

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

BRUNA PISSOLATO

**AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE PEITO DE FRANGO AMADEIRADO EM
EMBUTIDO COZIDO DEFUMADO**

Encantado

2022



uergs

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul

PPGCTA

Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos

BRUNA PISSOLATO

**AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE PEITO DE FRANGO AMADEIRADO EM
EMBUTIDO COZIDO DEFUMADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Encantado, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Rosiele Lappe Padilha

ENCANTADO

2022

Catálogo de publicação na fonte (CIP)

P678a Pissolato, Bruna

Avaliação do aproveitamento de peito de frango amadeirado em embutido cozido defumado/ Bruna Pissolato. – Encantado, 2022.

47 f.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Rosiele Lappe Padilha

1. Embutido de Frango Cozido. 2. Perfil de Textura. 3. Peito Amadeirado de Frango. 4. Dissertação. I. Padilha, Rosiele Lappe. II. Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Unidade em Encantado. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada pelo Bibliotecário Marcelo Bresolin CRB 10/2136

BRUNA PISSOLATO

**AVALIAÇÃO DO APROVEITAMENTO DE PEITO DE FRANGO AMADEIRADO EM
EMBUTIDO COZIDO DEFUMADO**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Encantado, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Rosiele Lappe Padilha

Aprovada em: 29/03/2022


BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Márcia Monks Jantzen
UFRGS



Prof. Dra. Luciana Ruschel dos Santos
UPF



Prof. Dra. Fernanda Leal Leães
PPGCTA/UERGS

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, por todas as bênçãos recebidas e por ter me proporcionado chegar até aqui.

Aos meus pais, Ione e Jandir, por sempre me incentivarem a progredir e a seguir o melhor caminho.

Pelos exemplos de trabalho, força, amor e honestidade.

Ao meu namorado Elias, pelo amor, paciência e compreensão nos momentos de ausência.

À minha orientadora Profa. Dra. Rosiele Lappe Padilha, por toda ajuda, dedicação, orientações e conhecimentos transmitidos.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – UERGS, pela disponibilidade de sua estrutura física, coordenação, secretaria e corpo docente.

Aos colegas do SIF 2014 por toda ajuda e incentivo.

Ao abatedouro frigorífico e às pessoas envolvidas que possibilitaram a execução desse projeto de pesquisa.

À Profa. Dra. Bárbara Biduski, pelo apoio para a realização das análises laboratoriais.

À banca examinadora, por aceitar o convite e contribuir para com esse trabalho.

Enfim, agradeço a todas as pessoas que fizeram parte dessa etapa decisiva em minha vida.

“O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.”

José de Alencar

RESUMO

A produção avícola brasileira tem se destacado nos últimos anos, sendo impulsionada, entre outros fatores, pela intensa seleção genética das linhagens de frango para crescimento rápido, maior ganho de peso e melhor rendimento de carcaça. Essa dinâmica favoreceu comportamentos fisiológicos anormais que, por consequência, têm causado danos ao tecido muscular. Um estado anormal da musculatura que tem aumentado sua incidência nos frangos de corte é conhecido como peito amadeirado ou *wooden breast*. É caracterizado por visível dureza difusa ou em área focal extensa, acompanhado de estriações brancas em todo o músculo *Pectoralis major* de frangos de corte. A área superficial do músculo peitoral tende a ser mais afetada do que as porções mais profundas. O peito amadeirado de grau moderado acentuado apresenta 40% a 80% de lesões no tecido e possível presença de petéquias localizadas, com endurecimento integral dessa porção. O peito deve seguir o fluxo normal de processo, sendo removidas as lesões aparentes. A porção sem lesão poderá ser comercializada como carne *in natura*. O produto do refile poderá ser destinado como matéria-prima para industrialização. Dentro desse contexto, o trabalho teve por objetivo produzir duas formulações do embutido de peito de frango defumado e fatiado com 20% e 40% de peito amadeirado de grau moderado acentuado, comparando com a formulação controle sem o referido peito, avaliando os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação para esse produto; foram realizadas análises físico-químicas dos parâmetros de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos e pH. Também foi analisado o perfil de textura (TPA) e a força de cisalhamento; realizou-se a análise sensorial, visando avaliar a aparência, a textura e o sabor, bem como, avaliar o *shelf life* sensorial. Ainda, foi verificada a possibilidade da correlação entre atributos da avaliação sensorial com alguns parâmetros físico-químicos. Os resultados demonstraram que o peito amadeirado de grau moderado acentuado apresenta potencial tecnológico para a elaboração do embutido, tendo a formulação com 20% apresentado uma melhor opção a ser utilizada baseado nos resultados encontrados nesse estudo. Surgiu, assim, uma nova possibilidade de coadjuvante de processo de grande importância para as indústrias do setor cárneo, sendo uma alternativa para redução das perdas econômicas provocadas pela alteração da musculatura, sem causar efeitos adversos.

Palavras-chave: Peito amadeirado de frango. Embutido de frango cozido. Força de cisalhamento. Perfil de textura. Análises físico-químicas.

