UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS

LARISSA TÁTERO CARVALHO

**Caracterização física, química, histológica, sensorial e tecnológica da carne de
peito de perus acometidos pela miopatia *White Striping***

Pirassununga

2020

LARISSA TÁTERO CARVALHO

**Caracterização física, química, histológica, sensorial e tecnológica da carne de
peito de perus acometidos pela miopatia *White Striping***

Versão Corrigida

Tese apresentada à Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Doutor em Ciências do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Alimentos.

Área de Concentração: Ciências da Engenharia de Alimentos

Orientador: Prof. Dr. Marco Antonio Trindade

Pirassununga

2020

Ficha catalográfica elaborada pelo
Serviço de Biblioteca e Informação, FZEA/USP,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

T331c Tátero Carvalho, Larissa
Caracterização física, química, histológica,
sensorial e tecnológica da carne de peito de perus
acometidos pela miopatia White Striping / Larissa
Tátero Carvalho ; orientador Marco Antonio
Trindade. -- Pirassununga, 2020.
107 f.

Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Alimentos) -- Faculdade de Zootecnia
e Engenharia de Alimentos, Universidade de São
Paulo.

1. aceitação sensorial . 2. estabilidade. 3.
Pectoralis major. 4. produto cárneo. 5. tecido
conjuntivo. I. Trindade, Marco Antonio , orient.
II. Título.

Àqueles que sempre me apoiaram integralmente, que acreditaram em mim mais do que ninguém e que inquestionavelmente são os que mais partilham da minha alegria: meus pais (Hélio e Lucimara); minhas irmãs (Laís e Natália); minha vó (Amabile). Minha amada família.

Com amor e respeito, Dedico!

Agradecimentos

Estes quatro anos de pesquisa foram uma intensa trajetória de desafio, construção e amadurecimento. Durante este tempo, compreendi que uma tese ou qualquer outro trabalho é a extensão da vida do autor. Portanto, para que algo de valor seja produzido, primeiro a pessoa deve gerar algo de valor em si mesmo. Pessoa e obra são consistentes com o resultado. Por essa razão, agradeço sincera e grandiosamente a todas as pessoas que muito me impulsionaram e me auxiliaram a produzir algo de valor em minha vida.

Primeiramente, quero agradecer a Deus, por nortear os meus passos e trilhar meu futuro de acordo com a sua vontade. Para vencer na vida é preciso confiar em Deus que é soberano sobre tudo que acontece.

O meu orientador, o meu grande exemplo, Prof. Dr. Marco Antonio Trindade. Para mim, foi uma grande honra e orgulho tê-lo como orientador por mais de cinco anos (desde o mestrado). Nunca me esquecerei de todos os seus ensinamentos, seus valiosos conselhos e sua imensa confiança. Muito obrigada.

A todos os professores, funcionários e amigos do Departamento de Engenharia de Alimentos da FZEA/USP, Campus de Pirassununga/SP em especial aos colegas Isabela, Yana, Allan, Juliana Baldin, Paulo, Julliane, Manoela, Renato e Rodrigo Souza. Da mesma forma, ao Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal/SP em especial, Profa. Dra. Hirasilva Borba, Prof. Dr. Pedro Alves de Souza e Profa. Dra. Lizandra Amoroso e aos colegas Juliana Lolli, Aline, Erika, Fábio, Rodrigo Fortunato, Heloísa e Mateus.

Ao Dr. José Manuel Lorenzo Rodríguez e toda a equipe do Centro Tecnológico da Carne, de Ourense/Espanha, pela excelente recepção, atenção e dedicação no período do estágio no exterior.

Ao imprescindível apoio da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior).

Aos membros da banca examinadora de qualificação e aos membros da banca de defesa da tese.

Mais uma jornada foi vencida! Sei que ainda é só o começo...

“Aqueles que passam por nós, não vão sós, não nos deixam sós.

Deixam um pouco de si, levam um pouco de nós.”

Antoine de Saint-Exupéry

RESUMO

CARVALHO, L. T. **Caracterização física, química, histológica, sensorial e tecnológica da carne de peito de perus acometidos pela miopatia *White Striping***. 2020. 107 f. Tese (Doutorado). Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2020.

O objetivo foi caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping* e avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne e as características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento refrigerado de um embutido cozido, bem como avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de quitosana sobre características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento refrigerado em embutido cozido elaborado à base de carne de perus com miopatia *White Striping*. No primeiro estudo, o peito inteiro foi classificado macroscopicamente e avaliados o peso e as medidas morfométricas. Posteriormente o músculo foi separado e avaliado quanto às características histológicas, coloração, pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, comprimento de sarcômero, teor de colágeno, composição centesimal, colesterol e ácidos graxos. No segundo e terceiro estudo, um embutido cozido de carne de perus com miopatia e outro embutido cozido de carne de perus com miopatia adicionado com diferentes níveis de quitosana (Controle, 1,5% e 3,0%) foram processados, armazenados durante 56 dias e avaliados quanto a composição centesimal, pH, coloração, perfil de textura, perdas por gotejamento, capacidade de retenção de água, perda de água por pressão, TBARS, avaliação microbiológica e sensorial. Os resultados do primeiro estudo demonstraram que os músculos com miopatia exibiram maiores pesos e diâmetro das fibras. O aumento da severidade aumentou ($P < 0,05$) o valor de cinzas, colágeno insolúvel e total e parâmetro de cor L^* e, diminuiu ($P < 0,05$) o valor de proteínas, força de cisalhamento e parâmetro de cor a^* . No segundo estudo, o aumento da severidade aumentou ($P < 0,05$) o teor de lipídeos e TBARS e diminuiu ($P < 0,05$) a dureza, gomosidade e mastigabilidade dos embutidos. Durante o armazenamento, os embutidos moderado e severo apresentaram um aumento ($P < 0,05$) nos valores de TBARS no final do

armazenamento, uma diminuição ($P < 0,05$) nos valores de pH ao longo do armazenamento, um aumento ($P < 0,05$) no parâmetro de a^* nos embutidos moderados e um aumento ($P < 0,05$) no parâmetro de cor b^* nos embutidos severos. Os embutidos severos tiveram a menor aceitação global. No terceiro estudo, a adição de quitosana diminuiu ($P < 0,05$) o teor de umidade, lipídeos, proteínas, perda de água por pressão e parâmetro de cor L^* e aumentou ($P < 0,05$) o teor de cinzas, pH e parâmetro de cor b^* . A utilização de 1,5% de quitosana aumentou ($P < 0,05$) a dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade e, os tratamentos Controle e Quitosana 1,5% aumentaram o parâmetro de cor a^* ($P < 0,05$). Durante o armazenamento, os valores de pH foram maiores ($P < 0,05$) entre os tratamentos com quitosana, o parâmetro de cor a^* aumentaram no início e o parâmetro de cor b^* aumentaram no final do armazenamento. Sensorialmente, os tratamentos Controle e 1,5% de quitosana foram os mais preferidos entre os provadores. Portanto, a miopatia em seus diferentes graus de severidade causou alterações nas características histológicas e de qualidade da carne de perus, contudo pode ser utilizada em embutidos cozidos, enriquecidos (até 1,5%) ou não com quitosana, sendo uma alternativa viável de aproveitamento e de agregação de valor neste tipo de carne.

Palavras-chave: aceitação sensorial; estabilidade; *Pectoralis major*; produto cárneo; qualidade; tecido conjuntivo.

ABSTRACT

CARVALHO, L. T. **Physical, chemical, histological, sensory and technological characterization of turkey breast meat affected by White Striping myopathy.** 2020. 107 f. Thesis (Doctorate). Faculty of Zootecnics and Food Engineering, University of São Paulo, Pirassununga, 2020.

The aim was to characterize the turkey breast meat affected by the different degrees of severity of White Striping myopathy and to evaluate the influence of this myopathy on the quality of the meat and the qualitative characteristics, sensory acceptance and stability during storage of a cooked sausage, as well as to evaluate the effects of adding different levels of chitosan on qualitative characteristics, sensory acceptance and stability during storage in cooked sausage made from turkey meat with White Striping myopathy. In the first study, the whole breast was classified macroscopically and weight and morphometric measurements were evaluated. Subsequently, the muscle was separated and evaluated for histological characteristics, color, pH, water retention capacity, cooking loss, shear force, sarcomere length, collagen content, proximate composition, cholesterol and fatty acids. In the second and third study, a cooked sausage of turkey meat with myopathy and another cooked sausage of turkey meat with myopathy with different levels of chitosan (Control, 1.5% and 3.0%) were processed, stored for 56 days and evaluated for proximate composition, pH, color, texture profile, cooking loss, water retention capacity, water loss by pressure, TBARS, microbiological and sensory evaluation. The results of the first study showed the muscles with myopathy exhibited higher weights and fiber diameter. The increase of severity increased ($P < 0.05$) the value of ash, insoluble and total collagen and color parameter L^* and, decreased ($P < 0.05$) the value of proteins, shear force and color parameter a^* . In the second study, the increase in severity increased ($P < 0.05$) the content of lipids and TBARS and decreased ($P < 0.05$) the hardness, gumminess and chewiness of sausages. During storage, the moderate and severe sausages showed an increase ($P < 0.05$) in the TBARS values at the end of storage, a decrease ($P < 0.05$) in pH values during storage, an increase ($P < 0.05$) in the color parameter of a^* in moderate sausages and an increase ($P < 0.05$) in the color parameter b^* in severe sausages. Severe sausages had the lowest global

acceptance. In the third study, the addition of chitosan decreased ($P < 0.05$) the moisture content, lipids, proteins, pressure, water retention capacity and color parameter L^* and increased ($P < 0.05$) the ash content, pH and color parameter b^* . The use of 1.5% chitosan increased ($P < 0.05$) the hardness, cohesiveness, gumminess and chewiness and, the Control and 1.5% Chitosan treatments increased the color parameter a^* ($P < 0.05$). During storage, the pH values were higher ($P < 0.05$) between treatments with chitosan, the color parameter a^* increased at the beginning and color parameter b^* increased at the end of storage. Sensorially, the Control and 1.5% chitosan treatments were the most preferred among the tasters. Therefore, myopathy in its different degrees of severity caused changes in the histological and quality characteristics of turkey meat, however it can be used in cooked sausages, enriched or not with chitosan (up to 1.5%), being a viable alternative for use and adding value to this type of meat.

Keywords: sensory acceptance; stability; *Pectoralis major*; meat product; quality; connective tissue.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Figura 1 - Produção brasileira de carne de peru (mil toneladas).....	20
Figura 2 - Evolução do peso dos perus na hora do abate por década.....	22
Figura 3 - Alterações características da miopatia <i>White Striping</i> em peitos de frangos de corte. normal (NORM); moderado (MOD); severo (SEV).....	23

CAPÍTULO I

Figura I. 1 - Classificação da miopatia <i>White Striping</i> de acordo com o grau de severidade (normal, moderado e severo) das estrias aparentes no músculo.....	45
Figura I. 2 - Fotomicrografia de seção histológica transversal do músculo <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i> . A: Normal. B: Aspecto moderado da miopatia <i>White Striping</i> . C: Aspecto severo da miopatia <i>White Striping</i> . Fibra muscular (Δ), perímio (*). H.E., 100X.....	52

CAPÍTULO II

Figura II. 1 - Embutidos cozidos de peitos de perus normal (NORM); moderado (MOD) e severo (SEV).....	66

CAPÍTULO III

Figura III. 1 - Embutidos cozidos de peitos de perus enriquecidos com quitosana controle (Control); 1,5% quitosana (Q1,5%) e 3% quitosana (Q3%).....	84
Figura III. 2 - Escores sensoriais atribuídos pelos participantes do painel no dia 0 para aparência, odor, sabor, textura e qualidade global de embutidos cozidos com carne de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i> enriquecidos com quitosana. Escala hedônica utilizada: 1 = desgostei	

muito; 2 = desgostei bastante; 3 = desgostei ligeiramente; 4 = nem
gostei/nem desgostei; 5 = gostei ligeiramente; 6 = gostei bastante; 7 =
gostei muito.....93

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

- Tabela I. 1** - Classificações e pesos dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*.....51
- Tabela I. 2** - Média e desvio padrão do número das fibras musculares, área (μm^2), perímetro (μm), diâmetro (μm) das fibras musculares e a espessura do endomísio (μm) que envolve as fibras musculares do músculo *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*.....53
- Tabela I. 3** - Composição química do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....54
- Tabela I. 4** - Comprimento de sarcômero e teores de colágeno total, solúvel e insolúvel do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....55
- Tabela I. 5** - Concentração de ácidos graxos, em g kg⁻¹, da gordura do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....56
- Tabela I. 6** - Luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de amarelo (b *) das superfícies externa e interna do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....57
- Tabela I. 7** - Valores de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento (Warner-Bratzler e MORS) do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....58

CAPÍTULO II

- Tabela II. 1** - Composição química dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping*.....71
- Tabela II. 2** - Valores de capacidade de retenção de água, análise de gotejamento e análise do perfil de textura dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....72
- Tabela II. 3** - Teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, Luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de

amarelo (b *) dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping* sob diferentes dias de armazenamento.....74

Tabela II. 4 - Avaliação sensorial de aceitação dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping*.....76

CAPÍTULO III

Tabela III. 1 - Composição química dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana.....88

Tabela III. 2 - Valores de análise de gotejamento, pressão e perfil de textura dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana.....90

Tabela III. 3 - Teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, Luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de amarelo (b *) das carnes cozidas elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidas com quitosana.....92

SUMÁRIO

Ficha catalográfica elaborada pelo	3
1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 OBJETIVOS	18
2. 1 Objetivo geral.....	18
2.2 Objetivos específicos	18
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
3.1 Carne de peru	19
3.2 Mudanças na indústria da carne.....	21
3.3 <i>White Striping</i> (estrias brancas)	23
3.4 Linhagem e desenvolvimento e <i>White Striping</i>.....	25
3.5 Caracterização morfológica e histopatológica e <i>White Striping</i>	26
3.6 Características físicas e químicas e <i>White Striping</i>.....	27
3.7 Oxidação lipídica e <i>White Striping</i>.....	28
3.8 Colágeno e <i>White Striping</i>	29
3.9 Aplicações de carnes com miopatia <i>White Striping</i> em produtos cárneos	31
3.10 Quitosana.....	32
Conclusão.....	33
Referências	34
CAPÍTULO I	40
Qualidade da carne de peito de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i> no Brasil	41
RESUMO.....	41
1. Introdução	42
2. Materiais e métodos	43
2.1 Coleta e preparo das amostras	43
2.2 Análises	44
2.2.1 Classificação das amostras segundo o grau de severidade da miopatia <i>White Striping</i>	44
2.2.2 Análise histológica.....	45
2.2.3 Análises químicas	46
2.2.4 Análises físicas	48
2.3 Análise estatística	50
3 Resultados e discussões	50

3.1. Análise macroscópica geral dos músculos <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	50
3.2. Análise microscópica dos músculos <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	51
3.3. Histomorfometria das fibras dos músculos <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	52
3.4. Análises químicas dos músculos <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	53
3.5. Análises físicas dos músculos <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	57
4 Conclusão	59
Referências	59
CAPÍTULO II	62
Qualidade e estabilidade de um embutido cozido elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i>	63
RESUMO	63
1 Introdução	64
2 Materiais e métodos	65
2.1 Processamento do músculo <i>Pectoralis major</i> de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia <i>White Striping</i>	65
2.2 Métodos utilizados para avaliação dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus	67
2.2.1 Análises físico-químicas	67
2.2.2 Análises microbiológicas	68
2.2.3 Análise sensorial	69
2.3 Análise estatística	69
3 Resultados e discussões	70
4 Conclusão	76
Referências	76
CAPÍTULO III	80
Embutido cozido light elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i> enriquecido com quitosana	81
RESUMO	81
1 Introdução	82
2 Materiais e métodos	83
2.1 Processamento dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia <i>White Striping</i> enriquecidos com quitosana	83
2.2 Composição centesimal	85

2.3 Parâmetros de pH e cor.....	85
2.4 Perdas por gotejamento	85
2.5 Análise de perda de água por pressão.....	86
2.6 Análise de perfil de textura.....	86
2.7 Oxidação lipídica	86
2.8 Análise sensorial	87
2.9 Análise estatística.....	87
3 Resultados e discussões	87
4 Conclusão	93
Referências	94
CONCLUSÃO GERAL	97
Apêndices	98
Anexos.....	103

1 INTRODUÇÃO GERAL

O aumento no consumo de carne de aves direcionou os melhoramentos genéticos a produzirem animais com melhor capacidade de ganho de peso, de conversão alimentar e rendimento de carcaça (MOURA; NETO; SANTANA, 2017), incluindo o aumento do peso do peito proporcionando progressões na taxa de crescimento dos animais (DE GENOVA GAYA; BARRETO MOURÃO; STERMAN FERRAZ, 2006). No ano de 2000, em comparação há meio século, os frangos e perus têm alcançado o peso de abate em aproximadamente metade do tempo (RUTZ et al., 2016). Em 1929, o peso médio de um peru no momento do abate era de 5,9 kg, ao passo que, em 2014 o número elevou para 13,7 kg (BARBUT et al, 2008). Embora toda a evolução nos indicadores zootécnicos sobre a carne de aves, o progresso genético no desempenho das aves também tem gerado efeitos desfavoráveis, como o surgimento de desordens metabólicas, especialmente relativas à musculatura do peito, como a miopatia White Striping.

O *White Striping (WS)*, presença de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo *Pectoralis major* de aves, as quais seguem a direção da fibra muscular, ocasionando severidade variável, está associado a aves mais pesadas ou à taxa de crescimento aumentada (KUTTAPPAN et al., 2012a). Ainda, a incidência de estrias brancas nos filés de aves pode ocorrer em decorrência de condições como a distrofia muscular hereditária e miopatia nutricional devido à deficiência de Vitamina E e nutrientes associados. Na verdade, a incidência de WS pode ser a demonstração de mineralização ou infiltração de colágeno ou gordura como sequela da necrose da miofibra (KUTTAPPAN et al., 2013). As consequências típicas da miopatia WS são a dureza e a cor pálida do *Pectoralis major*, várias vezes seguidas de traços de hemorragia.

Podem ser classificados como Normal (NORM), Moderado (MOD) ou Severo (SEV). Os NORM não exibem linhas brancas distintas, os filés MOD exibem estrias intermediárias, com estrias brancas finas (< 1mm) na superfície e os SEV apresentam estrias brancas espessas (> 1mm) que encobrem uma maior área ventral (lado da pele) dos filés (KUTTAPPAN et al., 2013).

De acordo com Kennedy et al. (2004) a aparência da carne e a maciez são os mais importantes atributos considerados pelo consumidor, favorecendo a

escolha de carne de aves. Qualquer condição que afete negativamente a aparência da carne resulta em perda econômica (KUTTAPPAN et al., 2012b). As lesões como a miopatia WS atuam como potenciais desvantagens para a aceitação pelo consumidor e intenção de compra de carne de aves e são considerados um grave problema em linhas de abate (PASCHOAL; SANTOS, 2012). Por outro lado, a presença de regiões brancas na carne de aves pode fornecer a sensação inicial de marmoreio ao consumidor, assim como ocorre na carne bovina ou suína (KUTTAPPAN et al., 2012b).

O conhecimento do efeito da utilização de carne de peru com diferentes graus da miopatia WS como matéria-prima para industrialização de produtos oriundos de carne de peru é insuficiente. As etapas de industrialização de carnes são complexas e exigem matérias-primas de qualidade para assegurar a padronização e segurança do produto acabado. À vista disso, é de extrema importância comprovar se a utilização da carne de peru com diferentes graus da miopatia WS pode provocar mudanças na qualidade de produtos processados.

A indústria brasileira e os serviços de inspeção governamentais ainda têm poucas informações e conhecimento sobre a miopatia avaliada no presente estudo, dado que é possível verificar na literatura trabalhos que retratam o assunto de forma individualizada, com escassez de trabalhos envolvendo todas as questões apontadas sobre a carne de peito de perus acometidos pela miopatia WS.

O desenvolvimento de produtos cárneos funcionais, com a adição de fibras alimentares, mantendo especialmente as propriedades sensoriais, como a cor e a textura, pode ser um estímulo ao acréscimo de itens saudáveis na dieta dos consumidores (VERMA; SHARMA; BANERJEE, 2010; GARCÍA; CALVO; SELGAS, 2009). A quitosana, um polímero linear, não tóxico, obtido a partir da desacetilação da quitina, de ocorrência natural, presente nos exoesqueletos de crustáceos ou na estrutura de fungos, considerado como o segundo polissacarídeo mais abundante na natureza após a celulose, tem sido intensamente estudada como uma boa opção de ingrediente funcional em alimentos por possuir características antioxidantes, antimicrobianas e capacidade de retenção de água (BRUGNEROTTO et al, 2001; CHATTERJEE et al., 2005; LIU et al., 2006)

Algumas pesquisas já investigaram a utilização de quitosana em produtos cárneos como em salsicha (DAMIAN, 2005) e mortadela (CHI et al., 2006). No entanto, um número de evidências científicas são necessárias para avaliar os efeitos e alterações que a aplicação da quitosana provoca no produto cárneo, especialmente em embutido cozido visando o aproveitamento e melhoria nutricional de carnes de perus acometidos pela miopatia *WS*.

Desta forma, a hipótese desta pesquisa é comprovar se o acometimento pelos graus moderado e severo da miopatia *WS* pode ou não influenciar as características histológicas e de qualidade da carne e, se a fabricação de embutidos cozidos enriquecidos ou não com quitosana (até 1,5%) pode ser uma boa alternativa de aproveitamento e de agregação de valor em carnes de perus acometidos pela miopatia *WS*.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo foi caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping* e avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne e nas características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento refrigerado de um embutido cozido, bem como avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de quitosana de um embutido cozido elaborado à base de carne de perus com miopatia *White Striping*.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar a composição química, morfologia, histologia e verificar se há relação entre a variável comprimento de sarcômero e percentual de colágeno e a variação da maciez do músculo *Pectoralis major* oriundo de carne de peito de perus acometidos pela miopatia *White Striping* em seus diferentes graus de severidade.
- Desenvolver um embutido cozido elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecido com diferentes níveis de quitosana e avaliar suas características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento refrigerado.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Carne de peru

A avicultura brasileira possui lugar de destaque na economia do país, sendo responsável por 3,6 milhões de empregos diretos e indiretos e colabora com 1,5% do Produto Interno Bruto (PIB) (AVISITE, 2017).

