

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP CAMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM ESTRIAS BRANCAS AO
LONGO DO CONGELAMENTO POR 12 MESES**

Mateus Roberto Pereira
Zootecnista

JABOTICABAL – SÃO PAULO - BRASIL

2020

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP CAMPUS DE JABOTICABAL

**QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM ESTRIAS BRANCAS
AO LONGO DO CONGELAMENTO POR 12 MESES**

Mateus Roberto Pereira

Orientadora: Profa. Dra. Hrasilva Borba

Coorientadora: Dra. Juliana Lolli Malagoli de Mello

Dissertação apresentada a Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

2020

P436q Pereira, Mateus Roberto
Qualidade da carne de peito de frango com estrias brancas ao longo
do congelamento por 12 meses. / Mateus Roberto Pereira. --
Jaboticabal, 2020
78 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientadora: Hirasilva Borba
Coorientadora: Juliana Lolli Malagoli De Mello

1. Armazenamento. 2. Maciez. 3. Miopatia. 4. Qualidade da carne.
I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Fac
Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).
Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Jaboticabal



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM ESTRIAS BRANCAS
AO LONGO DO CONGELAMENTO POR 12 MESES**

AUTOR: MATEUS ROBERTO PEREIRA

ORIENTADORA: HIRASILVA BORBA

COORIENTADORA: JULIANA LOLLI MALAGOLI DE MELLO

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em ZOOTECNIA, pela
Comissão Examinadora:

Profa. Dra. HIRASILVA BORBA

Departamento de Tecnologia / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal - UNESP

Profa. Dra. LIZANDRA AMOROSO

Departamento de Morfologia e Fisiologia Animal / FCAV / UNESP - Jaboticabal

P-

Profa. Dra. CECILIA MARIA COSTA DO AMARAL

Centro Universitário Barão de Mauá / Ribeirão Preto/SP

P-

Jaboticabal, 15 de junho de 2020

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

Mateus Roberto Pereira, nascido no dia 26 de agosto de 1992 na cidade de Ribeirão Preto - SP, Brasil, filho de Luis Roberto Pereira e Angela Maria de Arruda Pereira. Ingressou no curso de Zootecnia em 2012 na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/Unesp) na cidade de Jaboticabal – SP, Brasil, graduando-se em 2017. Em março de 2018 iniciou o curso de Mestrado na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus Jaboticabal, São Paulo, sob a orientação da Profa. Dra Hirasilva Borba, sendo bolsista CNPq e submetendo-se à defesa de dissertação em junho de 2020.

Altíssimo e onipotente Bom Senhor
 Teus são os louvores, a glória a honra e toda a
 benção
 A Ti somente, Altíssimo, eles convém
 E nenhum homem é digno de te imitar
 Louvado sejas, meu Senhor, com todas as
 Tuas criaturas
 Especialmente o senhor irmão Sol
 O qual faz o dia e por ele alumia
 E ele é belo, radiante, com grande esplendor
 de Ti
 Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã Lua
 Pelas estrelas que no céu Formaste-as claras
 preciosas e belas
 Louvado sejas, meu Senhor, pelo irmão vento
 Pelo ar, pela nuvem, pelo sereno e todo tempo
 Pelo qual dá às tuas criaturas o sustento

Louvado sejas, meu Senhor, pela irmã água
 A qual nos é muito útil, úmida, preciosa e casta
 Louvado sejas, meu Senhor, pelo irmão fogo
 Pelo qual iluminas a noite, ele é belo robusto e
 forte
 Louvado sejas, meu Senhor, pela nossa irmã a
 mãe terra
 A qual nos sustenta, governa e produz diversos
 frutos,
 Flores coloridas e ervas
 Louvado sejas, meu Senhor, pela nossa irmã a
 morte corporal
 Da qual nenhum vivente pode escapar
 Bendito aquele que se encontra na Tua
 santíssima vontade
 Ao qual a morte não fará mal

Louvai e bendizei o meu Senhor
 Agradeça e sirva com grande humildade
 Louvai e bendizei o meu Senhor
 Agradeça e sirva com grande humildade
 Louvai e bendizei o meu Senhor
 Agradeça e sirva com grande humildade
 Louvai e bendizei o meu Senhor
 Agradeça e sirva com grande humildade
 Louvai e bendizei o meu Senhor
 Agradeça e sirva com grande humildade

Louvai e bendizei o meu Senhor...
 Louvai e bendizei o meu Senhor...

(São Francisco de Assis)

Outra vez me vejo só,
 com meu deus
 Não consigo mais fugir,
 fugir de mim
 Junto às águas deste mar
 vou lutar
 Hoje quero me encontrar
 Buscar o meu lugar

Vou navegar, nas águas
 deste mar
 Navegar... eu quero me
 encontrar
 Navegar... não posso
 mais fugir
 Vou procurar, nas águas
 mais profundas
 No mar... feliz eu vou
 seguir
 Só amar, buscar o meu
 lugar
 Sem dúvidas, sem medo
 de sonhar!

Ó Jesus, com fé eu te
 seguirei
 Só contigo sou feliz, tu és
 em mim!
 Teu espírito de amor
 criador
 Me sustenta no meu sim
 Me lança neste mar!

Vivo a certeza desta
 missão
 Já não posso desistir,
 voltar atrás
 Mãe Maria, vem tomar
 minha mão
 E me ajuda a ser fiel
 Só cristo é luz e paz!
 (Paulo Roberto)

AGRADECIMENTOS

Quero primeiramente agradecer a Deus, pois sem ele nada poderia ser ou fazer, depois dele a Santíssima Virgem Maria e a toda igreja triunfante em Cristo Jesus. Depois quero agradecer ao meu pai Luis Roberto Pereira e minha mãe Angela Maria de Arruda Pereira, primeiramente pelo apoio em minha criação e educação, além de me apoiarem durante todo o mestrado tanto pelos conselhos e outros tipos de ajudas que eles fizeram por mim.

Quero agradecer pela amizade do meu irmão Lucas Pedro Pereira e por toda ajuda e conselho que ele me deu durante esses anos que vivemos juntos. E pela amizade do agregado da família Heber Rodriges.

Agradeço também pelo convívio que tive com a Mocinha (gata) durante o meu mestrado.

Muito obrigado aos meus avôs maternos, Angelo Costa de Arruda e Maria das Dores Marques Arruda e a minha avó paterna Maria da Silva Pereira (*In memoriam*) pelo apoio que me deram em minha vida. Aos meus tios Marcos Costa Arruda e Weruska Ribeiro e ao meu primo Marcos Costa Arruda Junior.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Hirasilva Borba por me acolher e me instruir estes anos de orientação no mestrado; a minha co-orientadora Dr^a. Juliana Lolli por ter paciência em me orientar durante o meu mestrado.

Agradeço também ao Prof Dr. Pedro Alves de Souza, Erik Alonso, Fábio Ferrari, Erika, Rodrigo Oliveira, Rodrigo Alves, Aline, Heloisa, Daniel e Andréia pela amizade e pela ajuda que cada um pode me dar durante meu dia-a-dia no laboratório.

A todos os professores que me acompanharam durante o mestrado, que me ofereceram suporte e orientação para me aperfeiçoar profissionalmente. À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, pelo suporte e estrutura concedida e ao programa de pós graduação que concedeu a oportunidade de realizar o mestrado.

Ao CNPq pela ajuda financeira concedida a mim durante estes anos de mestrado.

A todos os animais que foram utilizados no meu experimento, podendo colaborar com sua existência, a serviço de um bem maior.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a minha formação acadêmica e foram fundamentais para que eu me tornasse um mestre em Zootecnia.

SUMÁRIO

	Página
Resumo	VI
Abstract	VII
Lista de imagens	VIII
Lista de tabelas	IX
1. Introdução	1
2. Revisão da literatura	2
2. 1. Composição da carne de frango	2
2. 2. Qualidade da carne	3
2. 3. Estrias brancas	7
2. 4. Processo de congelamento	8
3. Objetivos	11
4. Material e métodos	12
4.1. Local e período de execução	12
4.2 Delineamento experimental	12
4.3 Classificação das amostras segundo o grau de severidade da miopatia “White Striping”	13
4.4 Coleta das amostras	17
4.5 Análises físicas	18
4.6 Análises químicas	19
4.7 Avaliação microbiológica	23
5. Resultados e discussão	24
6. Conclusão	55
7. Referências bibliográficas	57

QUALIDADE DA CARNE DE PEITO DE FRANGO COM ESTRIAS BRANCAS AO LONGO DO CONGELAMENTO POR 12 MESES

Resumo: O objetivo deste estudo foi avaliar as possíveis alterações de qualidade da carne de peito de frango contendo estrias brancas durante o congelamento por 12 meses (prazo de validade determinado para carne de frango congelada, pelo MAPA), para comprovar se é possível armazenar esse tipo de carne durante o tempo preconizado nas embalagens sem que haja alteração de qualidade que comprometa o consumo. Foram utilizadas amostras do músculo *Pectoralis major*, provenientes de frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500, contendo estrias brancas nos graus moderado e severo, bem como amostras de um grupo controle (ausência de estrias - normal). Parte das amostras (n=60; n=20 para cada grau de severidade) foi analisada no dia da coleta (início). As demais amostras (n=240) foram armazenadas (-20°C) por até 12 meses. No final de cada período de congelamento proposto (3, 6, 9 e 12 meses) foram avaliados cor, pH, capacidade de retenção e água, perda de peso por cozimento, maciez, oxidação lipídica, composição química, concentrações de colesterol e colágeno, índice de fragmentação miofibrilar e comprimento de sarcômero. Foi realizada também análise microbiológica de amostras no início e após 12 meses de congelamento. Nota-se que a miopatia, atrelada ao congelamento, proporciona aumento na maciez da carne; com redução da proteína bruta e matéria mineral e aumento da umidade, gordura e colesterol, sem afetar os teores de colágeno da carne. Houve processos de degradação miofibrilar e lipidose da carne com a miopatia. Conclui-se que as estrias brancas, associadas ao congelamento proporcionam aumento na maciez da carne; com redução da proteína bruta e matéria mineral e aumento da umidade, gordura e colesterol da carne, sendo que a miopatia não afetou os teores de colágeno da carne; no entanto estas variações com o aparecimento da miopatia não comprometem o consumo da carne de peito de frango de corte mantida congelada por até 12 meses. No tentando deve-se ter uma precaução no consumo dessas carnes após os 6 meses sendo ideal fazer uma análise sensorial com estas carnes para verificar a aceitabilidade pelo mercado consumidor.

Palavras-chave: gordura, maciez, miopatia e análises visuais

QUALITY CHARACTERIZATION OF BROILER MEAT WITH WHITE STRIPING OVER FREEZING FOR 12 MONTHS

Abstract: The aim of this study was to analyze the possible quality changes of white striping containing chicken breast meat during freezing for 12 months (industry-determined shelf-life for frozen chicken meat) to establish whether it is possible to store this type of meat during the recommended time on the packaging without any quality change that may compromise the consumption. Pectoralis major muscle samples were used from male Cobb 500 broiler chickens containing moderate and severe white strips, as well as samples from a control group (absence of strips - normal). Part of the samples ($n = 60$; $n = 20$ for each degree of severity) was analyzed on the day of collection (at the beginning). The remaining samples ($n = 240$) was stored (-20°C) for up to 12 months. At the end of each proposed freezing period (3, 6, 9 and 12 months), color, pH, retention capacity of water, cooking weight loss, softness, lipid oxidation, chemical composition, cholesterol and collagen concentration, myofibrillar fragmentation index and sarcomere length were evaluated. Microbiological analyses of samples were also performed at the beginning and after 12 months of freezing. It is observed that myopathy, due to freezing, provides an increase in meat tenderness, with a reduction in crude protein and mineral matter, and an increase in meat moisture, fat, cholesterol. White Striping did not affect meat collagen levels. The consumption of frozen broiler meat kept its quality even with myopathy and it could be used for human consumption for up to 12 months later. When trying to take precautions in the consumption of these meats after 6 months, it is ideal to make a sensory analysis with these meats to verify the acceptability by the consumer market.

Key words: fat, tenderness, myopathy and visual analysis

Lista de imagens

Página

Figura 1. Classificação das amostras de peito de frango contendo estrias brancas, conforme descrito por Kuttappan et al. (2012) nos graus moderado e severo, com as setas indicando as estrias. Fonte da imagem: Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal. Setas indicando as estrias	14, 15 e 17
--	-------------

Lista de tabelas

	Página
Tabela 1. Médias estimadas para as variáveis, luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), para a intensidade de amarelo (b^*) e para o ângulo de tonalidade (h^*) da superfície externa do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses	25
Tabela. 2 Médias estimadas para as variáveis, luminosidade (L^*), para a intensidade de vermelho (a^*), para a intensidade de amarelo (b^*) e para o ângulo de tonalidade (h^*) da superfície interna da carne do peito congelada por 12 meses de frangos de corte, machos, contendo estrias brancas.....	26
Tabela 3. Médias estimadas para a variável, proteína solúvel (PS) do peito congelado por 12 meses de frangos de corte, machos, contendo estrias brancas	28
Tabela 4. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis, perda de peso por descongelamento e volume de exsudato	29
Tabela 5. Médias estimadas para as variáveis, pH da carne do peito de frangos de corte congelada por 12 meses contendo estrias brancas.....	30
Tabela 6. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cocção e força de cisalhamento.....	32
Tabela 7. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero.....	34
Tabela 8. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as concentrações de colágeno total, insolúvel e solúvel	35

Tabela 9. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para os percentuais de umidade, proteína e matéria mineral	36
Tabela 10. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual de gordura e oxidação lipídica	38
Tabela 11. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos saturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses	40
Tabela 12. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Palmídico, Araquídico e Lignocérico	41
Tabela 13. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos monoinsaturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses	42
Tabela 14. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Heptadecenoico, Oleíco e Eicosenoico	43
Tabela 15. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos saturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses	45
Tabela 16. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Eicosadienoico e Dihomo y linoléico	46
Tabela 17. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Eicosatrienoico, Araquidônico e Eicosapentaenoico (EPA)	48
Tabela 18. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Docosatetraenóico (DTA), Docosapentaenóico (DPA) e Docosaheptaenóico (DHA)	49

Tabela 19. Médias estimadas para os valores de minerais, em grama por quilo de peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses .	52
Tabela 20. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para os valores de fósforo e potássio, em grama por quilo de peito de frango	54
Tabela 21. Contagem de coliformes totais e termotolerantes, <i>Staphylococcus sp.</i> e <i>Salmonella sp.</i> do peito de frangos de corte contendo estrias brancas analisado antes do congelamento e após o congelamento por 12 meses	55

1. Introdução

O Brasil é um dos países de maior produção de carne de frango, ocupando o segundo lugar no ranking mundial em 2018, produção que ultrapassa os 12 milhões de toneladas; além disso, é o maior exportador, com exportação na faixa de 4 milhões de toneladas. Com relação à comercialização da carne de frango produzida pelo Brasil, 68,1% permanece no mercado interno e 31,9% são destinados ao mercado externo. Do total exportado, 66% foram referentes aos frangos comercializados em cortes, 27% comercializados inteiros, 2% foram destinados à industrialização, 3% na forma salgada e 2% na forma de embutidos (ABPA, 2019).

Devido à maior demanda por carne de frango, o mercado tem que constantemente se adaptar para conseguir melhores índices de produtividade, tomando como ferramenta principal o melhoramento genético, utilizado para selecionar linhagens de alto potencial de crescimento (KUTTAPPAN et al., 2013c). Com isso, tem-se constatado a presença de lesões musculares, denominadas miopatias, em frangos de linhagens de desenvolvimento rápido e que são detectadas apenas no momento do abate destas aves.

Estes novos entraves à indústria, como o aparecimento de estrias esbranquiçadas, em diferentes graus de severidade, têm aumentado a necessidade de estudos sobre as modificações físicas, químicas e sensoriais que o progresso genético pode introduzir à qualidade da carne produzida. Qualquer condição que afete negativamente a aparência visual da carne resulta em perda econômica (KUTTAPPAN et al., 2012b). A enorme mudança visual causada pelas miopatias na aparência da carne de peito de frango pode tornar a carne fresca e produtos derivados não comercializáveis (GALIROPOULOU, 2013), pois os abatedouros trabalham com a política de condenação de carcaças com lesões de etiologia desconhecida, como consta no decreto nº 9.013 de 29 de Março de 2017 (BRASIL, 2017).

As lesões conhecidas por estrias brancas (KUTTAPPAN et al., 2012b) atuam como potenciais desvantagens para a aceitação do consumidor e intenção de compra da carne de aves. A miopatia “White Striping” é caracterizada, por uma coloração pálida (KUTTAPPAN et al., 2012a) e aparecimento de estrias brancas na superfície do peito, muitas vezes acompanhada de indícios de hemorragia, o que

pode resultar na rejeição do consumidor durante a compra e, conseqüentemente, em perda econômica.