ABSTRACT

The Brazilian poultry production has stood out in recent years, being driven, among other factors, by the intense genetic selection of chicken strains for fast growth, greater weight gain and better carcass yield. This dynamic favored abnormal physiological behaviors that, consequently, have caused damage to muscle tissue. An abnormal state of the musculature that has increased its incidence in broilers is known as wood breast. It is characterized by visible diffuse hardness or in an extensive focal area, accompanied by white striations throughout the Pectoralis major muscle of broiler chickens. The superficial area of the pectoralis muscle tends to be more affected than the deeper portions. The moderately accented woody chest presents 40% to 80% of tissue lesions and the possible presence of localized petechiae, with integral hardening of this portion. The chest must follow the normal process flow, with apparent lesions being removed. The uninjured portion may be sold as fresh meat. The product of the refill can be destined as raw material for industrialization. Within this context, the work aimed to produce two smoked and sliced chicken breast sausage formulations with 20% and 40% woody breast of a moderate degree, comparing with the control formulation without the referred breast, evaluating the recommended microbiological parameters by the legislation for that product; physicochemical analyzes of moisture, lipids, proteins, carbohydrates and pH parameters were performed. Texture profile (TPA) and shear strength were also analyzed; a sensory analysis was carried out, aiming to evaluate the appearance, texture and flavor, as well as to evaluate the sensorial shelf life. Still, the possibility of correlation between attributes of sensory evaluation with some physical-chemical parameters was verified. The results showed that the moderate woody chest accentuated presents technological potential for the preparation of sausage, with the formulation with 20% presenting a better option to be used based on the results found in this study. Thus, a new possibility of supporting a process of great importance for the industries of the meat sector emerged, being an alternative to reduce the economic losses caused by the alteration of the musculature, without causing adverse effects.

Keywords: Wooden chicken breast. Cooked stuffed chicken. Shear force. Texture profile. Physicochemical analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organização do músculo estriado esquelético.....	13
Figura 2 - Localização anatômica do músculo <i>Pectoralis major</i>	13
Figura 3 - Asa do galo (<i>Gallus gallus</i>), mostrando alguns músculos.....	14
Figura 4 - Comparação de grau elevado de <i>wooden breast</i> (A) e peito normal (B).....	17
Figura 5 - Músculos <i>Pectoralis major</i> de frangos de corte, superfície ventral.....	18
Figura 6 - Peito normal (1) e peito amadeirado de grau moderado acentuado (2).....	19
Figura 7 - Fluxograma para elaboração do embutido.....	24
Figura 8 - Escala estruturada bilateral de 7 pontos.....	25

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 - Percentuais de matérias-primas utilizadas nas formulações testes.....	23
Tabela 1 - Resultados físico-químicos e força de cisalhamento.....	27
Tabela 2 - Resultados da análise do perfil de textura.....	29
Tabela 3 - Perfil sensorial do embutido de peito de frango com adição de peito amadeirado.....	30
Tabela 4 - Valores de r entre os atributos sensoriais e alguns parâmetros físico-químicos pela correlação de Pearson.....	32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 OBJETIVOS.....	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1 PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO.....	12
3.2 ESTRUTURA DO TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO DAS AVES.....	13
3.3 PEITO AMADEIRADO OU <i>WOODEN BREAST</i>	16
3.4 CARACTERIZAÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS.....	21
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
5.1 PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS ANALISADOS.....	27
5.2 AVALIAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS E FORÇA DE CISALHAMENTO.....	27
5.3 DADOS DA ANÁLISE DO PERFIL DE TEXTURA.....	29
5.4 ATRIBUTOS SENSORIAIS DO EMBUTIDO DE PEITO DE FRANGO COM PEITO AMADEIRADO.....	30
5.5 <i>SHELF LIFE</i> SENSORIAL.....	32
5.6 CORRELAÇÃO DE PEARSON.....	32
6 CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS.....	35

1 INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa uma posição de destaque no mercado mundial de carne de frango, sendo o terceiro maior produtor, atingindo 13.845 milhões de toneladas em 2020, ficando atrás apenas dos Estados Unidos e da China. Além disso, foi o maior exportador de carne de aves, com 4.231 milhões de toneladas nesse mesmo ano. Do volume total de frangos produzidos no país, 69% foi destinado ao mercado interno e 31% foi destinado ao mercado externo. O consumo *per capita* nacional chegou a 45,27 kg em 2020. Os principais destinos das exportações brasileiras de carne de frango foram a China, a Arábia Saudita e o Japão (ABPA, 2021).

A carne é um dos alimentos mais importantes na dieta humana, como fonte de proteína, minerais e vitaminas do complexo B. Tem merecido atenção pelo seu valor nutritivo, em relação à conservação das suas propriedades funcionais, para garantir um produto de boa qualidade para os consumidores e rentabilidade para a indústria cárnea (PADILHA, 2007). A carne de frango apresenta um caráter social, pois conseguiu produzir uma proteína de alta qualidade com preços acessíveis à população (MARCARI; LUQUETTI, 2002).

Dentre os fatores que mais impulsionam a produção avícola no Brasil podem ser citados: melhoramento genético, com produção de animais com melhor conversão alimentar com peito e coxas mais desenvolvidos; nutrição adequada para cada estágio de vida das aves; e manejo, com controle de lotes, vacinação, programas de iluminação e ventilação (ZANETTI, 2016).

A intensa seleção genética das linhagens de frango para crescimento rápido, maior ganho de peso e melhor rendimento de carcaça tem provocado comportamentos fisiológicos anormais e, por consequência, danos ao tecido muscular. A ocorrência desses danos afeta a preferência do consumidor de carne *in natura*, já que a compra é fortemente influenciada pela aparência do produto, além de acometer a qualidade sensorial e tecnológica da carne.

Nesse contexto, destaca-se a carne do peito, que é o corte comercial com maior rendimento em relação à carcaça da ave e ao peso vivo. Observa-se uma preocupação da indústria avícola em relação ao surgimento de alterações musculares, devido às modificações que são geradas no aspecto do produto final.

Um exemplo de estado anormal da musculatura e que tem aumentado sua incidência nos frangos de corte é conhecido como peito amadeirado ou *wooden breast*, caracterizado por visível dureza difusa ou em área focal extensa. Foi descrito pela primeira vez por Sihvo *et al.*, (2014). A alteração faz com que a região afetada tenha um aspecto mais fibroso e duro no preparo e consumo.