Peru é o nome popular concedido às aves *Galliformes* do gênero *Meleagris*, com espécies domésticas e selvagens, provenientes das Américas. Os perus pertencem ao Filo: *Chordata*; Classe: *Aves*; Ordem: *Galliformes*; Família: *Meleagrididae*; Gênero: *Meleagris*; Espécie: *M. gallopavo* e *M. ocellata*. O grupo Aviagen é o líder mundial de produção e vendas de perus das linhagens BUTA e Nicholas e líder no melhoramento genético de perus (COSTA, 2006).

De acordo com a Figura 1, a Associação Brasileira de Proteína Animal – ABPA (2019) em 2018 a produção de carne de peru foi de aproximadamente 181 mil toneladas, uma redução de 46,4% em comparação a 2017, que foi finalizado com aproximadamente 390 mil toneladas. As exportações do país alcançaram 74 mil toneladas. A produção brasileira de carne de peru é destinada 41% à exportação e 59% ao mercado interno.

Figura 1 – Produção brasileira de carne de peru (mil toneladas)

Fonte: ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual de 2019.**

Os principais estados exportadores são Santa Catarina, Paraná, Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Goiás os quais contribuíram com 46,13%, 27,07%, 20,21%, 4,16% e 2,43% em exportações, respectivamente, no ano de 2018 (ABPA, 2019).

Ainda de acordo com a ABPA (2019), em 2018 a África foi a maior importadora de carne de peru do Brasil, adquirindo 84 mil toneladas do produto brasileiro, seguida da Oriente Médio com 83 mil toneladas e da Ásia com 52 mil toneladas de produtos importados.

Em termos nutricionais, a carne de peru possui 1,8% de gordura em sua composição, valor relativamente baixo e, apresenta aproximadamente 100 kcal em 100g de carne. É fonte de aminoácidos essenciais, vitaminas do complexo B (B1, B2, B5, B6 e B12), ferro, potássio, zinco, fósforo e magnésio. É considerada de grande importância para uma alimentação saudável (LIMA, 2006; ABPA, 2016).

A produção e o consumo de carne de peru são interessantes para as indústrias (maior rendimento de carcaça quando comparado ao frango e maior valor agregado do produto final), para os produtores (maior valor pago por ave abatida pelas indústrias e aves mais resistentes à doenças) e, para os consumidores (carne com quase 3 vezes menos teor lipídico quando comparado ao frango). No entanto, os indicadores de produção e consumo no Brasil ainda

são considerados muito inferiores quando comparados a países como Estados Unidos ou a países da Comunidade Europeia em que o hábito de consumo de carne de peru é maior (MACAHYBA et al., 2005).

O ciclo de criação dos perus desde o nascimento até o abate varia conforme a faixa de peso pretendida. Os perus inteiros temperados, consumidos nas festas natalinas no Brasil, cuja faixa de peso varia de três a seis quilos, são geralmente fêmeas e têm idade entre 56 e 70 dias. E os perus produzidos para corte e industrialização são machos, cuja faixa de peso varia entre 16 a 20 quilos, abatidos com idade entre 120 a 150 dias, ou fêmeas entre 9 e 11 quilos e idade de abate entre 95 a 120 dias (KAIBER, 2005).

3.2 Mudanças na indústria da carne

O aumento no consumo de carne de aves levou os melhoramentos genéticos a produzirem aves com ganho de peso cada vez mais rápido. No ano de 2000, em comparação há meio século, os frangos e perus têm atingido, em torno da metade do tempo o peso de abate. De 1957 a 2005, o peso dos frangos aumentou em quatro vezes e o rendimento de peito (*Pectoralis major*) se elevou em 80%. Nos últimos 30 anos, o ganho de peso tem aumentado 30,2 g por ano e a conversão alimentar melhorado anualmente em 0,036%. Nos 15 anos passados, o índice de mortalidade dos frangos foi reduzido 0,05% ao ano e a condenação de carcaças baixou de 1,79% para 0,24% por ano. Na Europa e nos Estados Unidos existe maior procura por cortes de peito de aves (frescos ou processados) devido a sua qualidade nutricional. Desta forma, houve aumento considerável no rendimento de peito nas linhagens modernas, representando valores superiores a 20% do peso vivo de um frango (RUTZ et al., 2016).

Na Figura 2, o peso dos perus aumentou aproximadamente duas vezes e meia quando comparado a seus ancestrais que foram servidos na ceia natalina de 1929. Neste ano, o peso médio de um peru no momento do abate era de 5,9 kg, enquanto que em 2014 o número alavancou para 13,7 kg (BARBUT et al, 2008).

Figura 2 - Evolução do peso médio dos perus no abate por década

Fonte: Galileu (2015).

Todo esse avanço ocorreu devido a programas de melhoramento genético para linhagens de aves comerciais que foram estruturados com o objetivo de desenvolver animais com melhor capacidade de ganho de peso, de conversão alimentar e rendimento de carcaça (MOURA; NETO; SANTANA, 2017), incluindo o aumento do peso do peito, possibilitando, progressões na taxa de crescimento dos animais (DE GENOVA GAYA; BARRETO MOURÃO; STERMAN FERRAZ, 2006).

Apesar de toda a evolução nos índices zootécnicos em relação à carne de aves, o avanço genético no desempenho das aves também tem causado efeitos negativos, como o aparecimento de desordens metabólicas, principalmente referentes à musculatura do peito, como a miopatia peitoral profunda, a carne PSE (Pale, Soft and Exudative), a distrofia muscular ou peito com estrias brancas (*White Striping* - WS), o peito amadeirado (*Woody Breast*) e defeitos no tecido conjuntivo intramuscular (*Fishflesh*), gerado por tecido conjuntivo precoce intramuscular. Todas estas situações comprometem a aparência e a textura da carne de aves, considerados pontos primordiais da qualidade da carne, motivando negativamente o consumidor na seleção inicial e satisfação final em relação ao produto, além de acarretar elevado dano econômico para o setor (RUTZ et al., 2016).

3.3 White Striping (estrias brancas)

As estrias brancas na carne de peito de aves é um problema na qualidade de carne. Estas estrias são paralelas à direção da fibra muscular e aumentam de acordo com a idade do animal (MCKEE et al., 2010; PETRACCI; CAVANI, 2012).

Dependendo do grau de severidade da miopatia WS os filés podem ser classificados como normais (NORM), ou acometidos pelos graus moderado (MOD) ou severo (SEV) (KUTTAPPAN et al., 2012b). Filés NORM não apresentam nenhum tipo de linhas brancas, entretanto, linhas brancas de até 1 mm de espessura caracterizam o grau MOD e linhas brancas com espessura superior a 1 mm caracterizam o grau SEV (KUTTAPPAN et al., 2013), conforme apresentado na Figura 3. Por serem facilmente identificadas na superfície das fibras musculares do peito (*Pectoralis major*) e em menor grau, nas sobrecoxas e no filezinho do peito (*Pectoralis minor*) dos frangos, tal condição afeta negativamente a aparência da carne (KUTTAPPAN et al., 2012b), diminuindo significativamente a aceitação visual por parte do consumidor quanto à compra destes filés de peito. Por causa da sua aparência, fator que mais influencia a decisão de compra do consumidor, a alta incidência de WS pode resultar em sérias perdas econômicas.

Figura 3 - Alterações características da miopatia *White Striping* em peitos de perus. normal (NORM); moderado (MOD); e severo (SEV)

Fonte: Própria autoria.

Os graus MOD e SEV de miopatia estão associados com aves muito pesadas e, conseqüentemente, com idades mais elevadas (BAUERMEISTER et al., 2009; KUTTAPPAN et al., 2013a) ou aves com alta velocidade de crescimento (KUTTAPPAN et al., 2012a). Com o aumento da velocidade de crescimento e do tamanho dos músculos, a ocorrência de miopatia em linhagens de crescimento rápido tem sido mais comum (DRANSFIELD; SOSNICKI, 1999). Kuttappan et al. (2009) observaram que machos tinham maior incidência de estrias brancas do que as fêmeas e associaram a observação com o maior peso corporal e tamanho do filé.

Kuttappan et al. (2012a), correlacionando nutrição e aparecimento de estrias brancas em filés de frango, verificaram que as aves que receberam dietas com alto teor energético apresentaram maior incidência de peitos com estrias brancas. Bailey et al. (2015) indicaram que a restrição quantitativa de ração diminui significativamente as estrias brancas em filés de frango ou seja, fatores ambientais e de manejo podem ser o redutor de mais de 65% da variação da incidência de estrias brancas no filé.

Vários autores correlacionam a lisina na dieta de frangos de corte com a hipertrofia muscular (TESSERAUD et al., 1996; EITS et al., 2003; SKLAN & NOY, 2003). Os músculos do peito, em especial, são sensíveis à concentração alimentar de lisina, um aminoácido essencial responsável pela deposição de proteína na musculatura, cuja concentração na ração influencia o crescimento e o rendimento de carcaça, por esse motivo, frangos alimentados com dietas ricas em lisina apresentam miofibras mais espessas, independentemente da genética (HOLSHEIMER & VEERKAMP, 1992; ROY et al., 2006; SAKOMURA et al., 2015).

Sensorialmente, os consumidores preferiram filés de frango classificados como NORM em comparação aos filés com grau MOD ou SEV de miopatia WS por associarem às linhas brancas à presença de gordura, interferindo diretamente na intenção de compra (KUTTAPPAN et al., 2012b).

3.4 Linhagem e desenvolvimento e *White Striping*

Dentro de uma mesma linhagem o número de fibras musculares aumenta com o aumento do ganho de peso médio diário (STICKLAND, 1995). Segundo Klosowska, Rosinski e Elminowska-Wenda (1993), o diâmetro da fibra muscular aumenta com a idade e potencial genético para produção de carne de peito e linhagens de crescimento rápido apresentam fibras de diâmetro maior do que as linhagens de crescimento lento.

De acordo com Ferreira (2012) estudos realizados com frangos de corte de linhagem de crescimento rápido e de crescimento lento demonstraram que frangos de crescimento rápido apresentaram até 20% mais fibras no músculo anterior *latissimus dorsi*, e aumento no tamanho das fibras musculares em comparação com os frangos de crescimento lento.

Segundo Scheuermann (2004) e Macrae et al. (2006), o aumento do tamanho da fibra muscular e o inadequado suprimento sanguíneo podem induzir o estresse metabólico por causa da dificuldade de difundir o oxigênio e nutrientes para as células musculares, além de estar relacionado à insuficiente eliminação de produtos metabólicos gerados que prejudicam a fibra muscular e sua funcionalidade, resultando em desregulação homeostática.

Segundo Tidyman, Moo e Bandman (1997), o aumento no peso em frangos está relacionado a uma série de alterações no músculo e de características da carne. Com o aumento do tamanho da fibra ocorre o aumento do pH final da carne, que apresenta coloração mais escura ($< L^*$) e menor perda por gotejamento.

Berri et al. (2007), ao caracterizarem as propriedades físico-químicas do peito de frangos de corte comerciais, observaram grandes variações entre massa muscular e tamanho das fibras. Essas mudanças resultaram em carne de peito com maior pH e cor mais escura e, consequentemente, maior capacidade de retenção de água.

Kuttappan et al. (2012a) avaliaram o efeito da taxa de crescimento sobre a incidência de *WS* e observaram que a dieta hipercalórica poderia aumentar a taxa de crescimento e o peso do músculo do peito de frango, o que resulta em

diminuição da percentagem de filés NORM e aumento da percentagem de filés acometidos pelo grau SEV da WS.

3.5 Caracterização morfológica e histopatológica e *White Striping*

Vários estudos relataram que os filés com maior grau de WS eram mais pesados e mais espessos que os filés NORM (KUTTAPPAN et al., 2012b, 2013b). Mudalal et al. (2015), em um estudo sobre as características de qualidade de filés de frango acometido pelas anormalidades WS e *Wooden Breast*, verificaram que os filés afetados por anormalidades WS apresentaram pesos e espessuras significativamente maiores ($P < 0,001$) nas posições superior, média e inferior em comparação aos filés NORM, porém não apresentaram efeito significativo no comprimento ou na largura.

Miopatia WS pode ser caracterizada histologicamente por uma lipidose localizada que leva à necrose das miofibrilas (KUTTAPPAN et al. 2013b) e fibrose do tecido conjuntivo indicando a presença de colágeno e de gordura, ocupando espaços onde ocorreu a degeneração de fibras musculares (KUTTAPAN et al. 2013a). De acordo com Kuttappan et al. (2013a), tanto a lipidose quanto a fibrose poderiam afetar alguns parâmetros qualitativos da carne, principalmente a coloração da carne de frango crua (valor de b * (tom amarelo) estava mais correlacionado a filés de frango com estrias severas) e a maciez dos produtos cozidos.

Kuttappan et al. (2013b), após avaliarem a condição histológica de músculos de frango acometidos com maior grau de severidade da miopatia WS, relataram que tratava-se de fibras musculares danificadas. De acordo com Kuttappan et al. (2013a), determinando o perfil hematológico (contagem de leucócitos) de frango com grau NORM e SEV, mostraram que as estrias brancas não eram decorrentes de qualquer condição infecciosa ou inflamatória, apenas uma elevação sérica das enzimas creatina-quinase, alaninatransaminase, aspartato-aminotransferase e lactato-desidrogenase, o que indica que não há infecção ou inflamação sistêmicas associadas à presença de WS. Ainda, os

estudos de Bailey et al. (2015) não demonstram registros de patógenos correlacionados a essa miopatia.

3.6 Características físicas e químicas e *White Striping*

Segundo Bowker e Zhuang (2016), em relação às características físicas, a carne de peito de frango com *WS* exibiu maiores pesos e valores de pH, porém com valores de coloração similares (L^* , a^* e b^*) quando comparados aos peitos NORM. Soglia et al. (2018), pesquisaram o efeito do *WS* na qualidade (pH, coloração, perdas de peso por cozimento e força de cisalhamento) da carne de peito de perus e não encontraram diferenças entre os casos de *WS* comparados aos NORM.

Na avaliação das características químicas, Petracci et al. (2014) investigaram o efeito do *WS* na composição e no valor nutricional da carne de frango, sendo que os resultados mostraram que ambos os filés com *WS* SEV e MOD comparados ao NORM apresentaram maior teor de gordura (2,53%, 1,46% e 0,78%), menor teor de proteína (20,90%, 22,20% e 22,90%), maior teor de colágeno (1,30%, 1,37% e 1,43%). Ainda, em um estudo sobre a influência da taxa de crescimento na ocorrência de estrias brancas em filés de peito de frango, Kuttappan et al. (2012a) verificaram um aumento no teor de gordura, com uma diminuição correspondente no teor de proteína, uma vez que o grau de distribuição aumentou de NORM para SEV. Consequentemente, a proporção gordura / proteína também aumentou à medida que o grau de ocorrência de *WS* aumentou de NORM para SEV; no entanto, os teores de umidade e cinzas não diferiram entre os graus de ocorrência da *WS*. Já Mudalal et al. (2014), realizaram um experimento sobre a quantidade e funcionalidade de frações proteicas em filés de peito de frango afetados por *WS* e, filés com *WS* também apresentaram maior porcentagem de umidade (75,40% e 73,80%), gordura intramuscular (2,15% e 0,98%) e menor porcentagem de proteína (18,70% e 22,80%), no entanto apresentaram maior porcentagem de umidade (75,40% e 73,80%) e menor porcentagem de cinzas (1,14% e 1,34%), em comparação aos filés NORM.

Segundo Kuttappan et al. (2012a), miopatia *WS* afeta a aceitação pelo consumidor com relação à severidade em filé de frango. O estudo relata que 50% dos consumidores consultados não comprariam a carne que apresentasse filés com graus MOD ou SEV de *WS*.

Tijare et al. (2016) observaram que peitos de frangos com miopatia classificadas como SEV apresentaram o tamanho de sarcômero maior, no entanto, a força de cisalhamento não diferiu entre as amostras com diferentes graus de severidade.

Soglia et al. (2018) investigaram o efeito da miopatia *WS* na qualidade e propriedades tecnológicas da carne de peito de peru. Os resultados demonstraram que os teores de umidade, colágeno e proteína não diferiram entre os grupos, porém, quando comparados com o NORM, foram encontrados maiores níveis lipídicos nos músculos SEV, enquanto que o MOD apresentou valores intermediários. Por outro lado, tanto o MOD como o SEV exibiram menor teor de cinzas e, as características de capacidade de retenção de água, pH, cor, perdas de peso por cozimento e força de cisalhamento não diferiram entre os casos de NORM e *WS*.

3.7 Oxidação lipídica e *White Striping*

A oxidação lipídica é descrita como sendo a principal causa de perda de qualidade da carne e seus produtos, depois da deterioração microbiana. Proporciona alteração de odor e sabor, além da oxidação dos pigmentos da carne, causando perda de cor, importantes causas para rejeição pelos consumidores. São vários os fatores que acometem o processo de oxidação, sendo eles, fatores ambientais (umidade, temperatura, luz e oxigênio), presença de metais (cobre, ferro e manganês), enzimas e pigmentos (SOUZA; ARTHUR; CANNIATTI-BRAZACA, 2007). A carne é comumente rica em triacilgliceróis e fosfolipídios que distanciados da proteção natural por motivo do abate e falência da circulação sanguínea passam por processos de oxidação (OSAWA et al., 2005).

Nos alimentos, a oxidação lipídica é um grave problema e afeta diretamente a indústria de alimentos, já que os produtos gerados são

indesejáveis pela decomposição dos lipídios assim como pela produção de compostos voláteis. Estes propiciam modificações sensoriais e destruição de constituintes primordiais, resultando na redução do valor nutricional e no desenvolvimento de compostos tóxicos ao longo do processamento e armazenamento do alimento. Quanto maior a presença de gorduras poliinsaturadas nos produtos cárneos mais suscetíveis à oxidação, bem como certas operações de processamento, o cozimento e o acréscimo de sal, possibilitando o rompimento do balanço oxidativo, causando desenvolvimento acelerado da rancidez oxidativa em carnes (MILANI et al., 2010).

A oxidação lipídica em carnes pode ser avaliada a partir do teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo a metodologia descrita por Vyncke (1970), uma vez que produtos primários de oxidação lipídica consistem basicamente de hidroperóxidos, os quais são rapidamente decompostos em inúmeras substâncias reativas ao ácido 2-tiobarbitúrico (TBA), principalmente carbonilas, sendo o malondialdeído o elemento principal. O produto da reação do TBA com estas substâncias é medido espectrofotometricamente a 532nm de comprimento de onda.

De acordo com Alnahhas et al. (2016) nenhum efeito da condição *WS* foi observado na oxidação lipídica na carne de peito de frango, conforme medido pelo índice TBARS, após 9 dias de armazenamento a 4 °C. A ausência de efeito no índice TBARS sugere que, apesar do aumento no conteúdo de gordura intramuscular dos peitos de frango, o *WS* não influencia o tempo de armazenamento de carne fresca.

Contrariamente, Soglia et al. (2016) encontraram diferenças significativas na oxidação lipídica em amostras de músculos *Pectoralis major* de frangos de corte machos com *WS*. O valor de TBARS em comparação com NORM foi de 0,35 vs. 0,22 mg malondialdeído / kg de carne ($P > 0,05$).

3.8 Colágeno e *White Striping*

O tecido conectivo tem função estrutural de sustentação muscular e de separar os diferentes músculos, transmitindo de forma eficiente a força contrátil

dos músculos ao esqueleto por meio de tendões e, dessa forma, produzindo o movimento (BAILEY; LIGHT, 1989).

O colágeno compõe aproximadamente 95% dos elementos fibrosos do tecido conectivo, enquanto os 5% restantes são compreendidos por elastina, proteoglicanos e glicoproteínas. Nos músculos, apresenta-se sob três formas: epimísio (feixe de fibras espessas que envolvem e separam os músculos); perimísio (composto de bainhas de fibras de colágeno que envolve e separa grandes e pequenos feixes de fibras musculares) e endomísio (camada de tecido conectivo que envolve individualmente as fibras musculares) (McCORMICK, 1994).

O tecido conjuntivo forma o principal tipo de fibra extracelular sendo o colágeno a proteína mais abundante no organismo animal apresentando valores entre 20 e 25% do total de proteínas. É formado por três cadeias polipeptídicas, cada uma com aproximadamente 1000 aminoácidos. Dentre eles, a hidroxiprolina se destaca por ser um aminoácido exclusivo do colágeno, sendo utilizada como parâmetro para estabelecer a quantidade de colágeno presente numa amostra de carne ou produtos derivados (STRYER, 1992).

No músculo menos de 2% do total de proteínas são provenientes do colágeno, sendo, porém, responsável por grande parte das mudanças que ocorrem na textura da carne durante o cozimento. Tais mudanças dependem da maturidade do colágeno e de fatores externos como a taxa de aquecimento, umidade e forma de preparo da carne (WESTON; ROGERS; ALTHEN, 2002).

A maior solubilidade do colágeno está ligada à idade e ao grupo genético, enquanto fatores como a alimentação tem pouca influência na solubilidade deste constituinte (HALL; HUNT, 1982). O sexo também influencia o conteúdo de colágeno (LUCHIARI FILHO, 2001), onde animais machos apresentam maior quantidade de tecido conectivo intramuscular que as fêmeas.

Os peitos de frango com WS no grau SEV podem ser caracterizados por maior teor de colágeno devido à ocorrência de uma manifestação de mineralização ou infiltração de colágeno como sequela da necrose das miofibras (KUTTAPPAN et al., 2013; MUDALAL et al., 2014).

Petracci et al. (2014) selecionaram 108 músculos *Pectoralis major* de frangos que representaram três graus de WS (NORM, MOD e SEV). Os resultados mostraram que os peitos com WS nos graus MOD e SEV

apresentaram maior teor de colágeno em comparação ao NORM (1,37% vs. 1,43% vs. 1,30%; $P < 0,01$). Mudalal et al. (2014) estudaram 12 músculos *Pectoralis major* de peitos de frango NORM e afetados por WS. Os peitos com WS apresentaram maior porcentagem de colágeno (1,36% vs. 1,22%; $P < 0,01$) em comparação com os peitos NORM.