A causa desta doença ainda não está clara, mas é uma realidade que está afetando a avicultura brasileira por ter impacto negativo na produção de aves comerciais, sendo que grande parte do mercado consumidor rejeita carnes com alguma alteração da aparência comum do produto. Diante deste cenário e de outras pesquisas em desenvolvimento, que visam avaliar as características dos cortes acometidos pela miopatia acima citada, este estudo propõe estudar as possíveis alterações de qualidade da carne de peito de frango contendo estrias brancas durante o congelamento por 12 meses, de modo a comprovar se é possível armazenar este tipo de carne durante o tempo preconizado nas embalagens sem que haja alteração de qualidade que possa comprometer o consumo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2. 1. Composição da carne de frango

A carne de frango apresenta em 60 a 80 de umidade e valor proteico de 15 a 25%. No caso da quantidade da gordura, encontra-se na carne variando de 1,5 a 5,3%, sendo que, esta variação da quantidade de gordura é influenciada pela composição da dieta, sexo, idade de abate e o ambiente o qual os animais foram criados (BRAGAGNOLO, 2001).

Com relação à composição de ácidos graxos, a carne de frango é rica em ácidos graxos poli-insaturados; que são benéficos a saúde humana, por propiciarem a diminuição da agregação dos triacilgliceróis, reduzindo assim, o risco de problemas cardiovasculares (KINSELLA et al., 1990). A carne de frango é rica em ácidos graxos insaturados, com isso, este tipo de alimento é bastante susceptível à oxidação lipídica, que proporciona a formação de óxidos de colesterol e alterações na composição dos ácidos graxos, que originam compostos voláteis com papel fundamental na queda da qualidade, das características nutricionais do alimento (MARIUTTI et al., 2009) e na rancificação da gordura.

A oxidação lipídica pode proporcionar queda da qualidade nutricional dos produtos de origem animal, devido à destruição parcial dos ácidos graxos insaturados essenciais (linoleico e linolênico); destruição parcial de outros lipídios

insaturados como os carotenoides e tocoferóis; destruição parcial das vitaminas A e C; formação de produtos secundários da oxidação lipídica (malonaldeído e outros compostos) e de compostos oriundos da reação de Maillard, capazes de reagir com biomoléculas, especialmente proteínas, diminuindo a absorção destas; e formação de lipídios oxidados que são antagonistas de diversos nutrientes (KIRK, 1984; KANNER, 1994).

2. 2. Qualidade da carne

A qualidade da carne está estreitamente vinculada à aceitação pelo consumidor; sendo que, este atualmente procura produtos que forneçam uma satisfação tanto do ponto nutricional com de proporcionar prazer no momento que este se alimenta com a carne. Com isso, o mercado da carne utiliza atributos qualitativos e quantitativos para aferir se o produto, ofertado por ele, irá ter boa aceitabilidade pelo consumidor.

A avaliação da qualidade da carne é realizada através de alguns parâmetros, podendo ser citado, coloração da carne, o pH, capacidade de retenção de água, força de cisalhamento (maciez), perda de peso por cocção (MENDES et al., 2003) e também através de atributos bromatológicos (umidade, gordura, proteína, colesterol).

Coloração da carne

A coloração é um aspecto qualitativo de grande importância, pois, muitas vezes o consumidor irá adquirir o produto pelas características visuais da carne e a cor proporciona grande impacto no momento de decisão de compra (MENDES et al., 2003).

Há diversidade de fatores que irão influenciar na coloração da carne de frango, como a idade, o sexo, a linhagem, a dieta alimentar, a quantidade de gordura intramuscular, as condições pré-abate (estresse térmico) e as condições de industrialização desse produto (problemas na regulação da temperatura de escaldagem e a maneira que esta carne é armazenada e/ou congelada) (CASTILLO, 2001; FLETCHER, 2002).

A mioglobina é o pigmento responsável pela coloração da carne, sendo que, sua quantidade e seu estado químico regem a coloração expressada pela carne. Ela

é composta por uma porção proteica denominada globina e uma porção não proteica chamada de grupo heme; a quantidade de mioglobina varia de acordo com a espécie animal, sexo, idade, tipo de músculo e atividade muscular (HEDRICK et al., 1994).

A cor que se observa na superfície da carne é devida à absorção seletiva da mioglobina, que é provocada pela dispersão da luz emergente na superfície da carne. Quando o pH da carne está baixo, ocorre a desnaturação das proteínas que a compõe, proporcionando assim, o aumento da birrefringência acarretando na palidez da carne (BENDAL e SWATLAND, 1988; SWATLAND, 1995).

pH da carne

No momento que ave é abatida, há o gasto do glicogênio, que está reservado dentro do músculo da ave, dando origem ao ácido lático, que se acumula com o do tempo, dentro do músculo, proporcionando a queda do pH (SOUZA, 2006).

Normalmente a variação do pH final carne, proporciona mudanças direta na coloração e na capacidade de retenção de água da carne, sendo que, quanto menor for o valor do pH final da carne, esta será mais pálida e possuirá menor capacidade de retenção de água. De forma geral, a carne de peito de frango deve possuir pH final entre 5,70 a 5,96 (MENDES et al., 2003).

Capacidade de retenção de água e perda de água por exsudação (CRA)

A capacidade que a carne possui de reter a água durante a aplicação de uma força, que, por exemplo, o corte, a trituração, a prensagem ou o aquecimento (SERRANO e ROÇA, 1986).

Os fatores que influenciam na constituição e estruturação das proteínas que compõem as miofibrilas irão afetar diretamente a capacidade de retenção da água, sendo que, o pH é o que se destaca como o principal fator que altera a capacidade de retenção da água (FLORES e BERMELL, 1984).

A determinação da capacidade de retenção da água pode ser feita por meio de metodologias que utilizam a força de gravidade (perdas de exsudato), pela aplicação de uma força (pressão em papel filtro ou pela centrifugação) e por tratamento térmico (RAMOS e GOMIDE, 2007).

A capacidade de retenção da água e a perda de exsudato são juntas as propriedades que mais influenciam na qualidade da carne, pois, estas podem determinar a maciez, suculência e sabor da carne, podendo também afetar o comportamento dos atributos qualitativos da carne durante o armazenamento e/ou congelamento, além de afetar a fabricação de subprodutos oriundos da carne (VIEIRA, 2007).

Maciez

Um dos critérios de maior relevância para a aceitabilidade de um produto cárneo, pelo consumidor é a textura (CASTILLO, 2001). Sendo que, a textura dos alimentos pode ser dividida em atributos primários e secundários; sendo os atributos primários, a maciez, coesividade, viscosidade e elasticidade; já os secundários são, a gomosidade, suculência, fraturabilidade e adesividade (SOUZA, 2005).

Os fatores que influenciam na textura final da carne são divididos em fatores pré-abate e pós-abate. Os fatores pré-abate podem ser a idade, sexo, tipo de nutrição, intensidade de exercício físico realizado pelo animal, grau de estresse antes do abate, presença de tecido conjuntivo no músculo, espessura e comprimento dos sarcômeros. Enquanto os fatores pós-abate das aves são a estimulação elétrica, *rigor mortis*, a velocidade de resfriamento da carcaça, o grau de maturação da carne, o pH final, métodos e a temperatura de cozimento (SOUZA, 2005).

Umidade

A umidade da carne é de fundamental importância, pois, esta influenciará na sua maciez, cor e sabor. Além disso, a água presente na carne participa de reações bioquímicas que ocorrem durante a refrigeração, estocagem e processamento (PARDI et al., 2001).

A estabilidade, qualidade e composição dos alimentos estão relacionadas diretamente com a quantidade de água presente, sendo que este fator é de importância fundamental no processamento e estabilidade de vários produtos (CECCHI, 1999).

Em um estudo de XIONG et al. (1993), que comparou a composição química de oito linhagens comerciais de frango de corte, constaram que a umidade do peito dessas linhagens variaram de 74,6 a 75,9%.

Proteína

A carne é um alimento classificado como protéico, devido à grande concentração de proteína em sua composição. Estas proteínas são importantes para a formação muscular; para a produção de enzimas, células como anticorpos e leucócitos, hormônios, além de ajudarem no processo de cicatrização dos tecidos (AZEVEDO, 2004).

Em um estudo de XIONG et al. (1993), que comparou a composição química de oito linhagens comerciais de frango de corte, constaram que a concentração de proteínas do peito dessas linhagens variaram de 20,7 a 23,6%.

Lipídios

A concentração de lipídeos na carne pode variar de acordo com a idade, o sexo, a linhagem e com o tipo de alimentação que a ave recebe (PARDI et al., 2001).

A quantidade de lipídeos presente na carne influencia na aceitação pelo consumidor, pois estes influenciam nas propriedades de textura, sabor, aroma e cor. (COBOS et AL., 1994).

Em um estudo de XIONG et al. (1993), que comparou a composição química de oito linhagens comerciais de frango de corte, constaram que a concentração de proteínas do peito dessas linhagens variaram de 1,0 a 2,0%.

Matéria mineral

A matéria mineral é a quantidade de minerais presentes na carne que é obtida pela queima desta em uma temperatura de 500-600°C, sendo que, esta na carne pode variar de 0,8 a 1,8% (ROÇA, 2006).

Estes minerais estão presentes no organismo do animal na forma iônica, formando íons orgânicos e inorgânicos, sendo que os minerais de maior relevância são o cálcio e magnésio que possuem a função importante na contração dos músculos; outro que podemos citar é o fósforo que é responsável pelas

modificações *post-mortem* da carne, na maturação e hidratação da carne (ROÇA, 2006).

2. 3. Estrias brancas

A seleção genética de frangos com grande desenvolvimento muscular em curto espaço de tempo (linhagens de crescimento rápido) está ocasionando maior incidência de alterações musculares denominadas miopatias. Embora haja crescimento rápido das fibras musculares, os vasos sanguíneos não crescem na mesma velocidade das fibras, proporcionando déficit no suprimento sanguíneo, o que pode gerar estresse metabólico intermediário que é causado pela grande distância entre os vasos e as células musculares, prejudicado assim a difusão do oxigênio, metabólitos e a eliminação de resíduos (DRANFIELD e SOSNICKI, 1999).

O aparecimento de estrias brancas na superfície do peito de frangos de corte, um problema muscular conhecido como “White Striping” (WS), tem preocupado os avicultores. As estrias brancas se desenvolvem na direção das fibras musculares e tendem a aumentar o seu tamanho com o passar da idade e desenvolvimento corporal da ave (MCKEE et al., 2010; PETRACCI E CAVANI, 2011). Essa miopatia é classificada, pelo ponto de vista macroscópico, em diferentes graus de severidade: moderado (a carne apresenta estrias brancas com espessura inferior a 1 mm), e severo (a carne apresenta estrias brancas com espessura superior a 1 mm) (KUTTAPPAN et al., 2009).

A maior incidência da WS está no peito do frango, porém alguns estudos já identificaram estrias brancas nas coxas e sobrecoxas desses animais (KLASING, 2008). Pesquisas demonstraram que a maior incidência dessa miopatia ocorre nos frangos de corte machos (RUSSO et al., 2015).

Inicialmente pensava-se que estas estrias eram oriundas da deficiência em vitamina E (LAURIDSEN et al., 1997) porém, segundo Kuttappan (2012b), percebeu-se que não há relação do aparecimento de “White Striping” em frangos de corte com deficiência de vitamina E. Nota-se que dietas com maior densidade energética, favorecem no aparecimento de estrias brancas em frangos de corte machos (KUTTAPPAN et al., 2013a).

No estudo de Bauermeister (2009), notou-se que o aparecimento e a severidade desta miopatia estão relacionados com o alto grau de desenvolvimento

muscular da ave. Embora a etiologia da miopatia ainda seja desconhecida, estudos histológicos verificaram a presença de degeneração muscular, perda das estriações transversais, alteração no tamanho das fibras, degenerações floculares e vacuolares, lise das fibras, infiltração das células mononucleares, moderada mineralização, lipidose, fibrose e inflamação intersticial (KUTTAPPAN et al., 2011 e 2013b; PETRACCI et al., 2013a). Em um estudo sorológico, utilizando frangos normais e com a presença do grau severo de “White Striping”, foi observado o aumento nos níveis séricos de creatinina quinase, alanina transaminase, aspartato, aminotransferase e desidrogenase de lactato, o que sugere a ausência de processos infecciosos ou inflamatórios e a ocorrência de degeneração (KUTTAPPAN et al., 2013b).

Testes de aceitação anteriores com carne de frango contendo estriações concluíram que 50% dos consumidores consultados não aceitariam comprar carne de frangos com estrias brancas (KUTTAPPAN et al., 2012). Além disso, Kuttappan et al. (2013a) verificaram diferença com relação à espessura cranial do filé e à intensidade de amarelo, sendo que, para estas características, o grau severo apresentou maiores resultados, o que pode indicar o comprometimento de aspectos visuais e interferir na aceitabilidade do produto por parte do consumidor. Petracci et al. (2013b) fizeram uma pesquisa de campo da Itália para avaliar a incidência da miopatia, entre os abatedouros testados foram coletadas amostras de 28 mil aves, de 56 lotes diferentes e foi constatada a ocorrência da miopatia em 12% das aves abatidas (8,9% grau moderado e 3,1% grau severo), neste experimento se avaliou visualmente o músculo *pectoralis major* dos frangos de corte macho, com faixa de idade de 45 a 54 dias durante o período de junho a setembro.

2. 4. Processo de congelamento

O processo de congelamento se originou desde a pré-história quando os habitantes das regiões glaciais armazenavam seus alimentos em locais de temperatura baixa com o objetivo de prolongar o tempo de consumo dos alimentos (JUL, 1984). No uso de temperaturas baixas, a velocidade das reações químicas e biológicas tende a diminuir por causa da redução da atividade de água presente na carne e, com isto, o tempo de prateleira tende a ser maior (FENNEMA et al., 1973).

Contudo, antes do processo de congelamento, a indústria de carnes proporciona o resfriamento do músculo tendo por objetivo a remoção do calor sensível do alimento até atingir a temperatura considerada ideal para este tipo de produto, igual à do ponto de congelamento da água pura (0°C); este processo é fundamental para a manutenção da qualidade final desta carne (BECKER et al., 1999).

O processo de congelamento industrial ocorre através da passagem da carne em um túnel que irá proporcionar a queda da temperatura da carne para -18°C, ou temperatura inferior, em um curto espaço de tempo, sendo que este processo irá cristalizar a água e alguns solutos presentes nesta carne (ROBERTSON, 1992).

No processo de congelamento, haverá a cristalização de parte da água livre, ocasionando assim, o aumento da concentração dos solutos presentes na solução, gerando a queda no ponto de fusão. Logo, a quantidade de gelo e água neste processo irá estar vinculada intrinsecamente aos valores de temperatura (BECKER et al., 1999). Além disso, este processo altera o pH devido ao aumento da concentração do soluto, no interior celular (NEVES et al., 1991). Logo em seguida se inicia a segunda fase da cristalização, que consiste no crescimento dos cristais formados inicialmente; sendo que este segundo momento abarca a incorporação de moléculas de água aos núcleos.

Durante a cristalização lenta, as moléculas de água se aderem à superfície dos cristais diminuindo a temperatura dessas moléculas até uma temperatura de estabilidade para sua incorporação ao cristal; sendo que, esta taxa de crescimento pode variar de acordo com a concentração e tipo de soluto presente no alimento. Em produtos que passam por grande período de congelamento, nota-se considerável encolhimento das células e a formação de cristais de gelo no meio extracelular (COLLA et al., 2003).

O processo de congelamento da carne de frango leva a possíveis alterações das características físicas do produto final; no entanto, é de grande importância, por diminuir a velocidade de deterioração microbiana, enzimática ou por algum agente químico, proporcionando maior tempo de prateleira do produto cárneo (BEN, 1999). Essa queda da velocidade de deterioração é devida às características empíricas dos microrganismos presentes nas carnes, pois estes se desenvolvem em um intervalo de temperatura de -5°C a -8°C, podendo se estender para 3°C abaixo desse

intervalo para as leveduras. Além disso, alguns fatores que prejudicam o desenvolvimento dos microrganismos, submetidos à temperatura de -18°C , como: danos mecânicos às paredes celulares e membranas devido à formação de cristais de gelo no interior de suas células; com a formação de gelo, há perda do balanço eletrolítico; além disso, o gelo gera a ruptura das paredes celulares e membranas, devido a compressão dessas membranas no interior das células (GEIGES, 1996).

Alguns fatores podem influenciar a qualidade da carne de frango, sendo um deles a temperatura do tecido muscular durante o resfriamento pós-abate, pois irá influenciar a velocidade das reações bioquímicas ocorridas na carne, que possuem menor velocidade em temperaturas mais baixas (VENTURINI et al., 2007).

O processo de congelamento é um dos melhores métodos para a manutenção da qualidade da carne. Por longos períodos; este processo pode conservar vários atributos qualitativos da carne, como por exemplo, cor, aroma e aparência (VENTURINI et al., 2007). Entretanto, podem-se observar mudanças em atributos sensoriais, durante o congelamento, devido às mudanças estruturais na carne, gerando variações em características importantes como a maciez (SOUZA, 2007).