É fato que, embora com aparência indesejável e dureza expansiva, o peito amadeirado não envolve riscos para a saúde do consumidor (SOGLIA *et al.*, 2016a). Dessa forma, é possível utilizá-

lo na indústria, onde as tecnologias modernas de processamento aumentam as possibilidades de uso de carne menos aceitável em novos produtos cárneos processados, uma vez que grande parte dos mercados compradores não aceitam esse padrão de peito de frango, além disso, inviabiliza o seu comércio *in natura*.

Tem-se evidenciado um aumento significativo no progresso da produção de embutidos pelas empresas que têm investido cada vez mais na industrialização dos produtos cárneos, apresentando novas formulações, visando à melhoria da qualidade.

Deste modo, a busca por novas alternativas de coadjuvantes de processo é de grande importância para as indústrias do setor cárneo. A produção do embutido de peito de frango defumado e fatiado utilizando esse corte é uma alternativa para redução das perdas econômicas provocadas pela alteração da musculatura. E nesse segmento ainda cabe um grande volume de estudo, pois até o momento não está amplamente esclarecido.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral é utilizar o peito de frango amadeirado de grau moderado acentuado na elaboração de um embutido.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os percentuais de 20% e 40% de peito amadeirado adicionados na formulação do embutido, comparando com a formulação controle sem a presença do referido peito.
- Avaliar os parâmetros microbiológicos preconizados pela legislação para esse produto.
- Realizar análise físico-química dos parâmetros de umidade, lipídios, proteínas, carboidratos e pH.
- Realizar análise de perfil de textura (TPA) e força de cisalhamento.
- Realizar a análise sensorial visando, sobretudo, avaliar a aparência, a textura e o sabor do embutido com peito de frango pelos provadores.
- Avaliar o *shelf life* sensorial nos tempos 1, 23, 33, 45 e 56 dias de vida de prateleira.
- Verificar a correlação entre atributos da avaliação sensorial com parâmetros físico-químicos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO

A tecnologia é um dos fatores responsáveis pelos bons resultados da produção de frangos de corte no Brasil. Em 1930, o frango vivo pesava 1,5 kg aos 105 dias de idade, com taxa de conversão alimentar de 3,5 kg de ração por quilograma de carne de frango. Esses índices evoluíram notavelmente ao longo do tempo e, em 2009, o frango de corte pesava 2,6 kg com idade de abate de 35 dias e taxa de conversão alimentar de 1,839 kg de ração por quilograma de carne de frango (PATRICIO *et al.*, 2012, OLIVEIRA; NAAS, 2012).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, o consumo de carne de frango no Brasil passou de 29,91 kg por habitante em 2000 para 45 kg em 2012 e o mesmo deve crescer 1,8% ao ano até 2050 (KINDLEIN; VIEIRA, 2015).

O aumento do consumo *per capita* da carne de frango está ligado a quatro fatores básicos: 1) substituição das carnes vermelhas, principalmente pela crescente preocupação com a saúde; 2) melhor coordenação da cadeia agroindustrial do frango de corte e desenvolvimento de novos produtos e marcas, aliadas ao baixo preço relativo às outras carnes; 3) aceitação da carne de frango pela maioria da população; e 4) ganhos de produtividade na agroindústria do frango de corte em relação às melhorias tecnológicas e sanitárias (VOILÀ; TRICHES, 2013).

O aumento de desempenho e da carcaça para frangos de corte leva em consideração o aumento do peso vivo, conversão alimentar e o peso do peito, que são os principais quesitos que têm sido trabalhados no melhoramento genético das aves (GAYA; MOURÃO; FERRAZ, 2006; JESUS JUNIOR *et al.*, 2007).

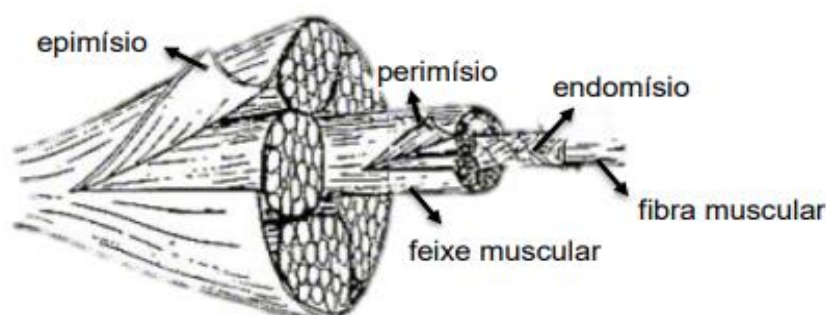
O peito é o corte mais nobre do frango, pois possui aspecto agradável, cor atraente e é bastante utilizado na culinária requintada e em pratos de uma alimentação saudável. No Brasil, é comercializado inteiro, com osso e com pele e, também, em forma de filé (SARCINELLI *et al.*, 2007).

A indústria da carne está cada vez mais preocupada com o fornecimento de produtos que visem à satisfação e à segurança do consumidor. Os músculos peitorais frequentemente apresentam variações indesejáveis nos parâmetros de cor e maciez. A coloração do peito de frango está relacionada à aceitabilidade do consumidor no momento da compra e a maciez é um dos principais atributos sensoriais, determinando a aceitabilidade (BRESSAN; BERAQUET, 2002). Nesse quadro inserem-se as chamadas miopatias, que embora não sejam associadas a problemas de saúde pública, são rejeitadas pelo consumidor devido à aparência negativa dos cortes afetados.

3.2 ESTRUTURA DO TECIDO MUSCULAR ESQUELÉTICO DAS AVES

O músculo esquelético é formado por diversos feixes de fibras cilíndricas revestidos pelo epimísio (Figura 1). Os feixes musculares são separados entre si pelo perimísio, membrana de tecido conjuntivo que os mantém organizados. Dentro dos feixes, são encontradas as fibras musculares, separadas entre si pelo endomísio e formadas por miofibrilas compostas principalmente por duas proteínas: actina e miosina (JUNQUEIRA; CARNEIRO, 2004).

