

**SINARA BORDIGNON**

**CARNE DE PEITOS DE FRANGOS COM DIFERENTES GRAUS DA ANOMALIA  
WHITE STRIPING E SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE STEAK E  
HAMBÚRGUER**

Dissertação apresentada ao curso de mestrado do programa de pós-Graduação em Ciência e Tecnologia em Alimentos, da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), como requisito parcial para obtenção de grau de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.  
Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

Pinhalzinho, SC  
2018

Ficha catalográfica elaborada pelo(a) autor(a), com  
auxílio do programa de geração automática da  
Biblioteca Setorial do CEO/UDESC

Bordignon, Sinara

CARNE DE PEITOS DE FRANGOS COM DIFERENTES GRAUS  
DA ANOMALIA WHITE STRIPING E SUA APLICAÇÃO NA  
PRODUÇÃO DE STEAK E HAMBÚRGUER / Sinara Bordignon. -  
Chapecó , 2018.

39 p.

Orientador: Marcel Manente Boiago

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de  
Santa Catarina, Centro de Educação Superior do  
Oeste, Programa de Pós-Graduação em Ciência e  
Tecnologia de Alimentos, Chapecó, 2018.

1. Colágeno. 2. Intenção de compra. 3. Oxidação  
lipídica. 4. White striping. I. Manente Boiago,  
Marcel. II. Universidade do Estado de Santa  
Catarina. Programa de Pós-Graduação. III. Título.

Universidade do Estado de Santa Catarina  
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos

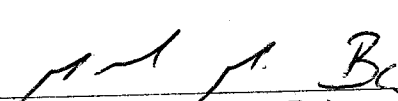
A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado

**CARNE DE PEITO FRANGO COM DIFERENTES GRAUS DA ANOMALIA  
"WHITE STRIPING" E SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE STEAK E  
HAMBÚRGUER**


Elaborada por  
**Sinara Bordignon**

como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos**

Comissão Examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Marcel Manente Boiago – UDESC/CEO  
Orientador

  
\_\_\_\_\_  
Profa Dr. Alexandre Oba - UEL

  
\_\_\_\_\_  
Profa Dra Darlene Cavalheiro – UDESC CEO

Pinhalzinho, 30 de maio de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

A minha mãe Meraci Inês Mocellin Bordignon, por todo o esforço desde sempre em me fazer acreditar que minha única alternativa de mudar de vida e crescer profissionalmente e, pessoalmente, era e é estudando; desde a 1<sup>o</sup> série, incentivou, estimulou e cobrou bons resultados na escola, batalhou muito na agricultura para garantir que eu pudesse cursar uma faculdade, e hoje estar aqui concluindo o curso de mestrado é o fruto de todo esse trabalho.

Ao meu pai, que não trabalhou menos que a minha mãe para que tudo isso fosse conquistado hoje. Gratidão pai, por ensinar os verdadeiros valores da sabedoria. Pela humildade e pelo trabalho duro na roça, para me proporcionar o conforto que eu tenho hoje. E a todas as demais pessoas da minha família pelo apoio e encorajamento para vencer mais esta etapa.

Ao meu noivo Everton Wisoski, pelo apoio, paciência e ajuda na parte experimental e no desenvolvimento de alguns utensílios que facilitaram os procedimentos analíticos do meu projeto.

Ao meu orientador Professor Dr. Marcel Manente Boiago, por toda sua dedicação, profissionalismo, paciência, sem dúvida alguma, um grande profissional, um professor que faz a diferença na vida dos seus alunos. Gratidão por esse período de convivência, pelos ensinamentos e mais do que tudo, pelo exemplo de pessoa e profissional. Obrigada pelo apoio na parte experimental do projeto e mais ainda pela paciência na entrega da dissertação.

A professora Lucíola Bagatini e aos demais professores do programa de pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da UDESC Oeste, pela disseminação de conhecimentos para o meu aperfeiçoamento pessoal e profissional.

A empresa Aurora Alimentos, pela doação dos insumos necessários para desenvolvimento do projeto experimental.

A SENAI, por terem autorizado a frequência no mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, e pela disponibilidade de uso dos laboratórios didáticos para realização de parte dos experimentos.

A UDESC, pela disponibilização de infraestrutura, em específico o Laboratório de

Nutrição Animal - LANA.

Aos mestrandos Gleidson Salles Biasi, Jhonattan de Lucca, Mauricio Barreta e Fabiane Schuster pela ajuda nos testes experimentais e no tratamento dos dados e a todas as pessoas que de alguma forma ajudaram ou incentivaram com palavras de otimismo para a realização desse trabalho.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar física, química e visualmente carnes de peito de frango com diferentes graus da anomalia “*white striping*” (WS), além de verificar sua aplicação no processamento e qualidade de steak empanado e hambúrguer de frango. Foram utilizados files classificados de acordo com o acometimento em normais, e white striping moderados e severos, obtidos de animais machos com aproximadamente três quilos e abatidos em frigorífico comercial. Com estes foram preparados steak empanado e hambúrguer, e avaliados a composição centesimal, oxidação lipídica, estabilidade da emulsão, pH, coloração, capacidade de retenção de água, perdas por cocção e força de cisalhamento. Os resultados obtidos mostram que as carnes com WS severo apresentaram maior umidade, extrato etéreo, colágeno, oxidação lipídica, luminosidade, intensidade de amarelo, capacidade de retenção de água e perdas por cocção e menor proteína bruta e força de cisalhamento. A avaliação sensorial mostra que os consumidores percebem a anomalia WS e a intenção de compra é reduzida. Quando utilizadas em produtos como hambúrgueres e steaks, as carnes com WS proporcionaram pequenas alterações na qualidade, que podem ser contornados. Assim, conclui-se que a carne WS proporciona alterações nas características físicas e químicas, sendo observada e não desejada pelos consumidores, porém seu uso pode ser empregado em produtos processados como hamburguers e steaks sem prejuízos a estes.

**Palavras-chave:** Colágeno. Intenção de compra. Oxidação lipídica. White striping.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate physically, chemically and visually chicken breasts with different degrees of white striping (WS), as well as its effect in the process and quality of breaded steak and chicken hamburgers. Fillets were obtained from male chicken broilers weighing approximately 3 kg at the slaughterhouse and classified based on the WS degree as normal, moderate or severe. The presence of severe WS in chicken breasts changed its chemical composition leading to increased content of fat and collagen, higher lipid oxidation (TBARS), as well as lower crude protein. In addition, it showed greater weight loss by cooking (PPC) and lower capacity to retain water, besides increased yellow intensity. The presence of WS did not affect significantly the production of breaded chicken steaks and chicken hamburgers causing only few changes in hamburger's PPC without compromising its quality. Sensorial evaluation showed that the degrees of the WS can be noticed by the evaluators, with their decreased of interest to buy these products.

**Key words:** Collagen. White marks. Purchase intention. Lipid oxidation

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
2.1 A MIOPATIA WHITE STRIPING .....	11
2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE FRANGO .....	16
<b>3 BROWN BREED MEAT WITH DIFFERENT DEGREES OF THE WHITE STRIPING ANOMALY AND ITS APPLICATION IN THE STEAK AND HAMBURGER PRODUCTION</b> .....	<b>19</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	19
3.2 MATERIAL E MÉTODOS .....	20
3.2.1 Variáveis químicas e físicas analisadas .....	21
3.2.2 Análise sensorial .....	22
3.2.3 Preparação dos processados .....	23
3.2.3.1 <i>Steak</i> .....	23
3.2.3.2 <i>Hambúrgueres</i> .....	24
3.2.4 Delineamento experimental .....	25
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	25
3.4 CONCLUSÕES .....	32
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>34</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>35</b>



## 1 INTRODUÇÃO

A carne de frango é amplamente produzida e consumida no mundo, sendo que o setor avícola apresenta resultados extremamente positivos quando relacionado à economia e à produção de alimentos no âmbito global. Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017) o Brasil é o segundo maior produtor e primeiro maior exportador de carne de frango.

A região sul do país está muito bem representada, uma vez que é responsável por 76,29% da exportação total do país, sendo Santa Catarina responsável por 23,24% desse montante. As empresas que se mantem no ranking de exportação de c

A carne de frango tem suas instalações também concentradas na região Sul, sendo o grupo BRF o principal, seguida pela JBS e pela Cooperativa Central Aurora Alimentos. Toda essa produção é destinada principalmente para as regiões da África, América e Ásia (ABPA, 2017).