3.9 Aplicações de carnes com miopatia *White Striping* em produtos cárneos

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) é um ministério do Poder Executivo do Brasil cuja competência é regular e inspecionar as indústrias, examinando se as exigências pertinentes à legislação higiênico-sanitária estão sendo regulamentadas. Qualquer carcaça, ou parte da carcaça e órgãos com lesões ou anormalidades inapropriadas para o consumo devem ser conduzidas ao Departamento de Inspeção Final (DIF) que serão minuciosamente examinados (BRASIL, 1952, 1998).

No presente, a legislação brasileira não possui um critério oficial de julgamento para a aceitação ou rejeição de carnes acometidas pela miopatia WS, diante disso, os gestores priorizaram medidas restritivas, rejeitando este tipo de carne e encaminhando para fabricação de subprodutos, como produtos cárneos (salsichas, linguiças, mortadelas, presuntos e outros) e farinha de ossos para formulação de comida animal (BRASIL, 1998).

De Oliveira et al. (2019) formularam mortadelas com 25%, 50%, 75% e 100% de peitos de frango com miopatia WS e os resultados demonstraram que os produtos estavam em conformidade com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para mortadela, instituído pela legislação brasileira. Além disso, a análise sensorial indicou que não houve diferença significativa ($P > 0,05$) entre as mortadelas formuladas, evidenciando que os peitos de aves com WS podem ser utilizados em produtos emulsionados como a mortadela. Já Petracci et al. (2013, 2014), investigando filés de frango com estrias brancas, evidenciaram maior perda durante a cocção e menor rendimento em empanados, em decorrência de uma diminuição significativa no conteúdo total de proteína, principalmente na fração miofibrilar (papel importante na funcionalidade das proteínas durante o processamento).

3.10 Quitosana

A quitosana é um polissacarídeo derivado do processo de desacetilação da quitina e constitui a maior parte dos exoesqueletos dos insetos, crustáceos e parede celular de fungos. É comprovadamente não tóxica, não causa alergia, biodegradável e biocompatível e, portanto, aprovada como Generally Recognized As Safe (GRAS) pelo USDA/FDA (2001) devido a sua alta atividade antimicrobiana de amplo espectro contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos (PRASHANTH & THARANATHAN, 2007).

O grau de desacetilação é um dos atributos mais significativos da quitosana, pois define o conteúdo de grupos amínicos livres no polissacarídeo distinguindo-o da quitina, influenciando especialmente a sua solubilidade. A quitosana é produzida a partir da quitina bruta desacetilada com hidróxido de sódio 40 a 50% em temperatura de 110 a 115 °C e contém propriedades como: pureza, viscosidade, grau de desacetilação, peso molecular e estrutura polimorfa dependendo das inúmeras variáveis de processamento como: temperatura, tempo de reação e composição dos reagentes, interferindo nas características finais do produto. O grau de desacetilação pode variar entre 70 e 95%, conforme a metodologia empregada (DAMIAN et al., 2009).

A quitosana possui vantagens na indústria de alimentos por apresentar efeito antimicrobiano, além de propriedades funcionais como ligação lipídica intestinal, redução do colesterol sérico, efeitos na capacidade de retenção de água, efeitos antioxidantes, conservantes em alimentos e capacidade emulsificante (SOULTOS et al., 2008).

Em consequência da elevada densidade de cargas positivas do polímero, a quitosana atrai e se une às moléculas de gorduras e, em um meio ácido como o estômago, absorve as gorduras no decorrer da digestão, constituindo uma “esponja” de gordura, de baixa digestão. Em um meio básico como o intestino, a “esponja” torna-se sólida e é eliminada pelas fezes, não sendo utilizada pelo organismo. Assim, a quitosana é capaz de absorver de 4 a 5 vezes o seu peso em gordura, sendo, portanto, de grande importância para o controle de excesso de gordura na alimentação (AZEVEDO et al., 2007).

Vários estudos têm relatado a capacidade antioxidante da quitosana, especialmente em carnes e derivados e frutos do mar, os quais demonstram quantidades consideráveis de ácidos graxos insaturados propensos à oxidação lipídica no decorrer do processamento e armazenamento. Estes produtos correlacionam o mecanismo de ação antioxidante da quitosana com a capacidade de quelar íons metálicos, como o ferro, ligado às moléculas de hemoglobina e mioglobina, que atua como catalisador desta reação (FAI, STAMFORD, & STAMFORD, 2008).

Sagoo, Board e Roller (2002) analisaram produtos de carne suína trituradas utilizando a quitosana, nas concentrações de 0,25% a 0,5%, apontando que o tratamento com quitosana aumentou o prazo de validade de embutidos sem pele resfriados de sete para 15 dias. Soutos et al. (2008) testaram a eficácia conservadora de combinações de quitosana e nitrito em salsichas de carne suína frescas, nas concentrações de 0,5% a 1,0%, mostrando que a quitosana pode ser usada efetivamente para estender o prazo de validade das salsichas armazenadas em condições refrigeradas.

Conclusão

Este estudo dará origem a diversos artigos e trabalhos científicos a serem publicados em revistas indexadas, ligadas à área de avicultura e tecnologia de produtos de origem animal e também em congressos nacionais e internacionais. Também, contribuirá com dados e conclusões para indústria avícola e órgãos governamentais através da caracterização do perfil da carne de aves comercializada e de que maneira devem se adequar à ocorrência da miopatia *White Striping* para que continuem oferecendo produtos de qualidade ao consumidor, assim como, as empresas de genéticas que tem demonstrado grande preocupação com o problema que está ocorrendo no Brasil e em outros países de grandes potenciais avícolas.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório anual de 2018**. 2019.

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 Genetics**, London, v. 17, n. 1, p. 61, 2016.

AVISITE. Carnes avícolas: tendência das exportações em uma década. Campinas, 2017.

AZEVEDO, V. V. C. et al. Quitina e quitosana: aplicações como biomateriais. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, Campina Grande, v. 2, n. 3, p. 27-34, 2007.

BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **Connective tissue in meat and meat products**. London: Elsevier Applied Science, 1989.

BAILEY, R. A. et al. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**, Cary, v. 94, n. 12, p. 2870-2879, 2015.

BARBUT, S. et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 46-63, 2008.

BAUERMEISTER, L. J. et al. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. **Poultry Science**, Cary, v. 88, n. Suppl 1, p. 33, 2009.

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

BOWKER, B.; ZHUANG, H. Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat¹. **Poultry Science**, Cary, v. 95, n. 8, p. 1957-1965, 2016.

BRASIL. Decreto-lei nº. 30.691, de 29 de março 1952. Estabelece Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem-Animal (RIISPOA).

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 210, 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico sanitária de carnes de aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 nov. 1998. Seção 1, p.226.

BRUGNEROTTO, J. et al. An infrared investigation in relation with chitin and chitosan characterization. **Polymer**, London, v. 42, n. 8, p. 3569-3580, 2001.

CHATTERJEE, S. et al. Chitosan from *Mucor rouxii*: production and physico-chemical characterization. **Process Biochemistry**, London, v. 40, n. 1, p. 395-400, 2005.

CHI, S.; ZIVANOVIC, S.; PENFIELD, M. P. Application of chitosan films with oregano essential oil on bologna- active compounds and sensory attributes. **Food Science and Technology International**, London, v. 12, n. 2, p. 111-117, 2006.

COSTA, F. D. et al. Caracterização do processo de rigor mortis e da maciez dos músculos gastrocnemius e pectoralis e efeito da radiação gama na vida comercial da carne de peru (*Meleagris gallopavo*). **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 13, n. 3, p. 165-169, 2006.

DAMIAN, C. **Efeito da quitosana na digestibilidade aparente da gordura e na qualidade de salsichas Frankfurt**. 2005. 154 f. Tese - (Doutorado em Tecnologia dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

DAMIAN, C. et al. Quitosana: um amino polissacarídeo com características funcionais. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 2, p. 195-205, 2009.

DE GENOVA GAYA, L.; BARRETO MOURÃO, G.; STERMAN FERRAZ, J. B. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal em frangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p. 709-716, 2006.

DE OLIVEIRA, J. R. et al. Mortadella formulations using poultry breasts with White Striping and Wooden Breast. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, Fortaleza, v. 13, n. 3, p. 411-417, 2019.

DORNELLAS, T. Avaliação físico-química de filés de frango com White Striping em uma linha comercial de abate. In: ENCONTRO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEL, 25., 2015, Londrina. **Anais...** Londrina, 2015. v. 1, p. 1-4.

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

EITS, R. M. et al. Responses of broiler chickens to dietary protein: effects of early life protein nutrition on later responses. **British Poultry Science**, v. 44, n. 3, p. 398-409, 2003.

FAL, A. E. C.; STAMFORD, T. C. M.; STAMFORD, T. L. M. Potencial biotecnológico de quitosana em sistemas de conservação de alimentos. **Revista Iberoamericana de Polímeros**, Bilbao, v. 9, n. 5, p. 435-451, 2008.

FERREIRA, T. Z. **Características histopatológicas da miopatia White Striping de frangos de corte**. 2012. 25 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização) – Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

GALILEU Novembro 2015. Disponível em:

<<https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/Biologia/noticia/2015/11/os-perus-ficaram-absurdamente-mais-gordos-nas-ultimas-decadas.html>>. Acesso em: 22 jan. 2020.

HALL, J. B.; HUNT, M. C. Collagen solubility of A-maturity bovine longissimus muscle as affected by nutritional regimen. **Journal of Animal Science**, Cary, v. 55, n. 2, p. 321-328, 1982.

HOLSHEIMER, J. P.; VEERKAMP, C. H. Effect of dietary energy, protein, and lysine content on performance and yields of two strains of male broiler chicks. **Poultry Science**, v. 71, n. 5, p. 872-879, 1992.

KAIBER, F. Produzindo Perus. **Avicultura Industrial**, São Paulo, v. 96, n. 3, p. 30-34, 2005.

KENNEDY, O. B. et al. Consumer perceptions of poultry meat: a qualitative analysis. **Nutrition & Food Science**, Bingley, v. 34, n. 3, p. 122-129, 2004.

KLOSOWSKA, D. B.; ROSINSKI, A.; ELMINOWSKA-WENDA, G. Microstructural characteristics of the pectoralis muscle of white Italian geese. In: EUROPEAN SYMPOSIUM ON THE QUALITY OF POULTRY MEAT, 11., 1993. **Proceedings...** 1993. p. 144-148.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Effect of white striping on the histological and meat quality characteristics of broiler fillets. **Poultry Science**, Cary, v. 88, p. 136-137, 2009.

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

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

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**, Cary, v. 92, n. 2, p. 339-345, 2013.

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

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

LIMA, D. M. **Tabela brasileira de composição de alimentos-TACO**. Campinas: Nepa-Unicamp, 2006.

LIMA, R. A. S. Crescimento da produção brasileira de peru. **Animal Business Brasil**, Rio de Janeiro, v. 16, p. 10-13, 2014.

LIU, Nan, et al. Effect of MW and concentration of chitosan on antibacterial activity of Escherichia coli. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 64, n. 1, p. 60-65, 2006.

LUCHIARI FILHO, A. **Como as fibras de colágeno influenciam na maciez da carne**. 2001.

MACAHYBA, R. B. et al. Condenações post mortem em perus (Meleagris gallopavo) criados na região oeste catarinense e abatidos sob Inspeção Federal. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, Niterói, v. 12, n. 1-3, p. 53-57, 2005.

MCCORMICK, R. J. The flexibility of the collagen compartment of muscle. **Meat Science**, Amsterdam, v. 36, n. 1-2, p. 79-91, 1994.

MCKEE, S. et al. Occurrence of white striping in broiler breast fillets in relation to broiler size. In: EUROPEAN POULTRY CONFERENCE, 13., 2010. **Proceedings...** 2010.

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

MILANI, L. I. G. et al. Oxidação lipídica, características sensoriais e cor da carne de frango adicionada de extratos de caqui (Diospyros kaki, L.) e submetida a tratamento térmico. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 13, n. 4, p. 242-250, 2010.

MOURA G. G. C.; FAGUNDES NETO L.; SANTANA A. P. L. Melhoramento genético em aves de corte. **Revista Conexão Eletrônica**, Três Lagoas, MS, v. 14, n. 1, 2017.

MUDALAL, S. et al. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. **Poultry Science**, Cary, v. 93, n. 8, p. 2108-2116, 2014.

OSAWA, C. C. et al. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 655-663, 2005.

PASCHOAL, E. C.; DOS SANTOS, J. M. G. Miopatia peitoral profunda como causa de condenação em abatedouro de aves. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 6, n. 2, 2012.

PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle growth and poultry meat quality issues. **Nutrients**, Basel, v. 4, n. 1, p. 1-12, 2012.

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

PETRACCI, M. et al. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, Abingdon, v. 13, n. 1, art. 3138, p. 179-183, 2014.

PRASHANTH, K. V H.; THARANATHAN, R. N. Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential - an overview. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 117-131, 2007.

ROY, B. C. et al. Effects of nutritional level on muscle development, histochemical properties of myofibre and collagen architecture in the pectoralis muscle of male broilers. **British poultry science**, v. 47, n. 4, p. 433-442, 2006.

RUTZ F. et al. Crescimento muscular e características de qualidade das carcaças de frango: genética, nutrição e sanidade, qual o papel de cada um? In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, Chapecó, SC. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA E I BRASIL SUL POULTRY FAIR, 10., 2016, Concórdia. **Anais...** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2016. p. 160.

SAGOO, S.; BOARD, R.; ROLLER, S. Chitosan inhibits growth of spoilage micro-organisms in chilled pork products. **Food Microbiology**, London, v. 19, n. 2-3, p. 175-182, 2002.

SAKOMURA, N. K. et al. Lysine, methionine, phenylalanine, arginine, valine, isoleucine, leucine, and threonine maintenance requirements of broiler breeders. **Poultry science**, v. 94, n. 11, p. 2715-2721, 2015.

SCHEUERMANN, G. N. Alteração na quantidade e qualidade da carne de aves através da manipulação das fibras musculares. In: CONFERENCIA APINCO DE CIENCIA E TECNOLOGIA AVICOLAS, 2004, Campinas. **Anais...** Campinas: FACTA, 2004.

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

SKLAN, D.; NOY, Y. Crude protein and essential amino acid requirements in chicks during the first week posthatch. **British Poultry Science**, v. 44, n. 2, p. 266-274, 2003.

SOGLIA, F. et al. Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. **Food Research International**, Oxford, v. 89, p. 1071-1076, 2016.

SOGLIA, F. et al. Effect of white striping on turkey breast meat quality. **Animal**, Cambridge, v. 12, n. 10, p. 2198-2204, 2018.

SOULTOS, N., et al. Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages. **Meat Science**, Amsterdam, v. 80, n. 4, p. 1150-1156, 2008.

SOUZA, A.; ARTHUR, V.; CANNIATTI-BRAZACA, S. G. Efeito da radiação gama e do armazenamento na oxidação lipídica e no colesterol de carne de cordeiros da raça Santa Inês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, p. 67-71, 2007.

STICKLAND, N. C. Microstructural aspects of skeletal muscle growth. **Meat Focus International**, Wallingford, 1995.

STRYER, Proteínas do tecido conjuntivo. In:_____. **Bioquímica**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. p. 213-229.

TESSERAUD, S. et al. Relative responses of protein turnover in three different skeletal muscles to dietary lysine deficiency in chicks. **British Poultry Science**, v. 37, n. 3, p. 641-650, 1996.

TIDYMAN, W. E.; MOO, L. A.; BANDMAN, E. Expression of fast myosin heavy chain transcripts in developing and dystrophic chicken skeletal muscle. **Developmental Dynamics**, Hoboken, v. 208, n. 4, p. 491-504, 1997.

TIJARE, V. V. et al. Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. **Poultry Science**, Cary, v. 95, n. 9, p. 2167-2173, 2016.

VERMA, A. K.; SHARMA, B. D.; BANERJEE, R. Effect of sodium chloride replacement and apple pulp inclusion on the physico-chemical, textural and sensory properties of low fat chicken nuggets. **LWT – Food Science and Technology**, v. 43, n. 4, p. 715-719, 2010.

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

WESTON, A. R.; ROGERS, R. W.; ALTHEN, T. G. The role of collagen in meat tenderness. **The Professional Animal Scientist**, New York, v. 18, n. 2, p. 107-111, 2002.

CAPÍTULO I

Qualidade da carne de peito de perus acometidos pela miopatia *White Striping* no Brasil

RESUMO

O objetivo deste estudo foi caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade (Normal, Moderado e Severo) da miopatia *White Striping* (WS), bem como avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne. Foram utilizadas amostras do músculo *Pectoralis major* oriundas de perus machos da linhagem Nicholas, criados e abatidos na região Sudeste do Brasil. Os peitos inteiros dos perus foram utilizados para classificação macroscópica, avaliação de peso e medidas morfométricas. Em seguida, o músculo *Pectoralis major* foi separado para avaliação histológica e análises físicas e químicas de qualidade, a saber: coloração externa e interna (L^* , a^* e b^*), valor de pH, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC) (MORS e Warner-Bratzler), comprimento de sarcômero, colágeno total, solúvel e insolúvel, composição centesimal (proteína, lipídeos, umidade e cinzas), teor de colesterol e perfil de ácidos graxos. Os dados foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (normal (NORM), moderado (MOD) e severo (SEV)) e 29 repetições de cada tratamento. Foi realizada ANOVA e as médias dos resultados obtidos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. Os resultados mostraram que músculos acometidos pela miopatia exibiram maiores pesos (em torno de 2,8 kg) em comparação com os músculos normais (1,3 kg) e um significativo aumento ($P < 0,05$) no diâmetro das fibras. O aumento no grau de severidade da miopatia aumentou ($P < 0,05$) o valor de L^* e diminuiu ($P < 0,05$) o valor de a^* das partes interna e externa do músculo. Não foram observadas diferenças nos valores de pH, PPC e CRA dos músculos, enquanto que a FC MORS e Warner-Bratzler do grau SEV resultou em valores de cisalhamento significativamente mais baixos ($P < 0,05$) em comparação ao grau NORM. Além disso, os músculos MOD e SEV apresentaram valores inferiores de proteínas ($P < 0,05$) quando comparados com os músculos NORM. Não foram observadas diferenças significativas para a umidade e teores de lipídeos e colesterol. Carnes com os graus de severidade MOD e SEV da miopatia WS apresentaram maiores ($P < 0,05$) concentrações de colágeno insolúvel e

colágeno total. Assim, a presença da miopatia *WS* nos graus moderado e severo afetou grande parte das características histológicas e de qualidade avaliadas.

Palavras-chave: Estabilidade; maciez; *Pectoralis major*.

1. Introdução

O mercado de carne de perus tem se destacado dentre as produções de carnes, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal - ABPA (2019), no ano de 2018 a produção de carne de perus foi de 181,25 mil toneladas fornecendo 59% para o mercado interno e 41% para as exportações. As exportações do país alcançaram 74 mil toneladas destinadas 48,98% aos portos de Itajaí, 19,33% a Rio Grande, 15,92% a Paranaguá e 12,24% a São Francisco do Sul. O consumo da carne de perus no Brasil ocorre especialmente na forma de presuntos, peitos defumados ou cozidos, mortadelas, salsichas e hambúrgueres (MAGDELAINE; SPIESS; VALCESCHINI, 2008; KUTTAPAN et al. 2012; KUTTAPPAN et al. 2013).

A carne de peru tornou-se popular universalmente e é muito utilizada em gastronomias regionais. Apresenta elevado teor proteico e mineral, reduzido teor lipídico e boas características sensoriais (GÁLVEZ et al. , 2018). Com o aumento das preocupações com a saúde entre os consumidores, o consumo desta carne aumentou durante as últimas décadas, colocando mais pressão sobre os produtores para melhorar o desempenho da produção de aves vivas (taxa de crescimento e conversão alimentar). Esta intensa seleção genética das aves para um maior ganho de peso em um menor tempo de vida vem provocando comportamentos fisiológicos anormais que proporcionam danos ao tecido muscular, como é o caso da miopatia *White Striping (WS)* (PETRACCI et al., 2014).

A miopatia *WS* é a ocorrência de estriamento branco visualizado paralelamente em direção às fibras musculares, especialmente no músculo *Pectoralis major* (filé de peito), podendo apresentar graus de severidade variável, sendo classificados como normal (NORM), moderado (MOD) e severo (SEV). Está diretamente associada a aves mais pesadas e/ou com maior taxa de crescimento (KUTTAPPAN et al., 2013a).

A existência da miopatia *WS* não afeta a segurança da carne como alimento, entretanto pode diminuir a qualidade e aceitação por parte do consumidor. Em estudo sobre aceitação pelo consumidor da aparência da carne de peito de frango com diferentes graus da miopatia *WS* os resultados sugerem que a *WS* afeta a aceitação pelo consumidor com base na aparência dos filés e os consumidores estavam mais propensos a comprarem os filés *NORM* (KUTTAPPAN et al., 2012b). Filés de peito de frango acometidos pela miopatia apresentam elevação no teor de gordura, redução no teor de proteína, valores aumentados de ácidos graxos monoinsaturados e valores reduzidos dos ácidos eicosapentaenóico e docosahexanóico. O valor do pH e as perdas por cozimento são significativamente maiores e a força de cisalhamento (FC) e a capacidade de retenção de água (CRA) são significativamente menores em carnes com *WS* (KUTTAPPAN et al., 2012; KUTTAPPAN et al., 2013; PETRACCI et al., 2013).

Considerando que a miopatia *WS* é uma realidade que atinge a avicultura brasileira, por apresentar impacto potencialmente negativo na produção de aves comerciais, e que, apesar de inúmeros estudos terem abordado atualmente o impacto desta miopatia na qualidade e propriedades tecnológicas da carne de frango. Desta forma, o objetivo deste estudo foi caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *WS*, bem como avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne.

