normal</i>	<i>WS/WB</i>
L^*	59,1 ($\pm 5,2$) ^a	60,8 ($\pm 4,6$) ^a
a^*	-2,06 ($\pm 0,21$) ^a	-1,21 ($\pm 0,35$) ^b
b^*	8,58 ($\pm 1,03$) ^a	3,86 ($\pm 0,25$) ^b

* Os meios seguidos por diferentes letras na mesma linha (letras minúsculas) diferem por um Teste t (LSD) no nível de significância de 1% ($P < 0,01$).

Em outro estudo apresentado por Zambonelli et al., (2015) os resultados foram para L^* de 54,50 e 52,52, para valores de a^* foram de 0,82 e 1,41 e para valores de b^* foram de 3,92 e 3,62 para peitos normais e anômalos, respectivamente. Havendo diferença estatística somente nos parâmetros a^* e b^* . Tanto nos trabalhos de Petracci et al (2015) e Zambonelli et al (2015) existe diferença estatística somente nos parâmetros de a^* e b^* , sendo o mesmo obtido no experimento realizado neste estudo. Uma possibilidade para esta ocorrência é o desenvolvimento do processo inflamatório deste tecido, uma vez que forma-se em sua superfície uma membrana mais espessa e de coloração amarelada e opaca. Esta membrana não é padrão para todos os peitos anômalos em relação à sua coloração e textura, todavia ela sempre está presente em maior intensidade nos peitos caracterizados como WS/WB.

5 Conclusão

Conclui-se, portanto, que existem diferenças na perda de água, conteúdo lipídico e proteico, medidas de cor, desenvolvimento nas taxas de WOF. Todas estas diferenças entre o material analisado acometidos com WS/WB levam a alterações importantes na qualidade da carne, atingindo características químicas e sensoriais desta matéria prima.

REFERÊNCIAS

ABPA - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório anual 2017**. 2017. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf>. Acesso em 27 fev. 2017.

ALNAHHAS, N.; BERRI, C.; CHARTRIN, M.; BOULAY, P.; BOURIN, M. C.; BIHANDUVAL, E. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. **Bmc genetics**, v. 17, p. 61. 2016.

AOAC – ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official of analysis of association of official analytical chemists**. 16. Ed. Arlington, 1997.

BALDI, G.; SOGLIA, F.; MAZZONI, M.; SIRRI, F.; CANONICO, L.; BABINI, E.; PETRACCI, M. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**. <https://doi.org/10.1017/S1751731117001069>. 2018.

BAILEY, R; WATSON, K. A.; BILGILI, S. F.; AVENDANO. S. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science** 94:2870–2879, 2015.

BRAMBILLA, G. S.; BOWKER, B. C.; ZHUANG, H. Comparison of sensory texture attributes of broiler breast fillets with different degrees of white striping. **Poult Science**. Oct 1;95(10):2472-6. 2014.

BRASIL . Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Secretaria de defesa agropecuária. Regulamento técnico de inspeção tecnológica e higiênica sanitário de carnes de aves. Portaria n. 210, 26 nov. 1998.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Secretaria de defesa agropecuária. Instrução Normativa 20 de 21 de Julho de 1999. Métodos analítico físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – Sal e Salmoura. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 09 set.1999.

BRID, A. N. **Importância dos Aspectos Físicos e Químicos na Qualidade da Carne**. Londrina, 2008. Disponível em:<<http://www.uel.br/pessoal/ambridi/Carnesecarcacasarquivos/Aspectos.pdf>>. Acesso em 23 out. 2016.

BOERBOOM, G.; KEMPEN, T. V.; NAVARRO-VILLA, A.; PÉREZ-BONILLA, A. Unraveling the cause of white striping in broilers using metabolomics, **Poultry Science**, , pey266, <https://doi.org/10.3382/ps/pey266>. 2018.

CHOE, J. H.; JANG, A.; LEE, E. S., CHOI, J. H.; CHOI, Y. S., HAN, D. J.; KIM, C. J. Oxidative and color stability of cooked ground pork containing lotus leaf (*Nelumbo nucifera*) and barley leaf (*Hordeum vulgare*) powder during refrigerated storage. **Meat Science**, 87(1), 12–18. 2011.

CRACKEL, R. L.; GRAY, J. I.; PEARSON, A. M. Some further observations on the tba test an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, Kindlington, v.28, p.187-196, 1988.

CORAZZA, J.; ZANETTI, M. A.; PILOTTO, F.; KISSMANN, K.; MANTO, L.; SANTOS, S. **Perdas econômicas devidos as alterações peito de madeira e peito com estrias brancas em um abatedouro de frangos de corte**. III Semana do conhecimento. 3 a 7 de Outubro de 2017. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. Brasil. 2017.