A carne de frango foi se tornando cada vez mais presente na mesa da população brasileira, e com o passar dos anos na mesa das populações de dezenas de países (OLIVO, 2006).

O setor apresentou grandes melhorias, quando comparado com o início da década de 1950, desde o melhoramento genético, conversão alimentar, tamanho de peito, redução de gordura e otimização de metabolismo e crescimento, o que provocou uma significativa redução do tempo de crescimento e custo de produção. Diante do contexto do mercado avícola e da indústria, sob pressão por alta produtividade com bom padrão de qualidade de carne, a situação apresenta-se cada vez mais crítica, pois não está se chegando a um equilíbrio. É evidente que a busca por linhagens comerciais de frangos com rápidas taxas de crescimento e com altos índices de rendimento em carne de peito é o principal fator que induz dramáticas questões de qualidade (OLIVO, 2006).

Os altos rendimentos na produção estão relacionados a modernização das instalações de criação, ao balanceamento nutricional da alimentação das aves e ao melhoramento genético. No entanto, nos últimos tempos alguns reflexos de toda essa produtividade vêm apresentando alguns problemas para a indústria de processamento e industrialização de carne de frango (OLIVO, 2006). Como, por exemplo, a miopatia

denominada de *white striping* (WS) vem causando preocupação para o setor avícola, pois apresenta-se cada vez mais frequente em frangos de corte.

O WS se caracteriza pelo aparecimento de estrias brancas localizadas principalmente no músculo do peito (*Pectoralis major*), no entanto já existem relatos dessa anomalia visível na coxa de frango. O aspecto visual dessas carnes fica comprometido para o consumidor final. Além do aspecto visual, estudos demonstram que esse tipo de carne pode apresentar alterações de cor, pH e textura (KUTTAPPAN et al., 2012).

Essa carne não apresenta risco sanitário à saúde do consumidor, no entanto o Sistema de Inspeção Federal (SIF) avalia essas carcaças e em casos mais graves encaminha para descarte, já em situações onde a anomalia é caracterizada mais amena essa matéria-prima é redirecionada para industrialização, fato este que gera transtornos no processo produtivo e perdas econômicas, tendo em vista que cortes de alto valor agregado como o peito, acabam sendo direcionados para elaboração de produtos industrializados. Em casos de carcaças e cortes encaminhados para exportação, os padrões internos da indústria são bem mais criteriosos, separando minuciosamente os cortes que apresentam evidencia quanto à anomalia (OLIVO, 2006).

Nem sempre é possível fazer a identificação do WS, pois quando os frangos são direcionados para comercialização inteiros e com pele, não é como verificar se a carcaça está com a miopatia *white striping*, exceto que seja danificado a pele do animal para observação visual, prática essa não aplicável, pois descaracterizaria o produto para o consumidor.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

A anomalia *white striping*, é cada vez mais frequente no setor avícola, carcaças com incidência dessa anomalia representam um montante bastante significativo para o setor avícola, a seguir apresenta-se uma breve revisão de literatura sobre a miopatia *white striping*.

### 2.1 A MIOPATIA WHITE STRIPING

A anomalia WS é um problema emergente, está diretamente relacionado com a aparência da carne, mais especificamente do músculo *Pectoralis major*. É caracterizada pelo aparecimento de estrias esbranquiçadas referidas como *white striping*, que seguem a direção da fibra muscular desse músculo, apresentam-se presentes em diferentes graus de intensidades e podem causar menor aceitação dessa carne pelo consumidor (KUTTAPAN et al., 2012; PETRACCI; CAVANI, 2012). A incidência cada vez mais frequente de carnes com WS é um problema que requer atenção, uma vez que, segundo Kuttappan et al., (2012c), essa anomalia constitui uma restrição na escolha e preferência desses produtos pelo consumidor.

O músculo com a miopatia *white striping*, apresenta uma degeneração muscular e regeneração leve, por que o sistema vascular não consegue se desenvolver na mesma velocidade das fibras musculares, essa regeneração acaba substituindo a musculatura danificada por tecido adiposo e tecido conjuntivo (KUTTAPAN et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; TASONEIRO et al., 2016).

Essa anomalia recebeu uma classificação definida por Kuttappan et al., (2012a) em Normal (NORM), moderada (MOD) e severa (SEV). Essa classificação se deu com base na incidência e intensidade de estrias brancas no peito de frango. São classificados como peito de frango normal os que não apresentam estrias brancas distintas; como moderado foram classificados os peitos que apresentam estrias brancas paralelas às fibras musculares, com espessura aproximada menor que 1 mm e facilmente visíveis na superfície do peito. Os peitos de frango considerados com anomalia severa são os que apresentam estrias brancas, paralelamente às fibras musculares bem visíveis e com espessura superior a 1 mm.

Figura 1 - Classificação da miopatia "white striping" de acordo com o grau de severidade, A (normal), B (moderado), C (severo).



Fonte: KUTTAPPAN et al., (2012a, p.1242)

Essa anomalia é considerada um sério problema de qualidade para a indústria avícola, filés com grau de severidade avançada não estão sendo comercializados nem como retalhos, o que gera uma grande perda econômica à indústria (PETRACCI et al., 2013).

Devido a grande incidência dessa anomalia nas carnes de frango a indústria precisou se posicionar e estabelecer controles internos para classificar e realizar o direcionamento dessas carnes no processo. Os peitos de frango com anomalia WS severa estão sendo reaproveitados para a elaboração de produtos industrializados, tais como salsichas, *steak*, entre outros, já os peitos classificados com anomalia moderada são enviados para comercialização no mercado interno, uma vez que os aspecto visual dessas carnes não atende os critérios para exportação. No entanto, todo esse redirecionamento causa perdas econômicas no processo em geral (KUTTAPPAN et al., 2012a).

As alterações visuais dessas carnes vêm causando estranheza e rejeição por parte dos consumidores e diminuição na intenção de compra, como mostra o estudo de Kuttappan et al., (2012c) que avaliou a preferência e intenção de compra dos consumidores para peito de frango classificado como normal, moderado e severo quanto ao WS. A intenção de compra foi maior para peito de frango normal do que para peito de

frango acometidos por graus moderado e severo de *white striping*. Os consumidores são capazes de detectar a presença das estrias e interpretam isso como um atributo negativo, frequentemente associado ao marmoreio ou a outra aparência anormal, resultando em menor aceitabilidade do produto, menor intenção de compra e possível rejeição.

As alterações da miopatia WS provocam alterações visuais no peito de frango significativas, a ponto de torna-los não comercializáveis, uma vez que os frigoríficos trabalham com políticas de condenação de carcaças com lesões etiológicas desconhecidas (GALIROPOULOU, 2013). Fato é que essa condição afeta negativamente a aparência e resulta em perdas econômicas (KUTTAPPAN et al., 2012b).

Os efeitos dessa anomalia não se limitam apenas as alterações visuais da carne. Estudos apontam alterações na composição química (Kuttappan et al., 2012a) bem como diminuição nas propriedades tecnológicas dessas carnes (PETRACCI et al., 2013).

Segundo Kuttappan et al., (2013b) após estudo sobre as condições histológicas de músculos acometidos com WS severa, constatou-se fibras musculares danificadas. Já Valentine; McGavin (2012), relatam que as causas de WS podem ser devido a algum quadro infeccioso ou inflamatório associado a alguma patologia que afetaria o tecido muscular.

Muitos fatores podem estar envolvidos no desenvolvimento dessa anomalia. Petracci e Cavani (2012) apontam como principal causa para o desenvolvimento de WS a seleção genética de frangos, com altas taxas de rendimento de carne de peito, pois estas aves apresentam modificações na anatomia muscular e metabolismos que pode levar a essas alterações indesejadas visualmente, bem como a redução do valor nutricional.

Existe uma correlação entre as massas dos peitos de frango e a espessura craniana dos mesmos, onde graus mais elevados de WS estão associados a peitos com maior massas e/ou mais espessos (BREWER et al., 2012; BAUERMEISTER et al., 2009; KUTTAPPAN et al., 2012a). Ainda segundo Bauermeister et al., (2009) a maioria das estrias brancas ocorrem no período de idade de finalização das aves, especialmente na idade entre 6 a 8 semanas, sendo a incidência maior para aves machos com peso e rendimento maior de peito (KUTTAPPAN et al., 2009; 2012).