2. Materiais e métodos

2.1 Coleta e preparo das amostras

As amostras foram coletadas em abatedouro comercial localizado na Região Sudeste do Brasil com alta incidência de graus moderados e severos da miopatia *WS*. Foram utilizadas 87 amostras provenientes do músculo *Pectoralis major* de perus machos da linhagem *Nicholas*, com idade de aproximadamente 150 dias e peso médio ao abate de 18,5kg, acometidos pela miopatia em diferentes graus (*NORM* (n = 29); *MOD* (n = 29); *SEV* (n = 29)). As aves foram abatidas de acordo com a rotina da planta frigorífica.

A coleta das amostras foi realizada de forma aleatória na linha de abate, conforme a ocorrência da miopatia. Após identificação e coleta, as amostras

foram transportadas até o Laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal, sob temperatura controlada (4 °C a 6 °C). As análises físicas foram realizadas imediatamente após a chegada das amostras ao laboratório e as amostras destinadas às análises químicas foram congeladas em freezer (-18 °C), para posterior análise (durante um período não superior a 30 dias).

2.2 Análises

2.2.1 Classificação das amostras segundo o grau de severidade da miopatia *White Striping*.

A classificação macroscópica das carcaças foi realizada inicialmente de acordo com o grau de severidade das estrias aparentes no músculo, sendo NORM, MOD e SEV; de acordo com metodologia empregada por Kuttappan et al. (2012). A classificação em grau MOD foi dada aos filés que exibiram estrias esbranquiçadas de espessura inferior a 1 mm, porém visíveis na superfície do músculo. Foram classificados como SEV os filés que exibiram estrias esbranquiçadas, paralelas às fibras musculares, com espessura superior a 1 mm, facilmente visíveis na superfície do filé de peito. Foram classificados como NORM os filés que não apresentaram estrias visíveis. Imagens ilustrativas desta classificação são apresentadas na Figura I. 1. Em seguida, cada músculo foi mensurado quanto ao seu peso.

Figura I. 1 - Classificação da miopatia *White Striping* de acordo com o grau de severidade (normal, moderado e severo) das estrias aparentes no músculo

Fonte: Própria autora.

2.2.2 Análise histológica

Para a análise dos parâmetros morfométricos da fibra muscular, amostras transversais de 20 mm x 20 mm do músculo *Pectoralis major* de dez aves por tratamento foram removidas da região esternal na porção paramediana à lesão, para analisar o comprometimento da musculatura em torno da área acometida pela miopatia *WS*. Posteriormente, o material foi fixado no decorrer de 24 horas em recipientes plásticos possuindo solução de Bouin. Em seguida, as amostras foram lavadas em etanol 70% para retirada do fixador, e desidratadas em série de concentração crescente de etanol (70, 80, 90 e 100%). Logo, passou-se à diafanização em xilol e à infiltração em parafina histológica. Foram elaborados cortes histológicos semisseriados de 5 micrômetros (μm) de espessura que foram corados com Hematoxilina e Eosina (TOLOSA et al., 2003).

As lâminas foram produzidas com Etellan. O material final foi analisado em um fotomicroscópio Olympus, nas objetivas de 10 e 40x, acoplado ao Sistema Analisador de Imagem Computadorizado da Olympus. As imagens relacionadas foram fotografadas para subsequente análise morfométrica no software Olympus *Cell Sens* 1.14. Preliminarmente, foi analisada a arquitetura, forma, tamanho,

posição dos núcleos e a existência de artefatos ou anomalias nos cortes histológicos. As análises morfométricas da fibra muscular abrangeram o número de fibras musculares, o perímetro (μm), diâmetro (μm), área (μm^2) das fibras e a espessura do perimísio que envolve as fibras musculares.

2.2.3 Análises químicas

Os teores de colágeno total, solúvel e insolúvel foram quantificados pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologias propostas por Woessner Jr (1961) e Cross, Carpenter e Smith (1973), adaptadas por Hadlich et al. (2006) e pelo Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

Foram pesados 5 g de carne crua congelada em tubos falcon de 50 mL e adicionados 20 mL de água destilada. Posteriormente os tubos foram submetidos a aquecimento em banho-maria (80 °C) por duas horas. Em seguida as amostras foram homogeneizadas em Ultra - turrax a 22.000 rpm durante 1 minuto e centrifugadas a 4000 rpm por 15 minutos (centrífuga Hitachi CR22N, Japão). As amostras foram transferidas para tubos autoclaváveis, nessa fase houve a separação do sedimento (fração sólida) e do filtrado (fração líquida). Foram adicionados 30 mL de HCl 6N ao filtrado e 50 mL de HCl 6N ao sedimento (WOESSNER JR, 1961). As amostras foram hidrolisadas em autoclave durante 4 horas (120 °C, 1 atm) (CROSS; CARPENTER; SMITH, 1973), no dia seguinte, foi ajustado para 6,0 o pH de todas as amostras com uso de NaOH 2N. Após, as amostras foram filtradas em balões volumétricos (sedimento em balões de 250 mL e filtrado em balões de 100 mL) e os balões foram preenchidos com água destilada. Depois foram coletados 10 mL de todas as amostras e adicionados em outros balões volumétricos (amostras de sedimento em balões de 100 mL e de filtrado em balões de 50 mL), completando-se os balões com água destilada. Em seguida foram pipetadas alíquotas de 2 mL de cada amostra diluída para tubos de ensaio e adicionado 1 mL de reagente de oxidação (cloramina T) e 1 mL de reagente de cor (10 g de p-dimetilaminobenzaldeído em 35 mL de ácido perclórico 60% e 65 mL de isopropanol). Os tubos com as amostras foram

mantidos em banho-maria durante 15 minutos a 60 °C. Foram feitas leituras em espectrofotômetro com comprimento de onda ajustado para 560 nm.

Os resultados para concentração de colágeno solúvel foram obtidos através das amostras de filtrado, enquanto os resultados para concentração de colágeno insolúvel foram obtidos através das amostras de sedimento. A curva padrão foi obtida com o uso de uma solução com concentração conhecida de hidroxiprolina, a qual foi estimada em 7,14 vezes a concentração de colágeno (HADLICH et al., 2006). Os valores de colágeno total, insolúvel e solúvel foram calculados por meio das seguintes equações:

$$\% \text{ Colágeno no sedimento} = \frac{\text{absorbância} \times F \times 250 \times 100 \times 7.14 \times 10^{-6} \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\% \text{ Colágeno no sobrenadante} = \frac{\text{absorbância} \times F \times 100 \times 50 \times 7.14 \times 10^{-6} \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\% \text{ Colágeno total} = \% \text{ colágeno no sedimento} + \% \text{ colágeno no sobrenadante}$$

$$\% \text{ Colágeno termossolúvel} = \frac{\% \text{ colágeno no sobrenadante} \times 100}{\% \text{ colágeno total}}$$

A composição centesimal foi determinada por meio da avaliação do conteúdo de umidade (950.46 - *Moisture in Meat*), proteína (977.14 - *Nitrogen in Meat*) e cinzas 920.153 (*Ash of Meat*), conforme procedimentos preconizados pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005) e lipídeos pela metodologia descrita por Bligh e Dyer, 1959.

O colesterol foi determinado a partir da metodologia descrita por Saldanha, Mazalli e Bragagnolo (2004). Foi pesado 0,5 g de amostra liofilizada em tubos falcon e adicionado 6 mL de etanol e 4 mL de solução aquosa de KOH 50%. Em seguida, os tubos ficaram em banho-maria com agitação (40 °C) até a dissolução total das amostras. Logo, os tubos com amostras permaneceram em banho-maria (60 °C) durante 10 minutos. Foram adicionados 5 mL de água destilada e após esfriamento das amostras foi adicionado três vezes 10 mL de hexano para separação de fases. Da fase superior foi coletada alíquota de 3 mL que foi evaporada com N₂. Após, foi adicionado 0,5 mL de isopropanol e os tubos foram

submetidos à agitação em vortex e adicionado 3 mL de reagente enzimático (kit enzimático para análise de colesterol Labtest: Colesterol Liquiform, Ref.: 76 MS: 10009010068) e as amostras foram levadas para banho-maria durante 10 minutos (37 °C). Finalmente, foi realizada leitura em espectrofotômetro com o comprimento de onda indicado pelo fabricante do reagente enzimático (500 nm).

O comprimento de sarcômero foi determinado pelo método de Cross, West e Dutson (1981), utilizando-se aproximadamente 0,5 gramas da porção central do músculo de cada amostra. Em seguida, adicionou-se em tubo falcon 15 mL de Cloreto de potássio 0,08 mol/L e 15 mL Iodeto de potássio 0,08 mol/L, e homogeneizou-se em equipamento Turrax a 15000 rpm, por 30 segundos para facilitar a suspensão das miofibrilas do músculo. Uma gota do homogenato foi transferida para lâmina e coberta com lamínula. O conjunto foi lido rapidamente em microscópio de contraste de fase em ampliação de 1000x (objetiva 100x, ocular 10x).

As análises de perfil de ácidos graxos foram realizadas no Laboratório de Bioquímica de Plantas do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus Jaboticabal, São Paulo, Brasil. As amostras cruas foram isoladas em ácidos graxos pelo método descrito por Bligh e Dyer (1959), removendo a fase lipídica da amostra. A esterificação dos ácidos graxos foi realizada segundo metodologia proposta por Maia; Rodriguez-Amaya (1993), e analisado por um cromatógrafo a gás (Shimadzu 14 B, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japão) equipado com um detector de ionização de chama e uma coluna capilar de sílica fundida (Omegawax 250), sendo utilizado H₂ como gás de transporte. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção de padrões com composição conhecida.

2.2.4 Análises físicas

A coloração foi determinada em triplicata, com colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR - 400, que utilizou o sistema CIELAB (L *, a * e b *). Foram avaliados os parâmetros luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de amarelo (b *) do músculo *Pectoralis major*. A coloração foi avaliada nas superfícies externa (superfície do músculo em contato com a pele) e

interna (superfície interna do músculo em contato com o músculo supracoracóideo e osso esterno) de maneira a verificar se não havia interferência da escaldagem no processo de abate. A avaliação foi realizada em três pontos diferentes de cada parte do músculo.

O valor de pH foi determinado em duplicata, utilizando um pHmetro digital da marca Texto, modelo 205, munido de eletrodo de penetração, por meio da inserção direta do eletrodo no músculo *Pectoralis major*.

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada por meio da metodologia descrita por Hamm (1961) na qual foram utilizados 2 g de amostra do músculo *Pectoralis major* colocadas entre dois papéis de filtro e placas de acrílico e submetidos à pressão exercida por um peso de 10 kg durante cinco minutos. Posteriormente as amostras foram novamente pesadas para determinação da CRA, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$CRA = \frac{(\text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

A perda de peso no cozimento (PPC) foi determinada em amostras do músculo *Pectoralis major*, que apresentavam tamanhos e pesos semelhantes, utilizando a metodologia descrita por Honikel (1987). As amostras foram pesadas, embaladas em tripa plástica impermeável e cozidas em banho-maria (85 °C) durante 30 minutos. Após o resfriamento em temperatura ambiente, foram novamente pesadas para determinação da PPC, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$PPC = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

A força de cisalhamento (FC) foi analisada por meio do método Meullenet-Owens Razor Shear (MORS) descrito por Meullenet et al. (2004) em amostras do músculo *Pectoralis major* providas da análise de perda por cozimento. As amostras foram submetidas ao corte com as fibras orientadas no sentido perpendicular à lâmina, a qual possui formato reto, com 0,5 mm de espessura, 8,9 mm de largura e 30 mm de altura. A velocidade do corte foi de 10 mm/s,

profundidade de cisalhamento da amostra de 20 mm e força de disparo de 0,1 N. Foram feitas 3 medições em cada amostra. A lâmina foi acoplada ao texturômetro Texture Analyser TA-XT2i para realização dos cortes e a força necessária para cisalhar a amostra foi expressa em Newton (N). O método Warner-Bratzler descrito por Lyon, Lyon e Dickens (1998) também foi aplicado, onde as amostras foram cortadas em tiras com área de secção de 1cm² (com três repetições), as quais foram colocadas com as fibras orientadas no sentido perpendicular ao do dispositivo “Warner-Bratzler”, acoplado ao texturômetro Texture Analyser TA-XT2i, e submetidas ao corte. A força necessária para cisalhar a amostra também foi expressa em Newton (N).

2.3 Análise estatística

Os dados foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (NORM (n = 29); MOD (n = 29); SEV (n = 29)).

Foi realizado ANOVA e em caso de significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, com nível de significância definido em $P < 0,05$, utilizando o software SAS (Sas Institute Inc., 2002-2003).

3 Resultados e discussões

3.1. Análise macroscópica geral dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

Na análise macroscópica geral dos músculos *Pectoralis major* de perus foram observadas estrias brancas com arranjo na mesma direção das fibras musculares nos graus MOD e SEV da miopatia. Os músculos peitorais moderadamente afetados apresentaram estriações no quadrante superior direito e esquerdo menores que 1 mm de espessura. Enquanto as estrias no grau SEV se estenderam até a porção média do músculo, com espessura geralmente maior que 1 mm, seguindo a classificação de Kuttappan et. al. (2012).

Os resultados das classificações e pesos do músculo *Pectoralis major* estão apresentados na Tabela I. 1. Observa-se que houve aumento no peso do músculo *Pectoralis major* com a progressão da lesão, ou seja, o peso do músculo *Pectoralis major* de perus Nicholas sem a miopatia (NORM) foi metade do valor dos afetados pela WS (nos graus MOD e SEV). Os resultados do presente experimento corroboram com os resultados encontrados por Kuttappan et al. (2013b), Russo et al. (2015) e Baldi et al. (2018), que verificaram que a WS é mais severa em frangos de corte mais pesados.

Tabela I. 1 - Classificações e pesos dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

Classificação	Peso do peito (kg)
Normal	1350±389 ^b
Moderado	2779±283 ^a
Severo	2922±417 ^a
P-valor	1,360e-08

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

3.2. Análise microscópica dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

No músculo *Pectoralis major* de perus da linhagem Nicholas, as fibras apresentaram-se acidofílicas e com o aspecto circular ao corte transversal. Os núcleos eram numerosos e basofílicos, geralmente localizados na periferia das fibras musculares. Observou-se tecido conjuntivo denso não modelado caracterizado como perimísio que reúne fibras musculares esqueléticas em fascículos (Figura I. 2). As fibras do músculo *Pectoralis major* na região paralela à lesão, em perus acometidos pelo grau SEV da WS apresentaram-se hipertrofiadas e com revestimento de tecido conjuntivo denso não modelado mais espesso em relação ao grau NORM e MOD (Figura I. 2). Na Figura I. 2A observa-se homogeneidade no tamanho de fibras musculares normocoradas. Na Figura I. 2B notam-se variações no tamanho das fibras. Na Figura I. 2C observa-se o perimísio acompanhado de infiltrado de colágeno no grau SEV da miopatia.

Figura I. 2 - Fotomicrografia de seção histológica transversal do músculo *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*. A: Normal. B: Aspecto moderado da miopatia *White Striping*. C: Aspecto severo da miopatia *White Striping*. Fibra muscular ($\triangle$), perimísio (*). H.E., 100X

Fonte: Própria autora.

3.3. Histomorfometria das fibras dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

Os perus que não apresentaram WS tiveram maior número, menor área, menor perímetro e diâmetro das fibras musculares e tecidos conjuntivos intersticiais (perimísio) mais delgados em relação ao grupo MOD e SEV ($P < 0,05$) (Tabela I. 2). Não houve diferença entre o grupo MOD e SEV para as variáveis morfométricas estudadas. De acordo com Wilson et al. (1990), em um estudo sobre a estrutura muscular e a atividade das enzimas sanguíneas em linhagens de perus selecionados para crescimento rápido, as distrofias musculares proporcionaram um aumento compensatório no diâmetro das fibras, característica também observada no presente trabalho. De acordo com An et al. (2010), a maciez da carne está negativamente relacionada com a espessura do

endomísio. Desta forma, de acordo com os resultados observados na Tabela I. 2 para espessura de endomísio, pode-se esperar que a área muscular afetada pela estriação branca apresente menor maciez, tanto no grupo MOD quanto no SEV.

Tabela I. 2 - Número das fibras musculares, área (μm^2), perímetro (μm), diâmetro (μm) das fibras musculares e a espessura do perimísio (μm) que envolve as fibras musculares do músculo *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
Número (por área)	236±54 ^a	152±43 ^b	152±27 ^b	1,68E-05
Área das fibras (μm^2)	4111±1288 ^b	5432±2038 ^a	5255±1178 ^a	0,001
Perímetro (μm)	255±40 ^b	301±56 ^a	289±35 ^a	0,004
Diâmetro (μm)	71±11 ^b	81±14 ^a	80±9 ^a	0,001
Espessura perimísio (μm)	16±9 ^b	19±6 ^a	21±8 ^a	0,009

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

3.4. Análises químicas dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

A ocorrência da miopatia *WS* afetou parcialmente os resultados obtidos nas análises químicas (Tabela I. 3). Os conteúdos de proteínas e cinzas foram significativamente alterados dentro dos graus de severidade (ambos MOD e SEV). Kuttappan et al. (2012) e Petracci et al. (2014) relataram que o conteúdo de proteína diminui à proporção que o grau de severidade da miopatia *WS* aumenta. Da mesma forma, Mudalal et al. (2014), em um estudo sobre quantidade e funcionalidade de frações proteicas em filés de peito de frango, verificaram que filés com *WS* apresentaram menor porcentagem de proteínas. Segundo Kuttappan et al. (2012) a diferença na composição química pode ser uma consequência das modificações miopáticas verificadas em graus mais elevados da distribuição de *WS*, sendo que a degeneração ou atrofia das fibras musculares pode ter influenciado o teor reduzido de proteínas resultando na criação de mais espaço para os adipócitos se ampliarem, favorecendo o aumento da deposição de gordura, o que não foi observado no presente estudo.

No presente estudo, não foram observadas diferenças significativas para os conteúdos de umidade, lipídeos e colesterol. Ao contrário, Sales et al. (2019) observaram um aumento nos teores de lipídios e umidade em peitos de frango acometidos pela miopatia *WS* severa quando comparado ao controle.

Tabela I. 3 - Composição química do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
Proteína (%)	20,3 ± 1,27 ^A	18,3 ± 1,87 ^B	18,3 ± 0,74 ^B	< 0,001
Lipídeos (%)	2,8 ± 0,14	2,8 ± 0,22	2,6 ± 0,51	0,2946
Umidade (%)	73,6 ± 1,46	74,1 ± 1,65	73,9 ± 0,74	0,6052
Cinzas (%)	1,7 ± 0,17 ^B	1,3 ± 0,18 ^C	1,8 ± 0,39 ^A	< 0,001
Colesterol Total (mg/100g)	84,7 ± 3,77	82,9 ± 4,79	81,1 ± 4,37	0,3248

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

Valores em base seca.

A presença da miopatia *WS*, nos diferentes graus de severidade, causou aumento das concentrações de colágeno insolúvel e colágeno total nos músculos, respectivamente (Tabela I. 4), exceto as concentrações de colágeno solúvel que não foram significativamente diferentes entre si ($P > 0,05$). Características semelhantes foram observadas quando filés de frango *NORM* e com grau *SEV* da miopatia *WS* foram comparados, que também apresentaram um maior conteúdo de colágeno e uma redução da quantidade total de proteínas sarcoplasmáticas e miofibrilares (MUDALAL et al., 2014). É interessante ressaltar que, ainda que alguns estudos demonstrem um aumento no conteúdo de colágeno em *Pectoralis major* acometido pela miopatia *WS*, isto não é notado em todas as descrições. As diferenças não foram observadas para perus com diferentes graus de *WS* em comparação ao teor de colágeno (SOGLIA et al., 2018).

Não foram observadas diferenças significativas para o comprimento de sarcômero demonstrando que não houve encurtamento das fibras musculares nos músculos *Pectoralis major* de perus com o aumento da gravidade da miopatia *WS*. Contrariamente, Xiao e Owens (2016) observaram que filés de frango *SEV* apresentaram maior comprimento de sarcômero comparado aos filés de frango *NORM*.

Tabela I. 4 - Comprimento de sarcômero e teores de colágeno total, solúvel e insolúvel do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
Colágeno total (%)	0,23 ± 0,12 ^C	0,35 ± 0,19 ^B	0,46 ± 0,21 ^A	< 0,001
Colágeno solúvel (%)	0,07 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,10 ± 0,04	0,1525
Colágeno insolúvel (%)	0,20 ± 0,22 ^B	0,33 ± 0,16 ^A	0,34 ± 0,18 ^A	< 0,001
Comprimento de sarcômero (µm)	1,96 ± 0,07	1,96 ± 0,06	1,98 ± 0,05	0,1085

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey

Entre os ácidos graxos saturados avaliados (Tabela I. 5), as proporções do ácido palmítico foram maiores nos músculos e o grau SEV quando comparado ao NORM não diferindo do MOD, apresentou níveis maiores de ácido cáprico não diferindo do MOD. O grau SEV quando comparado ao NORM, apresentaram níveis maiores de ácidos graxos poliinsaturados n - 3 (ômega 3) e n - 6 (ômega 6) essenciais de cadeia longa, como o ácido linolênico, ácido eicosadienoico, ácido eicosatrienoico e ácido docosatetraenóico. Os estudos realizados por Kuttappan et al. (2012) demonstraram, similarmente, que os filés de frango NORM tiveram maiores ($P < 0,05$) percentuais de ácidos graxos saturados do que os filés de frango SEV e, as proporções dos ácidos graxos monoinsaturados, assim como dos ácidos linoleico e linolênico, foram maiores ($P < 0,05$) no filés de frango SEV do que nos filés de frango NORM.