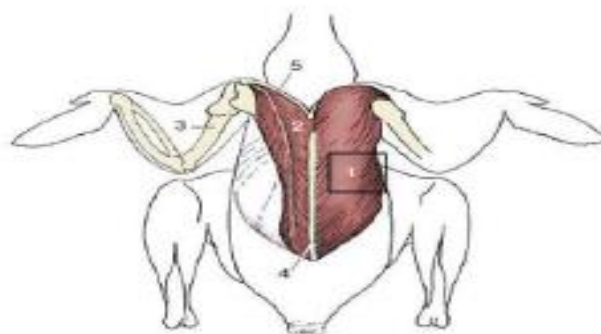
Figura 1 – Organização do músculo estriado esquelético.



Fonte: Simões (2009).

O músculo peitoral das aves é dividido em *Pectoralis major* ou peitoral superficial e *Pectoralis minor* ou *supracoracoideu* (ZAPATA, 2012). Na indústria de alimentos esses músculos são respectivamente reconhecidos como filé de peito e filezinho ou sassami (Figura 2).

Figura 2 – Localização anatômica do músculo *Pectoralis major*. 1, *Pectoralis major*; 2, *Supracoracoideus*; 3, Úmero; 4, Esterno; 5, Clavícula.

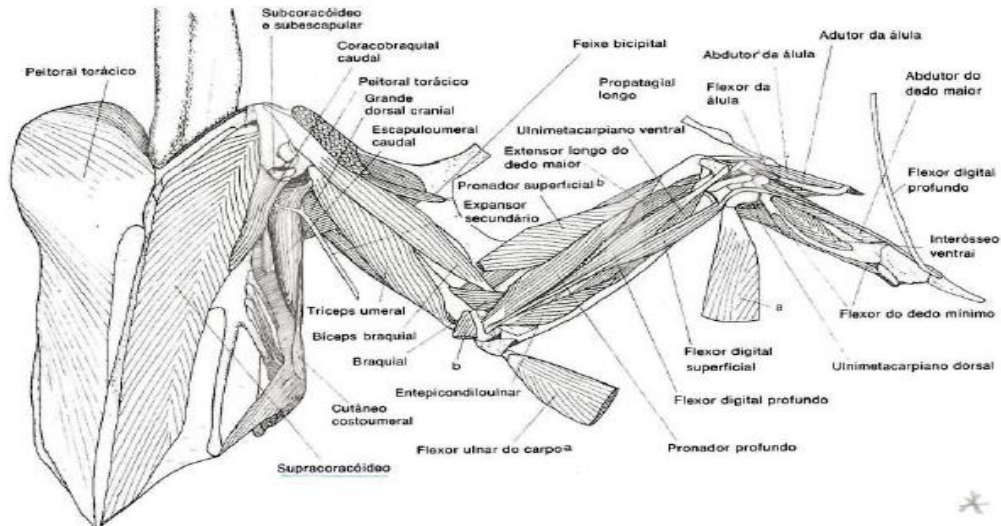


Fonte: Dyce e Wesing (2010).

O *Pectoralis major* é o mais volumoso músculo das aves, formando, em parte, a massa carnosa associada com o peito. É o maior músculo do voo e o mais importante componente do movimento de descida, da potência do movimento rítmico do bater de asas (VANDEN BERGE, 1975). Ele tem origem na quilha do esterno e da clavícula, seguindo diretamente para a superfície

ventral do tubérculo dorsal do úmero (Figura 3). Localiza-se dorsalmente ao rádio e seu curto tendão passa subcutaneamente sobre a superfície crânio dorsal da articulação do carpo e termina na extremidade proximal do osso metacárpico (DYCE; WESING, 2010).

Figura 3 – Asa do galo (*Gallus gallus*), mostrando alguns músculos.



Fonte: Hudson e Lanzilotti (1964).

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

Existem dois tipos de músculos esqueléticos: o vermelho e o branco. O vermelho é constituído predominantemente por fibras oxidativas (SO). O músculo branco é formado predominantemente por fibras glicolíticas (FG) (PRATA; FUDUKA, 2001). Nas galinhas e frangos de corte, o músculo peitoral tem predominantemente fibras FG e fibras *fast oxidative glycolytic* (FOG) e, histologicamente, apresenta-se com uma pequena densidade de capilares sanguíneos e suas células contêm um pequeno número de mitocôndrias. Os músculos vermelhos da coxa e sobrecoxa, por outro lado, são ricamente vascularizados e com grande número de mitocôndrias em suas fibras, principalmente do tipo SO e FOG (GONZALES; SARTORI, 2002).

Os machos apresentam maior massa muscular e musculatura mais glicolítica que as fêmeas. A maior massa muscular das aves selecionadas para altas taxas de crescimento está relacionada ao aumento na área dos três tipos de fibras musculares (SO, FOG e FG) (MADEIRA *et al.*, 2006).

Os mecanismos que regulam o número, tipo e tamanho das fibras musculares são fundamentais para o entendimento do desenvolvimento muscular e são definidos em dois períodos distintos: pré e pós-natal (GONZALES; SARTORI, 2002). Primeiro, na fase embrionária,

estabelece-se o número de fibras musculares através de células precursoras que determinam a expressão dos genes músculos-específicos, caracterizando uma situação de hiperplasia. Posteriormente, no período pós-eclosão, ocorre o desenvolvimento das fibras musculares, caracterizando um processo celular chamado de hipertrofia dessas fibras, principalmente através de acréscimo de proteína e núcleos originados da proliferação e fusão das células satélites (CHIST; BRAND-SABERI, 2002). O mesmo processo ocorre em aves submetidas a esforço muscular onde, além da hipertrofia, foi possível verificar a formação de novas fibras no músculo *Anterior latissimus dorsi* (KENNEDY *et al.*, 1998).