A taxa de crescimento e a incidência de WS foi avaliada por Kuttappan et al., (2012a). Os autores observaram que quanto maior o teor de gordura da dieta, maior a taxa de crescimento e o peso do peito de frango, bem como maior a incidência da anomalia *white striping*, quando comparados com aves alimentadas com dietas com baixo teor de gordura. Alguns estudos apresentam que a ocorrência da miopatia WS é mais comum em aves machos de melhor desempenho (RUSSO, 2015). Em sistemas de manejo onde as dietas são menos calóricas as aves apresentam menor incidência de estrias no músculo, do que quando comparadas a aves com dietas de alta energia (KUTTAPAN et al., 2012).

O estresse sobre a estrutura muscular proveniente do peso e espessura maior dos peitos das aves pode resultar em danos à fibra muscular (KUTTAPPAN et al., 2012a). Um estudo com músculo de perus com maior taxa de crescimento mostrou que estes superaram o sistema de suporte das fibras musculares, o que resulta em danos na estrutura muscular do peito dessas aves (WILSON et al., 1990).

Estudos mais aprofundados sobre a histologia desses tecidos realizados por Kuttappan et al., (2013b) apontam que WS pode ser caracterizada por lipidose localizada, que pode levar à necrose das miofibrilas e ainda fibrose do tecido conjuntivo. Existem indícios que lipidose e fibrose podem afetar parâmetros qualitativos como cor da carne crua e maciez dos produtos cozidos (KUTTAPAN et al., 2013a).

Esses resultados são compatíveis com o estudo de Kuttappan et al., (2012a) que concluíram que peito de frango com WS severo apresentou maior teor de gordura e menor teor de proteína quando comparado com peito de frango normal, ou seja, sem incidência de *white striping*. Ainda segundo Kuttappan et al., (2012a), as mudanças na composição química da carne de frango com anomalia WS podem ser devidos a um processo de degeneração das fibras do músculo.

Essas modificações podem explicar o aumento de lipídios intramusculares, bem como o maior teor de colágeno (fibrose) em peitos de frangos afetados por graus severos de *white striping*, e o menor teor no nível de proteína pode ser um efeito indireto do aumento e da acumulação de lipídeos intramusculares (PETRACCI, 2014).

Petracci et al., (2013) estudaram a caracterização da carne com diferentes graus de *white striping*, visando compreender as alterações relacionadas aos aspectos

tecnológicos. Os resultados demonstram que as alterações não são apenas visuais, mas também nas propriedades de retenção de água, capacidade de ligação e textura dessas carnes. As carnes com WS apresentam menor capacidade de retenção de água durante o cozimento, e ainda pouca capacidade de ligação e retenção de água em produtos marinados. A capacidade de retenção de água durante o armazenamento sob refrigeração e sob cozimento são significativamente menores para carnes acometidas com grau severo de white striping, embora as carnes com grau moderado também apresentem variação menor quando comparadas com carnes normais, o que está associado a um comprometimento significativo da funcionalidade das proteínas.

Kuttappan et al., (2009) e Bauermeister et al., (2009) obtiveram altos valores de pH em peito de frango com WS severo, no entanto não identificaram diferença significativa na capacidade de retenção de água dessas carnes. Kuttappan et al., (2013) identificam que peitos de frango com WS severo apresentam menor teor de proteínas e lesões miopáticas na estrutura muscular. Ainda foi identificado visualmente uma tendência à separação de feixes de fibras musculares, abaixo da área de estriação durante a preparação da amostragem semelhante ao que foi descrito por Petracci e Cavani (2012). Esta observação foi confirmada pela determinação da força de cisalhamento avaliada para peito de frango não-marinado, onde os resultados foram menores para peitos com WS severo, evidenciando uma textura mais suave após o cozimento (PETRACCI et al., 2013).

Segundo Petracci et al., (2013) e Kuttappan et al., (2012b) esta miopatia pode estar associada a uma degeneração muscular muito semelhante à que ocorre em distrofias musculares. Esta degeneração pode resultar em uma forte redução das proteínas contráteis musculares, como por exemplo, miosina e actina, obtendo carne de peito com uma menor capacidade de retenção de água, bem como uma textura mais suave após o cozimento. Assim, salientam que essa hipótese deve ser mais investigada por abordagens histológicas.

A cor dessas carnes não apresenta grandes diferenças, sendo observado apenas um aumento gradativo nos valores das intensidades de vermelho e amarelo ( $a^*$  e  $b^*$ ) com incidência de WS (PETRACCI et al., 2013). Kuttappan et al., (2009) relataram aumento

gradativo dos valores de  $b^*$  (intensidade de amarelo) com a incidência de *white striping*, sem nenhum efeito para os valores de L (luminosidade) e  $a^*$  (intensidade de vermelho).

As reais causas dessa miopatia não são ainda estabelecidas de forma clara e objetiva e nem há evidências científicas sobre problemas vinculados à saúde pública (FERREIRA, 2014), mas o fato é que essa miopatia altera na qualidade da carne, principalmente no que diz respeito a parâmetros físicos e químicos.

## 2.2 INDUSTRIALIZAÇÃO DA CARNE DE FRANGO

O Brasil é um grande exportador de carne de frango, do montante exportado 31% são frangos inteiros, 59% cortes, 4% produtos industrializados, 4% produtos salgados e 2 % são embutidos (ABPA, 2017).

Segundo Ferreira et al., (2014) a aparência e textura da carne são fatores fundamentais, que influenciam diretamente a aceitação pelo consumidor e a satisfação final, peitos estriados são utilizados para retalhos ou subprodutos ou, ainda, comercializados no mercado interno, conseqüentemente, com menor valor agregado devido à rejeição por parte do consumidor em comprar o produto final. Assim, a presença da anomalia WS causa perdas econômicas para o setor.

Em situações onde a carne mesmo com aspecto indesejável é direcionada para consumidor final, já foi evidenciado que existe rejeição a compra, uma vez que o consumidor não sabe identificar do que se trata essas alterações visíveis no peito de frango. Muitos relacionam com maior quantidade de gordura, o que é uma percepção equivocada, porém a opinião do consumidor continua sendo em evitar a aquisição desse tipo de carne (KUTTAPPAN et al., 2012).

A industrialização de carnes, a partir do aproveitamento de diferentes cortes e subprodutos cárneos é uma operação que garante inúmeros benefícios para o segmento, entre eles maior valor agregado, maiores rendimentos e tempo de vida útil desses alimentos entre outros benefícios. A qualidade e os aspectos de segurança de alimentos estão diretamente relacionados com a procedência e as características da matéria-prima, portanto é fundamental que se tenha um total controle e que o processo seja realizado de forma a gerar um alimento com maior valor nutritivo, seguro e que atenda as expectativas dos consumidores finais.



Os alimentos derivados de carnes são subdivididos em grupos de acordo com o seu processo de elaboração. Os industrializados usualmente são divididos em: produtos cárneos frescos, cozidos, emulsionados, formados, defumados, salgados, curados, fermentados e empanados (OLIVO, 2006).

No mercado brasileiro, os principais produtos formados a partir de carne de frango são hambúrgueres, almôndegas, steaks, *entre* outros (OLIVO, 2006). Dentro do grupo dos derivados cárneos emulsionados encontra-se o *steak*, que é definido como um produto cárneo industrializado obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2000).

Empanado é definido, pela Instrução Normativa nº 6, de 15 de fevereiro de 2001 (BRASIL, 2001), como um produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não e revestido de cobertura apropriada que o caracterize. Trata-se de um produto cru, semicozido, cozido, semifrito ou frito.

Steaks são produtos obtidos a partir de uma massa cárnea bem mais fina e homogênea, alguns autores a caracterizam como emulsão cárnea (ORDÓÑEZ, 2005). Emulsão cárnea é considerada uma mistura onde os componentes da carne são divididos em duas fases, uma fase descontínua que é a gordura e uma fase contínua que é uma solução aquosa de sais e proteínas, sendo que os principais agentes emulsificantes são as proteínas cárneas solúveis em soluções salinas. A preparação de uma emulsão se inicia com a redução da carne, ou seja, a moagem, e adição de gelo ou a água, sal, especiarias e demais aditivos de interesse. A estabilização de uma emulsão se dá pela dissolução das proteínas miofibrilares pela solução salina e conseqüentemente, a estabilização da emulsão, obtendo a textura desejada, levando em consideração a temperatura que deve permanecer entre 3°C e 11°C (ORDÓÑEZ, 2005).

Após a emulsificação da massa, os produtos são moldados de acordo com a especificação, são empanados e submetidos ao processo de cozimento, onde o calor ao desnaturar as proteínas transforma a estrutura em alvéolos que irão reter as gotículas de gordura. O calor desempenha sua função no produto promovendo a cor, aroma, sabor e textura desejável (SHIMOKOMAKI, 2006).