Tabela I. 5 - Concentração de ácidos graxos, em g kg⁻¹, da gordura do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

Ácidos Graxos	Nomenclatura	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
		Normal	Moderado	Severo	
Cáprico	C10:0	0,033±0,00 ^B	0,030±0,005 ^B	0,053±0,018 ^A	0,0051
Laurico	C12:0	0,071±0,011	0,076±0,014	0,068±0,016	0,5904
Mirístico	C14:0	0,733±0,034	0,736±0,033	0,775±0,075	0,3737
Miristoleico	C14:1	0,131±0,017	0,118±0,011	0,131±0,014	0,2267
Pentadecanoico	C15:0	0,096±0,004	0,098±0,005	0,101±0,007	0,3381
Palmitico	C16:0	25,93±0,719	26,63±1,044	26,87±1,011	0,232
Palmitoleico	C16:1	5,21±0,538	4,83±0,631	4,51±0,583	0,1442
Heptadecanoico	C17:0	0,140±0,005	0,143±0,008	0,150±0,006	0,0705
Heptadecenoico	C 17:1	0,068±0,005	0,066±0,004	0,073±0,008	0,1741
Estearico	C18:0	6,555±0,412	6,586±0,626	7,021±0,338	0,1983
Oleico	C18:1n9c	31,93±0,519	30,64±1,674	30,93±1,553	0,2558
Cis-vacênico	C18:1n7	2,14±0,043	2,07±0,105	1,98±0,134	0,0574
Linoleico	C18:2n6c	22,45±0,851	22,76±1,046	23,31±0,867	0,2946
γ Linolenico	C18:3n6	0,091±0,009	0,088±0,009	0,103±0,012	0,0656
α Linolenico	C18:3n3	0,776±0,042 ^B	0,873±0,072 ^B	0,921±0,135 ^A	0,0441
Linoleico Conjugado (CLA)	C18:2c9,t11	0,041±0,008	0,036±0,007	0,041±0,007	0,4538
Araquídico	C 20:0	0,058±0,007	0,058±0,004	0,061±0,006	0,8645
Eicosenoico	C20:1n9	0,191±0,013	0,185±0,019	0,191±0,021	0,7577
Eicosadienoico	C20:2	0,112±0,013 ^B	0,126±0,017 ^B	0,145±0,012 ^A	0,0183
Eicosatrienoico (cis - 8, 11, 14)	C20:3n6	0,083±0,028 ^B	0,111±0,015 ^B	0,216±0,038 ^A	0,0001
Araquidônico	C20:4n6	2,14±0,47	2,39±0,59	1,81±0,41	0,1727
Eicosapentaenoico (EPA)	C20:5n3	0	0	0	0
Docosatetraenóico (DTA)	C22:4n6	0,30±0,051 ^B	0,24±0,089 ^B	0,36±0,038 ^A	0,0127
Docosapentaenóico (DPA)	C22:5n3	0,13±0,031	0,15±0,034	0,11±0,032	0,1172
Docosahexaenóico (DHA)	C22:6n3	0,54±0,174	0,59±0,167	0,39±0,149	0,1196
ΣAGS*	Cn:0	33,62±0,789	34,79±1,568	34,66±1,064	0,2084
ΣAGMI*	Cn:1	39,67±0,836	37,58±1,932	38,15±1,758	0,0933
ΣAGPI*	Cn:n	26,7±0,848	27,62±0,086	27,17±1,331	0,3211
TOTAL	-	100	100	100	-

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey

*(ΣAGS): ácidos graxos saturados *(ΣAGMI): ácidos graxos monoinsaturados *(ΣAGPI): ácidos graxos poli-insaturados

3.5. Análises físicas dos músculos *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

Os resultados das análises de cor objetiva estão apresentados na Tabela I. 6. O aumento no grau de severidade da miopatia aumentou ($P < 0,05$) o valor de L^* (luminosidade) da parte interna ($53,26$ - NORM para $61,37$ - SEV) e externa ($54,94$ - NORM para $64,15$ - SEV) do músculo, tornando-o mais claro. Souza (2004) descreveu a influência do sexo nos valores de L^* em peitos de frango, indicando que os animais machos apresentaram maior luminosidade quando comparados às fêmeas.

O grau de severidade não influenciou a intensidade do vermelho (a^*) da superfície interna e externa. No entanto, com o aumento do grau de severidade, a intensidade do amarelo (b^*) aumentou ($P < 0,05$) na parte interna ($0,038$ - NORM para $0,461$ - SEV) e externa ($-0,67$ - NORM para $1,77$ - SEV) ($P < 0,05$) do músculo. Corroborando com estes resultados, PETRACCI et al. (2013), em estudo anterior sobre a ocorrência da miopatia WS na qualidade da carne de peito de frangos de corte, evidenciou que os filés acometidos pela miopatia foram mais amarelos (b^*) em comparação aos não acometidos.

Tabela I. 6 - Luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) das superfícies externa e interna do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

		GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
		Normal	Moderado	Severo	
Coloração da superfície externa	L^*	$54,94 \pm 2,48^C$	$62,71 \pm 1,71^B$	$64,15 \pm 2,34^A$	$< 0,001$
	a^*	$3,71 \pm 0,66$	$3,88 \pm 0,66$	$3,41 \pm 0,68$	$0,1408$
	b^*	$0,67 \pm 0,99^B$	$0,59 \pm 1,09^B$	$1,77 \pm 1,33^A$	$0,01$
Coloração da superfície interna	L^*	$53,26 \pm 2,76^B$	$60,51 \pm 1,60^A$	$61,37 \pm 1,57^A$	$< 0,001$
	a^*	$4,21 \pm 0,71$	$3,67 \pm 1,16$	$4,01 \pm 1,49$	$0,2605$
	b^*	$0 \pm 0,69^B$	$0,44 \pm 0,76^A$	$0,46 \pm 0,86^A$	$< 0,001$

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) nos valores de pH para todos os tratamentos (Tabela I. 7). Em carne de perus, os valores de pH pode ser classificados como: baixos, quando são inferiores à $5,80$, altos quando são maiores do que $6,20$ e normais na faixa entre $5,80$ e $6,20$ (PASTUSZCZAK-

FRAK; URADZIŃSKI, 2009). Diante disso, os valores de pH dos músculos acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *WS* observados no presente estudo encontram-se dentro da normalidade ($5,80 \leq \text{pH} \leq 6,20$).

Similarmente, não foram observadas diferenças nas PPC e CRA das diferentes amostras (Tabela I. 7). Da mesma forma, Kuttappan et al. (2013b) descreveram que a porcentagem de perda de cozimento não diferiu significativamente entre filés de frango NORM e SEV, porém, Petracci et al. (2013) descreveram maiores perdas de cozimento em filé de frango SEV.

Os resultados das análises de FC MORS e FC Warner-Brazler (Tabela I. 7) mostraram que as amostras do grau SEV apresentaram valores de cisalhamento mais baixos ($P < 0,05$) em comparação ao grau NORM. Segundo Petracci et al. (2014), esta observação também foi confirmada pela FC Allo-Kramer avaliada em filés de frango não marinados, que foi menor em filés com a miopatia *WS*, demonstrando uma textura mais macia após o cozimento. Pode-se considerar que a miopatia *WS* esteja correlacionada a uma degeneração muscular muito próxima à que ocorre nas distrofias musculares. Esta degeneração pode ocasionar uma grande redução das proteínas contráteis musculares (miosina e actina) resultando em carne de peito com uma textura mais macia, o que ocorreu no presente estudo onde o conteúdo de proteína diminuiu à proporção que o grau de severidade da miopatia *WS* aumentou.

Tabela I. 7 - Valores de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento (Warner-Bratzler e MORS) do músculo *Pectoralis major* de perus acometido pela miopatia *White Striping* (29 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
pH	5,81 ± 0,09	5,77 ± 0,13	5,75 ± 0,11	0,7539
CRA (%)	76,16 ± 4,91	74,19 ± 3,12	73,99 ± 3,98	0,2942
PPC (%)	23,57 ± 2,47	24,81 ± 2,98	22,54 ± 3,01	0,3346
MORS (N)	13,59 ± 2,21 ^A	9,59 ± 1,46 ^B	9,87 ± 1,35 ^B	0,0001
Warner-Bratzler (kg/mm²)	13,43 ± 2,81 ^A	12,24 ± 3,18 ^A	10,86 ± 1,92 ^B	0,0451

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey

CRA: capacidade de retenção de água; PPC: perda de peso por cozimento.

4 Conclusão

A presença da miopatia resultou em uma redução parcial das características histológicas e de qualidade das carnes de peito de perus. Por isso, mais estudos são necessários para investigar as características fisiológicas e morfológicas das carnes de peito de perus e compará-los com os de peito de frangos a fim de explicar adequadamente o efeito diversificado do *WS* em características da qualidade da carne.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos para esta pesquisa

Referências

- AN, J. Y. et al. Effect of myofiber characteristics and thickness of perimysium and endomysium on meat tenderness of chickens. **Poultry Science**, Cary, v. 89, n. 8, p. 1750-1754, 2010.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis**. 18th ed. Washington, DC: AOAC, 2005
- BALDI, G. et al. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**, Cambridge, v. 12, n. 1, p. 164-173, 2018.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, Ottawa, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. **Journal of Food Science**, Hoboken, v. 38, n. 6, p. 998-1003, 1973.
- CROSS, H. R.; WEST, R. L.; DUTSON, T. R. Comparison of methods for measuring sarcomere length in beef semitendinosus muscle. **Meat science**, Amsterdam, v. 5, n. 4, p. 261-266, 1981.

GÁLVEZ, F. et al. Effect of gender on breast and thigh turkey meat quality. **British Poultry Science**, Abingdon, v. 59, n. 4, p. 408-415, 2018.

HADLICH, J. C. et al. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 57-62, 2006.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, New York, v. 10, p. 355-463, 1961.

HONIKEL, K. O. Water Binding-capacity of meat. **Fleischwirtschaft**, Frankfurt, v. 67, n. 4, p. 418, 1987.

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

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**, Cary, v. 92, n. 2, p. 339-345, 2013.

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

KUTTAPPAN, V. A. et al. Estimation of factors associated with the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, Cary, v. 92, n. 3, p. 811-819, 2013b.

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**, Cary, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.

MAGDELAINE, P.; SPIESS, M. P.; VALCESCHINI, E. Poultry meat consumption trends in Europe. **World's Poultry Science Journal**, Cambridge, v. 64, n. 1, p. 53-64, 2008.

MAIA, E. L.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 53, n. 1/2, p. 27-35, 1993.

MEULLENET, J. et al. Prediction of the texture of cooked poultry pectoralis major muscles by near-infrared reflectance analysis of raw meat. **Journal of Texture Studies**, Hoboken, v. 35, n. 6, p. 573-585, 2004.

MUDALAL, S. et al. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. **Poultry Science**, Cary, v. 93, n. 8, p. 2108-2116, 2014.

PASTUSZCZAK-FRAK, M.; URADZIŃSKI, J. Hygienic and technological value of meat of turkey raw meat originating from flocks with green muscle disease. **Polish Journal of Veterinary Sciences**, Poland, v. 12, n. 2, p. 243-250, 2009.

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

PETRACCI, M. et al. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, Abingdon, v. 13, n. 1, p. 3138, 2014.

RUSSO, E. et al. Evaluation of white striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poultry Science**, Cary, v. 94, n. 8, p. 1843-1848, 2015.

SALDANHA, T.; MAZALLI, M. R.; BRAGAGNOLO, N. Avaliação comparativa entre dois métodos para determinação do colesterol em carnes e leite. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.

SALLES, G. B. C. et al. Lipid peroxidation and protein oxidation in broiler breast fillets with white striping myopathy. **Journal of Food Biochemistry**, Hoboken, art. e12792, 2019.

SOGLIA, F. et al. Effect of white striping on turkey breast meat quality. **Animal**, Cambridge, v. 12, n. 10, p. 2198-2204, 2018.

SOUZA, X. R. **Características de carcaça, qualidade de carne e composição lipídica de frangos de corte criados em sistemas de produção caipira e convencional**. 2004. 334 f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2004.

TOLOSA, E. M. C. et al. **Manual de técnicas para histologia: normal e patológica**. 2003.

WILSON, B. W. et al. Turkey muscle growth and focal myopathy. **Poultry Science**, Cary, v. 69, n. 9, p. 1553-1562, 1990.

WOESSNER JR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, Maryland Heights, v. 93, n. 2, p. 440-447, 1961.

XIAO, S.; OWENS, C. M. The relationship between instrumental compression forces and meat quality traits of woody breast fillets during short-term storage. **Poultry Science**, Cary, v. 64, 2016.

CAPÍTULO II

Qualidade e estabilidade de um embutido cozido elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping*

RESUMO

O objetivo foi desenvolver um embutido cozido à base de carne de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping* (WS) e avaliar suas características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento. Foram utilizadas amostras do músculo *Pectoralis major* de perus acometidos pela miopatia WS em seus diferentes graus de severidade (normal - NORM, moderado - MOD e severo - SEV). Os produtos cárneos foram armazenados sob refrigeração (4 °C) durante 56 dias, sendo inicialmente caracterizados quanto à composição centesimal, análise de perfil de textura, análise de gotejamento, capacidade de retenção de água, avaliações microbiológicas e avaliação sensorial. Nos diferentes períodos de armazenamento (0, 14, 28, 42 e 56 dias) foram avaliados o valor de pH, coloração e índice de TBARS. Os resultados demonstraram que com o aumento do grau de severidade da miopatia WS mantém o aumento do conteúdo de lipídeos e diminuição ($P < 0,05$) da dureza, gomosidade e mastigabilidade dos embutidos. Os tratamentos MOD e SEV apresentaram maior índice de TBARS do que NORM. Ao final de 56 dias, os tratamento MOD e SEV apresentaram um aumento nos valores de TBARS e, ao longo do armazenamento verificou-se uma queda ($P < 0,05$) nos valores de pH, porém sem influência ($P > 0,05$) do grau de severidade da miopatia. No que diz respeito à cor objetiva, o parâmetro a^* apresentou os maiores valores ($P < 0,05$) no grau MOD e, o parâmetro b^* apresentou os maiores valores ($P < 0,05$) no grau SEV. Sensorialmente, todas as amostras foram consideradas como bem aceitas. Portanto, pode-se considerar a fabricação de embutidos cozidos como boa alternativa para agregação de valor em carnes de peito de perus acometidos pelos diferentes graus da miopatia WS.

Palavras-chave: análise sensorial; armazenamento; *Pectoralis major*; qualidade.

1 Introdução

A fim de aumentar a taxa de crescimento e produção de frangos de corte e perus, o setor avícola vem executando há décadas programas intensivos de seleção e, conseqüentemente, as taxas de crescimento foram melhoradas, alterando a morfologia, bioquímica e taxa de desenvolvimento muscular. Atualmente, frangos e perus são comercializados em aproximadamente metade do tempo e duas vezes o peso corporal em comparação há 50 anos. Como consequência, defeito nas fibras musculares tem sido observado lesando o sistema musculoesquelético (TIJARE et al., 2016; SOGLIA et al., 2018).

A miopatia *White Striping (WS)*, comum em híbridos machos e pesados de peru, é uma condição caracterizada por estriamento branco visualizado paralelamente em direção às fibras musculares na superfície ventral dos músculos *Pectoralis major* e, pode ser categorizada em graus de severidade variável, sendo ausente ou normal (NORM), moderado (MOD) e severo (SEV) (TIJARE et al., 2016).

Histologicamente, a lesão muscular é decorrente da degeneração da fibra muscular com infiltração de gordura e tecido conjuntivo. Em consequência, os teores de proteínas são reduzidos e, os teores de gordura aumentados nos músculos quando comparados a filés de peitos NORM. A qualidade da carne, para o setor industrial, é reduzida em decorrência a problemas de capacidade de retenção de água (CRA). Ainda que a saúde das aves afetadas não seja influenciada, essa miopatia causa condenação na carcaça e prejuízos financeiros aos abatedouros, visto que os peitos, encarados como cortes nobres para o setor avícola, são rejeitados. A aceitação por parte do consumidor também é afetada pela ocorrência da miopatia nos músculos, sendo classificados como peitos mais ricos em gordura (BOERBOOM, VAN KEMPEN, NAVARRO-VILLA, & PÉREZ-BONILLA, 2018).

Como a ocorrência de *WS* reduz significativamente a aceitação da carne e decisão de compra por parte do consumidor, o processamento de produtos prontos para o consumo à base peitos de peru acometidos pelos graus MOD e SEV da miopatia *WS* pode representar uma alternativa interessante de aproveitamento e de agregação de valor neste tipo de carne. Assim, o objetivo

deste estudo foi elaborar um produto cárneo cozido à base de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *WS* e avaliar suas características de qualidade, aceitação sensorial e estabilidade durante o armazenamento refrigerado.

2 Materiais e métodos

2.1 Processamento do músculo *Pectoralis major* de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping*

Foram coletadas amostras, em abatedouro comercial localizado no Centro-Oeste do Brasil, provenientes do músculo *Pectoralis major* de perus da linhagem *Nicholas*, com idade de aproximadamente 150 dias e peso médio ao abate de 18,5kg. Os filés de peito foram classificados quanto ao grau de severidade da miopatia *WS*, sendo classificados como NORM os filés com ausência de estrias, como MOD os filés apresentam estrias com espessura inferior a 1 mm, enquanto que SEV, os filés apresentam estrias com espessura superior a 1 mm, ambos facilmente visíveis na superfície do músculo. Estas amostras foram transportadas até a Planta-Piloto de Produtos Cárneos, do Matadouro-escola de USP, campus Pirassununga, São Paulo, Brasil, sob temperatura controlada, preservando a cadeia de frio (4 °C a 6 °C).

O produto cárneo testado no presente trabalho foi o embutido cozido de peito de peru. Foram processados três diferentes tratamentos, variando somente o tipo de carne utilizada, que foram nomeados conforme o grau de severidade da miopatia que a carne apresentava, a saber: NORM - embutido elaborado com carne de peru sem a miopatia *WS*, MOD - embutido com carne apresentando o grau moderado da miopatia *WS* e SEV – embutido com carne de grau severo da miopatia *WS*, conforme apresentado na Figura II.1.

Os embutidos foram produzidos com 83,33% de peito de perus com os diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping*. Os demais aditivos e ingredientes utilizados foram: 1% de condimento para presunto Califórnia (Indústria Brasileira de Aditivos e Condimentos Ltda. - IBRAC), 1% de sal (NaCl), 0,25% de tripolifosfato de sódio (*Doremus Alimentos Ltda.*), 0,05% eritorbato de

sódio (*Doremus Alimentos Ltda.*), 0,015% de nitrito de sódio (*Doremus Alimentos Ltda.*) e 14,35% de água.

Os ingredientes e aditivos, em conjunto com a água, foram misturados à carne previamente moída em disco de 14 mm. A próxima etapa do processo foi o embutimento, que ocorreu em tripas plásticas de 60 mm de diâmetro. Após embutimento, o produto cárneo foi cozido em estufa com vapor direto até a temperatura no interior atingir 72 °C (iniciou-se com a estufa à temperatura de 60 °C aumentando 10 °C a cada 30 minutos e finalizando com a temperatura a 90 °C – totalizando uma hora e meia). Ao final do cozimento os produtos foram resfriados em água corrente e em seguida armazenados a uma temperatura de $4 \pm 1^{\circ}\text{C}$ até o momento da realização das análises. Foram realizadas três repetições em nível de processo dos três diferentes tratamentos (NORM, MOD e SEV).

Figura II. 1 - Embutidos cozidos de peitos de perus normal (NORM); moderado (MOD) e severo (SEV)

NORMAL

MODERADO

SEVERO

Fonte: Própria autoria.

2.2 Métodos utilizados para avaliação dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus

2.2.1 Análises físico-químicas

Os embutidos de peito de perus foram armazenados sob refrigeração e amostrados nos intervalos zero, 14, 28, 42 e 56 dias. Nos produtos frescos (0 dia) foram avaliadas todas as análises descritas a seguir. Nos períodos de armazenamento foram avaliados somente pH, cor e teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS).

A coloração foi determinada em triplicata, por meio do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR - 400, que utilizou o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*). Foram avaliados parâmetros como luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*).

O pH foi determinado em duplicata, utilizando um pHmetro digital da marca Texto, modelo 205, munido de eletrodo de penetração, por meio da inserção direta do eletrodo no produto cárneo.

A capacidade de retenção de água foi determinada pela metodologia descrita por Hamm (1961) na qual foram utilizados 2 g de amostra dos embutidos de peito de peru, colocados entre dois papéis de filtro e placas de acrílico e submetidos à pressão exercida por um peso de 10 kg durante cinco minutos. Posteriormente as amostras foram novamente pesadas para determinação da capacidade de retenção de água, expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo:

$$\% \text{ capacidade de retenção de água} = \frac{(\text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

Nas análises de perda de água por gotejamento as amostras foram cortadas em cubos de 3,5 cm e pesadas em balança semi-analítica para se obter o peso inicial. Estes cubos foram envolvidos por uma embalagem plástica e foram mantidos suspensos em refrigerador doméstico a temperatura 4 °C. Depois de 24

horas, as amostras foram secas com papel toalha e pesadas obtendo-se o peso final. Os resultados foram calculados pela equação:

$$\% \text{ perda por gotejamento} = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

A análise de perfil de textura (TPA) foi realizada com uma sonda cilíndrica de 35 mm (velocidade: 3 mm / s; distância: 30 mm; força: 5 g / f) em amostras de 20 x 20 x 20 mm em um texturômetro Texture Analyser TA-XT2i.

A composição centesimal foi determinada por meio da avaliação do conteúdo de umidade (950.46 - *Moisture in Meat*), proteína (977.14 - *Nitrogen in Meat*) e cinzas (920.153 - *Ash of Meat*) conforme procedimentos preconizados pela *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 2005) e lipídeos pela metodologia descrita por Bligh, and Dyer (1959).

A oxidação lipídica foi determinada pelo TBARS, segundo a metodologia descrita por Vyncke (1975). Utilizou-se para extração com ácido tricloroacético 5 gramas de amostra moída e após a reação de coloração sob aquecimento com ácido tiobarbitúrico, leitura no comprimento de onda 538 nm, sendo o resultado expresso em mg de malondialdeído / kg de amostra.

2.2.2 Análises microbiológicas

A contagem de *Staphylococcus aureus* foi realizada de acordo com método oficial AOAC n° 2003.11, usando como meio de cultura as placas Petrifilm™ Staph Express (McMahon, Aleo, Schultz, Horter, & Lindberg, 2003). A contagem de coliformes foi realizada segundo o método oficial AOAC n° 998.08, empregando como meio de cultura as placas Petrifilm™ e, a contagem de clostrídios sulfito redutores foi realizada conforme Silva et al. (2010), utilizando ágar Triptose Sulfito Cicloserina (TSC, Himedia, Brasil).