Carnes congeladas possuem o mesmo tipo de pigmentos que a carne fresca, em que a metamioglobina (mioglobina oxidada com o átomo de ferro na forma Fe^{3+}) faz com que a carne apresente coloração mais escura que a carne fresca (VARNAN e SUTHERLAND, 1998).

O grau de desnaturação proteica pode ser estudado para determinar a qualidade da carne congelada, pois a desnaturação está associada à velocidade de reações enzimáticas, químicas e microbiológicas; as reações de desnaturação proteica ocorrem em velocidades diferentes de acordo com a qualidade do processo de congelamento, pois a velocidade pode variar de acordo com a variação da temperatura de congelamento ou se durante o congelamento houver o descongelamento e recongelamento da carne; além disso, o grau de desnaturação proteica pode influenciar a capacidade da carne em reter água que, por consequência, altera a textura da carne, além da possível desidratação da superfície, da oxidação lipídica e da alteração da cor dos produtos. A coloração da carne congelada pode ser alterada devido ao tipo de material da embalagem e à

velocidade de congelamento, e pelas características do armazenamento (temperatura, tempo e a intensidade de luz) (SARANTOPOULOS et al., 2001).

A qualidade, incluindo o sabor, a cor, o frescor e a maciez da carne de frango, são os principais componentes da satisfação do consumidor e a principal ênfase comercial dos processadores de frango (KUMAR et al., 2007). A maneira mais segura e eficiente de manter a qualidade da carne para armazenamento ao longo prazo é o congelamento, sendo um excelente método para a preservação de carnes, resultando em mudanças mínimas em suas propriedades qualitativas e sensoriais (HEDRICK et al., 1994), no entanto, a qualidade da carne pode diminuir durante longos períodos de armazenamento (LEE et al., 2008).

Entre as características da carne que podem sofrer mudanças com o processo de congelamento, podemos ressaltar a maciez, que é considerada como um dos atributos mais importantes para determinação da satisfação dos consumidores (MORGAN et al., 1991); a capacidade de retenção de água (CRA), que é a capacidade da carne de manter sua umidade quando empregada forças externas (VAN LAACK, 1999), uma característica de qualidade da carne que não deve ser negligenciada porque está diretamente associada ao rendimento final do produto; a cor dos filés crus, um importante contribuinte para a aceitação do consumidor, uma vez que a maioria dos filés de peito é vendida sem pele (LYON e LYON, 2001); o pH, que tem relação direta com a conservação das carnes durante o congelamento, com a capacidade de retenção de água e, conseqüentemente, perdas por exsudação, além da sua relação com a coloração da carne e a ocorrência de carne PSE (TEIRA et al., 2004).

Atualmente, nota-se que há uma carência de literatura que avalie o comportamento das estrias brancas durante o armazenamento de peitos de frango congelados, com isso, é de suma importância verificar se o congelamento influencia nas características físico-químicas das carnes que apresentam esta miopatia.

3. Objetivos

OBJETIVO GERAL: estudar as possíveis alterações de qualidade da carne de peito de frango contendo estrias brancas durante o congelamento por 12 meses, para avaliar se é possível armazenar este tipo de carne durante o tempo

preconizado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) sem que haja alteração de qualidade que possa comprometer o consumo.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Avaliar a cor e pH do peito de frango contendo estrias brancas em diferentes graus de severidade ao longo do armazenamento sob congelamento por até 12 meses, bem como as possíveis variações das perdas decorrentes do cozimento e do armazenamento.
- Caracterizar a composição química, concentração de colesterol e oxidação lipídica do peito de frango contendo estrias brancas em diferentes graus de severidade ao longo do armazenamento sob congelamento por até 12 meses.
- Verificar se há relação entre o índice de fragmentação miofibrilar, comprimento de sarcômero e percentual de colágeno e a variação da maciez do peito de frango contendo estrias brancas em diferentes graus de severidade ao longo do armazenamento sob congelamento por até 12 meses.

4. Material e métodos

4.1. Local e período de execução

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal.

As amostras foram coletadas em abatedouros comerciais do Estado de São Paulo, sendo provenientes de frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500, abatidos aos 45 dias de idade de acordo com a rotina da planta frigorífica. Foram coletadas amostras do músculo *Pectoralis major* – contendo estrias brancas (graus moderado e severo). Também foram coletadas amostras classificadas como normais (ausência de qualquer miopatia no músculo *Pectoralis major*) (grupo testemunha). Após as coletas, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para realização das análises e armazenamento, sendo que, este transporte foi realizado através de um caminhão refrigerado a 4° C.

4.2 Delineamento experimental

Para analisar estatisticamente os resultados das análises físico-químicas de peito de frango contendo estrias brancas congelado por até 12 meses foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial 3x5, com três graus de severidade da miopatia (normal, moderado e severo) e o início mais quatro períodos de armazenamento sob congelamento (3 meses, 6 meses, 9 meses e 12 meses), com 20 repetições cada. Os dados foram analisados pelo procedimento “General Linear Models”; sendo realizado um teste de médias, comparadas pelo teste de Tukey com grau de significância de 5%, utilizando o software estatístico denominado Statistical Analysis System (SAS).

4.3 Classificação das amostras segundo o grau de severidade da miopatia

A classificação macroscópica das amostras foi realizada inicialmente de acordo com o grau de severidade das estrias aparentes no músculo, sendo eles: normal (NORM), moderado (MOD) e severo (SEV); os tratamentos moderado e severo foram diferenciados pela espessura das estrias de acordo com a metodologia empregada por Kuttappan et al. (2012c). Amostras de grau moderado devem apresentar estrias com espessura inferior a 1 mm e amostras de grau severo devem apresentar estrias com espessura superior a 1 mm (Figura 1).



Normal



Moderado



Severo

Figura 1. Classificação das amostras de peito de frango contendo estrias brancas, conforme descrito por Kuttappan et al. (2012) nos graus moderado e severo, com as setas indicando as estrias. Fonte da imagem: Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal. Setas indicando as estrias.

4.4 Coleta das amostras

Amostras do músculo *Pectoralis major* provenientes de frangos de corte machos, da linhagem Cobb 500, contendo estrias brancas, nos graus moderado e severo, bem como de um grupo controle (ausência de miopatia - normal), foram coletadas em abatedouros comerciais localizados no interior de São Paulo.

Parte das amostras (n=60; n=20 para cada grau de severidade) foi analisada no dia da coleta (início), sem processo de congelamento. Ainda no abatedouro, as demais amostras foram pesadas e identificadas para proceder com o congelamento rápido em túnel de congelamento (-40°C) e, posteriormente, foram armazenadas (-20°C) por até 12 meses. No final de cada período de congelamento proposto (3, 6, 9 e 12 meses) as amostras (n=60; n=20 para cada grau de severidade) foram descongeladas sob refrigeração (4°C) para a realização das devidas análises físicas e químicas. O congelamento foi realizado por até 12 meses, sendo este o período máximo de validade determinado pela legislação para carne de frango congelada (MAPA, 1998).

4.5 Análises físicas

4.5.1 Cor

A cor foi determinada através do colorímetro Minolta Chrome Meter modelo CR-400, que utiliza o sistema CIELAB (L^* , a^* e b^*). Foram avaliados parâmetros como luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*) e intensidade de amarelo (b^*) do músculo *Pectoralis major*. A coloração foi determinada no momento da desossa, na superfície externa do músculo (anteriormente em contato com a pele) e na superfície interna do músculo (anteriormente em contato com o osso do peito externo). Posteriormente, foi calculado o ângulo de tonalidade (h^*) em graus, por meio da fórmula:

$$h^* = \left(\arctan \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \right) \times 57,3$$

Sendo que o arctan significa arco tangente; e 57,3 é o fator que converte o resultado de h^* que estava em radianos para a unidade graus (RAMOS E GOMIDE, 2007).

4.5.2 Perda de peso no descongelamento e volume de exsudato

Ao final de cada período proposto as amostras foram descongeladas em geladeira (4°C) para que, em seguida, fossem realizadas as análises físicas. As amostras foram novamente pesadas e a perda de peso no descongelamento (PPD) foi avaliada utilizando a fórmula: $PPD = PI - PF$, sendo PI o peso inicial das amostras (em gramas) e PF o peso final das amostras (em gramas). O volume do líquido exsudado foi medido utilizando uma proveta graduada em mL.

4.5.3 pH

O pH foi determinado em triplicata, utilizando um peagâmetro digital da marca Testo modelo 205 equipado de eletrodo de penetração, por meio da inserção direta do eletrodo no músculo *Pectoralis major*.

4.5.4 Capacidade de retenção de água (CRA)

Foi determinada através da metodologia descrita por Hamm (1961). Para isso foram utilizados 2 g de amostra do músculo desossado, 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 da água expressa em porcentagem, de acordo com o cálculo: $(\text{Peso final} \times 100) / \text{Peso inicial}$.

4.5.5 Perdas por cozimento (PPC)

Foi determinada em amostras do músculo *Pectoralis major* desossado utilizando-se a metodologia descrita por Honikel (1987). Amostras de tamanho e peso aproximados foram pesadas, embaladas 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: $(\text{Peso inicial} - \text{Peso final}) \times 100 / \text{Peso inicial}$.

4.5.6 Força de cisalhamento (FC)

As amostras provenientes da análise de perda por cozimento foram cortadas em tiras com área de, aproximadamente, 1cm² de área de secção, 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 as amostras foi expressa em Newton de acordo com o método de Lyon et al. (1998).

4.6 Análises Químicas

4.6.1 Índice de Fragmentação Miofibrilar (IFM)

O IFM foi determinado de acordo com Culler et al. (1978) e Gornall et al. (1949). De cada amostra de peito de frango foram retiradas subamostras com 3 gramas, as quais foram dissecadas com bisturi para retirada de qualquer tecido conjuntivo ou gordura aparente. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas em turrax durante 1,5 minutos, com 30 mL da solução de extração, formando um homogenato. Em seguida, o homogenato foi centrifugado por 15 minutos, a 5.750 G e 4 °C. Após descartar o sobrenadante, o precipitado foi disperso com 30 mL da solução de extração, agitado com um bastão de vidro e centrifugado novamente; esta operação foi repetida mais uma vez. Após descartar o sobrenadante, ao precipitado/ foram adicionados 15 mL da solução de extração e a suspensão obtida foi filtrada em peneira de polietileno para remoção do tecido

conjuntivo. Na suspensão de miofibrilas foi determinada a concentração de proteína pelo método do biureto, descrito por Gornall et al. (1949). Uma alíquota da suspensão de miofibrilas foi diluída, agitada e, logo em seguida, foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 540 nm. O índice de fragmentação miofibrilar foi calculado de acordo com a fórmula: IFM = absorbância x 200.

4.6.2 Comprimento de sarcômero

O comprimento de sarcômero foi determinado pelo método que utiliza microscopia de contraste de fases onde, aproximadamente 0,5 g de amostra foram homogeneizados em Turrax com 30 mL de solução mista de Cloreto de potássio 0,08 mol/L e iodeto de potássio 0,08mol/L, em velocidade superior a 8.625 G por 30 segundos para romper as células e facilitar a remoção das miofibrilas para suspensão. Uma gota do homogenato foi transferida para lâmina e coberta pela lamínula. O conjunto foi lido rapidamente em microscópio de contraste de fase em ampliação de 1000x (objetiva 100x, ocular 10x), com aplicação de gota de óleo de imersão sobre a lamínula (CROSS et al., 1981).

4.6.3 Colágeno

As concentrações de colágeno total, solúvel e insolúvel foram quantificadas pela determinação do aminoácido hidroxiprolina segundo metodologia proposta por Woessner Junior (1961) e Cross et al. (1973), adaptadas por Hadlich et al. (2006) e pelo Laboratório de Análise de Alimentos de Origem Animal do Departamento de Tecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Campus de Jaboticabal. Foram pesados cinco gramas de carne crua congelada cortada em pequenos pedaços em tubos falcon de 50 mL. Imediatamente antes de serem levadas ao banho-maria (80°C por duas horas), à amostra foram adicionados 20 mL de água destilada. Posteriormente, as amostras foram homogeneizadas em Ultra-turrax (Marconi MA102, Marconi Equipamentos Para Laboratórios Ltda., Piracicaba, São Paulo, Brasil) (12.650 G durante 1 minuto) e centrifugadas (Himac CR22N, Hitachi Koki do Brasil Ltda., Indaiatuba, São Paulo, Brasil) (2300 G durante 15 minutos). As amostras foram transferidas para tubos autoclaváveis, separando-se a fração sólida da fração líquida. À fração líquida foram adicionados 30 mL de HCl 6N e à fração sólida foram adicionados 50 mL de HCl 6N (WOESSNER JUNIOR,

1961). Todas as amostras foram processadas em autoclave (Phoenix Luferco AV-75 Plus, Phoenix Industria e Comercio de Equipamentos Científicos Ltda., Araraquara, São Paulo, Brasil) durante 4 horas (120 °C e 1 atm) (CROSS et al., 1973). Após a hidrólise, o pH de todas as amostras foi ajustado para 6,0 (com pHmetro MS Tecnopon mPA-210, MS Tecnopon Equipamentos Especiais Ltda., Piracicaba, São Paulo, Brasil) utilizando NaOH 2N. A fração sólida foi filtrada em balão volumétrico de 250 mL, a fração líquida foi filtrada em balão volumétrico de 100 mL e o volume dos balões preenchido com água destilada. Posteriormente, de cada amostra filtrada foi retirada uma alíquota de 10 mL a qual foi transferida para um novo balão volumétrico (de 100 mL para fração sólida e de 50 mL para fração líquida). Novamente o volume dos balões foi preenchido com água destilada (HADLICH et al., 2006). Em seguida, foi transferida, em duplicata, alíquota de 2 mL da fração sólida e da fração líquida para tubos de ensaio, aos quais foram adicionados 1 mL de reagente de oxidação (Chloramina-T 1.41%) e 1 mL de reagente de cor (10 g de p-dimethyl amino benzaldehydo em 35 mL de ácido perclórico 60% e 65 mL de isopropanol). Para finalizar, as amostras foram levadas ao banho-maria (15 min, 60°C) e foi procedida a leitura das amostras em espectrofotômetro (Shimadzu UV-1800, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan) com λ igual a 560 nm. Resultados para concentração de colágeno solúvel foram obtidos através da fração líquida da amostra e resultados para concentração de colágeno insolúvel foram obtidos através da fração sólida. Foi analisada curva padrão utilizando uma solução com concentração conhecida de hidroxiprolina. Os cálculos das concentrações de colágeno foram realizados de acordo com as fórmulas descritas por Hadlich et al. (2006), em que F é igual a 8,33, (média dos valores de absorbância equivalentes a 1 mg de hidroxiprolina obtidos da curva padrão) e 7,14 é o fator de conversão de hidroxiprolina em colágeno.

$$\% \text{ Colágeno total} = \% \text{ Colágeno insolúvel} + \% \text{ Colágeno solúvel}$$

$$\% \text{ Colágeno solúvel} = \frac{\text{absorbância} \times F \times 100 \times 50 \times 7,14 \times 106 \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

$$\% \text{ Colágeno insolúvel} = \frac{\text{absorbância} \times F \times 250 \times 100 \times 7,14 \times 106 \times 100}{10 \times 2 \times \text{peso da amostra de carne (g)}}$$

4.6.4 Composição química

A composição química foi determinada através das análises de percentual de umidade (método 950.46), proteína (método 977.14) e cinzas (método 920.153), conforme procedimentos preconizados pela Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2011), e concentração de lipídios totais (BLIGH E DYER, 1959).

4.6.5 Colesterol

Foi utilizada uma adaptação da técnica descrita por SALDANHA et al. (2004). Foi utilizado 0,5 g de amostra liofilizada, pesado em tubos tipo falcon, aos quais foram adicionados 6 mL de etanol e 4 mL de solução KOH 50 %. Os tubos foram mantidos em banho-maria com agitação (40°C) até que a amostra esteja totalmente dissolvida. Em seguida as amostras foram mantidas em banho-maria (60°C) por mais 10 minutos e foram adicionados 5 mL de água destilada. Posteriormente, as amostras foram lavadas três vezes com 10 mL de hexano para separação de fases. Da fase superior foi retirada uma alíquota de 3 mL a qual será evaporada com N₂. Foi adicionado 0,5 mL de isopropanol e os tubos foram agitados em vortex. O reagente enzimático para análise de colesterol foi adicionado em seguida (3 mL). As amostras foram mantidas em banho-maria por 10 minutos (37°C) e a leitura em espectrofotômetro foi realizada com o comprimento de onda indicado pelo fabricante do reagente enzimático.

4.6.6 Oxidação lipídica

Foi determinada pelo teste de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), segundo a metodologia descrita por Vyncke et al. (1970). Utiliza para extração com ácido tricloroacético 5 gramas de amostra moídas e após areação de coloração sob aquecimento com ácido tiobarbitúrico, é feita a leitura no comprimento de onda 532 nm e o resultado expresso em mg de malonaldeído (MDA)/kg de amostra.