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

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

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

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

A avaliação das alterações nas fibras musculares é fundamental para a interpretação de qualquer base patológica. Em normalidade, as fibras musculares possuem formato poligonal, porém as situações patológicas, como em distrofias musculares, podem apresentar formato arredondado (DUBOWITZ, 2013).

As alterações patológicas ocorrem principalmente nos músculos que apresentam um grande número de fibras FG, como é o caso do *Pectoralis major*, as quais sofrem um processo degenerativo

(GONZALES; SARTORI, 2002). Esse processo inicia com modulações de fibras FG e FOG, seguidas de alterações degenerativas e perda da função das fibras. Autores sugerem que as alterações quantitativas são mais relevantes para uma degeneração distrófica hereditária de frangos de corte do que as alterações qualitativas (ASHMORE; DOERR, 1971; BARNARD *et al.*, 1982; ISHIMOTO, GOTO; KUROIWA, 1988).

De acordo com Velleman (2015), alterações na estrutura morfológica do músculo podem afetar as propriedades tecnológicas da carne, uma vez que a sua qualidade é reflexo da estrutura morfológica e da biologia celular do músculo. Desta forma, compreender a estrutura e os principais componentes do músculo é de importância fundamental para o entendimento dos eventos bioquímicos que acontecem durante a transformação do músculo em carne, bem como para a seleção de animais visando a melhoria na produção de carne e sua respectiva qualidade final, especialmente para a indústria avícola (SILVA; CARVALHO, 2007; MADEIRA *et al.*, 2006, 2011; JOINER *et al.*, 2014).

3.3 PEITO AMADEIRADO OU *WOODEN BREAST*

Em frangos de corte, o aperfeiçoamento da performance produtiva tem desencadeado alguns efeitos negativos na miologia e tecido ósseo desses animais (DRANSFIELD e SOSNICKI, 1999; BESSI, 2006). Segundo Mudalal *et al.*, (2015), essas alterações musculares têm alta ocorrência em frangos de corte comerciais e a indústria da carne é forçada a rebaixar essas carnes defeituosas devido sua reduzida aceitação estética. Portanto, há um interesse crescente nessa indústria para entender os efeitos que essas alterações têm sobre as diferentes características de carne crua e processada.

Miopatias anteriormente descritas que podem afetar o *Pectoralis major* de frangos de corte incluem a distrofia muscular hereditária, estresse térmico, trauma, e miopatias de exercício, nutricionais ou tóxicas (VAN VLEET; VALENTINE, 2007; KLASING *et al.*, 2008). Observa-se uma preocupação da indústria avícola em relação ao surgimento de alterações musculares, tais como o peito amadeirado ou *wooden breast*, estrias brancas ou *white striping* e carne de espaguete ou *spaghetti meat*, e devido às modificações que são geradas no aspecto do produto final (PETRACCI *et al.*, 2019). Atualmente, a etiologia e os fatores que causam o rápido aumento do peito amadeirado identificado no músculo *Pectoralis major* em frangos de corte permanecem obscuros (KUTTAPPAN *et al.*, 2013).

As prováveis causas das miopatias têm sido relacionadas com a extensiva seleção genética para um rápido ganho de peso, que pode induzir comportamento fisiológico anormal com dano ao

tecido muscular, desencadeando miopatia dorsal cranial, miopatia peitoral profunda, estrias brancas e peito amadeirado (OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2002, VELLEMAN *et al.*, 2003; ZANETTI *et al.*, 2018). Essas anormalidades podem ser associadas com metabolismo acelerado, rápido crescimento das fibras musculares e suprimento sanguíneo insuficiente, levando a estresse metabólico, com baixa oxigenação e, conseqüentemente, menor remoção dos resíduos do músculo afetado (ZHANG *et al.*, 2012).

Também, outros autores corroboram que a etiologia não está completamente definida, mas sabe-se que sua incidência é mais elevada em frangos com alto rendimento de peito, machos, com alta taxa de crescimento, dietas com alto valor energético e com elevado peso ao abate (KUTTAPPAN *et al.*, 2012; KUTTAPPAN *et al.*, 2013; PETRACCI *et al.*, 2013).

A incidência do peito amadeirado em frangos de corte já foi relatada em diferentes países, tais como Brasil, China, Finlândia, Estados Unidos e Reino Unido (SIHVO *et al.*, 2014; MUTRYN *et al.*, 2015; DE BROT *et al.*, 2016; ZANETTI *et al.*, 2018; XING *et al.*, 2020). Esse defeito caracteriza-se pela apresentação rígida (Figura 4) e esbranquiçada, por hipertrofia do músculo *Pectoralis major*. Por esse motivo, foi intitulada essa patologia como “*Wooden Breast*”, ou seja, “Peito Madeira” (SIHVO *et al.*, 2017).

Figura 4 – Comparação de grau elevado de *wooden breast* (A) e peito normal (B). Ambos com um peso de 200 gramas em cima da porção cranial do filé. O peito acometido com *wooden breast* não demonstra sinais de compressão, enquanto o normal apresenta compressão clara.



Fonte: Kuttappan (2016).