O hambúrguer se caracteriza por ser um produto cárneo industrializado formado reestruturado, obtido de carne moída de animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, aromas e especiarias, (BRASIL, 2000). O hambúrguer é um produto que pode ser comercializado cru, semi frito, cozido, frito, congelado e resfriado.

Os impactos da aplicação de carnes de frango com diferentes graus da miopatia WS como matéria-prima para industrialização de produtos derivados de carne de frango são pouco conhecidos. Os processos de industrialização de carnes são complexos e requerem matérias-primas de qualidade para garantir a padronização e segurança do produto final. Muitos problemas enfrentados no cotidiano do processo requerem respostas técnicas rápidas e precisas. O fato é que diante do contexto, tem-se a necessidade de esclarecer se o uso da carne de frango com diferentes graus da miopatia WS pode causar alteração na qualidade de alimentos processados, como *steak* e hambúrguer.

Nesse contexto o presente estudo tem por objetivo caracterizar física e quimicamente a carne de frangos de corte com a incidência da miopatia WS moderada e severa, verificar a aceitação por parte dos consumidores através de análise sensorial dessas carnes e avaliar a viabilidade de sua aplicação como matéria-prima para elaboração de *steak* empanado e hambúrguer de frango.

### **3 CARNE DE PEITOS DE FRANGOS COM DIFERENTES GRAUS DA ANOMALIA WHITE STRIPING E SUA APLICAÇÃO NA PRODUÇÃO DE STEAK E HAMBÚRGUER**

Os resultados desta dissertação são apresentados a seguir na forma de um manuscrito.

#### **3.1 INTRODUÇÃO**

A anomalia *white striping* (WS) é um problema emergente e está diretamente relacionada com a aparência da carne das aves, mais especificamente a do peito (*Pectoralis major*). Essa miopatia é caracterizada pelo aparecimento de estrias esbranquiçadas, que seguem a direção da fibra muscular do músculo e apresentam-se em diferentes graus de intensidade, o que pode causar menor aceitação dessa carne pelo consumidor (KUTTAPPAN et al., 2012a; PETRACCI; CAVANI, 2012) e até mesmo torna-la não comercializável (GALIROPOULOU, 2013). A qualidade da carne também é influenciada por essa anomalia, fato que resulta em consideráveis perdas econômicas (KUTTAPPAN et al., 2012b).

As reais causas dessa miopatia não são ainda estabelecidas de forma clara e objetiva e nem há evidências científicas sobre problemas vinculados à saúde pública (FERREIRA, 2014), mas o fato é que essa miopatia altera a qualidade da carne, principalmente no que diz respeito à parâmetros físicos e químicos.

Devido a grande incidência dessa anomalia nas carnes de frango, a indústria precisou estabelecer controles internos para direcionar essas carnes no processo e minimizar os prejuízos. Os peitos classificados como severos são atualmente direcionados para a elaboração de produtos industrializados, tais como salsichas, steak, entre outros, já os peitos classificados como anomalia moderada são direcionadas para comercialização em mercado interno, uma vez que o aspecto visual dessas carnes não atende os critérios para exportação. Todo esse redirecionamento causa perdas econômicas no processo em geral (KUTTAPPAN et al., 2012a).

No mercado brasileiro, os principais produtos formados a partir de carne de frango, são hambúrgueres, almôndegas, steaks entre outros (OLIVO, 2006). Dentro do grupo dos derivados cárneos emulsionados encontra-se o *steak* de frango, que é definido como um produto cárneo industrializado, obtido a partir de carnes de diferentes espécies de animais de açougue, acrescido de ingredientes, moldado ou não, e revestido de cobertura apropriada que o caracterize (BRASIL, 2001). O hambúrguer de frango se caracteriza por ser um produto cárneo industrializado formado reestruturado, obtido de carne moída de

animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, aromas e especiarias. O hambúrguer é um produto que pode ser comercializado cru, semifrito, cozido, frito, congelado e resfriado (BRASIL, 2000).

Os impactos do uso de carnes acometidas pela miopatia WS como matéria-prima para industrialização de produtos derivados de carne de frango são pouco conhecidos. Os processos de industrialização de carnes são complexos e requerem matérias-primas de qualidade para garantir a padronização e segurança do produto final. Muitos problemas enfrentados no cotidiano do processo requerem respostas técnicas rápidas e precisas. O fato é que diante do contexto, tem-se a necessidade de esclarecer se a carne de frango com diferentes graus da miopatia WS pode causar alteração na qualidade de alimentos processados, como *steak* e hambúrguer.

Diante desse contexto, o presente estudo teve por objetivo caracterizar química e fisicamente a carne de frangos de corte com diferentes níveis de incidência da miopatia WS, verificar a aceitação visual dessas carnes por parte dos consumidores através de análise sensorial e avaliar a influência de sua aplicação como matéria-prima para elaboração de *steak* empanado e hambúrguer de frango.

### 3.2 MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das amostras dos filés de peitos (*Pectoralis major*) de frangos foram realizadas em uma agroindústria localizada na região Oeste de SC, Brasil. Foram utilizadas amostras oriundas de frangos de corte machos de uma linhagem comercial, de mesmo lote, abatidos com idade média de 45 dias e peso médio de três quilos.

Os peitos foram coletados e avaliados após resfriamento, no final da linha de desossa e classificados visualmente por funcionários treinados em três categorias de acometimento pela miopatia WS, seguindo a classificação descrita por Kuttapan et al., (2013), em que os filés normais apresentaram linhas distintas, os moderados apresentaram estrias finas com espessuras menores que 1mm e aqueles caracterizados como severos apresentaram estrias grossas com espessuras maiores que 1mm.

Para a realização das análises laboratoriais foram utilizados 24 peitos por tratamento, que após medição do pH na planta frigorífica foram separados, embalados em

sacos plásticos e acondicionados em caixas térmicas com gelo, para em seguida serem enviados aos laboratórios. Dez unidades de cada tratamento foram encaminhadas para o Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade do Estado Santa Catarina - UDESC Oeste, onde foram realizadas as análises químicas e físicas. As demais 14 unidades de cada tratamento foram encaminhadas para o Laboratório de Processamento de Carnes do SENAI SC, unidade de Chapecó, para o preparo de steaks e hambúrgueres.

### 3.2.1 Variáveis químicas e físicas analisadas

A composição química (umidade, proteína bruta, lipídios e matéria mineral) das amostras *in natura* foi realizada seguindo a metodologia oficial da AOAC (2016).

O colegeno total, termossolúvel e insolúvel foram quantificadas pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologias propostas por Woessner Junior (1961) e Cross et al., (1973), adaptadas pelo Laboratório de Bioquímica das Proteínas do Departamento de Química e Bioquímica do Instituto de Biociências, Unesp – Campus de Botucatu.

Para a determinação do pH nas amostras de peito de frango, massa de *steak* e massa de hambúrguer foi utilizado um pHmetro digital da marca Testo 205® através da inserção do eletrodo de penetração na parte cranial do peito e nas massas de *steak* e hambúrguer.

A avaliação de cor na carne *in natura* e nos produtos foi determinada através do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR-300, que forneceu as variáveis L\* (intensidade de luminosidade), a\* (intensidade de vermelho) e b (intensidade de amarelo). Foram selecionadas amostras de peito de frango com superfície magras, sem gorduras, tecidos conectivos e vasos sanguíneos. Para a determinação de cor da carne moída e da massa dos produtos industrializados as amostras foram ajustadas em uma placa sob uma superfície de cor branca, a fim de padronizar a espessura, evitando a exposição de partes com olhaduras ou aspectos irregulares ao produto, que pudessem descaracterizar a cor original do produto final (RAMOS, 2007).

A oxidação lipídica das amostras de carnes *in natura* e de *steak* e de hambúrgueres foi determinada pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARs), segundo a metodologia descrita por VYNCKE et al., (1970).

Para determinação da capacidade de retenção de água (%) na carne de peito *in natura* seguiu-se o método da pressão (10 kg) em papel filtro FPPM (*Filter-Paper Press Method*) desenvolvido por HAMM (1960).

A perda por cozimento (PPC) foi determinada em amostras do peito desossado, utilizando-se a metodologia descrita por HONIKEL (1987). A força de cisalhamento dos filés e da massa de *steak* cozida foi realizada com auxílio do texturômetro *Texture Analyser TA-XT2i* acoplado ao dispositivo *Warner-Bratzler*, seguindo a metodologia de Lyon et al., (1998). As amostras foram submetidas ao corte com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina. O resultado foi expresso em kgf/cm<sup>2</sup>.