4.6.7 Ácidos graxos

Os ácidos graxos foram obtidos da gordura extraída pelo método descrito por Bligh; Dyer (1959). Posteriormente, foi realizada a esterificação dos ácidos graxos segundo a metodologia descrita por Maia; Rodrigues-Amaya (1993), sendo utilizado

um cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida para determinação dos ácidos graxos. A identificação dos picos foi feita por comparação dos tempos de retenção com os de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos da marca Sigma.

4.6.8 Proteína solúvel

Para a quantificação da quantidade de proteína presente no exsudato foi utilizada a metodologia proposta por Hartree (1972), que consiste na quantificação da proteína através de uma solução padrão de soroalbumina em diferentes proporções (25, 50, 75, 100, 125, 175 e 200 µL), e da diluição do líquido exsudato na proporção 1:25, sendo feitas leituras das amostras através de espectrofotometria com absorvância de 650 nm.

4.6.9 Minerais

Inicialmente foi realizada a digestão nítrico-perclórica das cinzas que saíram da análise de matéria mineral, para se obter um extrato mineral das amostras (AOAC, 1984). Posteriormente foi utilizada a técnica de espectrofotometria de absorção atômica, para avaliar a concentração dos minerais, com exceção do fósforo.

Para a análise do fósforo presente nas amostras foi utilizado o método espectrofotométrico do molibdato-vanadato, que consiste na utilização de uma solução de molibdato, que reage com o fósforo do extrato mineral, previamente preparado na digestão nítrico-perclórica, que posteriormente foi analisada pela técnica de espectrofotometria colorimétrica para mensura a quantidade de fósforo presente na amostra (SILVA e QUEIROZ, 2005).

4.7 Avaliação microbiológica

No início do experimento (antes do congelamento) e após 12 meses de armazenamento sob congelamento foram realizadas análises microbiológicas para verificar se há possibilidade de armazenar peito de frango com estrias brancas em diferentes graus de severidade durante o tempo preconizado nas embalagens sem que haja alteração de qualidade que possa comprometer o consumo. Foram analisados: contagem de coliformes totais e termo tolerantes, *Staphylococcus sp.* e

Salmonella sp., sendo que, as metodologias utilizadas foram realizadas de acordo com a legislação IN 62/2003 (BRASIL, 2003).

5. Resultados e discussão

Os resultados encontrados para as variáveis, luminosidade (L^*), intensidade de vermelho (a^*), intensidade de amarelo (b^*) e para o ângulo de tonalidade (h^*) em relação ao grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento da superfície externa da carne do peito de frango encontram-se na tabela 1.

Para as variáveis, luminosidade, intensidade de vermelho, intensidade de amarelo e ângulo de tonalidade da carne na superfície externo do peito de frango de corte, verifica-se que não ocorreu interação significativa entre os graus de severidade da miopatia e o período de congelamento.

Observa-se que houve diferença significativa quanto ao valor de L^* , sendo que amostras classificadas como grau severo apresentaram maior luminosidade quando comparadas às amostras de grau moderado e às normais, provavelmente devido à presença de lipidose, fibrose e inflamação intersticial (KUTTAPPAN et al., 2011 e 2013b; PETRACCI et al., 2013a), na carne acometida com esta miopatia fazendo com que possua maior L^* . Graças à maior quantidade de lipídeos na amostra, haverá maior reflexão dos raios luminosos devido ao acúmulo de água presente na superfície da amostra. No caso do armazenamento, houve redução ($p < 0,05$) do valor de L^* , possivelmente, devido à produção de exsudato e à desnaturação de proteínas durante o descongelamento (OLIVO e OLIVO, 2005).

Tabela 1. Médias estimadas para as variáveis, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), para a intensidade de amarelo (b*) e para o ângulo de tonalidade (h*) da superfície externa da carne de peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

	L*	a*	b*	h* (graus)
<i>Grau de severidade (G)</i>				
Normal	58,18 ^C	1,73	4,49 ^C	73,66
Moderado	59,26 ^B	1,71	5,51 ^B	73,02
Severo	60,78 ^A	1,69	6,38 ^A	72,98
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>				
Início	63,46 ^A	2,01 ^A	4,34 ^E	69,98 ^C
3 meses	61,48 ^B	1,83 ^B	5,24 ^D	69,30 ^C
6 meses	58,88 ^C	1,69 ^C	5,87 ^C	74,79 ^B
9 meses	57,50 ^D	1,56 ^D	6,29 ^B	74,76 ^B
12 meses	56,68 ^E	1,40 ^E	6,86 ^A	76,27 ^A
p-valor				
P (G)	<0,0001	0,4929	<0,0001	0,7160
P (T)	0,0007	<0,0001	<0,0001	0,0050
P Int (GxT)	0,7007	0,5629	0,5067	0,1884

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

A ocorrência da miopatia não influenciou a intensidade de vermelho da carne de peito de frango, no entanto, nota-se que com o passar do tempo de armazenamento, houve redução significativa desta variável, provavelmente devido à perda de hemoglobina (pigmento responsável pela coloração vermelha da carne) através do exsudato da carne.

Com relação à intensidade de amarelo, a ocorrência da miopatia resulta no aumento (p<0,05) do valor de b* que pode estar relacionado ao aumento da quantidade de gordura desse tipo de carne (LUCCA, 2018), acarretando em carnes mais amareladas. Durante o armazenamento o valor de b* aumentou (p<0,05) devido à perda de exsudato que proporcionou a concentração dos lipídeos da carne gerando valores maiores para a intensidade de amarelo.

No caso do ângulo de tonalidade, nota-se que não houve diferença estatística entre as amostras testadas quanto à ocorrência da miopatia, sendo que os valores ficaram em torno de 73°, devido ao alto valor de b* e o baixo valor de a*, resultando em carne com tonalidade mais amarelada.

Na Tabela 2 encontram-se os resultados para as variáveis, luminosidade (L*), intensidade de vermelho (a*), intensidade de amarelo (b*) e para o ângulo de

tonalidade (h^*) em relação ao grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento da superfície interna do peito de frango.

Tabela. 2 Médias estimadas para as variáveis, luminosidade (L^*), para a intensidade de vermelho (a^*), para a intensidade de amarelo (b^*) e para o ângulo de tonalidade (h^*) da superfície interna da carne do peito congelada por 12 meses de frangos de corte, machos, contendo estrias brancas.

	L^*	a^*	b^*	h^* (graus)
<i>Grau de severidade (G)</i>				
Normal	59,24	1,60	8,40	78,94
Moderado	59,60	1,61	8,80	79,49
Severo	59,41	1,65	8,98	80,83
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>				
Início	61,63 ^A	1,96 ^A	6,19 ^E	79,83 ^B
3 meses	61,12 ^A	1,68 ^B	7,08 ^D	80,02 ^B
6 meses	60,11 ^A	1,43 ^C	8,51 ^C	80,32 ^A
9 meses	57,72 ^B	1,22 ^D	9,02 ^B	80,75 ^A
12 meses	56,52 ^B	1,18 ^E	9,56 ^A	80,84 ^A
p-valor				
P (G)	0,7609	0,3571	0,3081	0,1027
P (T)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
P Int (GxT)	0,4572	0,2938	0,2864	0,0988

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$).

Não houve diferença significativa para os valores de L^* da superfície interna de amostras de peito de frango contendo diferentes graus de acometimento por estrias brancas. Com relação aos que apresentam a miopatia com os que não a possuem, este fato demonstra que a miopatia não afeta a coloração da parte interna, afetando assim, apenas a região externa do peito de frango de corte, local onde as estrias estão em maior concentração; resultados semelhantes foram encontrados por Adabi & Soncu (2019) verificaram que não houve diferença significativa para a variável L^* na superfície interna do peito de frangos de corte com e sem estrias brancas. Quanto ao tempo de armazenamento, ocorreu diferença significativa para o valor de L^* devido à perda de coloração pela saída de pigmentos no exsudato durante o descongelamento da carne, o que promove a redução da luminosidade ao longo do congelamento.

Para a intensidade de vermelho não houve diferença significativa da miopatia, no entanto, o armazenamento alterou ($p < 0,05$) os valores da a^* , o que se deve à

perda de pigmentos (principalmente hemoglobina) através da saída do exsudato durante o descongelamento da carne.

Diferentemente da superfície externa do peito, observa-se que não há diferença significativa para o valor de b^* e, com estes resultados, podemos sugerir que as estrias afetaram apenas a parte externa do peito, local em que estão em maior quantidade. Houve aumento significativo dos valores de b^* durante o armazenamento devido à perda do exsudado e, com isso, ocorreu a concentração da gordura, o que resultou em coloração mais amarelada em amostras armazenadas por mais tempo (LUCCA, 2018).

Não houve diferença significativa para a variável, ângulo de tonalidade (h^*) com relação à miopatia, sendo que o valor de h^* está entre 78 e 80 o que provoca coloração amarelada característica da carne de frango. Quanto ao armazenamento, ocorreu o aumento ($p < 0,05$) do valor de h^* , provavelmente devido à perda de exsudato e de hemoglobina, aumentando assim a intensidade de amarelo e diminuindo a intensidade de vermelho. Além disso, com a perda de exsudato ocorre o aumento da concentração de lipídeos (por não ser hidrossolúvel) o que acarreta o aumento de b^* e, por consequência, na redução do valor de a^* .

Na Tabela 3 estão os resultados para a variável, proteína solúvel da carne de peito de frango contendo estrias brancas congelada por até 12 meses.

O acometimento pela miopatia e o aumento da severidade resultaram em maior concentração de proteína solúvel no exsudato (tabela 3) devido à degradação protéica característica da miopatia (KUTTAPPAN et al., 2013b), pois, quanto mais proteína muscular é degradada, haverá maior quantidade de proteína livre solubilizada com a água presente na carne, que será exsudada posteriormente. Com relação ao tempo de congelamento, nota-se que quanto mais a carne permanece armazenada maior é a quantidade de proteína solubilizada no exsudado produzido, tanto para amostras normais como para aquelas afetadas pela miopatia; isso se deve a desnaturação das proteínas sarcoplasmática pelo congelamento (SHENOUDA, 1980), proporcionando assim maior quantidade de proteína livre que se solubiliza com a água que sai da carne durante o descongelamento.

Tabela 3. Médias estimadas para a variável, proteína solúvel (PS) do peito congelado por 12 meses de frangos de corte, machos, contendo estrias brancas.

PS (mg / mL drip)	
<i>Grau de severidade</i>	
Normal	0,08 ^C
Moderado	0,09 ^B
Severo	0,10 ^A
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>	
Início	-
3 meses	0,08 ^D
6 meses	0,09 ^C
9 meses	0,10 ^B
12 meses	0,11 ^A
<i>p-value</i>	
P (G)	<0,0001
P (T)	<0,0001
P Int (GXT)	0,4001

^{A-D} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Houve interação significativa entre o grau de severidade da miopatia e o tempo de armazenamento para as variáveis, perda de peso por descongelamento (PPD) e volume de exsudato, cujos desdobramentos são mostrados na Tabela 4.

Nota-se que o aumento da severidade da miopatia proporciona menor ($p<0,05$) perda de peso no descongelamento (Tabela 4) com relação a todos os tempos de congelamento o que, possivelmente, se deve ao aumento do pH (Tabela 5) que proporciona a aproximação dos filamentos de miosina, resultando no aumento da retenção de água e fazendo com que a perda de peso da carne diminua (RAMOS e GOMIDE, 2017). No momento do descongelamento a carne perde mais peso significativamente ($p<0,0001$) com o aumento do tempo de congelamento, pois os compostos proteicos perdem água, que transformam em cristais de gelo, que gera a formação de agregados de miosina e actina e/ou a desnaturação das estruturas terciária e secundária das proteínas sarcoplasmáticas. Com a desnaturação há liberação da água para o meio externo da carne (SHENOUDA,

1980). Isto mostra que ao passar do tempo haverá maior desnaturação dessas proteínas sarcoplasmáticas e com isso maior liberação de exsudato para o meio externo da carne, resultando em maior perda de peso.

Tabela 4. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis, perda de peso por descongelamento e volume de exsudato.

PPD (g)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
3 meses	14,06 ^{Da}	11,54 ^{Db}	10,84 ^{Dc}
6 meses	14,92 ^{Ca}	13,11 ^{Cb}	12,14 ^{Cc}
9 meses	17,19 ^{Ba}	16,35 ^{Bb}	15,73 ^{Bc}
12 meses	19,03 ^{Aa}	18,05 ^{Ab}	17,15 ^{Ac}

Volume de exsudato (mL / g)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
3 meses	0,0992 ^{Da}	0,0947 ^{Db}	0,0922 ^{Dc}
6 meses	0,1266 ^{Ca}	0,1217 ^{Cb}	0,1048 ^{Cc}
9 meses	0,1360 ^{Ba}	0,1336 ^{Bb}	0,1093 ^{Bc}
12 meses	0,1561 ^{Aa}	0,1431 ^{Ab}	0,1237 ^{Ac}

^{A-D} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Com relação à produção de exsudato (Tabela 4) observa-se que a presença da miopatia e sua intensificação proporcionaram menor produção de exsudato ($p < 0,05$) quando comparada à carne sem miopatia. Esse resultado está associado à variação encontrada no pH da carne, que influenciou na distância entre os filamentos de miosina (RAMOS e GOMIDE, 2017) acarretando na redução da saída de líquidos com substâncias hidrossolúveis.

Ao longo do tempo de armazenamento houve aumento significativo ($p < 0,05$) para a quantidade de exsudato produzido durante o descongelamento, para amostras com ou sem estrias brancas, isso se deve à desnaturação das proteínas sarcoplasmática (SHENOUDA, 1980), logo, quanto mais tempo a carne permanece

congelada, mais desnaturação proteica ocorrerá, acarretando em maior perda de água da carne durante o descongelamento.

Na Tabela 5 são apresentados os resultados obtidos para as variáveis pH, capacidade de retenção de água, perda de peso por cocção e força de cisalhamento da carne de peito de frango contendo estrias brancas congelada por até 12 meses.

Tabela 5. Médias estimadas para as variáveis, pH da carne do peito de frangos de corte congelada por 12 meses contendo estrias brancas.

pH	
<i>Grau de severidade (G)</i>	
Normal	5,91 ^C
Moderado	5,96 ^B
Severo	6,00 ^A
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>	
Início	6,14 ^A
3 meses	6,01 ^B
6 meses	5,93 ^C
9 meses	5,85 ^D
12 meses	5,80 ^E
<i>p-value</i>	
P (G)	<0,0001
P (T)	<0,0001
P Int (GxT)	0,6816

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05%).

Foi verificado aumento ($p<0,05$) do pH com o aparecimento da miopatia e sua intensificação; isto ocorre por causa do déficit de oxigenação muscular proporcionado pela miopatia (PASTUSCZAK-FRAK e URADZINSKI; 2009), devido ao crescimento lento dos capilares sanguíneos que não conseguem acompanhar o crescimento rápido e excessivo do músculo do peito das aves. Quando a ave é abatida inicia-se o processo de *rigor mortis*, neste processo há utilização pelas células do estoque de oxigênio presentes na mioglobina, logo após o uso dessa reserva, as células começam a fase de respiração anaeróbia, nesta fase a mitocôndria celular utiliza a reserva de glicogênio muscular degradando-o e originando o lactato que se acumula e reduz o pH. Quando há aves com a miopatia, nota-se que devido ao grande aumento do tamanho do peito, sua circulação sanguínea diminuiu, proporcionando déficit de oxigênio no animal vivo, acarretando

na necessidade de o músculo utilizar a via anaeróbia para produção de ATP, com isso as reservas de glicogênio diminuem; gerando, no momento do abate, a falta de glicogênio muscular, diminuindo assim, a queda do pH durante as primeiras horas pós abate (RAMOS e GOMIDE, 2017). Houve queda significativa ($p < 0,05$) do valor do pH durante o processo de armazenamento. Segundo Mill (1975), durante o congelamento da carne podem ocorrer reações que produzem ácidos e bases, acarretando na variação do pH final, sendo que, neste caso provavelmente sem produziu íons H^+ , proporcionado em valores menores do pH final.

Houve interação significativa entre o grau de severidade da miopatia e o tempo de armazenamento para as variáveis, capacidade de retenção de água (CRA), perda de peso por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC), cujos desdobramentos estão descritos na tabela 6.

Como apresentado na tabela 6, a intensificação da miopatia proporcionou aumento significativo ($p < 0,005$) para os valores da CRA. Este evento está associado ao aumento do pH com relação à intensificação da miopatia; segundo Ramos e Gomide (2017) quando há o aumento do pH, a distância entre os filamentos de miosina diminui, promovendo assim, a retenção da água associada às proteínas miofibrilares, proporcionando o aumento da CRA. De maneira inversa com o passar do tempo de armazenamento houve a desnaturação das proteínas sarcoplasmática. Além disso, a diminuição do pH com o decorrer do tempo de armazenamento dessas carnes ($p < 0,05$) proporcionou o distanciamento dos filamentos de miosina, liberando maior quantidade de água para o sarcoplasma, acarretando a queda da CRA.