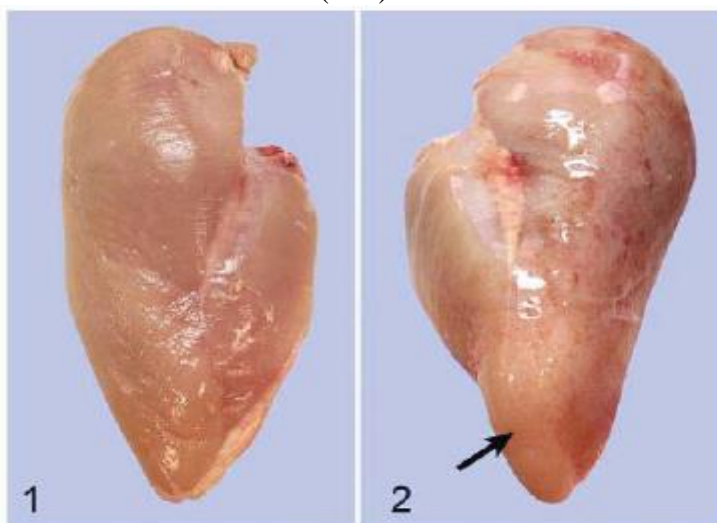
A miopatia *wooden breast* caracteriza-se por expansivas áreas pálidas de substancial dureza acompanhadas de estriações brancas em todo o músculo *Pectoralis major* de frangos de corte. A área superficial do músculo peitoral tende a ser mais afetada do que as porções mais profundas do músculo. As lesões podem ser detectadas clinicamente por meio de palpação manual do músculo do peito de aves vivas logo às três semanas de idade. As alterações macroscópicas estão restritas ao músculo *Pectoralis major* e não afetam outros músculos esqueléticos. Muitos dos filés de peito afetados são, no entanto, rejeitados para consumo humano, o que traz significativas perdas

econômicas na indústria e aumenta o interesse em resolver a etiologia dessa condição e, subsequentemente, encontrar meios para preveni-la (SIHVO *et al.*, 2014; FRAGA *et al.*, 2021). Já Petracci *et al.*, (2019) citou que o peito amadeirado afeta o peitoral maior e, ocasionalmente, o peitoral menor em frangos de corte.

O peito amadeirado não afeta apenas a aparência das carnes, mas também sua qualidade e propriedades funcionais, principalmente a capacidade de retenção de água, habilidade para formação de gel e composição proteica (VELLEMAN, 2015). Devido a qualidade inferior do peito amadeirado em relação ao normal, as indústrias processadoras já começaram a retirar esses peitos da linha de processamento, separando-os para serem utilizados em produtos isolados (CREWS, 2016).

De acordo com os estudos de Sihvo *et al.*, (2014) e de Dalle Zotte *et al.*, (2017), os músculos *Pectoralis major* analisados macroscopicamente achavam-se notavelmente afetados, endurecidos difusamente ou em área focal extensa. As áreas endurecidas estavam pálidas e ligeiramente abauladas (Figura 5). A superfície é coberta por uma fina camada de material transparente ou ligeiramente turvo, moderadamente viscoso, bem como petéquias dispersas ou pequenas hemorragias. Também apresentaram áreas esponjosas e mal demarcadas com feixes musculares distintamente separados, particularmente nas camadas profundas do músculo. Paralelas às fibras musculares, inúmeras listras brancas 0,5 a 3,0 mm de largura estendendo-se à superfície de corte. Não foram observadas lesões macroscópicas em outros músculos esqueléticos das carcaças.

Figura 5 – Músculos *Pectoralis major* de frangos de corte, superfície ventral. 1, sem lesão macroscópica; 2, lesão macroscópica de *wooden breast*, com evidência para a porção caudal (seta).



Fonte: Sihvo *et al.* (2014).

Conforme Embrapa (2019) e Brasil (2020), o peito amadeirado foi classificado em diferentes graus de intensidade, sejam eles:

I – Leve e moderado leve: o músculo apresenta menos de 40% do tecido acometido, na região caudal e cranial do peito, com endurecimento em partes do filé de peito e sem presença de petéquias. Devem seguir o fluxo normal do processo, podendo ser comercializados como carne *in natura*.

II – Moderado acentuado: apresenta 40% a 80% de lesões no tecido e possível presença de petéquias localizadas, na região caudal e cranial do peito, com endurecimento integral dessa porção (Figura 6). O peito deve seguir o fluxo normal de processo, sendo removidas as lesões aparentes. A porção sem lesão poderá ser comercializada como carne *in natura*. O produto do refile (lesões removidas) poderá ser destinado como matéria-prima para industrialização.

III – Severo: o músculo apresenta mais de 80% do tecido acometido, com presença de hemorragias e fluido amarelado, caracterizando uma lesão extensa. Toda a parte afetada deverá ser direcionada para produção de produtos não comestíveis (condenação).

Figura 6 – Peito normal (1) e peito amadeirado de grau moderado acentuado (2), com evidência para a estria branca (seta).



Fonte: Sihvo *et al.*, (2017).

Mutryn *et al.*, (2015) e Mazzoni *et al.*, (2015) relatam que a miopatia *wooden breast* está associada à fragmentação das fibras musculares e hipóxia muscular com consequência da inflamação dos músculos, a qual pode ser observada a partir da histologia, e ainda a presença de T linfócitos que confirmam a ocorrência do processo inflamatório. Essas alterações na estrutura do músculo ocasionam uma diminuição do teor de proteínas e uma elevação do conteúdo de água (MAZZONI *et al.*, 2015).

De acordo com Sanchez-Brambila *et al.*, (2018), o efeito das condições do peito amadeirado não parece ser uniforme em todo o músculo. No estudo, o autor observou que, quando submetida a uma análise de textura, a porção ventral do peito *wooden breast* apresentou maior elasticidade,

dureza e fibrosidade do que a seção dorsal. Os resultados obtidos sugerem que a qualidade da carne pode variar de acordo com a porção do peito *wooden breast* utilizada e com a forma de corte, seja inteiro ou moído.

Em uma pesquisa onde compararam frangos de corte de crescimento rápido com incidência elevada de *wooden breast* com outra de crescimento mais lento que não apresentava essa miopatia fenotipicamente observável, o estudo demonstrou uma correlação combinando a análise histológica com a expressão gênica para *wooden breast*, caracterizando essa lesão por necrose da fibra muscular, fibrose e regeneração das fibras musculares. A análise da expressão do gene sugeriu que em determinadas raças pode haver predisposição ao desenvolvimento dessa alteração devido à excessiva formação de colágeno (VELLEMAN; CLARK, 2015).