A estabilidade da emulsão da massa de *steak* foi determinada em triplicata seguindo o procedimento de Parks; Carpenter (1987). Para determinação do rendimento de cocção as amostras de hambúrgueres e *steaks* foram quantificadas, congeladas e, em seguida, sofreram tratamento térmico em forno de convecção até atingir temperatura interior de 75°C (BERRY, 1992). O rendimento da amostra foi determinado pela seguinte equação: % Rendimento = (massa da amostra cozida - massa da amostra cru/ massa da amostra cozida) \*100.

Foi analisado a redução da área dos *steaks* e o diâmetro dos hambúrgueres, seguindo a metodologia descrita por Berry (1992). As medições da área dos *steaks* e do diâmetro dos hambúrgueres foram feitas antes e após o tratamento térmico. A porcentagem de encolhimento foi determinada, através da seguinte equação: % encolhimento = (diâmetro da amostra crua – diâmetro da amostra cozida/ diâmetro da amostra crua) \* 100.

### 3.2.2 Análise sensorial

Os peitos de frango *in natura* desossados dos três tratamentos foram testados com relação a percepção de diferenças entre as amostras quanto a intenção de compra.

Foram apresentadas três amostras, que representavam o peito de frango sem anomalias WS, considerada como padrão, a qual foi comparada com outras duas amostras

de diferentes graus desta anomalia WS, moderada e WS severa. Seguiu-se o método de comparação múltipla conforme descrito pelo Instituto Adolfo Lutz (2008) e Dutcosky (2013), com a participação de 55 avaliadores.

### 3.2.3 Preparação dos processados

As amostras de peito de frango foram processadas nas mesmas condições, atendendo critérios de boas práticas de fabricação e obteve-se steaks e hamburgueses dos diferentes tratamentos.

#### 3.2.3.1 *Steak*

A partir dos três tipos de filés (normais, WS moderado e WS severo) foram processadas as massas de *steak* de frango. Para cada massa seguiu-se a mesma formulação (Tabela 1) e as mesmas condições de processo, variando apenas as amostras de carnes.

Tabela 1 - Formulação Massa de *steak* empanado de frango

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporção</b>
Carne de frango – peito	78%
Emulsão de gordura	16%
Gelo	3%
Clara de ovo	3%
<b>Total</b>	<b>100%</b>
Sal	1,8%
Cebola em pó	0,15%
Alho em pó	0,1%
Açúcar	0,1%
<i>Curry</i>	0,03%
Pimenta branca	0,03%
Leite em pó	1%

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

As etapas do processo de elaboração foram as seguintes: (1) pesagem das matérias-primas congeladas e ingredientes conforme formulação; (2) moagem da carne; (3) mistura e homogeneização; (4) congelamento; (5) modelagem; (6) adição do líquido de empanamento (batter); (7) adição da farinha de cobertura; (8) pré-fritura; (9) cozimento; (10) congelamento (DILL; SILVA; LUVIELMO. 2009).

Para o preparo da emulsão de gordura foi utilizado óleo de soja (50%), proteína de soja (10%) e gelo (40%). O líquido de empanamento foi obtido a partir da mistura de 30 % de ligante para empanados-Romariz® e 70% de água. Para a cobertura foi utilizada a farinha de cobertura-Kraker mill®. Cada tratamento foi submetido ao processo de redução de tamanho (moagem) em moedor de carne com disco 8mm. As amostras de carne moída foram acondicionadas em câmaras de refrigeração, visando atingir temperatura  $>0^{\circ}\text{C} \leq 1^{\circ}\text{C}$ , para posterior utilização na preparação da massa cárnea.

### 3.2.3.2 Hambúrgueres

Para a elaboração de hambúrguer seguiu-se a formulação apresentada na Tabela 2, que atendeu os padrões de identidade e qualidade propostos pela legislação vigente IN° 20, 31 de julho de 2000, anexo IV, foi desenvolvida e adaptada conforme as condições de processo disponíveis (BRASIL, 2000).

Tabela 2 - Formulação de hambúrguer de frango

<b>Ingredientes</b>	<b>Proporção</b>
Carne de frango	100%
<b>Total</b>	<b>100,0 %</b>
Sal	2,2%
Proteína isolada de soja	5,0%
Liga	23%
Pimenta branca moída	0,1%
Glutamato monossódico	0,1%
Água gelada	62%
Cebola moída	0,15%
Alho em pó	0,1%
Clara de ovos	17%
Açúcar	3%
Leite em pó	8%

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

O processo de elaboração de hambúrguer se assemelha com o processo de elaboração dos empanados, no entanto possui uma característica diferencial muito relevante que é o fato de não ser obtido a partir de uma emulsão cárnea. Os hambúrgueres foram fabricados a partir de uma massa grossa obtida da moagem da carne com disco 8 mm condimentação de mistura e modelagem, conforme a seguinte ordem: (1) seleção de



matérias primas; (2) pesagem das matérias-primas e ingredientes conforme formulação; (3) moagem da carne; (4) modelagem; (5) congelamento; (6) embalagem primária (embalados separadamente em filme plástico, selados à vácuo e mantidos sob congelamento).

### 3.2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental aplicado foi inteiramente casualizado (DIC) com três tratamentos e cinco repetições cada. As médias foram submetidas ao teste de normalidade de distribuição dos dados e em seguida a análise de variância. Em casos de diferenças significativas as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey* ( $p < 0,05$ ).

## 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 03 - Valores médios obtidos para umidade (UM,%), proteína bruta (PB,%), porcentagem de extrato etéreo (EE,%), matéria mineral (MM,%), colágeno total (CT,%) e substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS, mg TMP/kg) das amostras dos filés acometidos por diferentes níveis da miopatia *Write Striping (WS)*.

Tratamentos	UM	PB	EE	MM	CT	TBARS
Normal	73,75 <sup>b</sup>	22,97 <sup>a</sup>	2,21 <sup>b</sup>	1,44	0,250 <sup>b</sup>	0,452 <sup>b</sup>
WS Moderado	74,11 <sup>b</sup>	22,75 <sup>a</sup>	2,24 <sup>b</sup>	1,40	0,249 <sup>b</sup>	0,498 <sup>b</sup>
WS Severo	75,13 <sup>a</sup>	21,54 <sup>b</sup>	2,75 <sup>a</sup>	1,28	0,352 <sup>a</sup>	0,877 <sup>a</sup>
Valor p	0,002	<0,001	0,0052	0,091	<0,001	0,001
CV (%)	1,39	3,02	19,76	15,27	24,65	25,25

<sup>a, b</sup> Letras diferentes nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ); CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os peitos classificados com WS severo apresentaram aumento ( $p < 0,01$ ) no percentual de umidade, extrato etéreo, colágeno e oxidação lipídica, e uma redução ( $p < 0,1$ ) no teor de proteína bruta em relação aos peitos normais e com WS moderado sendo que estes resultados corroboram com estudos de Kuttapan et al., (2013) e Mudalal et al., (2014).

A composição química da carne com diferentes graus dessa anomalia foi estudada por Petracci (2014), onde as carnes normais, moderadas e severas apresentam variação quanto ao teor de proteínas, sendo os resultados respectivamente de 22,9%; 22,20% e 20,9%. Quanto às concentrações de gordura e colágeno observou-se comportamento crescente significativo conforme o aumento do grau de estrias. Ainda sobre o teor de umidade os diferentes graus dessa anomalia não apresentaram efeito significativo.

Os níveis elevados de extrato etéreo nas carnes caracterizadas com WS severo estão relacionados com a lipidiose, que ocasiona o aumento do teor de gordura intramuscular. Já a redução dos níveis do teor de proteína para peitos com WS severa se relaciona, segundo Kuttapan et al., (2013), com a degeneração e atrofia dos músculos do peito de frangos de corte, este fato pode ainda ser atrelado à diminuição das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas nos peitos de frangos de corte. A diminuição da porcentagem de proteína bruta indiretamente explica o aumento da porcentagem de lipídios, bem como o maior teor de colágeno dos filés afetado por graus severos de WS (PETRACCI, 2014).

Para o teor de matéria mineral não se observou diferenças ( $p > 0,05$ ) entre as amostras acometidas por diferentes graus da miopatia WS. Resultados estes que corroboram com os encontrados por Tasoneiro et al., (2016) e Zambonelli et al., (2016).