Como se observa na tabela 6, a presença da miopatia e sua intensificação resultam em redução significativa na porcentagem de perda de peso durante o cozimento (PPC). Com relação ao armazenamento, ao decorrer do tempo houve aumento ($p < 0,05$) da PPC, tanto para amostras normais como para as alteradas; este aumento está vinculado à desnaturação das proteínas sarcoplasmática (SHENOUDA, 1980), e também pela queda do pH com o decorrer do tempo de armazenamento dessas carnes ($p < 0,05$), liberando maior quantidade de água para o sarcoplasma, acarretando na produção de maior quantidade de líquido exsudado para fora da carne durante o cozimento.

Tabela 6. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis, capacidade de retenção de água, perdas de peso por cocção e força de cisalhamento.

Capacidade de retenção de água (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	75,03 ^{Ac}	78,71 ^{Ab}	80,05 ^{Aa}
3 meses	74,57 ^{Bc}	76,07 ^{Bb}	78,73 ^{Ba}
6 meses	72,39 ^{Cc}	74,28 ^{Cb}	76,12 ^{Ca}
9 meses	70,67 ^{Dc}	71,91 ^{Db}	74,94 ^{Da}
12 meses	66,98 ^{Ec}	68,36 ^{Eb}	69,31 ^{Ea}
Perdas de peso por cocção (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	24,74 ^{Ea}	23,51 ^{Eb}	21,88 ^{Ec}
3 meses	27,17 ^{Da}	26,17 ^{Db}	22,98 ^{Dc}
6 meses	28,47 ^{Ca}	27,15 ^{Cb}	24,22 ^{Cc}
9 meses	30,24 ^{Ba}	29,36 ^{Bb}	25,81 ^{Bc}
12 meses	32,58 ^{Aa}	30,63 ^{Ab}	26,20 ^{Ac}
Força de Cisalhamento (N)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	40,28 ^{Aa}	37,98 ^{Ab}	27,32 ^{Ac}
3 meses	35,85 ^{Ba}	26,14 ^{Bb}	19,62 ^{Bc}
6 meses	39,65 ^{Ca}	21,03 ^{Cb}	19,27 ^{Cc}
9 meses	28,57 ^{Ca}	20,96 ^{Cb}	18,04 ^{Cc}
12 meses	22,69 ^{Da}	16,42 ^{Db}	14,63 ^{Dc}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A presença da miopatia e sua intensificação resultam em redução significativa na porcentagem de perda de peso durante o cozimento (PPC). Com relação ao armazenamento, ao decorrer do tempo houve aumento ($p < 0,05$) da PPC, tanto para amostras normais como para as alteradas; este aumento está vinculado à desnaturação das proteínas sarcoplasmática (SHENOUDA, 1980), e também pela queda do pH com o decorrer do tempo de armazenamento dessas carnes ($p < 0,05$), liberando uma maior quantidade de água para o sarcoplasma, acarretando na produção de maior quantidade de líquido exsudado para fora da carne durante o cozimento.

Nota-se que houve diferença significativa ($p < 0,0001$) para a força de cisalhamento, as amostras contendo estrias brancas apresentaram melhores resultados de maciez do que à carne de peito classificada como normal e a maciez das amostras aumentaram com o passar do tempo de congelamento.

Houve interação significativa entre o grau da miopatia e o tempo de armazenamento para as variáveis índice de fragmentação miofibrilar, comprimento de sarcômero e para as concentrações de colágeno total, insolúvel e solúvel, cujos desdobramentos estão demonstrados nas Tabelas 7 e 8.

Nota-se que a ocorrência da miopatia e a intensificação dela aumentaram de forma significativa o índice de fragmentação miofibrilar; este resultado demonstra que esta alteração muscular promove maior maciez à carne quando comparada à carne normal, que se deve à redução da integridade das fibras musculares e à maior concentração de lipídeos, proporcionando menor resistência da fibra muscular ao cisalhamento (TASONEIRO et al., 2016). O congelamento também proporcionou aumento do IFM, porém, nota-se que este aumento ocorre até os 9 meses, não aumentando após este período, provavelmente este resultado foi devido à degradação das proteínas sarcoplasmáticas (SHENOUDA, 1980), torna assim a carne mais macia com o tempo de congelamento. Independente do tempo de congelamento, amostras afetadas pelo grau severo da miopatia apresentaram maior ($P < 0,05$) comprimento de sarcômero do que amostras de grau moderado ou normais (Tabela 7). Esse resultado pode ter ocorrido devido à presença de degeneração muscular, alteração no tamanho das fibras, degenerações floculares e vacuolares, infiltração das células mononucleares, moderada mineralização, lipidose e inflamação intersticial que foram relatadas em pesquisas anteriores (KUTTAPPAN et al., 2011 e 2013b; PETRACCI et al., 2013a) que proporcionaram a hipertrofia das fibras musculares, interferindo no comprimento do sarcômero.

Tabela 7. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as variáveis, índice de fragmentação miofibrilar (IFM) e comprimento de sarcômero (CS).

IFM			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	63,29 ^{Ec}	78,06 ^{Eb}	88,73 ^{Ea}
3 meses	69,36 ^{Dc}	80,77 ^{Db}	106,51 ^{Da}
6 meses	74,27 ^{Cc}	95,47 ^{Cb}	111,69 ^{Ca}
9 meses	80,05 ^{Bc}	99,67 ^{Bb}	120,50 ^{Ba}
12 meses	93,73 ^{Ac}	110,06 ^{Ab}	126,65 ^{Aa}

CS			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	1,43 ^{Dc}	1,54 ^{Db}	1,65 ^{Da}
3 meses	1,65 ^{Cc}	1,66 ^{Cb}	1,70 ^{Ca}
6 meses	1,67 ^{Bc}	1,69 ^{Bb}	1,73 ^{Ba}
9 meses	1,70 ^{Ac}	1,75 ^{Ab}	1,76 ^{Aa}
12 meses	1,70 ^{Ac}	1,75 ^{Ab}	1,77 ^{Aa}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Da mesma forma, independentemente do acometimento pela miopatia, foi observado aumento significativo ($p < 0,05$) do comprimento de sarcômero de todas as amostras estudadas até os 12 meses de congelamento. Estes resultados sugerem o amaciamento da carne durante o armazenamento sob congelamento, sendo que, segundo Ramos e Gomide (2017), quando o comprimento do sarcômero é maior, também há aumento da maciez da carne, fato que pode ser verificado neste trabalho.

Tabela 8. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para as concentrações de colágeno total (CT), insolúvel (CI) e solúvel (CS).

CT (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,48 ^{Aa}	0,48 ^{Aa}	0,47 ^{Aa}
3 meses	0,37 ^{Ba}	0,36 ^{Ba}	0,38 ^{Ba}
6 meses	0,32 ^{Ca}	0,30 ^{Ca}	0,31 ^{Ca}
9 meses	0,24 ^{Da}	0,25 ^{Da}	0,26 ^{Da}
12 meses	0,10 ^{Ea}	0,08 ^{Ea}	0,09 ^{Ea}

CI (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,20 ^{Aa}	0,21 ^{Aa}	0,20 ^{Aa}
3 meses	0,19 ^{Aa}	0,20 ^{Aa}	0,19 ^{Aa}
6 meses	0,16 ^{Ba}	0,15 ^{Ba}	0,14 ^{Ba}
9 meses	0,09 ^{Ca}	0,10 ^{Ca}	0,10 ^{Ca}
12 meses	0,06 ^{Da}	0,04 ^{Da}	0,05 ^{Da}

CS (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,21 ^{Aa}	0,22 ^{Aa}	0,23 ^{Aa}
3 meses	0,17 ^{Ba}	0,16 ^{Ba}	0,17 ^{Ba}
6 meses	0,14 ^{Ca}	0,13 ^{Ca}	0,12 ^{Ca}
9 meses	0,09 ^{Da}	0,10 ^{Da}	0,10 ^{Da}
12 meses	0,04 ^{Ea}	0,03 ^{Ea}	0,04 ^{Ea}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). ^a Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Considerando cada período de congelamento estudado não houve variação das concentrações de colágeno total, insolúvel e solúvel para amostras normais e das afetadas por estrias brancas (Tabela 8); estes resultados sugerem que não há presença de fibrose (substituição de tecido muscular por tecido conjuntivo). Com relação ao tempo de armazenamento verificou-se que houve redução significativa ($p < 0,05$) das concentrações de colágeno total, insolúvel e solúvel, provavelmente devido à degradação da hidroxiprolina e da prolina em substâncias menos complexas, sendo que durante o processo de armazenamento por congelamento há degradação das proteínas sarcoplasmáticas (SHENOUDA, 1980), acarretando assim na degradação do colágeno e proporcionando a sua queda em termos quantitativos.

Houve interação significativa entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para todas as variáveis estudadas, cujos desdobramentos são mostrados nas Tabelas 9 (percentuais de umidade, proteína e matéria mineral) e 10 (porcentagem de gordura e oxidação lipídica).

Tabela 9. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para os percentuais de umidade, proteína e matéria mineral.

Umidade (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	71,63 ^{Ac}	72,60 ^{Ab}	74,57 ^{Aa}
3 meses	70,66 ^{Bc}	71,75 ^{Bb}	72,23 ^{Ba}
6 meses	69,04 ^{Cc}	70,70 ^{Cb}	71,68 ^{Ca}
9 meses	68,99 ^{Dc}	69,87 ^{Db}	70,57 ^{Da}
12 meses	67,63 ^{Ec}	68,54 ^{Eb}	69,07 ^{Ea}

Proteína (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	26,97 ^{Aa}	24,66 ^{Ab}	22,14 ^{Ac}
3 meses	24,58 ^{Ba}	22,77 ^{Bb}	20,62 ^{Bc}
6 meses	23,22 ^{Ca}	21,97 ^{Cb}	19,09 ^{Cc}
9 meses	21,26 ^{Da}	19,45 ^{Db}	17,70 ^{Dc}
12 meses	20,12 ^{Ea}	18,20 ^{Eb}	16,02 ^{Ec}

Matéria Mineral (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	2,54 ^{Aa}	2,27 ^{Ab}	2,04 ^{Ac}
3 meses	2,10 ^{Ba}	1,99 ^{Bb}	1,82 ^{Bc}
6 meses	1,72 ^{Ca}	1,64 ^{Cb}	1,58 ^{Cc}
9 meses	1,63 ^{Da}	1,55 ^{Db}	1,40 ^{Dc}
12 meses	1,44 ^{Ea}	1,32 ^{Eb}	1,19 ^{Ec}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Nota-se que ocorre o aumento (P<0,05) do percentual de umidade com a severidade da miopatia, possivelmente o aumento do pH (Tabela 5) e da capacidade de retenção de água (Tabela 6) proporcionaram carne menos exsudativa. Quanto ao tempo de armazenamento, foi verificada redução do percentual de umidade tanto em

amostras normais quanto em amostras contendo estrias brancas devido à produção crescente de exsudato, oriunda do descongelamento, conforme pôde ser observado anteriormente na Tabela 4.

A miopatia promoveu a redução da concentração de proteína das amostras com o aumento da severidade, provavelmente devido à mio-degeneração que ocorre no músculo com o aparecimento da miopatia (TASONEIRO et al., 2016). A redução do conteúdo de proteína também foi observada para todas as amostras estudadas ao longo dos 12 meses de congelamento, possivelmente devido à degradação de proteínas (SHENOUDA, 1980) que transformam em substâncias menos complexas e são eliminadas com o líquido exsudado durante o descongelamento.

Houve redução ($p < 0,05$) do percentual de matéria mineral com a ocorrência da miopatia à medida que o grau de severidade aumentou, assim como houve redução da concentração de minerais durante o tempo de armazenamento sob congelamento em todas as amostras estudadas, inclusive amostras normais. Tais resultados, possivelmente, podem ser explicados pelo percentual de umidade das amostras, pois as amostras classificadas como grau severo apresentaram maior conteúdo de umidade, resultando na diluição dos minerais.

Com relação ao teor de gordura da carne, nota-se que a miopatia e o aumento da severidade resultaram no incremento ($p < 0,05$) da concentração de gordura na carne do peito de frango (Tabela 10), o que sugere a ocorrência de lipidose, conforme relatado em pesquisas anteriores (KUTTAPPAN et al., 2011 e 2013b; PETRACCI et al., 2013a). Durante os 12 meses de armazenamento também foi observado aumento ($p < 0,05$) da concentração de gordura, tanto para amostras normais como para as que apresentaram a miopatia; este fator está relacionado ao aumento da perda de exsudato ao longo de 12 meses de congelamento (Tabela 4), o que resulta em concentração da gordura das amostras em relação ao início do experimento.

Tabela 10. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual de gordura e oxidação lipídica.

Gordura (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	1,44 ^{Ec}	1,71 ^{Eb}	1,93 ^{Ea}
3 meses	1,56 ^{Dc}	2,01 ^{Db}	2,16 ^{Da}
6 meses	1,60 ^{Cc}	2,18 ^{Cb}	2,57 ^{Ca}
9 meses	2,19 ^{Bc}	2,35 ^{Bb}	2,75 ^{Ba}
12 meses	2,40 ^{Ac}	2,78 ^{Ab}	3,04 ^{Aa}
Colesterol (mg/100g)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	81,56 ^{Eb}	83,90 ^{Ea}	83,19 ^{Ea}
3 meses	86,76 ^{Db}	88,71 ^{Da}	88,12 ^{Da}
6 meses	91,89 ^{Cb}	96,23 ^{Ca}	96,51 ^{Ca}
9 meses	108,54 ^{Bb}	114,61 ^{Ba}	114,98 ^{Ba}
12 meses	115,28 ^{Ab}	120,79 ^{Aa}	121,02 ^{Aa}
TBARS (mg MDA / kg)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,29 ^{Ec}	0,39 ^{Eb}	0,43 ^{Ea}
3 meses	0,42 ^{Dc}	0,45 ^{Db}	0,61 ^{Da}
6 meses	0,61 ^{Cc}	0,68 ^{Cb}	0,72 ^{Ca}
9 meses	0,73 ^{Bc}	0,82 ^{Bb}	0,83 ^{Ba}
12 meses	0,78 ^{Ac}	0,87 ^{Ab}	0,96 ^{Aa}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Podemos notar que a miopatia acarretou no aumento significativo da concentração de colesterol, este resultado é devido ao aumento da concentração de gordura, com o aparecimento da miopatia, sendo que o colesterol é uma parte da fração lipídica da carne, com o aumento da gordura haverá por consequência o aumento do colesterol da carne. Nota-se também que o armazenamento aumentou (p<0,05) a quantidade de colesterol da carne, com o decorrer do tempo, isso se deve a saída do exsudato da carne durante o descongelamento das amostras, pois devido à saída da água com substâncias hidrossolúveis, a fração lipídica aumenta e por consequência, aumenta a quantidade de colesterol presente na carne.

Quanto à oxidação lipídica (TBARS), foi observado o aumento ($p<0,05$) dos valores com o aumento da severidade da miopatia. Também foi verificado aumento da oxidação lipídica ao longo do tempo de armazenamento, independentemente do acometimento pela miopatia. Esta variação se deve à maior quantidade de gordura presente nas amostras afetadas pela miopatia, o que resulta em maior oxidação lipídica. Segundo Torres et al. (1989), a faixa de valores de 0,6 à 2,0 mg de MDA/Kg proporciona a percepção de ranço nas carnes; esta faixa de valores é apenas verificado após os 6 meses de congelamento da carne para todos os tratamentos, no entanto o maior valor foi de 0,96 mg de MDA/Kg de amostra, que é inferior ao valor crítico de 2,0 mg; mostrando que devemos ter uma precaução na utilização desses carnes após os 6 meses de congelamento, sendo ideal um estudo de aceitação sensorial dessas carnes, para se concluir que esta concentração de MDA não irá interferir na aceitação do mercado consumidor.

Na Tabela 11 estão os resultados para as análises de perfil de ácidos graxos saturados, em porcentagem, da gordura da carne do peito de frango de corte contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

Não ocorreu interação entre os fatores tempo de armazenamento por congelamento e o grau de severidade da incidência da miopatia para os ácidos graxos saturados, Láurico ($p=0,5599$), Mirístico ($p=0,6681$), Pentadecanoico ($p=0,0630$), Heptadecanoico ($p=0,3132$) e Esteárico ($p=0,2498$) (Tabela 11).

No caso do ácido Láurico, constatou-se que sua concentração na carne de peito de frango não variou durante o aparecimento da miopatia ($p=0,7854$) e nem foi influenciado pelo período de congelamento ($p=0,5547$). Este fato também ocorreu para os ácidos Heptadecanoico e Esteárico. Já no caso dos ácidos graxos Mirístico ($p<0,0001$) e Pentadecanoico ($p=0,0303$) tiveram aumento em suas concentrações, quando a carne de peito de frango apresentava a miopatia, tanto no grau moderado como no severo. No entanto, apenas o ácido graxo Mirístico apresenta redução significativa ($p<0,0001$) com o tempo de armazenamento (Tabela 11).