FRAGA, S. T.; DICKEL, E. L.; REMOR, A.; JAENISCH, F. R. F.; LEDUR, M.; COLDEBELA, A. **Estudo anátomo-patológico do músculo *pectoralis major* de frangos de corte acometidos com *Wooden Breast (WB)***. 42º Congresso Bras. de Medicina Veterinária e 1º Congresso Sul-Brasileiro da ANCLIVEPA – Curitiba, 2015.

FAIRALL, L.; AMIN, K.; INABA, Y.; SZANTO, A.; BALINT, B.L. Structural basis for de activation of PPAR γ by oxidized fatty acids. *Nat Struct Mol Biol.* 15: 924 – 931, pmid: 19172745. 2008.

GOLL, D. E., THOMPSON, V. F., LI, H., WEI, W.; CONG, J. The Calpain System. **Physiological Reviews**, 83(3), 731–801. <https://doi.org/10.1152/physrev.00029.2002>. 2003.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation: advances in food research. **Cleveland**, v. 10, n. 2, p. 335-443. 1960.

KIJOWSKI, J. e KONSTANCZA, M. Deep pectoral myopathy in broiler chickens. **Bull Vet Inst Pulawy**. 53, 487-491, 2009.

KUTTAPPAN, V. A., BREWER, V. B., APPLE, J. K., WALDROUP, P. W.; OWENS, C. M. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**. 91:2677-2685. 2012.

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

LONERGAN, S.; DEEB, N.; FEDLER, C.; LAMONT, S. Breast Meat Quality and Composition in Unique Chicken Populations. **Poultry Science**. 82: 1990–1994. 2003.

LORENZI, M.; MUDALAL, S.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. *Journal of Applied Poultry Research*, 23(4), 754–758. <https://doi.org/10.3382/japr.2014-00968>. 2014.

MARTINS, J. M. S.; LITZ, F. H.; CASTILHANO, H.; CAMPOS, D. F.; TAVEIRA, R. Z.; NETO, O. J. S. Melhoramento genético de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 18. 2012.

NUNES, J. A. **Filés PSE (Pale, Soft, Exudative) e PFN (Pale, Firm, Non-Exudative) de Frango: caracterização bioquímica, enzimas antioxidantes e influência no processamento**. Londrina. 2017.

OECD-FAO. OECD-FAO Agricultural Outlook 2015, OECD Publishing, Paris. doi: 10.1787/agr_outlook-2015-em. 2015.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: No Caminho da Pesquisa**. 2 edição. Cocal do Sul: IMPRINT, 2002

PETRACCI, M., e BAÉZA, E. Harmonization of methodologies for the assessment of poultry meat quality features. **World's Poultry Science**. J. 68: 137–153. 2011.

PETRACCI, M. e CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients. (review)**, v. 4, p. 1-12. 2012.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, v. 13, p. 179-183. 2014.

PETRACCI, M., MUDALAL, S., SOGLIA, F.; & CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.71, n. 2, p. 363-374. 2015

PEREIRA, R. A.; RODRIGUES, L. B.; ALLGAYER, M. C. Miopatia peitoral profunda em frangos de corte. **Veterinária em foco**, v. 3, n. 1, p. 11-15, 2005.

SANTIAGO, H. L. Impact of Genetic Selection on Skeletal Muscle in Meat-Type Poultry. **Department of Animal and Poultry Sciences**, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2015.

SIHVO, H. K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. **Veterinary Pathology**. 51:619–623. 2014.

SOGLIA, S.; MUDALAL, E.; BABINI, M.; DI NUNZIO, M.; MAZZONI, F.; SIRRI, C.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. **Poultry science**, p. pev 353. 2015.

ZAMBONELLI, P.; M. ZAPPATERRA, F.; SOGLIA, M.; PETRACCI, F.; SIRRI, C.; CAVANI, C.; DAVOLI, R. **Detection of differentially ex- pressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by white striping – wooden breast myopathies**. Poult. Sci. 0:1–15 <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew268>. 2016.

ZANETTI, M. A.; TEDESCO, D. C.; SCHNEIDER, T.; TEIXEIRA, S. T. F.; DAROIT, L., PILOTTO, F.; SANTOS, L. R. Economic losses associated with Wooden Breast and White Striping in broilers. **Semina: Ciencias Agrarias**, 39(2), 887–891. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p887>. 2018.

ZIMERMANN, F. C. **Miopatia dorsal cranial em frangos de corte: caracterização anatomopatológica, colheita e análise de dados**. Porto Alegre. 2008

ZUIDHOF, M. J.; SCHNEIDER, B. L.; CARNEY, V. L.; KORVER, D. R.; ROBINSON, F. E. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and

2005. **Poultry Science**, Volume 93, Issue 12, 1 December 2014, Pages 2970–2982, <https://doi.org/10.3382/ps.2014-04291>. 2014.

ZOOTE, A. D.; CECCHINATO, M.; REMIHNON, H.; POULANNE, E. **Effect of “Wooden Breast” appearance on poultry meat quality, histological thaits and lesions characterization**. 2015. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/284411891>. Acesso em 17 ago 2017.