Sabe-se que existe uma relação entre os níveis de minerais, principalmente o cálcio e a ocorrência da miopatia WS devido a mobilização de cálcio do retículo sarcoplasmático e conseqüente degeneração do tecido muscular (Sandercock; Mitchell 2003), entretanto essa teoria não se aplica ao presente estudo devido aos níveis de minerais serem similares entre os tratamentos.

Os resultados obtidos para substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) mostram que os peitos de frango acometidos pela miopatia WS severa apresentaram valores maiores para oxidação lipídica. Em alimentos cárneos, a oxidação lipídica e do pigmento inicia-se após o abate, quando a ação antioxidante do tecido cárneo (superóxido dismutase, glutathione peroxidase, ceruloplasmina e transferrina) encontra-se limitada pela cessação do fluxo sanguíneo. As alterações bioquímicas que acompanham a conversão do músculo em carne oferecem condições favoráveis para que ocorra a oxidação na fração mais insaturada de fosfolipídios nas membranas subcelulares, onde o balanço entre os fatores pró-oxidativos e a capacidade antioxidativa não está controlado, favorecendo a oxidação lipídica (MORRISSEY et al., 1998).

O fato do teor de lipídeos ser maior para peitos de frango com anomalia WS severa pode estar relacionado com os índices maiores de TBARS para essas amostras. Quanto maior o teor de gordura, mais susceptível a carne está a oxidação lipídica, conseqüentemente maior serão os resultados da análise de TBARS.

Soglia et al., (2016) apresenta estudos onde os níveis de umidade, colágeno e gordura aumentaram conforme o aumento da intensidade de WS e *wood brest*, bem como redução significativa de proteína. Resultados que corroboram com os do presente estudo.

Tabela 04 – Valores médios obtidos para pH, luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), capacidade de retenção de água (CRA, %), perdas de peso na cocção, (%) e força de cisalhamento (kgf/cm<sup>2</sup>) das amostras dos filés acometidos por diferentes níveis da miopatia *Write Striping*.

Tratamentos	pH	L	a*	b*	CRA	PPC	FC
Normal	6,02	54,31 <sup>b</sup>	1,00	5,89 <sup>b</sup>	75,67 <sup>a</sup>	17,20 <sup>c</sup>	1,85 <sup>b</sup>
WS	6,00	54,33 <sup>b</sup>	0,99	6,16 <sup>ab</sup>	74,10 <sup>ab</sup>	18,21 <sup>b</sup>	2,15 <sup>a</sup>
Moderado							
WS Severo	6,02	56,20 <sup>a</sup>	0,82	7,10 <sup>a</sup>	73,32 <sup>b</sup>	20,35 <sup>a</sup>	1,82 <sup>b</sup>
Valor p	0,443	0,002	0,634	0,007	0,008	0,011	<0,001
CV (%)	1,27	4,25	33,12	23,53	3,79	18,42	19,41

<sup>a b</sup> Diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05); CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

O pH das carnes é um importante parâmetro de controle pós abate, uma vez que está diretamente relacionado com as modificações *post-mortem* e qualidade da carne. Para carne de frango os valores adequados de pH inicial devem estar em torno de 7,0 a 7,2 e após 24 horas *post-mortem* devem estabilizar em 5,5 a 5,8 (OLIVO, 2006). O valor de pH pode afetar o processamento de uma emulsão cárnea devido ao seu efeito sobre as proteínas, pois estas só alcançam sua máxima capacidade de emulsão quando o pH está próximo da neutralidade, sendo que para um produto cárneo emulsionado, se o pH estiver acima de 5,7 o conteúdo de sal tem que ser elevado, onde o sal separado ou em combinação melhora a eficácia das proteínas miofibrilares (ORDONEZ, 2005). No presente estudo os valores de pH estão acima do intervalo de valores considerados normais (Tabela 4). Acredita-se que mesmo após quatro horas de espera o *rigor mortis* ainda não havia finalizado no momento da leitura dessa variável.

As amostras de peitos acometidos por WS severo apresentaram maior luminosidade quando comparadas com as demais, ou seja, essa carne possui maior brilho, possivelmente devido à maior liberação de líquido exsudado, ocorrência comprovada pelas menores e maiores capacidade de retenção de água e perdas de peso na cocção dessas amostras (p<0,05), respectivamente. Segundo Olivo (2006), quanto maior for o valor de L\*, menor será a CRA. Com a análise de cor as indústrias de processados podem com sua

matéria-prima disponível, determinar qual a melhor aplicação, a fim de obter produtos dentro dos padrões de qualidade exigidos.

Pode-se observar diferença significativa na intensidade de amarelo dos filés, onde as amostras classificadas como WS severo apresentaram maiores intensidades quando comparadas com as normais, isso pode ser justificado pelo maior teor de gordura nesse músculo. A gordura apresenta-se com uma tonalidade de cor diferente do músculo e tende a ser amarela. A CRA reduziu da carne normal para moderada e severa. Resultado esse que vem de encontro com os obtidos para PPC, onde houve um aumento gradativo da PPC da carne normal para a severa, ou seja, a carne WS severa tem menor CRA bem como maior PPC; fato este que deve ser investigado até que ponto pode comprometer o processo de industrialização de produtos cárneos que utilizam essa carne como matéria-prima.

A habilidade da carne reter água é muito importante para manutenção das suas propriedades funcionais, quando a umidade é perdida o rendimento, maciez, textura, sabor e valor nutricional são afetados negativamente (OLIVO, 2006). A CRA é uma das propriedades funcionais mais importantes para elaboração de produtos carnes emulsionados e formados, sua capacidade de unir e formar a emulsão promove ao produto final uma textura homogênea semelhante a um músculo íntegro (KEETON, 2001). É considerada um indicador de rendimento, econômico e qualidade do produto final (OLIVO, 2006).

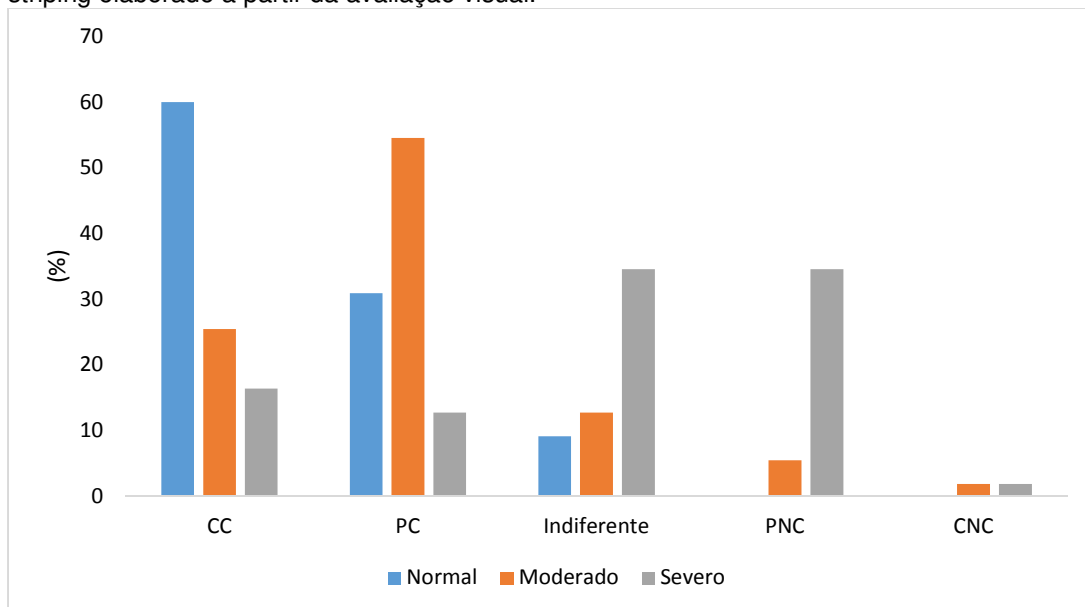
Pode-se observar que a carne com WS moderado apresentou textura mais firme quando comparado com as demais, refletida pela maior força de cisalhamento ( $p < 0,001$ ). Estes resultados apresentam-se contrário aos encontrados por Kuttapan et al., (2013), que relataram que peitos classificados como severos apresentam menor resistência de corte devido à menor integridade das fibras musculares.

Os resultados acima evidenciam que existe influência significativa dos diferentes graus da anomalia WS sobre as características físicas e químicas da carne de peito de frango, resultados esses que corroboram com a literatura (KUTTAPAN et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; MUDALAL et al., 2014; TASONEIRO et al., 2016; ALNAHHAS et al., 2016).