Tabela 11. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos saturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

C12:0*	C14:0*	C15:0*	C16:0*	C17:0*	C18:0*	C20:0*	C21:0*	C24:0*
--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

<i>Grau de severidade (G)</i>									
Normal	0,013	0,351 ^C	0,066 ^C	22,47	0,120	7,81	0,067	0,021	0,017
Moderado	0,012	0,378 ^B	0,068 ^B	22,17	0,116	7,58	0,068	0,006	0,020
Severo	0,013	0,410 ^A	0,071 ^A	22,09	0,125	7,91	0,076	0,021	0,022
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>									
Início	0,012	0,428 ^A	0,070	22,34	0,114	8,02	0,060	0,008	0,029
3 meses	0,013	0,411 ^A	0,067	21,74	0,119	7,39	0,072	0,008	0,017
6 meses	0,014	0,367 ^B	0,067	22,74	0,116	8,14	0,067	0,037	0,017
9 meses	0,013	0,359 ^B	0,066	22,82	0,113	7,73	0,072	0,015	0,018
12 meses	0,013	0,343 ^B	0,065	22,58	0,111	7,55	0,080	0,007	0,018
p-value									
P (G)	0,7854	<0,0001	0,0303	0,3082	0,3306	0,7250	<0,0001	0,5783	0,0682
P (T)	0,5547	<0,0001	0,4186	0,0441	0,3531	0,2578	<0,0001	0,4004	<0,0001
P Int (GxT)	0,5599	0,6681	0,0630	0,0008	0,3132	0,2498	<0,0001	0,0271	<0,0001

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

* C12:0 é o ácido Láurico; C14:0 é o ácido Mirístico; C15:0 é o ácido Pentadecanoico; C16:0 é o ácido Palmítico; C17:0 é o ácido Heptadecanoico; C18:0 é o ácido Esteárico; C20:0 é o ácido Araquídico; C21:0 é o ácido Henecosanoico e C24:0 é o ácido Lignocérico.

Para os ácidos graxos Palmídico (p=0,0008), Araquídico (p<0,0001) e Lignocérico (p<0,0001) houve interação entre os dois fatores estudados; sendo apresentado na Tabelas 12 o desdobramento da interação dos ácidos graxos.

No caso da concentração do ácido Palmídico ocorreu aumento com relação ao aparecimento da miopatia, sendo que, este comportamento foi semelhante para os ácidos graxos Araquídico e Lignocérico; este fato ocorreu devido ao aumento da concentração de gordura presente na carne que contem a miopatia, já o processo de armazenamento proporcionou aumento da concentração dos ácidos graxos Palmídico e Araquídico e redução da concentração do ácido graxo Lignocérico (Tabela 12).

Tabela 12. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Palmídico, Araquídico e Lignocérico.

Ácido Palmídico (%)	
Grau de severidade da miopatia	

Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	21,19 ^{Da}	20,68 ^{Cb}	20,88 ^{Cb}
3 meses	21,45 ^{Ca}	22,75 ^{Ba}	22,24 ^{Ba}
6 meses	22,04 ^{Ca}	22,33 ^{Ba}	21,71 ^{Ba}
9 meses	23,20 ^{Ba}	22,86 ^{Bb}	21,72 ^{Bb}
12 meses	24,48 ^{Aa}	23,92 ^{Ab}	22,26 ^{Ac}

Ácido Araquídico (%)			
Grau de severidade da miopatia			
Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	0,051 ^{Cc}	0,061 ^{Eb}	0,069 ^{Ea}
3 meses	0,062 ^{BC}	0,068 ^{Db}	0,077 ^{Da}
6 meses	0,063 ^{Bc}	0,072 ^{Cb}	0,080 ^{Ca}
9 meses	0,066 ^{Ac}	0,073 ^{Bb}	0,084 ^{Ba}
12 meses	0,066 ^{Ac}	0,077 ^{Ab}	0,089 ^{Aa}

Ácido graxo Lignocérico (%)			
Grau de severidade da miopatia			
Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	0,022 ^{Ac}	0,034 ^{Ab}	0,042 ^{Aa}
3 meses	0,012 ^{Bb}	0,023 ^{Ba}	0,023 ^{Ba}
6 meses	0,019 ^{Ba}	0,019 ^{Ca}	0,013 ^{Ca}
9 meses	0,019 ^{Ba}	0,020 ^{Ca}	0,011 ^{Ca}
12 meses	0,015 ^{Ba}	0,017 ^{Ca}	0,014 ^{Ca}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Na tabela 13 são apresentados os resultados para as análises de perfil de ácidos graxos monoinsaturados, em porcentagem, da gordura da carne do peito de frango de corte contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

Tabela 13. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos monoinsaturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

	C14:1*	C16:1*	C17:1*	C18:1n9t*	C18:1n9c*	C18:1n7*	C20:1n9*
Grau de severidade (G)							
Normal	0,075	2,95	0,049	0,105	29,90	1,54	0,259
Moderado	0,074	2,85	0,052	0,098	29,64	1,67	0,267
Severo	0,074	2,81	0,054	0,097	29,25	1,57	0,248

<i>Tempo de armazenamento (T)</i>							
Início	0,069	2,84	0,045	0,095	28,75	1,63	0,270
3 meses	0,071	2,90	0,052	0,097	29,17	1,60	0,244
6 meses	0,075	2,97	0,052	0,105	30,67	1,69	0,270
9 meses	0,073	2,91	0,053	0,101	30,31	1,64	0,252
12 meses	0,070	2,90	0,055	0,095	29,08	1,68	0,254
p-value							
P (G)	0,4403	0,8608	0,0968	0,5596	0,2544	0,6410	0,2423
P (T)	0,1000	0,9643	<0,0001	0,3163	0,0525	0,1011	0,1220
P Int (GxT)	0,1506	0,4902	<0,0001	0,0876	0,0005	0,0058	0,4168

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

* C14:1 é o ácido Miristoleico; C16:1 é o ácido Palmitoleico; C17:1 é o ácido Heptadecenoico; C18:1n9t é o ácido Elaídico; C18:1n9c é o ácido Oleíco; C18:1n7 é o ácido Eicosenoico e o C20:1n9 é o ácido Gondoíco.

No caso dos ácidos graxos Miristoleico, Palmitoleico, Elaídico e Gondoíco não houve interação significativa dos fatores estudados. Sendo que, para estes ácidos graxos não apresentaram diferença estatística nem para a miopatia, nem para o período de armazenamento. No entanto, os ácidos graxos Heptadecenoico, Oleíco e Eicosenoico, apresentaram interação entre os dois fatores estudados e o resultado da interação será descrita na tabela 14.

Tabela 14. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Heptadecenoico, Oleíco e Eicosenoico.

Ácido Heptadecenoico (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,035 ^{Bb}	0,050 ^{Ba}	0,050 ^{Ba}
3 meses	0,049 ^{Ac}	0,051 ^{Bb}	0,056 ^{Aa}
6 meses	0,050 ^{Ab}	0,051 ^{Bb}	0,057 ^{Aa}
9 meses	0,051 ^{Ab}	0,054 ^{Aa}	0,057 ^{Aa}

12 meses	0,052 ^{Ab}	0,055 ^{Aa}	0,060 ^{Aa}
Ácido Oleico (%)			
Grau de severidade da miopatia			
Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	32,83 ^{Aa}	31,84 ^{Ab}	32,10 ^{Ab}
3 meses	30,49 ^{Ba}	29,11 ^{Aa}	29,18 ^{Ba}
6 meses	30,28 ^{Ba}	29,77 ^{Aa}	29,88 ^{Ba}
9 meses	28,91 ^{Ba}	28,57 ^{Aa}	27,63 ^{Cb}
12 meses	28,09 ^{Ca}	27,78 ^{Ba}	27,46 ^{Ca}
Ácido graxo Eicosenoico (%)			
Grau de severidade da miopatia			
Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	1,63 ^{Bb}	1,90 ^{Aa}	1,66 ^{Ab}
3 meses	1,41 ^{Cc}	1,66 ^{Ba}	1,43 ^{Ab}
6 meses	1,41 ^{Cb}	1,44 ^{Ba}	1,71 ^{Aa}
9 meses	1,51 ^{Ba}	1,72 ^{Ba}	1,67 ^{Aa}
12 meses	1,75 ^{Aa}	1,63 ^{Ba}	1,38 ^{Bb}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Para o ácido graxo Heptadecenoico, a miopatia e o tempo de armazenamento, proporcionam aumento de suas concentrações; para o ácido Oleico, tanto a miopatia como o armazenamento, acarretaram na redução de sua concentração na carne; para o ácido graxo eicosenoico observa-se que a carne *in natura* que apresenta estrias de grau moderado apresenta maior quantidade de ácidos graxos em comparação aos graus, normal e severo, quando a carne está com três meses de armazenamento o comportamento da variação da concentração do ácido graxo é quase idêntico ao da carne *in natura*, diferenciando apenas na questão de a carne com a miopatia no grau severo ser superior á carne que na há estrias. Aos 6 meses de armazenamento a carne apresentou maior contração do ácido graxo eicosenoico quando houve a presença da miopatia; já as carne com ou sem a miopatia, armazenadas por 9 ou 12 meses, não apresentaram variação nas concentrações desse ácido graxo. No caso, do armazenamento nota-se que as carnes sem a miopatia tenderam a aumentar a sua concentração do ácido graxo

eicosenoico, em contra partida as carnes que apresentaram estriações diminuíram a concentração deste ácido graxo com o armazenamento.

Na Tabela 15 estão os resultados para as análises de perfil de ácidos graxos saturados, em porcentagem, da gordura da carne do peito de frango de corte contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

Tabela 15. Médias estimadas para os percentuais de ácidos graxos saturados do peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

	C18:2n6t*	C18:2n6c*	C18:3n6*	C18:3n3*	C20:2*	C20:3n6*	C20:3n3*
<i>Grau de severidade (G)</i>							
Normal	0,024 ^A	26,42	0,157	2,03	0,491	0,519	0,088
Moderado	0,020 ^C	26,34	0,159	2,00	0,543	0,603	0,105
Severo	0,021 ^B	27,27	0,160	1,98	0,511	0,515	0,107
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>							
Início	0,019 ^C	25,33	0,186 ^A	1,99	0,590	0,685	0,085
3 meses	0,023 ^B	27,84	0,179 ^B	2,03	0,526	0,572	0,087
6 meses	0,020 ^B	26,33	0,168 ^B	1,91	0,462	0,444	0,150

9 meses	0,022 ^B	25,96	0,154 ^B	2,02	0,462	0,472	0,110
12 meses	0,024 ^A	27,92	0,136 ^C	2,01	0,534	0,555	0,116
p-value							
P (G)	0,0205	0,2730	0,8935	0,5585	0,6018	0,9211	<0,0001
P (T)	0,0329	0,0632	0,0361	0,4666	0,0906	0,0090	<0,0001
P Int (GxT)	0,1707	0,2109	0,4749	0,1994	0,0003	0,0331	<0,0001
C20:4n6* C20:5n3* C22:4n6* C22:5n3* C22:6n3*							
<i>Grau de severidade (G)</i>							
Normal	3,11	0,098	0,860	0,544	0,380		
Moderado	3,32	0,121	0,990	0,583	0,379		
Severo	3,30	0,130	1,000	0,539	0,352		
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>							
Início	4,20	0,158	1,120	0,687	0,466		
3 meses	3,43	0,123	1,090	0,657	0,452		
6 meses	3,14	0,113	0,940	0,601	0,307		
9 meses	3,01	0,097	0,860	0,445	0,313		
12 meses	2,44	0,091	0,750	0,386	0,315		
p-value							
P (G)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,9007	0,4568		
P (T)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0024		
P Int (GxT)	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0071		

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

*C18:2n6t é o ácido Linolelaídico; C18:2n6c é o ácido Linoleico; C18:3n6 é o ácido γ linolênico; C18:3n3 é o ácido α linolênico; C20:2 é o ácido Eicosadienoico; C20:3n6 é o ácido Dihomo γ linoleico; C20:3n3 é o ácido Eicosatrienoico; C20:4n6 é o ácido Araquidônico; C20:5n3 é o ácido Eicosapentaenoico (EPA); C22:4n6 é o ácido Docosatetraenóico (DTA); C22:5n3 é o ácido Docosapentaenóico (DPA); C22:6n3 é o ácido Docosahexaenóico (DHA).

Não apresentou interação entre os fatores, miopatia e armazenamento, para os ácidos graxos Linolelaídico, Linoleico, γ Linolênico e α Linolênico. Sendo que, apenas os ácidos graxos Linolelaídico e γ Linolênico que obtiveram resposta significativa durante o experimento; para o ácido graxo Linolelaídico o aparecimento da miopatia resultou no aumento da concentração do ácido graxo na carne de peito, já o armazenamento proporcionou a diminuição da concentração deste, na carne; no caso do ácido graxo γ Linolênico apenas o armazenamento que influenciou na concentração do ácido na carne, acarretando na queda na concentração dessa substância.

Para os ácidos graxos Eicosadienoico e Dihomo γ linoléico houve a interação entre os fatores, miopatia e armazenamento e a tabela 16 mostra o desdobramento da interação entre esses fatores estudados.

Tabela 16. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Eicosadienoico e Dihomo y linoléico.

Ácido Eicosadienoico (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,577 ^{Bb}	0,681 ^{Aa}	0,512 ^{Bb}
3 meses	0,529 ^{Ba}	0,512 ^{Ba}	0,539 ^{Ba}
6 meses	0,638 ^{Aa}	0,459 ^{Bb}	0,291 ^{Cc}
9 meses	0,278 ^{Cb}	0,541 ^{Ba}	0,568 ^{Ba}
12 meses	0,433 ^{Bb}	0,524 ^{Bb}	0,647 ^{Aa}

Ácido graxo Dihomo y linoléico (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,870 ^{Aa}	0,603 ^{Ab}	0,588 ^{Ab}
3 meses	0,608 ^{Aa}	0,556 ^{Aa}	0,552 ^{Aa}
6 meses	0,598 ^{Aa}	0,530 ^{Aa}	0,546 ^{Aa}
9 meses	0,591 ^{Aa}	0,579 ^{Aa}	0,543 ^{Aa}
12 meses	0,427 ^{Ba}	0,295 ^{Ba}	0,301 ^{Ba}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Nas carnes de peito de frango de corte, machos, que não apresentaram estrias, tiveram a concentração do ácido graxo eicosadienoico constante até os três meses de congelamento, aos seis meses de congelamento a concentração aumentou, com uma queda novamente aos nove meses e aumento aos 12 meses de congelamento. Para as carnes de peito de frango que apresentavam estrias no grau moderado a concentração do ácido diminui quando se compara a carne *in natura* com a armazenada por três meses. Após esse período de congelamento a concentração do ácido fica constante até os 12 meses de armazenamento. As carnes que apresentaram estrias no seu grau severo apresentaram concentração do ácido eicosadienoico, com queda aos seis meses de congelamento e um aumento gradativo dos nove meses até chegar aos 12 meses de armazenamento da carne de peito de frango.

Quando se compara os graus da miopatia nota-se que as carnes *In natura* com a miopatia em seu grau moderado apresentaram maior quantidade de ácido

eicosadienoico do que as carnes que não continha a miopatia e as que tinham em seu grau severo. Para as carnes, com ou sem a miopatia, armazenadas por até três meses não obtiveram diferença na concentração do ácido graxo. Para as carnes que ficaram congeladas por até seis meses apresentaram uma queda gradativa do ácido graxo com o aparecimento das estrias e sua intensificação. Para as carnes que ficaram armazenadas por até nove meses percebe-se que o aparecimento da miopatia acarretou no aumento da concentração do ácido graxo, no entanto, tanto para as carnes que apresentaram estrias no grau moderado como no severo a concentração não variou. Já as carnes que ficaram armazenadas até 12 meses apresentaram concentração semelhantes para o ácido quando estas não tinham a miopatia ou apresentavam estrias no grau moderado, quando as carnes apresentavam estrias no grau severo a concentração do ácido graxo aumentou.

No caso do ácido graxo dihomô y linoléico, tanto para as carnes de peito de frango que não apresentaram estrias como as que apresentaram em seus dois graus classificatórios, a concentração do ácido permanece constante estatisticamente até os nove meses, já aos 12 meses sua concentração diminuiu.

Quanto se compara as carnes de peito de frango com e sem a miopatia, as carnes *In natura* sem a miopatia apresenta maior concentração do ácido dihomô y linoléico com relação às carnes que possuem a miopatia no seu grau moderado ou severo. No entanto, para o restante dos tempos de congelamento avaliados, não houve diferença significativa para a concentração do ácido graxo nas carnes de peito de frango com ou sem as estrias.