2.2.3 Análise sensorial

Para a avaliação sensorial das diferentes formulações foi aplicado o teste de aceitação avaliando os atributos aroma, sabor, textura, aparência e qualidade global. Utilizou-se uma escala hedônica de nove pontos variando de: 1 (desgostei muitíssimo) a 9 (gostei muitíssimo).

Foram recrutados 127 consumidores que consumiam e/ou gostavam de embutidos à base de peito de perus dentre alunos, funcionários e professores da FZEA/USP, Campus de Pirassununga, no próprio dia da análise. Todos os procedimentos da análise sensorial foram realizados de acordo com as normas do Ministério da Saúde e autorizados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo (Parecer CEP nº 109990/2017).

2.3 Análise estatística

Os dados de físico-químicas foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (NORM, MOD e SEV) e três repetições. Os dados de estabilidade (TBARS, cor e pH) foram analisados por meio de análise de variância, utilizando o procedimento Misto (SAS Inst., Inc., Cary, NC), com modelos estatísticos que incluíram os efeitos fixos do tempo de armazenamento (0, 14, 28, 42 e 56 dias) e os graus de severidade da miopatia WS nos músculos *Pectoralis major* em peru (NORM, MOD e SEV) e interações entre esses efeitos. Por fim, para o teste de aceitação sensorial, os dados foram verificados por meio de análise de variância, utilizando o procedimento Misto (SAS Inst., Inc., Cary, NC), nos quais cada participante provou três amostras (uma de cada formulação) em uma única sessão. Os tratamentos foram considerados um efeito fixo, e os consumidores e replicações foram incluídos no modelo como efeito aleatório (procedimento MIXED).

Para efeitos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 Resultados e discussões

A ocorrência da miopatia *WS* afetou parcialmente a composição química dos embutidos cozidos de peito de peru (Tabela II. 1).

Se comparado com embutido cozido *NORM*, o *SEV* apresentou maior conteúdo de lipídeos (1,67% e 2,73%; $P < 0,05$) enquanto o *MOD* não diferiu estatisticamente. Tecnicamente, este aumento do conteúdo lipídico dos embutidos cozidos é positivo, uma vez que, a gordura é essencial ao sabor e textura, portanto a sua redução pode afetar a aceitabilidade do produto (Mittal & Barbut, 1994). Dos demais, Kuttappan, Brewer, Apple, Waldroup, & Owens (2012) e Petracci, Mudalal, Babini, & Cavani (2014) apontaram que, em carne de peito de frango acometidos pela miopatia *WS*, o conteúdo lipídico diminui à medida que o grau de *WS* aumenta de *NORM* a *SEV*. No estudo de Baggio, Miguel, & Bragagnolo (2005) com oito diferentes produtos processados à base de carne de peru (blanquet, frankfurter, presunto, almôndega, peito defumado, presunto defumado e roule), o conteúdo lipídico relatado foi $5,30 \pm 0,40$ g/100 g no blanquet. Este conteúdo lipídico mais elevado foi devido à adição de gordura de peru nos produtos, o que, no presente estudo não ocorreu, justificando os valores significativamente mais baixos. Ainda segundo o autor, o conteúdo lipídico da carne branca é de 0,50% a 2,00%. De acordo com a MS/SVS-Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária (1998) os produtos elaborados no presente estudo podem receber o apelo de redução ou light em gordura, por apresentarem valores abaixo de 3 gramas de gordura para 100 gramas de produto.

Não foram observadas diferenças significativas para os conteúdos de proteínas, umidade e cinzas (Tabela II. 1). Semelhantemente a Pereira, Tarley, Matsushita, & de Souza (2000), em salsicha de peru, os valores de umidade foram de $70,90 \text{ g} \pm 0,07/100 \text{ g}$ e cinzas $3,37 \text{ g} \pm 0,067/100 \text{ g}$. Soglia et al. (2018) estudaram os efeitos do *WS* na qualidade da carne de peito de peru também não observaram diferenças significativas para umidade e proteína em carnes com os diferentes graus de severidade.

Tabela II. 1 - Composição química dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* (12 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
Proteína (%)	15,44 ± 1,76	13,71 ± 0,61	13,66 ± 0,62	0,17
Lipídeos (%)	1,67 ± 0,37 ^B	2,01 ± 0,11 ^{AB}	2,73 ± 0,59 ^A	0,04
Umidade (%)	75,24 ± 0,19	75,45 ± 0,19	75,63 ± 0,19	0,06
Cinzas (%)	2,50 ± 0,47	2,68 ± 0,08	2,89 ± 0,41	0,06

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) na CRA e análise de gotejamento entre os três diferentes tratamentos (Tabela II. 2). Estes resultados podem ser considerados desejáveis, demonstrando que a miopatia WS, em seus diferentes graus, não afetou negativamente estas funcionalidades das carnes de peito de perus.

Os resultados da Análise do Perfil de Textura (TPA) (Tabela II. 2) mostraram que o uso de filés com maior grau de severidade da miopatia WS (SEV) diminuiu ($P < 0,05$) a dureza, gomosidade e mastigabilidade dos embutidos cozido de peito de perus. Não houve diferenças ($P > 0,05$) nos parâmetros coesividade e elasticidade entre todos os tratamentos. Brambila et al. (2016) em um estudo sobre os atributos de textura sensorial de filés de peito de frango cozido relataram que filés de peitos de frango cozidos (78 ° C) afetados pela WS severos receberam pontuações mais altas de coesividade, dureza e mastigabilidade do que as amostras normais e moderadas de WS.

Tabela II. 2 - Valores de capacidade de retenção de água, análise de gotejamento e análise do perfil de textura dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping* (12 repetições de cada tratamento)

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
CRA* (%)	64,65 ± 1,01	64,03 ± 1,01	66,34 ± 1,01	0,28
AG* (%)	4,68 ± 0,22	4,82 ± 0,22	4,84 ± 0,22	0,88
Dureza (g)	6861 ± 1029 ^A	7050 ± 649 ^A	5423 ± 1031 ^B	0,01
Coesividade	0,87 ± 0,03	0,86 ± 0,01	0,87 ± 0,01	0,54
Elasticidade (mm)	0,51 ± 0,09	0,50 ± 0,05	0,50 ± 0,07	0,94
Gomosidade	5957 ± 968 ^A	6051 ± 564 ^A	4708 ± 890 ^B	0,01
Mastigabilidade (g.mm)	2964 ± 261 ^A	2885 ± 182 ^A	2493 ± 396 ^B	0,02

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey.

CRA: Capacidade de Retenção de Água; AG: Análise de Gotejamento.

A Tabela II 3 apresenta a interação entre os graus de severidade (NORM, MOD e SEV) e os dias de armazenamento (0, 14, 28, 42 e 56 dias) para as variáveis pH, cor objetiva e oxidação lipídica. Entre os graus de severidade não foram encontradas diferenças significativas observados nos valores de pH que variaram de 6,39 a 6,42. Este resultado está em desacordo com dados relatados por Bowker & Zhuang (2016) e Mudalal (2019) que observaram valores mais altos de pH nos filés de frango com WS moderadas e severos do que nos filés de frango normais. Durante o tempo de armazenamento, os valores de pH diminuíram em todos os tratamentos mostrando valores médios de pH de 6,08. Esta diminuição nos valores de pH durante o período de armazenamento possivelmente ocorreu como resultado do armazenamento em condições anaeróbicas que podem ter fornecido condições para a desenvolvimento de bactérias do lácticas (DUFFY E SHERIDAN, 1997).

Em relação aos parâmetros de cor, apenas os valores de b * apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, apresentando os maiores valores de b * nas amostras de SEV (5,93, 5,65 e 6,48, para tratamentos NORM, MOD e SEV, respectivamente). Esse resultado concorda com aqueles observados por Kuttappan et al. (2017), que também notaram maior amarelamento em amostras de filés de frango com WS severos em comparação com as normais,

provavelmente devido ao maior teor de gordura (KUTTAPPAN et al., 2013). Por outro lado, Petracci et al. (2013) e Mudalal (2019) observaram que não houve diferenças nos valores de L^* de filés de frango com diferentes graus de WS, mas as amostras MOD e SEV mostraram um aumento significativo nos valores a^* e b^* . Além disso, Bowker & Zhuang (2016) relataram que a condição WS não influenciou ($P > 0,05$) os parâmetros de cor da carne. No final do tempo de armazenamento, apenas os valores de b^* mostraram diferenças significativas entre os tratamentos, observando maior amarelamento em salsichas preparadas com filés de frango com WS MOD (6,56, 5,77 e 6,15, para tratamentos NORM, MOD e SEV, respectivamente).

Comparando os embutidos cozidos de peito de peru cozido com os diferentes graus de severidade da miopatia do WS, verificou-se que, no geral, os tratamentos MOD e SEV apresentaram índice de TBARs mais alto ($P < 0,05$) que o NORM (0,147, 0,245 e 0,229 mg MDA / kg, para tratamentos NORM, MOD e SEV, respectivamente). Provavelmente isso se deve ao maior teor de lipídios nos embutidos cozidos MOD e SEV. Nossa conclusão está em desacordo com aqueles observados por outros autores (ALNAHHAS et al., 2016; SOGLIA et al., 2016) que não encontraram nenhum efeito nos filés com WS moderado e severo nos valores de TBARs. Em relação à estabilidade oxidativa, houve um aumento ($P < 0,05$) nos valores de TBARs sobre o armazenamento refrigerado. Entre os dias 0 e 56 foi observado um aumento de aproximadamente duas vezes nos valores de TBARs. Um aumento semelhante foi observado por Tang & Cronin (2007) que trabalhavam com rolos de peru armazenados a 5 ° C sob condições aeróbicas. Após 56 dias de armazenamento nossos valores médios de TBARs foram de 0,410 mg MDA / kg, o que é consideravelmente baixo em comparação com outros estudos (ARROYO et al., 2015; TANG & CRONIN, 2007). Esse fato pode ser devido ao uso do agente antioxidante, eritorbato de sódio, que pode atrasar a oxidação lipídica durante o tempo de armazenamento.

Tabela II. 3 - Teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, Luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de amarelo (b *) dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping* sob diferentes dias de armazenamento (12 repetições de cada tratamento)

Parâmetros	Tempo de Armazenamento(dias)	Grau de Severidade			P-valor
		Normal	Moderado	Severo	
TBARS	0	0,147±0,23 ^{Bd}	0,245±0,21 ^{Ac}	0,229±0,23 ^{Ad}	0,005
	14	0,174±0,16 ^{Cc}	0,233±0,18 ^{Bd}	0,346±0,04 ^{Ab}	0,001
	28	0,205±0,17 ^{Bc}	0,281±0,20 ^{Ab}	0,280±0,18 ^{Ac}	0,038
	42	0,255±0,23 ^{Cb}	0,290±0,25 ^{Bb}	0,364±0,09 ^{Ab}	0,001
	56	0,387±0,02 ^{Ba}	0,465±0,04 ^{Aa}	0,472±0,02 ^{Aa}	0,014
	P-valor	0,005	0,886	0,814	-
pH	0	6,39±0,19 ^a	6,40±0,26 ^a	6,42±0,20 ^a	0,985
	14	6,23±0,01 ^b	6,23±0,07 ^b	6,24±0,01 ^b	0,283
	28	6,25±0,05 ^b	6,25±0,01 ^b	6,27±0,07 ^b	0,146
	42	6,42±0,06 ^a	6,39±0,10 ^a	6,42±0,03 ^a	0,162
	56	6,07±0,14 ^c	6,08±0,20 ^c	6,09±0,013 ^c	0,145
	P-valor	0,027	0,014	0,002	-
L *	0	79,49±1,36 ^b	78,25±2,06	77,85±3,03 ^b	0,410
	14	78,88±1,52 ^b	79,00±1,54	79,12±2,12 ^b	0,251
	28	81,73±2,22 ^a	80,68±2,00	81,37±2,27 ^a	0,345
	42	79,59±0,63 ^b	79,77±0,51	80,14±0,25 ^b	0,218
	56	79,97±0,49 ^b	79,92±0,35	79,85±0,26 ^b	0,597
	P-valor	0,001	0,173	0,036	-

a*	0	6,25±0,38	6,84±0,26	6,30±0,22	0,478
	14	6,03±0,33	6,65±0,28	6,17±0,18	0,582
	28	6,27±0,50	6,81±0,24	6,18±0,23	0,146
	42	6,40±0,32	6,88±0,42	6,26±0,34	0,762
	56	6,33±0,40	6,60±0,44	6,39±0,05	0,164
	P-valor	0,705	0,657	0,660	-
b*	0	6,93±0,10 ^{Bb}	5,65±0,07 ^{Cb}	6,48±0,55 ^{Ab}	0,002
	14	5,79±0,35 ^{Bc}	5,75±0,25 ^{Bb}	6,56±0,21 ^{Ab}	0,003
	28	5,93±0,37 ^{Bb}	5,78±0,56 ^{Bb}	6,67±0,19 ^{Aa}	0,008
	42	5,98±0,38 ^{Bb}	5,95±0,33 ^{Ba}	6,55±0,14 ^{Ab}	0,002
	56	6,56±0,40 ^{Aa}	5,77±0,31 ^{Cb}	6,15±0,36 ^{Bc}	0,001
	P-valor	0,010	0,035	0,041	-

^{A-D} Valores médios na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa

^{a-d} Valores médios na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa

Os embutidos apresentaram contagens microbiológicas dentro dos padrões estabelecidos pela Resolução RDC nº 12 de 2 de janeiro de 2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001). Estes ensaios foram realizados para garantir a segurança alimentar dos provadores na análise sensorial. Para este produto, a quantidade de coliformes a 45 °C / g foi abaixo de 10³ UFC / g, estando dentro do estabelecido. Ainda, os resultados encontrados para coliformes a 35 °C, *Staphylococcus aureus* e clostrídios sulfito redutores ficaram abaixo do limite de detecção dos métodos (<10¹ UFC/g) em todas as amostras, indicando ausência, estando também de acordo com o preconizado pela legislação brasileira e apta para o consumo humano (BRASIL, 2001).

Os resultados da avaliação sensorial de aceitação dos embutidos de peito de perus acometido pela miopatia WS estão mostrados na Tabela II. 4. No presente estudo, não ocorreram diferenças ($P > 0,05$) na aceitação dos embutidos elaborados com carnes dos três diferentes graus da miopatia WS

(NORM, MOD e SEV) para todos os atributos, mostrando que todas as amostras foram bem aceitas, pois receberam notas médias acima de 7 na escala hedônica.

Tabela II. 4 - Avaliação sensorial de aceitação dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometido pela miopatia *White Striping* (n = 127).

	GRAU DE SEVERIDADE			P-valor
	Normal	Moderado	Severo	
Aparência	7,41 ± 0,11	7,56 ± 0,11	7,30 ± 0,11	0,29
Textura	7,55 ± 0,10	7,44 ± 0,10	7,38 ± 0,11	0,56
Suculência	7,42 ± 0,11	7,34 ± 0,11	7,43 ± 0,11	0,84
Sabor	7,74 ± 0,11	7,44 ± 0,11	7,37 ± 0,11	0,05
Aceitação Global	7,62 ± 0,09	7,48 ± 0,09	7,25 ± 0,09	0,20

Médias e desvio padrão seguidas por letras distintas (nas linhas) diferem entre si pelo teste de Tukey

4 Conclusão

Considerando os resultados obtidos, pode-se considerar a fabricação de embutidos cozidos como uma boa alternativa para agregação de valor em carnes de perus acometidos pela miopatia *White Striping*.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos para facilitar esta pesquisa.

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 Genetics**, 17(1), 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYSIS CHEMISTS INTERNATIONAL - AOAC. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. Gaithersburg: AOAC International, 2005

ARROYO, C. et al. An assessment of the impact of pulsed electric fields processing factors on oxidation, color, texture, and sensory attributes of turkey breast meat. **Poultry Science**, Cary, v. 94, n. 5, p. 1088-1095, 2015.

BAGGIO, S. R.; MIGUEL, A. M. R.; BRAGAGNOLO, N. Simultaneous determination of cholesterol oxides, cholesterol and fatty acids in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 89, n. 3, p. 475-484, 2005.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. Canadian journal of biochemistry and physiology. **A rapid method of lipid extraction and purification**, v. 37, p. 911-917, 1959.

BOERBOOM, G. et al. Unraveling the cause of white striping in broilers using metabolomics. **Poultry Science**, Cary, v. 97, n. 11, p. 3977-3986, 2018.

BOWKER, B., & ZHUANG, H. Impact of white striping on functionality attributes of broiler breast meat. **Poultry Science**, v. 95, p. 1957–1965, 2016.

BRAMBILA, G. S., BOWKER, B. C., & ZHUANG, H. Comparison of sensory texture attributes of broiler breast fillets with different degrees of White Striping. **Poultry Science**, 95, 2472– 2476, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária - MS/SVS. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998.

BRASIL. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

DUFFY, G.; SHERIDAN, J. J. The effect of temperature, pH and medium in a surface adhesion immunofluorescent technique for detection of *Listeria monocytogenes*. **Journal of Applied Microbiology**, Chichester, v. 83, n. 1, p. 95-100, 1997.

FERREIRA, M. M. C. et al. Relationships of the minerals and fatty acid contents in processed turkey meat products. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 69, n. 3, p. 259-265, 2000.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 355-463, 1961.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Incidence of broiler breast myopathies at 2 different ages and its impact on selected raw meat quality parameters. - PubMed - NCBI. **Poultry Science**, 96, 3005–3009, 2017.

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

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**, 92(2), 339–345, 2013.

MCMAHON, W. A. et al. 3M??? Petrifilm??? Staph Express Count plate method for the enumeration of *Staphylococcus aureus* in selected types of meat, seafood, and poultry: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, Cary, v. 86, n. 5, p. 947-53, 2003.

MITTAL, G. S.; BARBUT, S. Effects of fat reduction on frankfurters' physical and sensory characteristics. **Food Research International**, Oxford, v. 27, n. 5, p. 425-431, 1994.

MUDALAL, S. Incidence of white striping and its effect on the quality traits of raw and processed Turkey breast meat. **Food Science of Animal Resources**, 39(3), 410–417, 2019.

PEREIRA, N. R. et al. Proximate composition and fatty acid profile in Brazilian poultry sausages. **Journal of Food Composition and Analysis**, Maryland Heights, v. 13, n. 6, p. 915-920, 2000.

PETRACCI, M. et al. (2013). Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, 92(6), 1670–1675, 2013.

PETRACCI, M. et al. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. **Italian Journal of Animal Science**, Abingdon, v. 13, n. 1, 2014.

SILVA, N. D.; JUNQUEIRA, V. C.; SILVEIRA, N. F. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Varela, 2010. 614 p.

SOGLIA, F. et al. Effect of white striping on turkey breast meat quality. **Animal**, Cambridge, v. 12, n. 10, p. 2198-2204, 2018.

SOGLIA, F. et al. Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. **Food Research International**, 89, 1071–1076, 2016.

TANG, X.; CRONIN, D. A. The effects of brined onion extracts on lipid oxidation and sensory quality in refrigerated cooked turkey breast rolls during storage. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 100, n. 2, p. 712-718, 2007.

TIJARE, V. V. Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. **Poultry Science**, Cary, v. 95, n. 9, p. 2167-2173, 2016.

VYNCKE, W. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fette-Seifen-Anstrichmittel**, Weinheim, v. 77, n. 6, p. 239-240, 1975.

CAPÍTULO III

Embutido cozido light elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecido com quitosana

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de quitosana em embutido cozido elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* nas características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento, visando um produto mais saudável. Foram produzidos três tratamentos (Controle, Quitosana 1,5% e Quitosana 3%), armazenados durante 56 dias e, inicialmente, caracterizados quanto à composição centesimal, análise de perfil de textura, perdas por gotejamento, análise de perda de água por pressão e análise sensorial. Nos diferentes períodos de armazenamento (0 e 56 dias) foram avaliados o valor de pH, coloração e índice de TBARS e preferência. Os resultados demonstraram que o teor de umidade, lipídeos, proteínas, análise de perda de água por pressão e capacidade de retenção de água diminuíram ($P < 0,05$) e o teor de cinzas aumentou ($P < 0,05$) com a adição da quitosana e, a utilização de 1,5% de quitosana aumentou ($P < 0,05$) os valores dos parâmetros dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade. A adição de quitosana aumentou os valores de pH e b^* e reduziu ($P < 0,05$) os valores de a^* (índice de vermelho) e L^* (luminosidade). Os tratamentos Controle e Quitosana 1,5% aumentaram os valores de a^* ($P < 0,05$). Durante o armazenamento, houve diferença significativa ($P < 0,05$) nos valores de pH entre todos os tratamentos, os valores de a^* no início do armazenamento apresentaram os maiores valores e, os valores de b^* apresentaram os maiores valores no final do armazenamento. Sensorialmente, depois do tratamento Controle, o tratamento Quitosana 1,5% recebeu a melhor pontuação de aceitabilidade para todos os atributos. Assim sendo, embutido contendo 1,5% de quitosana pode representar uma alternativa interessante para agregação de valor em carnes de perus acometidos pela miopatia *White Striping* e / ou aumentar a proporção de fibras em sua dieta.

Palavras-chave: análise sensorial; estabilidade; *Pectoralis major*; polissacarídeo; produto cárneo.

1 Introdução

Em âmbito mundial, as indústrias alimentícias modernas, em consequência da grande busca por parte dos consumidores, têm progressivamente se direcionado ao desenvolvimento de produtos mais saudáveis e mais seguros (VAN BA et al., 2016; RIAZI, ZEYNALI, HOSEINI, BEHMADI, & SAVADKOOHI, 2016). Compostos fenólicos, carotenóides, fibras alimentares, vitaminas e minerais estão entre os ingredientes naturais mais constantemente adicionados em produtos alimentícios, a fim de agregar valor ao produto e melhorar os parâmetros nutricionais (MUNEKATA et al., 2017).