Estudos relataram que casos graves de peito amadeirado podem provavelmente afetar cerca de 10% de um lote inteiro, mas verificou-se também que alguns graus de acometimento de peito amadeirado afetaram até 50% de um lote. Essa alteração está emergindo em escala global (NASCIMENTO *et al.*, 2012).

Russo *et al.*, (2015) mostram que o peito amadeirado em carne de aves comerciais na Itália apresenta-se de forma disseminada, confirmado pela alta prevalência (78%), sendo encontrado principalmente em frangos de corte mais pesados, sugerindo que sua redução poderia ocorrer modificando a dieta e a curva de crescimento desses animais.

Os maiores graus de peito amadeirado estão relacionados principalmente com aves mais pesadas ou com filetes mais espessos e, como consequência, as aves dentro de um mesmo lote que mostram tamanhos de peito maiores estão mais propensas a desenvolver a miopatia. Essa alteração, embora ainda de etiologia desconhecida, pode estar relacionada às taxas de crescimento rápido associada a aves com peso médio vivo elevado (MUDADAL *et al.*, 2014, RUSSO *et al.*, 2015, TEIXEIRA, 2016).

O aumento da massa muscular, associado às condições sedentárias das aves e/ou a prolongada e direta pressão aos músculos, levam a uma significativa diminuição do gradiente de pressão arteriovenosa e isso compromete o fornecimento de nutrientes, bem como a limpeza dos metabólitos produzidos pelas fibras musculares, tais como o dióxido de carbono e o lactato. A falta de limpeza desses metabólitos induz distúrbios iônicos, como a regulação do cálcio necessário à contração muscular. Em consequência, surgem miopatias e necroses (SOSNICKI, 1993).

3.4 CARACTERIZAÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS

Os embutidos surgiram da necessidade do aproveitamento da carne fresca e/ou congelada, principalmente de partes com menor valor comercial das carcaças de animais de açougue. Há vários métodos de processamento com o objetivo de desenvolver características organolépticas e propriedades desejáveis (SCHWERT, 2014).

Entendem-se como produtos cárneos processados ou preparados, aqueles em que as propriedades originais da carne fresca foram modificadas através de tratamento físico, químico ou biológico, ou através da combinação destes métodos. O processo envolve geralmente cortes ou cominuições mais ou menos intensos, adição de condimentos, especiarias e aditivos diversos (PARDI *et al.*, 1996). Carnes de frango processadas são geralmente fabricadas com a adição de vários aditivos alimentares para melhorar a vida útil e as propriedades sensoriais (JO *et al.*, 2018).

Segundo Martins e Terra (1985), os embutidos de carne compreendem basicamente duas classes, aqueles preparados a partir de misturas de carnes moídas em maior ou menor grau, como as linguiças frescas, linguiças defumadas e salames; e os embutidos preparados a partir de emulsões, como as mortadelas, salsichas e similares, também chamados de embutidos cozidos. De acordo com Brasil (2017), embutidos são os produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório a tripa, a bexiga ou outra membrana animal.

Para Coretti (1997), os embutidos são classificados em produtos curados e produtos cozidos em função do processo produtivo no qual são submetidos. Os produtos curados são obtidos através da secagem pelo sal e maturação dos tecidos em ambientes com temperatura e umidade controladas. Os produtos cozidos são obtidos através do tratamento térmico, a seco ou a vapor, dos cortes de carne fresca. De acordo com o estudo de Brambila *et al.*, (2017), as características indesejáveis na textura e os aspectos sensoriais do peito amadeirado podem ser minimizados com a trituração e cozimento do mesmo.

Já Nassu *et al.*, (2002) classificou os embutidos em produtos frescos, secos e cozidos, sendo os frescos aqueles embutidos crus, cujo prazo para o consumo oscila entre 1 a 6 dias. O embutido seco seria o cru que foi submetido a um processo de desidratação parcial para favorecer sua conservação por um tempo maior que o cru. E o embutido cozido é submetido a um processo de cozimento em estufa ou em água quente.

Os objetivos da industrialização da carne são aumentar sua vida útil, desenvolver sabores diferenciados e aproveitar partes da carcaça do animal que dificilmente seriam comercializadas *in natura*. Devido ao elevado valor nutricional e grande quantidade de água disponível nas carnes,

essas são alvos fáceis dos microrganismos deteriorantes e patogênicos, tornando necessário o emprego de aditivos, calor, frio e a utilização de boas práticas de fabricação para que se obtenha derivados cárneos inócuos para os consumidores (TERRA, 1998). A carne de frango é mais favorável para o processamento em comparação a outros tipos de carne, porque possui sabor, textura e cor adequados (BARBUT, 2012).

Observa-se no Brasil que o consumo de produtos cárneos embutidos está se ampliando e ocupando lugar de destaque, tendo em vista que os mesmos demonstram ser uma fonte de alimento de fácil acesso e, quando comparados a outras fontes de proteínas de origem animal, possuem uma vida de prateleira mais prolongada (MELLO FILHO *et al.*, 2004).

Conforme Santos (2019a), os resultados do estudo realizado indicam que o peito de madeira tem potencial para ser incorporado na produção de hambúrguer de frango emulsionado, já que não houve alteração considerável durante 90 dias de armazenamento congelado. O uso de 50% de peito normal e 50% de peito madeira parece ser mais adequado para o desenvolvimento de hambúrguer de frango emulsionado.