Para os ácidos graxos eicosatrienoico, araquidônico e eicosapentaenoico (EPA) houve a interação entre os fatores, miopatia e armazenamento e a tabela 17 mostra o desdobramento da interação entre esses fatores estudados.

Tabela 17. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos Eicosatrienoico, Araquidônico e Eicosapentaenoico (EPA).

Ácido Eicosatrienoico (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,069 ^{Eb}	0,081 ^{Da}	0,084 ^{Da}
3 meses	0,081 ^{Db}	0,095 ^{Ba}	0,097 ^{Ca}

6 meses	0,094 ^{Cb}	0,090 ^{Cb}	0,115 ^{Ba}
9 meses	0,106 ^{Bb}	0,103 ^{Bb}	0,134 ^{Aa}
12 meses	0,112 ^{Ab}	0,115 ^{Ab}	0,132 ^{Aa}

Ácido graxo Araquidônico (%)

Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	4,99 ^{Aa}	4,24 ^{Ab}	4,06 ^{Ac}
3 meses	3,54 ^{Bb}	3,32 ^{Bc}	3,91 ^{Aa}
6 meses	3,30 ^{Cb}	2,85 ^{Cc}	3,64 ^{Ba}
9 meses	3,04 ^{Db}	2,74 ^{Dc}	3,37 ^{Ca}
12 meses	2,49 ^{Ea}	1,67 ^{Eb}	1,52 ^{Db}

Ácido graxo Eicosapentaenoico (EPA) (%)

Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,129 ^{Ab}	0,150 ^{Ab}	0,194 ^{Aa}
3 meses	0,113 ^{Bb}	0,140 ^{Aa}	0,157 ^{Ba}
6 meses	0,112 ^{Bb}	0,130 ^{Aa}	0,137 ^{Ba}
9 meses	0,094 ^{Ca}	0,100 ^{Ba}	0,101 ^{Ca}
12 meses	0,042 ^{Db}	0,044 ^{Cb}	0,105 ^{Ca}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A concentração do ácido graxo eicosatrienoico nas carnes sem a miopatia aumentou significativamente com o passar do tempo de armazenamento. As carnes que apresentaram a miopatia em seu grau moderado tiveram um aumento da concentração do ácido os três meses de congelamento, com uma queda aos seis meses e depois a concentração aumentou até os 12 meses de armazenamento. Já para as carnes de peito de frango com estrias em seu grau severo teve um aumento em sua concentração até os nove meses, momento onde se estabilizou o aumento da concentração do ácido graxo.

Para as carnes *in natura* e congeladas por até três meses nota-se que a concentração do ácido graxo eicosatrienoico aumenta com o aparecimento da miopatia, sendo que, a partir dos seis meses até os 12 meses de armazenamento, as carnes sem a miopatia e as com ela em seu grau moderado apresentam uma concentração do ácido graxo inferior a concentração das carnes que apresentaram as estrias no grau severo.

No caso da concentração do ácido graxo Araquidônico na carne de peito de frango de corte apresenta uma queda nos valores durante o congelamento, tanto para as carnes com a miopatia como as que não apresentavam estrias.

Com o aparecimento da miopatia e sua intensificação nas carnes de peito de frango *in natura* proporcionou a queda da concentração do ácido graxo Araquidônico; quando estas carnes foram armazenadas de três a nove meses a concentração do ácido graxo foi superior para as carnes de peito de frango com estrias no seu grau severo e inferior para as que apresentavam as estrias no seu grau moderado, sendo que, o valor da concentração do ácido graxo para as carnes de peito que não apresentaram a miopatia foi intermediário; já as carnes congeladas por até 12 meses apresentaram concentração do ácido graxo iguais, quando estas apresentavam estrias no grau severo ou moderado e as carnes de peito de frango sem a miopatia apresentaram concentração maior do ácido graxo com relação as carnes que apresentavam algum grau da miopatia.

O congelamento causou queda na concentração do ácido graxo eicosapentaenoico (EPA) nas carnes de peito de frango com a miopatia e sem ela. As carnes de peito de frango *in natura* que apresentavam estrias no grau severo obtiveram concentração do EPA maiores com relação as que apresentavam estrias no grau moderado ou as que não continham estrias; para as carnes armazenadas por três ou nove meses apresentaram uma concentração maior para as que apresentavam as estrias em qualquer grau de severidade quando se compara as que não apresentavam a miopatia; quando as carnes de peito de frango foram congeladas por nove meses a concentração do EPA ficou igual tanto para as que tinham estrias como para as que não apresentavam as estrias; aos 12 meses de congelamento a concentração do EPA, nas carnes de peito de frango, apresentou o mesmo comportamento observado para as carnes de peito de frango *in natura*.

Para os ácidos graxos docosatetraenóico (DTA), docosapentaenóico (DPA) e docosaheptaenóico (DHA) houve a interação entre os fatores, miopatia e armazenamento e a tabela 18 mostra o desdobramento da interação entre esses fatores estudados.

Tabela 18. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para o percentual dos ácidos graxos docosatetraenóico (DTA), docosapentaenóico (DPA) e docosahexaenóico (DHA).

Ácido docosatetraenóico (DTA) (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	1,13 ^{Ac}	1,18 ^{Ab}	1,37 ^{Aa}
3 meses	1,00 ^{Bb}	1,06 ^{Aa}	1,11 ^{Ba}
6 meses	0,88 ^{Bb}	0,97 ^{Bb}	1,05 ^{Ba}
9 meses	0,83 ^{Cc}	0,90 ^{Bb}	1,06 ^{Ba}
12 meses	0,84 ^{Cb}	0,81 ^{Cb}	0,89 ^{Ca}

Ácido graxo docosapentaenóico (DPA) (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,78 ^{Aa}	0,66 ^{Ab}	0,62 ^{Ab}
3 meses	0,71 ^{Ba}	0,65 ^{Aa}	0,61 ^{Aa}
6 meses	0,66 ^{Ba}	0,62 ^{Aa}	0,60 ^{Aa}
9 meses	0,56 ^{Ba}	0,53 ^{Aa}	0,44 ^{Bb}
12 meses	0,55 ^{Ba}	0,20 ^{Bb}	0,16 ^{Cb}

Ácido graxo docosahexaenóico (DHA) (%)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	0,46 ^{Ac}	0,50 ^{Ab}	0,60 ^{Aa}
3 meses	0,40 ^{Aa}	0,41 ^{Ba}	0,49 ^{Ba}
6 meses	0,36 ^{Aa}	0,39 ^{Ba}	0,39 ^{Ba}
9 meses	0,19 ^{Bb}	0,25 ^{Cb}	0,35 ^{Ba}
12 meses	0,17 ^{Cc}	0,24 ^{Cb}	0,34 ^{Ba}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

A concentração do ácido graxo docosatetraenóico (DTA) reduziu com o passar do tempo nas carnes de peito de frango que tinha a miopatia e para as que não tinham estrias.

As carnes de peito de frango *in natura* apresentaram aumento na concentração do ácido graxo DTA com o aparecimento da miopatia e sua intensificação, para as carnes com três meses de armazenamento apresentam valores iguais, na concentração do ácido graxo DTA das carnes que tinham estrias no seu grau moderado ou severo, sendo que, ambas as concentrações foram superiores à concentração encontrada nas carnes que não apresentavam estrias;

quando as carnes de peito de frango foram armazenadas por até seis meses a concentração do ácido graxo das carnes com a miopatia no seu grau moderado e as que não apresentavam a miopatia ficaram semelhantes, no entanto, as carnes de peito de frango com a miopatia no seu grau severo apresentaram valor superior. As carnes de peito de frango congeladas por até nove meses tiveram aumento na concentração do ácido graxo DTA com o aparecimento da miopatia e sua intensificação; já aos 12 meses de armazenamento a concentração do ácido graxo DTA teve o mesmo comportamento das carnes de peito de frango congeladas por até seis meses.

Nota-se que o tempo de congelamento de até 12 meses reduz a quantidade de ácido graxo Docosapentaenóico (DPA) das carnes de peito de frango, tanto para as que apresentam a miopatia, como para as carnes de peito de frango que não contém as estrias.

Quando se compara as carnes de peito de frango *in natura* nota-se que as que não apresentam a miopatia possuem maior quantidade de ácido graxo DPA, do que as carnes de peito de frango com as estrias, tanto no seu grau moderado como no grau severo; para as carnes de peito de frango com ou sem a miopatia, congeladas por três ou por seis meses, apresentam a mesma concentração de DPA. Quando as carnes ficaram armazenadas por até nove meses, a concentração do ácido graxo foi igual para as carnes sem estrias ou com elas em seu grau moderado; As carnes com a miopatia em seu grau severo apresentaram menor concentração do ácido graxo DPA. As carnes congeladas por até 12 meses apresentaram comportamento semelhante das carnes *in natura* para a concentração do ácido graxo DPA.

A concentração do ácido graxo docosahexaenóico (DHA) presente na carne de peito de frango diminuiu com o tempo de armazenamento, tanto para as carnes que não apresentam as estrias como para as que tinham a miopatia em algum grau de severidade.

Nas carnes de peito de frango *in natura*, a concentração do ácido graxo DHA aumentou quando apareceu a miopatia na carne, sendo que, a maior concentração foi nas carnes de peito com estrias no grau severo; nas carnes armazenados por três ou seis meses apresentaram concentração do ácido graxo semelhantes, tanto para as carnes que não haviam a miopatia como para as que apresentavam algum

grau de severidade. Quando as carnes foram congeladas por até nove meses, a concentração do ácido graxo DHA foi superior nas que tinham estrias no seu grau severo, sendo menores nas carnes com estrias no seu grau moderado e nas que não continham estrias. Já as carnes de peito de frango congeladas por até 12 meses obtiveram comportamento igual ao das carnes *in natura*.

Na tabela 19 estão os resultados para as análises de minerais, em grama por quilo de peito de frango de corte contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

Tabela 19. Médias estimadas para os valores de minerais, em grama por quilo de peito de frango contendo estrias brancas congelado por 12 meses.

	Cálcio	Fósforo	Potássio	Magnésio	Sódio	Cloro	Enxofre
<i>Grau de severidade (G)</i>							
Normal	0,126	9,64 ^A	10,98	0,89	2,07 ^B	0,02	9,18
Moderado	0,120	9,46 ^B	11,15	0,89	2,19 ^B	0,02	9,23
Severo	0,100	9,26 ^C	11,46	0,88	2,49 ^A	0,02	9,19
<i>Tempo de armazenamento (T)</i>							
Início	0,155 ^A	9,84 ^A	12,04	0,92 ^A	2,32 ^A	0,02	9,25
3 meses	0,111 ^B	9,49 ^B	11,25	0,89 ^B	2,31 ^A	0,02	9,27
6 meses	0,112 ^B	9,19 ^B	11,20	0,88 ^B	2,27 ^B	0,02	9,29
9 meses	0,102 ^C	9,38 ^B	10,88	0,87 ^B	2,24 ^B	0,02	9,25
12 meses	0,101 ^C	9,38 ^B	10,66	0,86 ^C	2,11 ^C	0,02	9,27
p-value							
P (G)	0,0035	0,0346	<0,0001	0,1137	0,0001	0,2121	0,9910
P (T)	0,5673	<0,0001	<0,0001	0,0452	0,0298	0,3837	0,295
P Int (GxT)	0,3422	0,0036	<0,0001	0,1233	0,4754	0,1922	0,1912

^{A-E} Médias seguidas por letras distintas (nas colunas) diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Não ocorreu interação entre os fatores, miopatia e tempo de armazenamento, para os minerais, cálcio, magnésio, sódio, cloro e enxofre.

Para o cálcio nota-se, que a miopatia não influencia significativamente em sua concentração na carne de peito de frango, este resultado corrobora para excluir a hipótese de que a degeneração que a miopatia proporciona, não gera calcificação na musculatura da ave, já a concentração de cálcio diminui com o passar do tempo de armazenamento, isso se deve pela lixiviação do mineral pelo exsudato da carne produzido durante o descongelamento da carne.

O aparecimento da miopatia não modificou significativamente a quantidade de magnésio presente na carne de peito de frango; isto nos mostra que a estrias não

vão influenciar na proporção de magnésio no organismo da ave. Nota-se que o congelamento proporciona queda da concentração de magnésio na carne de peito de frango; esta redução ocorre devido à perda desse mineral pelo processo de lixiviação através do exsudato produzido durante o descongelamento da carne de peito de frango.

As carnes de peito de frango de corte que com estrias no seu grau severo apresentaram teores de sódio maiores que as carnes com o miopatia no grau moderado, já as carnes de peito de frango sem a miopatia ou com estrias no grau moderado possuem quantidades de sódio similares. Com relação ao congelamento, os teores de sódio diminuem com o decorrer do tempo de armazenamento; isto ocorre devido à perda de sódio através do exsudato produzido pela carne no momento do descongelamento.

Com relação ao cloro e ao enxofre presente na carne de peito de frango nota-se que nem a miopatia e nem o congelamento influenciaram significativamente na sua concentração.

Com relação à concentração de enxofre da carne de peito de frango que não variou com o aparecimento da miopatia, podemos ter mais um indicativo que não houve processo de fibrose muscular, pois quando há o processo de fibrose no músculo, o tecido muscular é substituído por tecido conjuntivo que rico em condroitina que é rica em enxofre, entretanto este elemento não varia com o aparecimento da miopatia.

Para os minerais fósforo e potássio ocorreu interação significativa entre os fatores miopatia e tempo de congelamento; os desdobramentos da interação entre os fatores estão descritos na tabela 20.

Tabela 20. Médias do desdobramento da interação entre grau de severidade da miopatia e tempo de armazenamento para os valores de fósforo e potássio, em grama por quilo de peito de frango.

Fósforo (g/Kg)			
Armazenamento	Grau de severidade da miopatia		
	Normal	Moderado	Severo
Início	10,17 ^{Aa}	9,90 ^{Ab}	9,47 ^{Ac}
3 meses	9,52 ^{Ba}	9,64 ^{Ca}	9,31 ^{Bb}
6 meses	9,18 ^{Cb}	9,41 ^{Da}	8,97 ^{Dc}

9 meses	9,50 ^{Ba}	9,49 ^{Ca}	9,15 ^{Cb}
12 meses	8,94 ^{Dc}	9,79 ^{Ba}	9,43 ^{Bb}
Potássio (g/Kg)			
	Grau de severidade da miopatia		
Armazenamento	Normal	Moderado	Severo
Início	12,42 ^{Aa}	12,21 ^{Ab}	11,51 ^{Ac}
3 meses	11,00 ^{Ba}	10,92 ^{Cb}	10,71 ^{Bc}
6 meses	9,94 ^{Db}	11,04 ^{Ca}	11,01 ^{Ca}
9 meses	11,08 ^{Bc}	11,40 ^{Ba}	11,13 ^{Cb}
12 meses	10,46 ^{Cb}	11,74 ^{Ba}	11,39 ^{Ba}

^{A-E} Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). ^{a-c} Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

Tanto para o fósforo como para o potássio, o aparecimento da miopatia e sua intensificação fazem com que a concentração destes minerais diminua já o congelamento proporciona a queda da concentração desses minerais na carne de peito de frango.

Na tabela 21 estão os resultados da contagem de coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus sp.* e *Salmonella sp.* da carne do peito de frango contendo estrias brancas analisado antes do congelamento e após o congelamento por 12 meses.

Com relação à contagem de coliformes totais, a legislação brasileira aceita até 10⁴ NMP/g (BRASIL, 2001), logo, conclui-se que as amostras estudadas apresentaram número de coliformes totais e termotolerantes dentro dos padrões de normalidade para o consumo humano mesmo após 12 meses de congelamento. O mesmo aconteceu para as análises de *Staphylococcus sp.*, cujo limite permitido é de até 10⁷UFC/g, e de *Salmonella sp.*, cujo o resultado deve indicar a ausência da bactéria em 25 gramas de amostra (BRASIL, 2001).

Tabela 21. Contagem de coliformes totais e termotolerantes, *Staphylococcus sp.* e *Salmonella sp.* do peito de frangos de corte contendo estrias brancas analisado antes do congelamento e após o congelamento por 12 meses.

	Coliformes totais (NMP/g)		
	Normal	Moderado	Severo
Início	1,1 x 10 ¹	9,2 x 10 ⁰	2,3 x 10 ¹
12 meses	2,3 x 10 ¹	10 x 10 ¹	2,7 x 10 ¹

Termotolerantes (NMP/g)			
	Normal	Moderado	Severo
Início	$< 3,0 \times 10^0$	$< 3,0 \times 10^0$	$< 3,0 \times 10^0$
12 meses	$< 3,0 \times 10^0$	$< 3,0 \times 10^0$	$< 3,0 \times 10^0$
<i>Staphylococcus</i> sp. (UFC/g)			
	Normal	Moderado	Severo
Início	$3,6 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^2$	$< 1,0 \times 10^2$
12 meses	$5,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^5$	$3, 5 \times 10^4$
<i>Salmonella</i> sp. (25g)			
	Normal	Moderado	Severo
Início	Ausente	Ausente	Ausente
12 meses	Ausente	Ausente	Ausente

NMP/g: número mais provável em 1 grama de amostra.