Neste aspecto, a quitosana é de forte interesse para a indústria de alimentos, pois, além de apresentar efeito antioxidante e conservador em produtos cárneos (DARMADJI & IZUMIMOTO, 1994), possui capacidade emulsificante (LEE, 1996), capacidade de retenção de água, rendimento de cozedura e retenção de gordura (SAYAS-BARBERÁ et al., 2011). Nutricionalmente, a quitosana apresenta propriedades funcionais como efeito na absorção de lipídeos e, conseqüentemente, efeito hipocolesterolêmico (MAEZAKI et al., 1993; RAZDAN & PETTERSSON, 1994). É um polissacarídeo derivado do processo de desacetilação da quitina e compõe grande parte dos exoesqueletos dos insetos, crustáceos e parede celular de fungos. É não tóxica, biodegradável e biocompatível e, desta forma, aprovada como Generally Recognized As Safe (GRAS) pelo USDA/FDA (2001) em decorrência a sua elevada atividade antimicrobiana de amplo espectro contra bactérias Gram-positivas, Gram-negativas e fungos (HARISH PRASHANTH & THARANATHAN, 2007).

A quitosana foi aprovada pela ANVISA (2005) como um produto com alegação de propriedade funcional sendo, portanto, uma fibra alimentar natural de origem animal, com estrutura química idêntica à celulose e utilizada como aditivo em inúmeros produtos cárneos e como material de revestimento para frutas e vegetais (BAI, HAGENMAIER, & BALDWIN, 2003; FERREIRA & ANCELMO, 2012).

A miopatia *White Striping* (WS) é preeminente em aves modernas, provocando perdas na produção em consequência a diminuição da qualidade sensorial, tecnológica e nutricional da carne de peito (KUTTAPPAN, BREWER,

APLLE, WALDROUP, & OWENS, 2012). É definida por estrias brancas paralelas às fibras musculares na superfície ventral dos músculos *Pectoralis major* (peito), sendo resultados de modificações estruturais, morfológicas e bioquímicas do tecido muscular (KUTTAPPAN et al., 2013), portanto, um problema importante para a indústria avícola exigindo controle para amenizar os impactos desfavoráveis ao processamento e aceitabilidade por parte do consumidor (KUTTAPPAN et al., 2012).

Com base nas premissas acima, o objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da adição de diferentes níveis de quitosana em embutido cozido elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* (WS) nas características qualitativas, aceitação sensorial e estabilidade durante armazenamento refrigerado, visando maior agregação de valor a estas carnes por meio do desenvolvimento de um produto mais saudável.

2 Materiais e métodos

2.1 Processamento dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana

Três lotes de embutidos cozidos de carne de perus acometidos pela miopatia WS foram elaborados na planta piloto do Centro Tecnológico da Carne, em Ourense, Espanha, conforme apresentado na Figura III. 1. Foram produzidos 75 embutidos de carne de perus acometidos pela miopatia WS com pesos aproximados de 400 g cada (3 tratamentos × 5 pontos de amostragem × 5 amostras para cada ponto de amostragem) e quitosana em pó (Quimer Insumos Vegetais) com grau de desacetilização de aproximadamente 91%. Os três tratamentos estudados foram: **(1) Controle (CONTROL)**: formulação comercial, sem adição de quitosana; **(2) Quitosana 1,5% (Q1,5%)**: 1,5% de quitosana em pó na formulação e **(3) Quitosana 3% (Q3%)**: 3% de quitosana em pó na formulação.

Os demais ingredientes utilizados em todas as formulações foram 84,14% de peito de peru com miopatia WS (50% moderado e 50% severo) adquiridos em um abatedouro em Ourense/Espanha, 1,2% de condimento para presunto

Califórnia (Conatril Indústria de Alimentos, Brasil), 0,05% de eritorbato de sódio (Scharlau, Espanha), 0,015% de nitrito de sódio (Scharlau, Espanha), 0,25% de tripolifosfato de sódio (Scharlau, Espanha) e água (14,35%).

Para elaboração dos embutidos, à carne previamente moída em disco de 6 mm foram incorporados os ingredientes, aditivos e água, sendo emulsionados até formar uma massa homogênea. Após, iniciou-se a etapa do embutimento feito em tripas plásticas de 60 mm de diâmetro e, uma vez finalizado, o produto cárneo foi cozido em estufa com vapor direto até atingir a temperatura interna de 72 °C. De imediato, os produtos foram resfriados em água corrente e mantidos a $4 \pm 1^\circ\text{C}$ até o momento das análises.

Figura III. 1 - Embutidos cozidos de peitos de perus enriquecidos com quitosana controle (Control); 1,5% quitosana (Q1,5%) e 3% quitosana (Q3%)

CONTROLE

1,5% QUITOSANA

3% QUITOSANA

Fonte: Própria autoria.

2.2 Composição centesimal

Os procedimentos descritos pela Organização Internacional de Padrões (ISO) (AOCS Official Procedure Am 5-04, 2005) foram utilizados para determinar os conteúdos de proteínas (ISO 937, 1978), umidade (ISO 1442, 1997) e cinzas (ISO 936, 1998). A gordura total foi realizada conforme o procedimento aprovado Am 05-04, descrito pela Sociedade Americana de Químicos de Petróleo.

2.3 Parâmetros de pH e cor

O pH foi obtido utilizando um pHmetro digital (Hanna Instruments, Eibar, Espanha) com uma sonda de vidro de penetração.

A coloração foi avaliada em um colorímetro portátil (CR-600d, Minolta Co. Ltd., Osaka, Japão), utilizando o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*) em um dispositivo com lâmpada de arco de xenônio pulsada, geometria do ângulo de visão de 10° e abertura de 8 mm. Foram analisados os parâmetros luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*).

2.4 Perdas por gotejamento

A análise de perda de água por gotejamento foi realizada utilizando amostras cortadas em cubos de 1,5 cm de espessura, pesadas em balança semi-analítica (Sartorius / CHE 612) para o peso inicial. As amostras foram dispostas sobre uma malha retida no fundo de um recipiente plano de plástico de dimensões aproximadas de 24x17x7 cm com fechamento hermético e conservadas em refrigerador (Neveira Liebherr / GK Pv 503) a temperatura de aproximadamente 4°C por 72 horas. Após, as amostras foram devidamente pesadas para obtenção do peso final. Os resultados foram calculados da seguinte forma:

$$\% \text{ perda por gotejamento} = \frac{(P_{\text{inicial}} - P_{\text{final}})}{P_{\text{inicial}}} \times 100$$

Sendo:

P inicial = peso inicial da amostra.

P final = peso final da amostra.

2.5 Análise de perda de água por pressão

A análise de perda de água por pressão foi realizada utilizando 5 g de amostras posicionadas no meio de dois papéis filtro e entre duas placas metálicas. Sobre este conjunto foi disposto um peso de 2,350 kg por 5 minutos. Logo, as amostras foram devidamente pesadas para obtenção do peso final. Os resultados foram calculados da seguinte forma:

$$\% \text{ Pressão} = \frac{(P \text{ inicial} - P \text{ final})}{P \text{ inicial}} \times 100$$

Sendo:

P inicial = peso inicial da amostra.

P final = peso final da amostra.

2.6 Análise de perfil de textura

A análise de perfil de textura (TPA) foi realizada utilizando amostras de 1,5 x 1,0 x 1,0 cm (comprimento x largura x altura) a partir de uma sonda cilíndrica de 50 mm (velocidade: 20 mm / s; distância: 30 mm; força: 2 g / f) em um texturômetro Texture Analyser TA-XTPlus.

2.7 Oxidação lipídica

A oxidação lipídica foi avaliada pelo índice de TBARS (substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; produtos secundários da oxidação lipídica), de acordo com a metodologia descrita por Vyncke (1975). Os resultados foram expressos em mg de malondialdeído / kg de amostra.

2.8 Análise sensorial

Os embutidos cozidos elaborados à base de carne de peru acometidos pela miopatia WS foram mantidos em ótimas condições de conservação (a 3°C) devidamente embalados e etiquetados. Foram avaliadas a aceitabilidade no dia 0 e a preferência nos dias 0 e 56.

As sessões foram realizadas com a participação de 14 provadores treinados em um centro tecnológico especializado, na sala de análise sensorial do Centro Tecnológico da Carne, equipada com cabinas individuais de acordo com a normativa UNE-EN ISO 8589:2010. Para limpar o paladar entre as amostras, bolacha sem sal e água em temperatura ambiente.

Para o estudo da aceitabilidade foi realizado um teste de aceitação dos atributos aparência, odor, sabor, textura e qualidade global de cada uma das amostras utilizando uma escala hedônica de 7 pontos (gostei muito a desgostei muito), em que cada participante marca a frase que melhor descreve sua opinião sobre cada um dos atributos sensoriais estudados no produto testado.

2.9 Análise estatística

Os dados foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (CONTROL, Q1,5%, Q3%) e cinco repetições. Um máximo de 15 embutidos cozidos de carne de perus enriquecidos com quitosana foram avaliados em cada ponto, sendo: cinco amostras de embutidos para cada lote × três lotes (CONTROL, Q1,5%, Q3%).

A distribuição normal e a homogeneidade da variância foram previamente testadas (Shapiro – Wilk). Os efeitos dos tratamentos foram verificados por meio de uma e, para os efeitos significativos ($P < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas aplicando o SAS (Versão 9.4, Sas Institute Inc., Cary, Nc, EUA).

3 Resultados e discussões

A composição química dos embutidos cozidos de carne de perus acometidos pela miopatia WS enriquecidos com quitosana é mostrada na

Tabela III. 1. A umidade e o teor de proteínas presentes nos embutidos diminuíram com a adição da quitosana ($P < 0,05$). Este efeito era esperado, pois a quitosana foi adicionada a seco após a mistura inicial da massa cárnea, possivelmente causando este efeito diluidor, reduzindo o percentual final de umidade e proteínas dos embutidos. Ainda, segundo Assis & Valmir (2003), isso pode ocorrer devido à hidrofiliidade da quitosana que, de acordo com os seus grupos desacetilados, são interligados aos grupos hidroxilas e amino que determinam esta alta ligação por moléculas polares, tendo grande influência sobre o total de água retida. Da mesma forma, Sayas-Barberá et al. (2011) em hambúrgueres suínos referiram que a adição de quitosana provocou uma diminuição no teor de umidade.

A adição de quitosana reduziu ($P < 0,05$) o teor total de lipídeos dos embutidos em comparação com o controle. Segundo o MS/SVS- Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária (1998) os embutidos elaborados neste estudo podem obter o apelo de redução ou “light” em gordura, por exibirem valores inferiores de 3 gramas de gordura por 100 gramas de produto. Já o teor de cinzas e matéria seca aumentou ($P < 0,05$) com a adição de quitosana.

Tabela III. 1 - Composição química dos embutidos cozidos elaborados à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana (15 repetições de cada tratamento)

	Tratamentos			SE	Sig.
	CONTROL	Q1,5%	Q3%		
Proteína (%)	21,25 ^a	20,28 ^b	20,69 ^b	0,13	***
Lipídeos (%)	0,31 ^a	0,08 ^b	0,14 ^b	0,03	***
Umidade (%)	76,20 ^a	74,98 ^b	75,59 ^{ab}	0,16	**
Cinzas (%)	2,14 ^c	2,88 ^b	3,39 ^a	0,14	***
Matéria Seca (%)	23,80 ^b	24,41 ^{ab}	25,02 ^a	0,16	***

^{a-c} Os valores médios na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey.

SE: erro padrão; Sig: significância; n.s.: não significativo.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Não houve diferença ($P > 0,05$) na análise de gotejamento ($1,66$ a $2,29 \pm 0,15$) entre os tratamentos (Tabela III. 2). Por outro lado, pode-se observar que o aumento da concentração de quitosana causou uma redução de aproximadamente 75% nos valores de perda de água por pressão. Pesquisas preliminares indicaram que a miopatia WS tem uma ação negativa na capacidade de retenção de água (M. PETRACCI, MUDALAL, BONFIGLIO, & CAVANI, 2013; MUDALAL, BABINI, CAVANI, & PETRACCI, 2014; MUDALAL, LORENZI, SOGLIA, CAVANI, & PETRACCI, 2015), portanto, a quitosana conseguiu reduzir as perdas de água durante o armazenamento evitando um exsudato de água fora do produto.

De acordo com a Análise do Perfil de Textura (TPA) descrito na Tabela III. 2, a utilização de 1,5% de quitosana aumentou ($P < 0,05$) o valor do parâmetro dureza em comparação com o Controle. Semelhantemente, Han & Bertram (2017) analisaram a influência da quitosana (2%) na textura de um sistema de modelo de carne cozida e demonstraram o aumento da dureza das amostras adicionadas de quitosana quando comparado ao Controle. A análise de variância indicou que a adição de quitosana a 3% também aumentou a coesividade, gomosidade e mastigabilidade em comparação com o Control. Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) no parâmetro elasticidade entre os tratamentos. Essas dissimilaridades nos parâmetros da textura sensorial também podem estar no mesmo grau em carnes de peitos de aves com miopatia WS, aumentando, consequentemente, a resistência da carne cozida (KUTTAPPAN et al., 2013).

Tabela III. 2 - Valores de análise de gotejamento, perda de água por pressão, capacidade de retenção de água e perfil de textura dos embutidos cozidos elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana (15 repetições de cada tratamento)

	Tratamentos			SE	Sig.
	CONTROL	Q1,5%	Q3%		
Gotejamento (%)	0,80	1,57	1,01	0,14	Ns
Perda de água por pressão (%)	15,99 ^a	4,01 ^b	3,77 ^b	1,54	***
Dureza (g)	2,32 ^c	2,85 ^b	3,31 ^a	0,12	***
Coesividade	0,56 ^b	0,67 ^a	0,67 ^a	0,01	***
Elasticidade (mm)	0,86	0,86	0,86	0	Ns
Gomosidade	1,30 ^c	1,92 ^b	2,22 ^a	0,11	***
Mastigabilidade (g.mm)	1,11 ^c	1,63 ^b	1,91 ^a	0,09	***

^{a-c} Os valores médios na mesma linha com letras diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey

SE: erro padrão; Sig: significância; n.s.: não significativo.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

Não houve variações na oxidação lipídica dos embutidos de peru enriquecidos com quitosana como observado na Tabela III. 3. A oxidação lipídica (determinada pelos valores de malondialdeído) dos embutidos ficou abaixo do limite de detecção do método durante o tempo de armazenamento, provavelmente devido a utilização do agente antioxidante, eritorbato de sódio, que pode retardar a oxidação lipídica durante o tempo de armazenamento.

A quitosana pode retardar o ranço oxidativo em alimentos cárneos, atuando como um quelante em íons de metais de transição, como ferro livre, que são capazes de iniciar a peroxidação lipídica assim como reações em cadeia que induzem à deterioração do sabor dos alimentos (YEN, YANG, & MAU, 2008). De acordo com Golzar Adabi & Demirok Soncu (2019), carnes de peitos de frango com miopatia WS foram mais ricos em ácidos graxos poliinsaturados e consequentemente mais sensíveis à oxidação lipídica comprovando valores mais altos de TBARS, o que não foi observado no presente estudo. A ausência de

oxidação detectável no presente trabalho deve-se provavelmente aos baixos teores de lipídeos dos embutidos e também às condições adequadas de armazenamento dos embutidos (sob refrigeração e embutidos em tripa plástica impermeável).

De acordo com a Tabela III. 3, a adição de quitosana aumentou os valores de pH ($P < 0,05$) em comparação ao tratamento Control, possivelmente devido à condição básica da quitosana e a concentração. Durante o armazenamento, houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de pH entre todos os tratamentos. Um efeito equivalente da quitosana no pH de salsichas de porco frescas no estilo grego foi relatado por Soultos, Tzikas, Abraham, Georgantelis, & Ambrosiadis (2008).

Alterações nos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* são mostradas na Tabela III. 3. A adição de quitosana aos embutidos de peru resultou em valores mais baixos de L^* ($P < 0,05$) em comparação ao Control, sucedendo em uma redução da luminosidade. Por outro lado, todos os tratamentos não diferiram ($P > 0,05$) nos valores de L^* à medida que o armazenamento progredia. Da mesma forma, Darmadji & Izumimoto (1994) relataram que amostras de carne picada contendo quitosana apresentaram menores valores de L^* em comparação ao Controle.

Em relação aos parâmetros a^* , os tratamentos Control e Q1,5% apresentaram os maiores valores ($P < 0,05$) e, no início do armazenamento, os mesmos tratamentos apresentaram mais intensidade do parâmetro a^* . Jo, Lee, Lee, & Byun (2001) e Youn, Park, Kim, & Ahn (1999) relataram que a quitosana afetou os valores de a^* das linguças, resultando em uma superfície mais avermelhada.

Por fim, as amostras Q1,5% e Q3% apresentaram valores significativamente mais altos ($P < 0,05$) do parâmetro b^* e, quando comparados ao Control, exibiram valores mais altos deste parâmetro no final do tempo de armazenamento. Youn, Park, Kim, & Ahn (1999) relataram que a adição de quitosana aumentou o valor de b^* , sugerindo que a cor natural da quitosana afetava a cor da superfície da linguça.

Tabela III. 3 - Teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pH, Luminosidade (L *), intensidade de vermelho (a *) e intensidade de amarelo (b *) das carnes cozidas elaborado à base de carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidas com quitosana (15 repetições de cada tratamento)

	Tratamentos	Dias de Armazenamento		SE	Sig.
		0	56		
TBARS	CONTROL	-	-	-	-
	Q1,5%	-	-	-	-
	Q3%	-	-	-	-
	SE	-	-	-	-
	Sig.	-	-	-	-
pH	CONTROL	5,99 ^{bB}	6,11 ^{bA}	0,03	*
	Q1,5%	6,73 ^{aB}	6,95 ^{aA}	0,04	***
	Q3%	6,77 ^{aB}	6,99 ^{aA}	0,04	***
	SE	0,10	0,11	-	-
	Sig.	***	***	-	-
L*	CONTROL	80,53 ^a	80,84 ^a	0,09	Ns
	Q1,5%	74,82 ^b	74,75 ^b	0,07	Ns
	Q3%	74,41 ^b	74,14 ^c	0,11	Ns
	SE	0,75	0,81	-	-
	Sig.	***	***	-	-
a*	CONTROL	4,13 ^{aA}	3,94 ^{aB}	0,05	*
	Q1,5%	3,72 ^{aA}	3,10 ^{bB}	0,12	***
	Q3%	3,23 ^{bA}	2,48 ^{cB}	0,16	**
	SE	0,12	0,17	-	-
	Sig.	***	***	-	-
b*	CONTROL	10,19	10,16 ^c	0,04	Ns
	Q1,5%	10,53 ^B	11,60 ^{bA}	0,22	**
	Q3%	10,76 ^B	12,30 ^{aA}	0,29	***
	SE	0,13	0,25	-	-
	Sig.	Ns	***	-	-

A - C Os valores médios na mesma linha com letras maiúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey..

a - c Os valores médios na mesma coluna com letras minúsculas diferentes indicam diferença significativa pelo teste de Tukey.

SE: erro padrão; Sig.: significância; ns.: não significativo, (-): não foi detectado.

* $P < 0,05$; ** $P < 0,01$; *** $P < 0,001$.

A partir da análise sensorial realizada no embutido cozido de peru com miopatia *WS* enriquecidas com quitosana (Figura III. 2), verificou-se que não houve diferença ($P > 0,05$) em todos os parâmetros de aceitabilidade e todos os tratamentos receberam uma pontuação superior a 4, indicando que a adição de quitosana não alterou a aceitabilidade dos embutidos. Segundo Roller *et al.* (2002) e Soultos *et al.* (2008), salsichas adicionadas de quitosana proporciona odor e sabor mais satisfatórios quando comparadas com amostras controle. Vasilatos & Savvaidis (2013) relatou que a presença de quitosana em amostras de peru propiciou um sabor mais agradável, favorecendo o frescor e o aroma natural do produto.

Figura III 2 - Escores sensoriais atribuídos pelos participantes do painel no dia 0 para aparência, odor, sabor, textura e qualidade global de embutidos cozidos com carne de perus acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecidos com quitosana. Escala hedônica utilizada: 1 = desgostei muito; 2 = desgostei bastante; 3 = desgostei ligeiramente; 4 = nem gostei/nem desgostei; 5 = gostei ligeiramente; 6 = gostei bastante; 7 = gostei muito (n = 14)

Barras verticais correspondentes ao erro padrão.

*Q. Global = Qualidade Global.

4 Conclusão

A adição de quitosana em embutido cozido de carne de peru acometido pela miopatia *White Striping* causou alterações em alguns dos parâmetros tecnológicos e de qualidade avaliados. No entanto, os embutidos com até 1,5% de quitosana apresentaram alterações menores nas características tecnológicas e de qualidade em comparação com a formulação Controle (sem quitosana). Devido às características sensoriais similares aos embutidos controle, embutidos contendo 1,5% de quitosana pode representar uma alternativa interessante para agregação de valor em carnes de perus acometidos pela miopatia *White Striping* e / ou aumentar a proporção de fibras na dieta.

Agradecimentos

Os autores gostariam de agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de uma bolsa de estudos para facilitar esta pesquisa e ao Centro Tecnológico de la Carne em Ourense/Espanha por apoiar esta pesquisa.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. (2005). Alimentos. Comissões e Grupos de Trabalho. Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos.

AOCS Official Procedure Am 5-04. (2005). Rapid determination of oil / fat utilizing high temperature solvent extraction. In Rapid determination of Oil/Fat utilizing high temperature solvent extraction.

ASSIS, O. B. G.; VALMIR L. S. Caracterização estrutural e da capacidade de absorção de água em filmes finos de quitosana processados em diversas concentrações. **Polímeros**, São Carlos, v. 13, n. 4, p. 223-228, 2003.

BAI, J.; HAGENMAIER, R. D.; BALDWIN, E. A. Coating selection for “Delicious” and other apples. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 381-390, 2003.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária - MS/SVS. Portaria nº 27, de 13 de janeiro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico referente à Informação Nutricional Complementar (declarações relacionadas ao conteúdo de nutrientes), constantes do anexo desta Portaria. **Diário Oficial da União**, Poder Executivo, Brasília, DF, 16 jan. 1998.