Um critério muito importante avaliado pelo consumidor no momento da compra é a aparência do produto. Através da avaliação da intenção de compra (Figura 2) percebe-se

que o nível de aceitação do consumidor foi influenciado pela percepção visual dessas carnes, onde aproximadamente 15% dos avaliadores certamente ou provavelmente comprariam os filés com grau severo de WS. Além da diminuição da intenção de compra, os avaliadores ficam expostos a dúvidas quanto à qualidade dessas carnes, isso em função da falta de esclarecimento sobre o que de fato são essas estrias brancas no peito de frango. Quando questionados sobre o que acharam do aspecto geral dessas carnes, obtive-se comentários do tipo: carne com excesso de gordura, carne imprópria para consumo”.

Figura 2 – Histograma de intenção de compra dos peitos acometidos pelos diferentes níveis da miopatia white striping elaborado a partir da avaliação visual.



CC=certamente comprariam; PC=provavelmente comprariam; PNC=provavelmente não compraria; CNC=certamente não compraria.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Esses resultados corroboram com o estudo de Kutappan (2012c), que, através de uma pesquisa com avaliação de fotografias (imagens) de peitos de frango com diferentes níveis de WS, constatou que o nível de aceitação e intenção de compra de carnes com graus de anomalia WS diminuiu, conforme o nível de WS nas carnes de peito de frango aumentava. Mais de 50% dos consumidores relataram que provavelmente não comprariam os filés com qualquer aspecto de estrias brancas sobre o peito de frango. No presente estudo 34,54 e 1,82 % dos avaliadores provavelmente ou com certeza não comprariam as amostras classificadas como severas, respectivamente.

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram que após a moagem da carne e preparação dos hambúrgueres não houve diferenças significativas para as variáveis luminosidade e intensidades de vermelho e amarelo, ou seja, o processamento eliminou as diferenças verificadas anteriormente na carne *in natura* para luminosidade e intensidade de amarelo (Tabela 4).

Tabela 5 – Valores médios obtidos para luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS – mg TMP/kg amostra), redução de diâmetro (RD, %) e rendimento de cocção (RC, %) de hambúrgueres preparados com carnes de peito de frangos acometidos por diferentes níveis de *white striping*.

Tratamentos	L*	a*	b*	TBARS	RD (%)	RC
Normal	66,17	5,04	20,95	5,01	5,30	20,52 <sup>b</sup>
WS Moderado	65,61	4,61	19,71	4,84	5,94	23,24 <sup>a</sup>
WS Severo	65,96	4,44	16,55	5,17	5,41	21,99 <sup>ab</sup>
Valor p	0,861	0,534	0,429	0,261	0,832	0,050
CV (%)	2,46	17,79	27,38	5,80	31,74	6,58

<sup>a,b</sup> Diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $p < 0,05$ ); CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Os valores obtidos para TBARS não diferiram significativamente para os hambúrgueres fabricados com carnes de peito de frango acometidas pelos diferentes graus da anomalia WS, ou seja, para esse produto e nas condições de processo estudadas a alteração apresentada na carne *in natura* com WS severa (Tabela 4) não influenciou na oxidação dos hambúrgueres.

A relação entre a fração susceptível à oxidação e a fração estável dos lipídeos de um mesmo alimento pode ser modificada pela formulação e pelas condições de processamento. Determinado processo tem como consequência alteração profunda dessa estrutura compartimentada, provocando a ruptura dos glóbulos de gordura, favorecendo a ação de enzimas lipolíticas (LAWIRE, 2005).

As análises dos parâmetros tecnológicos para hambúrgueres demonstraram que, as carnes com diferentes graus de anomalia WS não interferem significativamente na redução do diâmetro desses hambúrgueres. Já para a determinação de PPC, pode-se observar uma pequena variação entre as amostras de hambúrguer elaborados com as diferentes carnes, onde os hambúrgueres fabricados com carne com WS moderado apresentaram perdas maiores que os hambúrgueres fabricados com a carne normal

( $p=0,05$ ). No entanto, os hambúrgueres com carnes classificadas como WS severo não diferiram dos demais.

As amostras da massa de steak não apresentaram diferença significativa para força de cisalhamento e estabilidade da emulsão (Tabela 6). Este resultado é bastante positivo para a indústria de processamento de carne de frango, uma vez que evidencia que os diferentes graus da anomalia de WS não interferem nos aspectos de textura e estabilidade no processamento de steaks.

Segundo Nunes (2003), peitos de frango apresentam-se como um músculo com propriedades extremamente importantes na qualidade de produtos elaborados a partir de massas emulsionadas, é uma matéria-prima que proporciona a massa uma excelente qualidade e promove a retenção de água, gordura e outros nutrientes, se mantendo estável após o cozimento. Os valores obtidos na estabilidade da emulsão para este trabalho também evidenciam a mesma situação.

Tabela 6 –Valores médios obtidos para força de cisalhamento (FC, kgf/cm<sup>2</sup>) e estabilidade da emulsão (%) para massa de *steak* preparada com carnes de peito de frangos acometidos por diferentes níveis da miopatia *white striping* (WS).

Tratamentos	FC	E. E
Normal	460,26	14,16
WS Moderado	437,29	14,24
WS Severo	411,19	15,70
valor p	0,246	0,717
CV (%)	9,71	22,31

<sup>a, b</sup> Diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ); CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

Foram avaliados ainda para os steaks os parâmetros de cor, TBARS, redução de área e PPC (Tabela 7). Com exceção da análise de TBARS, todos os demais parâmetros não apresentam diferença ( $p>0,05$ ). O processamento desses produtos seguiu as mesmas condições e as mesmas formulações. A massa cárnea de steaks é submetida a um agressivo processo de redução e homogeneização, dessa forma a anomalia WS interferiu pouco nos aspectos estudados, o que é um bom resultado para a indústria, uma vez que pode aplicar carnes com anomalia WS para elaboração de steak.

Tabela 7 – Valores médios obtidos para luminosidade (L\*), intensidade de vermelho (a\*), intensidade de amarelo (b\*), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS – mg TMP/kg amostra), redução da área (RA, %) e perdas de peso por cocção (PPC, %) de steaks preparados com carnes de peito de frangos acometidos por diferentes níveis da miopatia *white striping*(WS).

Tratamentos	L*	a*	b*	TBARS	RA (%)	PPC
Normal	79,69 <sup>b</sup>	3,27	18,43	2,53 <sup>b</sup>	16,60	17,65
WS	81,31 <sup>a</sup>	3,15	17,59	3,23 <sup>ab</sup>	17,41	17,73
Moderado						
WS Severo	80,13 <sup>ab</sup>	2,88	17,35	3,67 <sup>a</sup>	16,98	21,24
Valor p	0,018	0,509	0,374	0,0051	0,771	0,068
CV (%)	0,89	17,01	6,70	12,43	10,36	12,43

<sup>a, b</sup> Diferentes letras nas colunas diferem estatisticamente pelo teste Tukey (P<0,05); CV=coeficiente de variação.

Fonte: elaborado pela autora, 2018.

A análise de TBARS dos steaks produzidos a partir das carnes acometidas pelos diferentes níveis de WS mostrou maior oxidação quando se utilizou carnes classificadas como WS severas, em comparação com as normais. O mesmo comportamento foi observado na carne *in natura*, onde o nível severo levou a maiores oxidações. Esse resultado mostra que o processo de elaboração dos steaks não neutraliza o efeito da oxidação inicial da matéria prima, e a diferença se mantém. Já ao produzir hambúrgueres a diferença não se manteve, conforme discutido anteriormente (Tabela 04). Estas pequenas alterações que ocorrem nos produtos, pouco vão influenciar na qualidade do produto final, sendo que a oxidação lipídica que poderia causar maiores prejuízos na qualidade do produto, pode ser mantida a qualidade através da utilização de antioxidantes.

### 3.4 CONCLUSÕES

A presença da anomalia WS em filés de peito de frangos de corte altera a composição química, com maiores impactos no aumento da oxidação lipídica (TBARS), na redução da proteína bruta e no aumento de gordura e colágeno em peitos classificados como severos. Tais carnes também apresentaram maiores e menores perdas de peso na cocção e capacidade de retenção de água, respectivamente, além de maior intensidade de amarelo.

A presença das estrias influencia negativamente a aceitação pelos consumidores, com maior rejeição dos peitos classificados com miopatia WS severa.