UFC/g: unidade formadora de colônias em 1 grama de amostra.

6. Conclusão

Conclui-se que a miopatia, vinculada ao congelamento proporciona um aumento na maciez da carne; com redução da proteína bruta e matéria mineral e um aumento da umidade, gordura e colesterol da carne, sendo que a miopatia não afetou os níveis de colágeno da carne; no entanto estas variações com o aparecimento da miopatia não comprometem o consumo da carne de peito de frango de corte mantida congelada por até 12 meses. Além disso, nota-se que o congelamento por até 12 meses, proporcionou uma carne com padrões microbiológicos tolerantes para o consumo humano. No tentando deve-se ter uma precaução no consumo dessas carnes após os 6 meses pelo valor de MDA/Kg de amostra presente que pode indicar o aparecimento de sabor rançoso na carne, sendo ideal fazer uma análise sensorial com estas carnes para verificar a aceitabilidade pelo mercado consumidor.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; GERRARD, D. E.; MILLS, E. W. *Principles of meat science*. 4. ed. Kendall/Hunt: Iowa, 2001. 354p.
- ADABI S. G., SONCU E. D. White Striping prevalence and its effect on meat quality of broiler breast fillets under commercial conditions. *Journal Animal Physiology and Animal Nutrition*, v. 103, p. 1060-1069, 2019.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório Anual 2019*. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais/2018>>. Acesso em: 24 set. 2019.

AOAC. *Association of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. 14. ed. Washington: DC, 1984.

AOAC. *Association of Analytical Chemists. Official Methods of Analysis*. 14. ed. Washington: DC, 2011.

AZEVEDO, P. R. A. O valor nutricional da carne. *Revista Nacional da Carne*, n. 327, p. 18-34, 2004.

BAUERMEISTER, L. J., MOREY, A. U., MORAN, E. T., SINGH, M., OWENS, C. M. and MCKEE, S. R. Occurrence of white striping in chicken breast fillets in relation to broiler size. *Poultry Science*, v. 88 (Supl. 1), n. 33, 2009.

BECKER, B. R.; FRICKE, B. A. Freezing times of regularly shaped food items. *Int. Comm. Heat Mass Transfer*, v. 26, n. 5, p. 617-626, 1999.

BEN, A. M. Effect of freezing and microbial growth en myoglobin derivates of beef. *Food Chemistry*, v. 147, n. 10, p. 4093, 1999.

BENDALL, J. R.; SWATLAND, H. J. A review of the relationships pf pH with physical aspects of pork quality. *Meat Science*, v. 24, p. 85-126, 1988.

BLIGH, G. E.; DYER, J. W. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v. 37, p. 911-917, 1959. CAVITT E SAMS 2003.

BRASIL. Constituição. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017: Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.. Brasília: Câmara Dos Deputados, v. 1, 105 p, 2017. Disponível em: <<http://https://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/2017/decreto-9013-29-marco-2017-784536-norma-actualizada-pe.pdf>>. Acesso em: 09 mar. 2020.

BRAGAGNOLO, N. II Conferência Internacional Virtual sobre Qualidade de Carne Suína. Aspectos comparativos entre carnes segundo a composição de ácidos graxos e teor de colesterol. 2001.

BRASIL Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003: Oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água. *Diário Oficial da União*. Brasília, DF, 2003.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA. Resolução DC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre os padrões microbiológicos

para alimentos. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2019.

CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. *Congresso brasileiro de ciência e tecnologia de carnes*, São Paulo, 2001. **Anais...** São Pedro: ITAL, p. 79-99. 2001.

CECCHI, H. M. *Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos*. Campinas: Editora da Unicamp. 1999. 212p.

COBOS, A.; DE LA HOZ, L.; CAMBERO, M. L.; ORDÓÑEZ, J. A. Revisión: Influencia de La dieta animal em los ácidos grasos de los lípidos de la carne. *Revista Española de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, v. 34, n. 1, p. 35-51, 1994.

COLLA, L. M.; PRENTICE-HERNANDEZ, C. Congelamento e descongelamento – sua influência sobre os alimentos. *Poultry Science*, v. 82, n. 7, p. 1198-1204, 2003.

CROSS, H. R.; CARPENTER, Z. L.; SMITH, G. C. Effects of intramuscular collagen and elastin on bovine muscle tenderness. *Journal of Food Science*, v. 38, 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*, v. 5, p. 261–266, 1981.

CULLER, R. D.; SMITH, G. C.; CROSS, H. R. Relationship of myofibril fragmentation index to certain chemical, physical and sensory characteristics of bovine Longissimus muscle. *Journal of Food Science*, v. 43, n. 4, p.1177-1180, 1978.

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

FENNEMA, O.; POWRIE, W.; MARTH, E. Low-temperature preservation of foods and living matter. New York: Marcel Dekker, 1973. 598 p.

FLETCHER, D. L. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal*, Ithaca, v. 58, n. 2, p. 131-145, 2002.

FLORES, J.; BERMELL, S. Propriedades funcionales de lãs proteínas miofibrilares: capacidad de retención de água. *Revista Agroquímica Tecnología de Alimentos*, v. 24, n. 2, p. 55-158, 1984.

GALIROPOULOU, S. Effect of wooden breast disorder on protein oxidation in pectoralis major muscle. *Master Thesis*. Department of Food Technology, University of Helsinki, 2013

- GEIGES, O. Microbial processes in frozen foods. *Advances in space research*, v. 18, n. 12, p. 109-118, 1996.
- GORNALL, A. G.; BARDAWILL, C. J.; DAVID, M. M. Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *Journal of Biological Chemistry*, n. 177, p. 751-766, 1949.
- HADLICH, J. C.; MORALES, D. C.; SILVEIRA, A. C.; OLIVEIRA, H. N.; CHARDULO, L. A. L. Efeito do colágeno na maciez da carne de bovinos de distintos grupos genéticos. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 28, n. 1, p. 57-62, 2006.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydratation. *Advances in Food Research*, v. 10, n. 2, p. 335-443, 1960.
- HARTREE, E. F. Determination of protein a modification of the Lowry ethod that givesma linear photometric response. *Analytical Biochemistry*, v. 48, p. 422-27, 1972.
- HEDRICK, H. B.; ABERLE, E. D.; FORREST, J. C.; JUDGE, M. D.; MERKEL, R. A. *Principles of Meat Science*. 3. ed. Kendall: Hunt Publishing Co, 1994.
- HONIKEL, K. O. The water binding of meat. *Fleisch wirttsch*, v. 67, n. 2, p. 1098-1102, 1987.
- JUL, M. *The quality of frozen foods*. London: Academic Press, 1984.
- KANNER, J. Oxidative processes in meat and meat products: quality implications. *Meat Science*, v. 36, n. 1/2, p. 169-189, 1994.
- Kinsella, J. E.; Lokesh, B.; Stone, R. A. Dietary n-3 polyunsaturated fatty acids and amelioration of cardiovascular disease: possible mechanisms. *American Journal Clinical Nutrition*, v. 52, p. 1-28, 1990.
- KIRK, J. R. Biological availability of nutrients in processed foods. *Journal of Chemical Education*, v.61, n.4, p.364-367, 1984.
- KLASING, K. C. *Nutritional diseases. Diseases of Poultry*. 12. ed. Ames: IA. 2008, p. 1027-1052.
- KUMAR, R. R.; SHARMA, B. D.; KUMAR, M.; CHIDANANDAIAH, A.; BISWAS, A. K. Storage quality and shelf life of vacuum-packed extended chicken patties. *Journal Muscle Foods*, n. 18, p. 253–263, 2007.
- KUTTAPPAN, V. A.; BREWER, V. B.; CLARK, F. D.; MCKEE, S. R.; MEULLENET, J. F.; EMMERT, J. L.; OWENS, C. M. Effect of white striping on the histological and

meat quality characteristics of broiler fillets. *Poultry Science*, n. 88 (E-Suppl. 1) p. 136–137, 2009.

KUTTAPPAN, V. A. Histopathological changes associated with White Striping in broiler breast muscles. *Poultry Science*, v. 90, n. 160, 2011.

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

KUTTAPPAN, V. A.; GOODGAME, S.; BRADLEY, D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; HARGIS, B.; WALDROUP, P.; OWENS, C. Effect of different levels of dietary vitamin E (dl- α -tocopherol acetate) on the occurrence of three degrees of white striping on broiler breast fillets. *Poultry Science*, n. 91 p. 3230–3235, 2012b.

KUTTAPPAN, V. A.; LEE, Y.; ERF, G. F.; MEULLENET, J. F.; OWENS, C. M. Consumer acceptance of visual appearance of broilerbreast meat with varying degrees of white striping. *Poultry Science*, n. 91 p. 1240–1247, 2012c.

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

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

LAURIDSEN, C.; BUCKLEY, D. J.; MORRISSEY, P. A. Influence of dietary fat and vitamin E supplementation on [alpha]-tocopherol levels and fatty acid profiles in chicken muscle membrane fractions and on susceptibility to lipid peroxidation. *Meat Science*, n. 46, p. 9–22, 1997.

LEE, Y. S.; OWENS, C. M.; MEULLENET, J. F. The Meullenet-Owens Razor Shear (MORS) for predicting poultry meat tenderness: its applications and optimization. *Journal of Texture Studies*, v. 39, p. 655–672, 2008.

LUCCA, J. W. *Miopatia White Striping em frangos de corte e suas consequências sobre a composição e qualidade da carne*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Chapecó, 2018. 36 p.

- LUCCA, J. W.; ZAMPAR, A.; BORBA, H.; MELLO, J. L. M.; BARRETA, M.; BOIAGO, M. M. Miopatia White Striping em diferentes linhagens de frangos de corte e suas conseqüências sobre a composição e a qualidade da carne. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 71, n. 4, p. 1331-1338, 2019.
- 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*, v. 7, n. 1, p. 53-60, 1998.
- LYON, B. G.; LYON, C. E. *Meat quality: sensory and instrumental evaluations. Poultry meat processing*. New York: CRC Press, 2001. p 97–120.
- MAIA, E. L.; RODRIGUES-AMAYA, D. Avaliação de um método simples e econômico para metilação de ácidos graxos de lipídeos de diversas espécies de peixes. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 53, p. 27-35, 1993.
- MAPA. Constituição (1998). Portaria sda/mapa 210/1998. Brasília, 1998. Disponível em: <<http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=recuperarTextoAtoTematicaPortal&codigoTematica=1864168>>. Acesso em: 09 mar. 2020.
- MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, v. 68, n. 1, p. 1-11, 2009.
- MCKEE, S.; BAUERMEISTER, L.; MOREY, A.; MORAN, E.; SINGH, M.; OWENS, C. Occurrence of White Striping in Broiler Breast Fillets in Relation to Broiler Size. In: *Proceedings of the XIII European Poultry Conference [CD-ROMs]*, Tours, France, August 2010; French Branch of World's Poultry Science Association: Tours, France, 2010.
- MENDES, A. A.; MOREIRA, J.; GARCIA, R. G. Qualidade da Carne de Peito de Frango de Corte. *Revista Nacional da Carne*, n. 317, p. 138-144, 2003.
- MILLS, A. Measuring changes that occur during frozen storage of fish: a review. *Journal of Food Technology*, v. 10, n. 5, p. 483-496, 1975.
- MORGAN, J. B.; SAVELL, J. W.; HALE, D. S.; MILLER, R. K.; GRIFFIN, D. B.; CROSS, H. R.; SHACKELFORD, S. D. National beef tenderness survey. *Journal Animal Science*, v. 69 p. 3274–3283, 1991.

- MUDALAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C.; PETROCCI, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. *Poultry Science*, n. 93, p. 2108-2116, 2014.
- NEVES FILHO, L. A. C. *Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos*. São Paulo: Instituto do Frio, 1991.
- OLIVO, R.; OLIVO, N. *O mundo das carnes: ciência, tecnologia & mercado*. Criciúma, 2005. 214 p.
- PARDI, M. C.; SANTOS, F. J.; SOUZA, R. E.; PARDI, S. H. *Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne*. 2. ed. Goiânia: Editora Universidade Federal de Goiânia, 2001. 455 p.
- Pastuszczyk-Frąk, 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*, v. 12, p. 243-250, 2009.
- PETRACCI, M.; CAVANI, C. Muscle Growth and Poultry Meat Quality Issues. *Nutrients*, v. 4, p. 1-12, 2011.
- PETRACCI, M.; SIRRI, F.; MAZZONI, M.; MELUZZI, A. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. *Poultry Science*, v. 92, n. 9, p. 2438-2447, 2013a.
- PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A.; CAVANI, C. Occurrence of white striping under commercial conditions and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 92, p. 1670–1675, 2013b.
- Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 599 p.
- Ramos, E. M.; Gomide, L. A. M. *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2017. 471 p.
- ROBERTSON, G. L. *Food packaging: principles and practice*. New York: Marcel Decker, 1992. 676p.
- ROÇA, O. R. *Composição Química da Carne*. Disponível em <[http://www.dag.uem.br/prof/ptmpintro/material/3b/carne/ comp quimica.pdf](http://www.dag.uem.br/prof/ptmpintro/material/3b/carne/comp%20quimica.pdf)>, acesso em: 25/11/2006.
- RUSSO, E.; DRIGO, M.; LONGONI, C.; PEZZOTTI, R.; FASOLI, P.; RECORDATI, C. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. *Poultry Science*, v. 94, n. 8, 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*, v. 24, n. 1, p. 109-113, 2004.
- SARANTOPOULOS, C. I. G. L.; OLIVEIRA, L. M.; CANAVESI, E. *Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis*. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 213 p.
- SAS Institute. (2002-2003). SAS user's guide: statistics. Release 9.1. Cary.
- SERRANO, A. M.; ROÇA, R. O. *Desenvolvimento de fiambres com carne de frango*. Dissertação Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas – SP, 1986. 183p.
- SHENOUDA, S. Y. K. Theories of protein denaturation during frozen storage of fish flesh. *Advances Food Research*, v. 26, n. 1, p. 275-311, 1980.
- SILVA, D. C.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 235 p.
- SOUZA, H. B. A. Parâmetros físicos e sensoriais utilizados para avaliação de qualidade da carne de frango. In: V SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE AVES E SUÍNOS – AveSui. Florianópolis – SC, 2005.
- SOUZA, G. C. *Deteção de Betalactamases de Espectro Expandido (ESBL) em Cepas de Coliformes Isoladas da Carne de Frango Comercializada na Cidade de Fortaleza, Ceará*. Universidade Federal do Ceará. Dissertação de Mestrado em Tecnologia dos Alimentos. 2007.
- SWATLAND, H. J. *On line evaluation of meat*. Lancaster: Technomic, 1995. 343 p.
- TASONIERO, G.; CULLERE, M.; CECCHINATO, M.; PUOLANNE, E.; DALLE ZOTTE, A.; Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by white striping and wooden breast myopathies. *Poultry Science*, v. 95, n. 11, p. 2707-2714, 2016.
- TEIRA, GUSTAVO, PERLO, FLAVIA, BONATO, PATRICIA, FABRE, ROMINA, Estudio de mermas por descongelación en filets de pollo. Ciencia, Docencia y Tecnología [en línea] 2004, XV (mayo) : [Fecha de consulta: 25 de junio de 2018] Disponible en: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14502808>> ISSN 0327-5566.
- TORRES, E. A. F. S.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I.; KU, P. K.; SHIMOKOMAKI, M. Lipid oxidation in charqui (salted and dried beef). *Food Chemistry*, v. 32, p. 257-268, 1989.

- VAN LAACK, R. L. J. M.; KAUFFMAN, R. G. Glycolytic potential of red, soft, exudative pork longissimus muscle. *Journal of animal science*, v. 77, n. 11, p. 2971-2973, 1999.
- VARMAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. *Carne y productos cárneos*. Zaragoza: Acribia, 1998. 423p.
- VENTURINI, K. S.; SARCINELLI, M. F.; SILVA, L. C.; *Características da Carne de Frango*. Universidade Federal do Espírito Santo. UFES. Pró-Reitoria de Extensão Programa Institucional de extensão. 2007.
- VIEIRA, E. T. T. *Influência do processo de congelamento na qualidade do peito de frango*. Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões. Dissertação de Mestrado em Engenharia dos Alimentos. 2007.
- VYNCKE, B. W. Direct determination of the thiobarbituric acid value in trichloroacetic acid extracts of fish as a measure of oxidative rancidity. *Fette Seifen Anstrichmittel*, v. 72, n. 12, p. 1084-1087, 1970.
- WOESSNER JUNIOR, J. F. The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this amino acid. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, v. 93, p. 440-447, 1961.
- XIONG, Y. L.; CANTOR, A. H.; PESCATORE, A. J.; BLANCHARD, S. P.; STRAW, M. L. Variations in muscle chemical composition, pH and protein extractability among eight different broiler crosses. *Poultry Science*, v. 72, n. 3, p. 8-583, 1993.