DARMADJI, P.; IZUMIMOTO, M. Effect of chitosan in meat preservation. **Meat Science**, Amsterdam, v. 38, n. 2, p. 243-254, 1994.

DOMÍNGUEZ, R. et al. Effect of different cooking methods on lipid oxidation and formation of volatile compounds in foal meat. **Meat Science**, Amsterdam, v. 97, n. 2, p. 223-230, 2014.

FERREIRA, J.; ANCELMO, G. C. Aplicações nutricionais da quitosana: uma breve revisão. Uma Ética Para Quantos? 2012. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>

GOLZAR ADABI, S.; DEMIROK SONCU, E. (2019). White striping prevalence and its effect on meat quality of broiler breast fillets under commercial conditions.

Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition, Berlin, v. 103, n. 4, p. 1060-1069, 2019.

HAN, M.; BERTRAM, H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, Amsterdam, v. 133, p. 159-165, 2017.

HARISH PRASHANTH, K. V.; THARANATHAN, R. N. Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential-an overview. **Trends in Food Science and Technology**, Oxford, v. 18, n. 3, p. 117-131, 2007.

HONIKEL, K. O. Reference methods supported by OECD and their use in Mediterranean meat products. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 59, n. 4, p. 573-582, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 937**: International standards meat and meat products - determination of nitrogen content. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1978.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 1442**: International standards meat and meat products -determination of moisture content. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **ISO 936**: International standards meat and meat products - determination of ash content. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 1998.

JO, C. et al. Quality properties of pork sausage prepared with water-soluble chitosan oligomer. **Meat Science**, Amsterdam, v. 59, n. 4, p. 369-375, 2001.

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

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

LEE, S. H. (1996). Effect of chitosan on emulsifying capacity of egg yolk. **Journal of the Korean Society of Food and Nutrition**, Busan, v. 25 p. 118-122, 1996.

Maezaki, Y. et al. Hypocholesterolemic effect of chitosan in adult males. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, Abingdon, v. 57, n. 9, p. 1439-1444, 1993.

MUDALAL, S. et al. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. **Poultry Science**, Cary, v. 93, n. 8, p. 2108-2116, 2014.

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

MUNEKATA, P. E. S. et al. Effect of natural antioxidants in Spanish salchichón elaborated with encapsulated n-3 long chain fatty acids in konjac glucomannan matrix. **Meat Science**, Amsterdam, v. 124, p. 54-60, 2017.

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

RAZDAN, A.; PETTERSSON, D. Effect of chitin and chitosan on nutrient digestibility and plasma lipid concentrations in broiler chickens. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 72, n. 2, p. 277-288, 1994.

RIAZI, F. et al. Oxidation phenomena and color properties of grape pomace on nitrite-reduced meat emulsion systems. **Meat Science**, Amsterdam, v. 121, p. 350-358, 2016.

ROLLER, S. et al. Novel combinations of chitosan, carnocin and sulphite for the preservation of chilled pork sausages. **Meat science**, v. 62, n. 2, p. 165-177, 2002.

SAYAS-BARBERÁ, E. et al. Effect of the molecular weight and concentration of chitosan in pork model burgers. **Meat Science**, Amsterdam, v. 88, n. 4, p. 740-749, 2011.

SOULTOS, N. et al. Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages. **Meat Science**, Amsterdam, v. 80, n. 4, p. 1150-1156, 2008.

VAN BA, H. et al. Antioxidant and anti-foodborne bacteria activities of shiitake by-product extract in fermented sausages. **Food Control**, Oxford, v. 70, p. 201-209, 2016.

VASILATOS, G. C.; SAVVAIDIS, I. N. Chitosan or rosemary oil treatments, singly or combined to increase turkey meat shelf-life. **International journal of food microbiology**, v. 166, n. 1, p. 54-58, 2013.

VYNCKE, W. Evaluation of the direct thiobarbituric acid extraction method for determining oxidative rancidity in mackerel (*Scomber scombrus* L.). **Fette-Seifen-Anstrichmittel**, Weinheim, v. 77, n. 6, p. 239-240, 1975.

YEN, M. T.; YANG, J. H.; MAU, J. L. Antioxidant properties of chitosan from crab shells. **Carbohydrate Polymers**, Oxford, v. 74, n. 4, p. 840-844, 2008.

YOUN, S. K. et al. Effect on storage property and quality in meat sausage by added chitosan. **Journal of Chitin and Chitosan**, [Valencia], v. 4, n. 4, p. 189-195, 1999.

CONCLUSÃO GERAL

A ocorrência de graus moderado e severo da miopatia *WS* resultou em um aumento no peso do músculo *Pectoralis major* e aumento no diâmetro das fibras musculares. A incidência da miopatia está associada a alterações na qualidade da carne, especialmente uma diminuição nos valores de proteínas e um aumento nas concentrações de colágeno insolúvel e total. Por isso, a *WS* pode ser uma questão emergente na indústria de carne de aves e pode estar associado a uma taxa de crescimento aumentada em aves.

Embutidos cozidos elaborados com os diferentes graus da miopatia *WS* adicionados ou não de 1,5% de quitosana apresentaram poucas alterações nas características de qualidade e aceitabilidade sensorial, podendo representar uma ótima alternativa para agregação de valor em carnes de perus acometidos pela *WS* e / ou aumentar o valor nutricional do produto.

Apêndices

APÊNDICE A – Termo de consentimento livre e esclarecido.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado (a) a participar da análise sensorial de peitos de peru acometidos pela miopatia "White Striping", como parte do projeto de pesquisa **"CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, HISTOLÓGICA, SENSORIAL E TECNOLÓGICA DA CARNE DE PEITO DE PERUS ACOMETIDOS PELA MIOPATIA "WHITE STRIPING"** referente ao projeto de doutorado da aluna Larissa Tátero Carvalho. Você como responsável, após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma das vias é sua e a outra é do pesquisador responsável conforme determinado na Resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma.

1. Descrição do Projeto de Pesquisa

Justificativa: Um recente problema relacionado à qualidade de carne tem sido verificado com o aparecimento de estrias esbranquiçadas na carne de peito de aves. Estas estrias que são paralelas à direção da fibra muscular e que aumentam de acordo com a idade do animal, tem causado preocupação à indústria e aos produtores de aves devido ao prejuízo causado à comercialização desses cortes. Por isso, a importância do teste de aceitação por consumidores das amostras de carne de perus acometidos pela miopatia "White Striping" e, de produtos cárneos elaborados à base de perus também acometidos pela miopatia "White Striping" em seus diferentes graus de severidade.

Objetivos do projeto: Submeter ao teste de aceitação por consumidores as amostras de carne de perus acometidos pela miopatia "White Striping" e, verificar se há influência da miopatia sobre aceitação sensorial de produtos cárneos elaborados à base de perus acometidos pela miopatia "White Striping" em seus diferentes graus de severidade.

2. Procedimentos:

A análise onde seres humanos avaliam diversos atributos de qualidade de alimentos é chamada de ANÁLISE SENSORIAL. Os procedimentos para execução da análise sensorial nesta pesquisa serão os seguintes:

- Cento e vinte provadores farão a avaliação sensorial dos produtos;
- Serão testadas três diferentes formulações de blanquet de peru. Os blanquet de perus serão armazenados a uma temperatura de aproximadamente 4°C até o momento da realização da análise sensorial. Estes, serão fatiados em fatiadas de aproximadamente 7cm de espessura em fatiador de frios semi-automático e servidos aleatoriamente. Serão realizados testes afetivos para avaliar as diferenças percebidas pelo consumidor, entre as formulações do músculo *Pectoralis major* de perus da linhagem *Nicholas* acometidas pelos diferentes graus de severidade da miopatia *White Striping*. Será aplicado o teste de aceitação avaliando os atributos aparência, textura, suculência, sabor e qualidade global. Para o teste de aceitação será utilizada uma escala hedônica de nove pontos. Todos os procedimentos da análise sensorial serão realizados de acordo com as normas do Ministério da Saúde e autorizados pelo Comitê de Ética da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo.
- O provador deverá avaliar (olhar, cheirar e provar) os produtos e responder às perguntas solicitadas na Ficha de Avaliação.
- A duração do teste para cada pessoa será de aproximadamente 10 minutos.

3. Sigilo e Privacidade:

Você tem livre acesso, a qualquer momento, às informações sobre os procedimentos e riscos relacionados à pesquisa; e pode contar com o pesquisador para esclarecer eventuais dúvidas. Você tem o direito de retirar seu consentimento a qualquer momento e de deixar de participar do estudo, se quiser. Todos os dados pessoais coletados serão confidenciais e de uso exclusivo para a pesquisa em questão; somente a equipe de pesquisa poderá ter acesso a estes dados.

4. Desconfortos, riscos e ressarcimento:

Caso surjam problemas decorrentes do consumo, estes devem ser comunicados imediatamente para que sejam tomadas as devidas providências, inclusive encaminhamento para o hospital mais próximo do local da degustação, se necessário. Entretanto, o risco associado à análise é mínimo. Eventuais danos à saúde decorrentes da pesquisa serão devidamente indenizados. Não haverá remuneração financeira aos participantes das análises sensoriais. O estudo é de caráter voluntário e não prevê benefícios diretos no decorrer de sua participação.

5. Contato em caso de dúvidas, intercorrências clínicas ou reações adversas:

Os testes para avaliação sensorial dos blanquet de perus serão acompanhados pela aluna pesquisadora (Larissa Tátero Carvalho). Quaisquer outros esclarecimentos poderão ser solicitados antes, durante e após a pesquisa em: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Prédio do ZEA – Laboratório de Qualidade e Estabilidade de Carnes e Produtos Cárneos - Avenida Duque de Caxias Norte, 225, Pirassununga – SP.
Tel: (19) 3565-4245 ou Cel: (17) 988179992 / Email: larissa.tcarvalho@usp.br

6. Consentimento:

Eu, _____, RG _____,
CPF _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **"CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, HISTOLÓGICA, SENSORIAL E TECNOLÓGICA DA CARNE DE PEITO DE PERUS ACOMETIDOS PELA MIOPATIA "WHITE STRIPING"**.

Tenho pleno conhecimento da justificativa, objetivos, benefícios esperados e dos procedimentos a serem executados, bem como da possibilidade de receber esclarecimentos sempre que considerar necessário. Será mantido sigilo quanto à identificação de minha pessoa e zelo à minha privacidade. Ao mesmo tempo assumo o compromisso de seguir as recomendações estabelecidas pelos pesquisadores. Eu li e entendi todas as informações contidas neste documento.

Endereço: _____
Cidade: _____ CEP: _____ Fone: _____

Pirassununga, _____ de _____ de _____

_____
Participante

_____
Responsável

APÊNDICE B – Ficha utilizada na avaliação sensorial de blanquet de peru acometidos pela miopatia *White Striping*.

Nome: _____		Ficha _____	
Idade: _____	Sexo: ☐ Masculino ☐ Feminino	Data: ____ / ____ / ____	
Você está recebendo uma amostra BLANQUET DE PERU. Por favor, avalie o produto e marque na escala o quanto você gostou ou desgostou das seguintes características:			
Número da amostra _____		Nota	
ESCALA 9-Gostei muitíssimo 8-Gostei muito 7-Gostei moderadamente 6-Gostei ligeiramente 5-Nem gostei/nem desgostei 4-Desgostei ligeiramente 3-Desgostei moderadamente 2-Desgostei muito 1-Desgostei muitíssimo	APARÊNCIA		Comentários:
	TEXTURA		Comentários:
	SUCULÊNCIA		Comentários:
	SABOR		Comentários:
	QUALIDADE GLOBAL		Comentários:

APÉNDICE C – Ficha utilizada na avaliação sensorial de blanquet de peru acometidos pela miopatia *White Striping* enriquecido com Quitosana.

CABINA: 11

Laboratorio de Análisis Sensorial - CTC

Nombre:

Fecha:

Muestra: BLANQUET DE PERU

Orden de las muestras: 186, 485, 297

Indica la aceptabilidad en función de los siguientes ATRIBUTOS:

APARIENCIA

ACEPTABILIDAD	Muestra	Muestra	Muestra
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			

OLOR

ACEPTABILIDAD	Muestra	Muestra	Muestra
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			

SABOR

ACEPTABILIDAD	Muestra	Muestra	Muestra
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			

CABINA:

Laboratorio de Análisis Sensorial - CTC

TEXTURA

ACEPTABILIDAD	Muestra	Muestra	Muestra
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			

VALORACIÓN GLOBAL

ACEPTABILIDAD	Muestra	Muestra	Muestra
Me gusta mucho			
Me gusta bastante			
Me gusta ligeramente			
Ni me gusta ni me disgusta			
Me disgusta ligeramente			
Me disgusta bastante			
Me disgusta mucho			

1ª	2ª	3ª	Comentarios

Anexos

ANEXO A – Parecer do comitê de ética.

	USP - FACULDADE DE ZOOTECNIA E ENGENHARIA DE ALIMENTOS DA																
PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP																	
DADOS DO PROJETO DE PESQUISA																	
Título da Pesquisa: CARACTERIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA, HISTOLÓGICA, SENSORIAL E TECNOLÓGICA DA CARNE DE PEITO DE PERUS ACOMETIDOS PELA MIOPATIA																	
Pesquisador: Larissa Tátero Carvalho																	
Área Temática:																	
Versão: 2																	
CAAE: 76883517.2.0000.5422																	
Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO																	
Patrocinador Principal: FUND COORD DE APERFEICOAMENTO DE PESSOAL DE NIVEL SUP																	
DADOS DO PARECER																	
Número do Parecer: 2.392.109																	
Apresentação do Projeto: Este trabalho será desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Campus de Jaboticabal; e no Departamento de Engenharia de Alimentos da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – FZEA/USP, Campus Pirassununga em parceria com outras instituições de ensino e pesquisa do Brasil e Estados Unidos. O objetivo deste estudo será caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia White Striping, bem como avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne e de que maneira a intenção de compra por parte do mercado consumidor pode ser influenciada. Serão utilizadas amostras provenientes de perus da linhagem Nicholas, criados e abatidos na região sudeste do Brasil. Serão utilizadas amostras do músculo Pectoralis major oriundo de carne de peito de perus acometidos pela miopatia White Striping em seus diferentes graus de severidade. Serão avaliados cor objetiva, valor de pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento, força de cisalhamento, oxidação lipídica, comprimento de sarcômero, colágeno total e termossolúvel, composição centesimal, teor de colesterol, análise sensorial (pelo método de aceitação sensorial) e avaliação histológica dos músculos. Em uma segunda etapa, um produto cãmeo tipo Blanquet de Peru será processado utilizando carne de peito de perus acometidas pelos diferentes graus de severidade da miopatia White Striping.																	
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="3">Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Bairro: Campus Universitário de USP</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: right;">CEP: 13.835-900</td> </tr> <tr> <td>UF: SP</td> <td colspan="2">Município: PIRASSUNUNGA</td> </tr> <tr> <td>Telefone: (19)3585-4200</td> <td>Fax: (19)3585-4114</td> <td>E-mail: cepfz@usp.br</td> </tr> </table>			Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225			Bairro: Campus Universitário de USP			CEP: 13.835-900			UF: SP	Município: PIRASSUNUNGA		Telefone: (19)3585-4200	Fax: (19)3585-4114	E-mail: cepfz@usp.br
Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225																	
Bairro: Campus Universitário de USP																	
CEP: 13.835-900																	
UF: SP	Município: PIRASSUNUNGA																
Telefone: (19)3585-4200	Fax: (19)3585-4114	E-mail: cepfz@usp.br															
Página 01 de 03																	

USP - FACULDADE DE
ZOOTECNIA E ENGENHARIA
DE ALIMENTOS DA

Continuação do Parecer: 2.362.106

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste estudo será caracterizar a carne de peito de perus acometidos pelos diferentes graus de severidade da miopatia White Striping, bem como avaliar a influência desta miopatia na qualidade da carne e sobre sua aceitação e intenção de compra por parte do consumidor.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

O pesquisador informa que caso surjam problemas decorrentes do consumo, estes devem ser comunicados imediatamente para que sejam tomadas as devidas providências, inclusive encaminhamento para o hospital mais próximo do local da degustação, se necessário. Entretanto, o risco associado à análise é mínimo uma vez que, vários estudos comprovam que carne de aves com white striping não causam quaisquer danos físicos ao consumidor.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa apresenta boa proposta e considero ser um tema de interesse.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O projeto foi colocado em pendência para detalhar o TCL. Considero que as informações anexadas ao novo TCL estão satisfatórias.

Recomendações:

Considero o projeto aprovado.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Este CEPH FZEA colocou o projeto em pendência para as correções apontadas, as quais foram atendidas, conforme segue:

- o título que consta na Plataforma deve ser o mesmo apresentado no TCLE e no Projeto.: Inserido corretamente.
- Embora o projeto esteja claro, com procedimentos bem descritos, considero necessário detalhar o TCLE, sobretudo para esclarecimentos acerca dos procedimentos da análise sensorial: os detalhes foram inseridos.
- No TCLE o pesquisador responsável deve informar que os participantes da pesquisa têm direito a receber uma via do termo assinada pelo participante e pesquisador conforme determinado na

Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225
Bairro: Campus Universitário de USP CEP: 13.635-900
UF: SP Município: PIASSUNUNGA
Telefone: (19)3565-4209 Fax: (19)3565-4114 E-mail: cepfz@usp.br

**USP - FACULDADE DE
ZOOTECNIA E ENGENHARIA
DE ALIMENTOS DA**

Continuação do Parecer: 2.362.109

Resolução 466 de 2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Considero que as pendências foram atendidas e dessa forma estou de acordo com a aprovação desse estudo.

Considerações Finais a critério do CEP:

Esta CEPH FZEA aprova o desenvolvimento do projeto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_956623.pdf	04/10/2017 22:57:55		Aceito
Outros	Carta_de_Respostas.pdf	04/10/2017 22:56:30	Larissa Tâtero Carvalho	Aceito
TCE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_de_consentimento_livre_e_esclarecido.pdf	04/10/2017 22:37:44	Larissa Tâtero Carvalho	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto_de_Pesquisa.pdf	28/08/2017 12:37:47	Larissa Tâtero Carvalho	Aceito
Outros	Curriculo_Lattes.pdf	28/08/2017 12:35:40	Larissa Tâtero Carvalho	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto.pdf	28/08/2017 12:29:50	Larissa Tâtero Carvalho	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PIRASSUNUNGA, 22 de Novembro de 2017

Assinado por:
Daniele dos Santos Martins
(Coordenador)

Endereço: Avenida Duque de Caxias Norte, 225
Bairro: Campus Universitário da USP CEP: 13.035-900
UF: SP Município: PIRASSUNUNGA
Telefone: (10)3565-4200 Fax: (10)3565-4114 E-mail: cepfz@usp.br

ANEXO B – Certificado de análise da quitosana.

Produto: Quitosana HDP P6	
Lote Interno: 5415	Lote Fabricante: 10/1
Data Fabricação: 30/07/2018	Data Validade: 30/07/2023
Fabricante: Quimer	
Origem: Brasil	Procedência: Brasil
DCB: Não aplicável	CAS: Não aplicável
Nome científico (gênero/espécie): Chitosan-deriv crustáceos	
Parte Utilizada: Exoesqueleto de Caranguejo	
Solvente de Extração: Não aplicável	Excipiente: Maltodextrina (10 – 30%)
Nome químico: Não aplicável	
Sinonímia: Não aplicável	
Formula Molecular: Não aplicável	P.M.: Não aplicável
Higroscópico: Sim ( ) Não (x)	Fotossensível: Sim ( ) Não (x)
Conservação: Conservar em recipiente hermético protegido de umidade, ao abrigo de luz e calor. Temperatura entre 15 °C e 30 °C, Umidade relativa máxima 70%	

TESTES	ESPECIFICAÇÕES	RESULTADO	REFERÊNCIA	METODOLOGIA
Cor	Branco á bege amarelado	Bege amarelado	Esp. Int. Fab.	Met. Int. Fab.
Odor	Característico	De acordo	Esp. Int. Fab.	Met. Int. Fab.
Sabor	Característico	De acordo	Esp. Int. Fab.	Met. Int. Fab.
Densidade aparente	0,700 – 0,900 g/mL	0,727 g/mL	Esp. Int. Fab.	Met. Int. Fab.
Umidade	Máximo 7,0%	2,16%	FCC 2016	FCC 2016
Granulometria	Pó semi fino	De acordo	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Doseamento	Grau de desacetilação: 70 – 95%	91,23%	Farm. Britânica 2013	Farm. Britânica 2013
	Teor de fibra alimentar: Informativo	12,28%	AOAC 15ª Ed.	AOAC 15ª Ed
Metais pesados (AAS)	Pb: < 0,50 ppm	0,00 ppm	Esp. Int. Fab.	Met. Int. Fab.
	As: < 0,50 ppm	0,00 ppm		
	Cd: < 0,20 ppm	0,00 ppm		
	Hg: < 0,20 ppm	0,00 ppm		
	Cr: < 1,00 ppm	0,00 ppm		
	Ni: < 1,00 ppm	0,00 ppm		
Fe: < 10,00 ppm	0,00 ppm			
ENSAIOS MICROBIOLÓGICOS				
Bactérias totais aeróbias	Máximo 2000 UFC/g ou mL	< 10 UFC/g ou mL	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Fungos e leveduras totais	Máximo 200 UFC/g ou mL	< 10 UFC/g ou mL	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Escherichia coli(coliformes)	Ausente/g ou mL	Ausente	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Pseudomonas aeruginosa	Ausente/g ou mL	Ausente	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Staphylococcus aureus	Ausente/g ou mL	Ausente	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd
Salmonella sp.	Ausente/10g ou mL	Ausente	M.G.F.B. 5ª Ed.	Farm. Bras. 5ªEd

OBSERVAÇÃO:	
Laudo proveniente de análise interna: ( ) Certificado original se encontra à disposição de nossos clientes.	Laudo transcrito do certificado original do fabricante/fornecedor: (x) O certificado original se encontra à disposição de nossos clientes. Esse produto encontra-se na embalagem original do fornecedor. Não foi realizado o processo de fracionamento nas instalações da Levviale.
Unidade: ( ) Anápolis - GO (x) Diadema – SP	
Resultado: (x) Aprovado ( ) Reprovado	Data de Emissão: 13/03/2019