O uso de carnes com WS para elaboração de steak e hambúrguer não prejudica a qualidade desses produtos, sendo portanto, uma boa alternativa para aproveitamento pela indústrias alimentícias.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os resultados obtidos para análises físicas e químicas da carne de peito de frango apresentaram diferenças significativas na sua composição centesimal, bem como, as propriedades funcionais e tecnológicas da carne, como por exemplo para CRA e PPC, parâmetros estes que podem interferir na qualidade do produto final.

As alterações na composição centesimal das carnes acometidas pela anomalia WS devem ser levadas em consideração, principalmente no que diz respeito ao teor de proteínas, uma vez que é um componente de grande importância funcional para processamento de alimentos derivados de carne.

No entanto a investigação sobre a real relação da influência dessas propriedades no processamento de derivados cárnes como hambúrgueres e steaks não foram significativas a ponto de caracterizarmos essas carnes com diferentes níveis da anomalia WS, que pudessem causar alguma alteração na qualidade dos derivados cárneos.

## REFERÊNCIAS

ALNAHHAS, N. et al., 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 Genet.** [S.l.], v. 17, n. 61, p. 1 – 9, 2016. Disponível em : <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4837622/citedby>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

BAUERMEISTER, L. J. et al., Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, Champaign, v. 88, n. 33, jan. 2009.

BAUERMEISTER, L.J. et al. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poult. Sci.** [S.l.], v.88, p.33. 2009.

Berry,B.W. Low fat level effects on sensory, shear, cooking, and chemical properties of ground beef patties. **J.Food.Sci.** . [S.l.], v.57, n.3, p. 537-540, 1992.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 20, de 31 DE Julho de 2000. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto, conforme consta dos Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 03 ago. 2000. Seção 1, p. 7.

BRASIL, Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa Nº 6, de 15 de Fevereiro de 2001. Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Paleta Cozida, de Produtos Cárneos Salgados, de Empanados, de Presunto tipo Serrano e de Prato Elaborado Pronto ou Semipronto Contendo Produtos de Origem Animal, conforme consta dos Anexos desta Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 19 fev. 2001. Seção 1, p. 60.

BREWER, V.B. et al., Big-bird programs: Effect of strain, sex and debone time on meat quality of broilers. **Pout. Sci.**, [S.l.], v.91, p. 248-254. 2012.

CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Texas, v. 38, p.998-1003, 1973.

DILL, D.D; SILVA,A.P; LUVIELMO, M.M. Processamento de empanados:sistema de cobertura. Ver. **Estudos Tecnológicos**, [S.l], v. 5, n.1, p. 33-49 jan/abr. 2009.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 4. ed. rev. ampl. Curitiba: Champagnat, 2013.

FERREIRA, T.Z. et. al. An investigation of a reported case of White striping in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, [S.l], v. 23, n. 4, p. 748–753 dez. 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.3382/japr.2013-00847>>. Acesso em: 10 set. 2018.

GALIROPOULOU, S. **Effect of wooden breast disorder on protein oxidation in Pectoralis major muscle**. 2013. Dissertação. University of Helsinki. 2013.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. *Advances in Food Research*. **Cleveland**, [S.l], v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químico para análise de alimentos**. São Paulo, 2008.

LIMA Junior, D.M. et al., Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasília**, [S.l], v.7, nº1 p.14-28,2013.

KEETON. J.T. Formed and emulsion products. In: SAMS, A.R. (Ed.). *Poultry meat processing*. **Boca Raton**: Lewis Publishers, 2001.

KUTTAPPAN V. et al. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poult Sci.**, [S.l], v, 91, p.2677–2685. 2012a. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22991557>>. Acesso em: 23 nov. 2017.

KUTTAPPAN, V. A. et al., Effect of different levels of dietary vitamin E (dl- $\alpha$ -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of *white striping* on broiler breast fillets. **Poult. Sci.**, [S.l], v.91, p.3230–3235. 2012 b.

Kuttappan, V. A. et al., Effect of white striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poult. Sci.** , [S.l], v. 88 p.136 – 137. 2009.

KUTTAPPAN, V. A. et al., Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poult. Sci.**, [S.l], v. 91, p.1240–1247. 2012c

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 Association** [S.l]. 2013. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23300298>  
Acesso em: 24 Nov. 2017.

LAGUERRE, M., LECOMTE, J.; VILLENEUVE, P. Evaluation of the ability of antioxidants to counteract lipid oxidation: existing methods, new trends and challenges. **Progress in Lipid Research**, , [S.l], v.46, p. 244 - 282. 2007.

LAWIRE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005

LYON, C. E.; LYON, B. G.; DICKENS, J. A. Effects of carcass stimulation, deboning time, and marination on color and texture of broiler breast meat. **Journal of Applied Poultry Research**, [S.l], v.7, n.1, p.53-60, 1998.

MORRISSEY, P. A. et al., Lipid stability in meat and meat products. **Meat Science**, [S.l], v.49, n.1, p.73-86, 1998.

Mudalal, S. et al., Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. **Poultry Science Association**. [S.l], 2014. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24902697>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

NUNES, T. P. **Efeito da pré-cura na estabilidade microbiológica de carne mecanicamente separada e elaboração de um produto reestruturado com files de peito de galinha de descarte**. 2003. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

OLIVO, R. **O mundo do frango**: cadeia produtiva da carne de frango. Criciúma: Editora do Autor, 2006.

ORDOÑEZ, M; QUEVEDO, J. **Horizontes da história**: história para o ensino médio. 2.ed. São Paulo (SP): IBEP, 2005.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Quim. Nova**, [S.l.], v. 28, p. 655-663.2005.

PARKS, L.L.; CARPENTER, J.A, Functionality of six nonmeat proteins in meat emulsion systems. **Jornal of Food Science**, [S.l.], v. 52, n. 2, p. 271 -274,1987.

PETRACCI, M., CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients Poultry Science**, [S.l.], v. 91, p. 2677 – 2685, 2012.

PETRACCI, M. et al., Occurrence of white striping and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Sci.** , [S.l.], v. 92, p.1670 – 1965, 2013.

PETRACCI, M. et al., 2014. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, [S.l.], v. 13, p. 3138.2014.

RAMOS, E; GOMIDE, L A M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: UFV, 2007.

RUSSO,E. et al., Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poultry Science Association**. [S.l], 2015. Disponível em: <<https://academic.oup.com/ps/article/94/8/1843/1536123>>. Acesso: 24 nov. 2017.

SANDERCOCK, D. A.; MITCHELL. M. A. 2003. Myopathy in Broiler Chickens: A role for Ca<sup>2+</sup> - activated Phospholipase A2?. **Poult. Sci.**, [S.l.], v. 82, 2003, p.1307–1312, 2003.

SOGLIA, F. et al., Functional property issues in broiler breast meat related to emerging. **Food Research International**., [S.l.], v. 89, p. 1071 – 1076, nov. 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0963996916301892?via%3Dihub>> Acesso em: 25 Nov. 2017.

SHIMOKOMAKI, M. et al., **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo, SP: Varela, 2006.

SANDERCOCK, D. A.; MITCHELL. M. A. 2003. Myopathy in Broiler Chickens: A role for Ca<sup>2+</sup> - activated Phospholipase A2?. **Poult. Sci.** , [S.l.], v. 82, p.1307–1312, 2003.

Tasoneiro, G et al., Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science Association** [S.l.], 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3382/ps/pew215>. Acesso em: 10 set. 2018.

VALENTINE, B. A.; M. D. MCGAVIN. 2012. Skeletal muscle. Pages 871–919 in **Pathologic Basis of Veterinary Disease**. 5th ed. J. F. Zachary and M. D. McGavin, 2012.

VYNCKE, B.W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. **Fette Seifen Anstrichm.**, Leinfelden, v.72, n.12, p.1084-1087, 1970.

WOESSNER JUNIOR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Miami, v. 93, p. 440-447, 1961.

WOJCIAK, K. M.; DOLATOWSKI, Z. J. 2012. Oxidative stability of fermented meat products. Acta Sci. Pol. Technol. **Aliment.** ., [S.l.], v. 11, p. 99-109. 2012.

WILSON, B. W.; P.S. NIERBERG, AND R. J. BUIHR. 1990. Turkey muscle growth and focal myopathy. **Pout. Sci**, [S.l.], v. 69, p.1553-1562. 1990.

ZAMBONELLI, P. et al., Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v. 95, p. 2771 – 2785. 2016. Disponível em: <https://academic.oup.com/ps/article/95/12/2771/2656889>. Acesso em: 23 nov. 2017.