REFERÊNCIAS

- ABERLE, E. D.; STEWART, T. S. Growth of fiber types and apparent number in skeletal muscle of broiler-and layer-type chickens. **Growth**, Philadelphia, v. 47, n. 2, p. 35-144, 1983.
- ACTON, J. C. The effect of meat particle size on extractable protein, cooking loss and binding strength in chicken loaves. **Journal Food Science**, v, 37, p. 240–243, 1972.
- ASHMORE, C. R.; DOERR, L. Post natal development of fibers types in normal and dystrophic skeletal muscle of the chicken. **Experimental Neurology**, Orlando, v. 30, n. 3, p. 431-446, Mar, 1971.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Microbiological Methods. 998.08, 20° ed., 2016.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Microbiological Methods. 2003.07 e 2003.11, AFNOR 3M 01/09-04/03. 20° ed., 2016.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). **Official Methods of Analysis**. Microbiological Methods. Qualitative determination by the presence/absence technique. 2016.01, AFNOR 3M 01/16-11/16. 20° ed., 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (ABPA). **Relatório anual 2021**. São Paulo, 75 p., 2021. Disponível em: < http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2021/04/ABPA_Relatorio_Anual_2021_web.pdf >. Acesso em: 28 abr. 2021.
- BALDI, G.; SOGLIA, F.; MAZZONI, M.; SIRRI, F.; CANONICO, L.; BABINI, E.; LAGHI, L.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**. v. 12, p. 164-173, 2018.
- BARBIERI, S.; SOGLIA, F.; PALAGANO, R.; TESINI, F.; BENDINI, A.; PETRACCI, M.; CAVANI, C.; TOSCHI, T. G. Sensory and rapid instrumental methods as a combined tool for quality control of cooked ham, **Heliyon**, v. 3, 2016. doi: 10.1016/j.heliyon.2016. e00202
- BARBUT, S. Convenience breaded poultry meat products – new developments. **Trends in Food Science & Technology**, v. 26, p. 14-20, 2012.
- BARNARD, E. A.; LYLES, J. M.; PIZZEY, J. A. Fibre types in chicken skeletal muscles and their changes in muscular dystrophy. **The Journal of Physiology**, London, v. 331, p. 333-354, Oct, 1982.
- BERRI, C.; BIHAN-DUVAL, E. L.; DEBUT, M.; SANTÉ-LHOUELLE, V.; BAÉZA, E.; GIGAUD, V.; JÉGO, Y.; DUCLOS, M. J. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 85, n. 8, p. 2005-2011, Aug, 2007.
- BESSI, W. Welfare of broilers: a review. **World's Poultry Science Journal**, v. 62, n. 3, p. 455-466, Sept, 2006.

BRAMBILA, G. S.; CHATTERJEE, D.; BOWKER, B.; ZHUANG, H. Descriptive texture analyses of cooked patties made of chicken breast with the woody breast condition, **Poultry Science**, v. 96, p. 3489-3394, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017**. Dispõe sobre o Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA). Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 29 mar. 2017. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/20134722/do1-2017-03-30-decreto-n-9-013-de-29-de-marco-de-2017-20134698>. Acesso em: 22 dez. 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Métodos Oficiais para Análise de Alimentos de Origem Animal**. Secretaria de Defesa Agropecuária. 2º ed. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. 158 p. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/laboratorios/credenciamento-e-laboratorios-credenciados/legislacao-metodos-credenciados/arquivos-metodos-da-area-poa-iqa/ManualdeMtodosOficiaisparaAnlisedeAlimentosdeOrigemAnimal2ed.pdf>>. Acesso em: 20 mai. 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 60, de 23 de dezembro de 2019**. Estabelece as listas de padrões microbiológicos para alimentos. Brasília, DF: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 26 dez. 2019. Disponível em: <<file:///C:/Users/User/Downloads/instrucao-normativa-ndeg-60-de-23-de-dezembro-de.pdf>>. Acesso em: 08 jun. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Ofício-circular nº 23/2020/CGI/DIPOA/SDA/MAPA**. Dispõe sobre a definição e classificação de miopatias para fins de aplicação do art. 175 do Decreto nº 9.013/2017 e suas alterações. Brasília, DF: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 03 set. 2020.

BRAMBILA, G. S.; CHATTERJEE, D.; BOWKER, B.; ZHUANG, H. Descriptive texture analyses of cooked patties made of chicken breast with the woody breast condition. **Poultry Science**, v. 96, p. 3489-3394, Apr, 2017.

BRESSAN, M. C.; BERAQUET, N. J. Efeitos de fatores pré-abate sobre a qualidade da carne de peito de frango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 5, p. 1049-1059, set./out., 2002.

CANDO, M. E. A. **Descriptive sensory and texture profile analysis of woody breast in marinated chicken**. M.S. thesis, Dept. of Food Science and Technology, Texas A&M Univ. College Station, U.S.A., 2016.

CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H.; BOWKER, B. C.; RINCON, A. M.; SANCHEZ-BRAMBILA, G. Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition, **Poultry Science**, v. 95, n. 10, p. 2449-54, 2016.

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

CORETTI, K. O desenvolvimento da indústria de tripas. **Revista Nacional da Carne**. São Paulo, n. 245, p.49, 1997.

- CREWS, J. **Sanderson addresses woody breast challenges**. 2016. Disponível em: <<https://www.meatpoultry.com/>>. Acesso em: 04 nov. 2020.
- DALGAARD, L. B.; RASMUSSEN, M. K.; BERTRAM, H. C.; JENSEN, J. A.; MOLLER, H. S.; AASLYNG, M. D.; HEJBOL, E. K.; PEDERSEN, J. R.; ELSSER-GRAVESEN, D.; YOUNG, J. F. Classification of wooden breast myopathy in chicken pectoralis major by a standardized method and association with conventional quality assessments. **Food Science Technology**, v. 53, p. 1744-1752, 2018.
- DALLE ZOTTE, A.; TASONIERO, G.; PUOLANNE, E.; REMIGNON, H.; CECCHINATO, M.; CATELLI, E.; CULLERE, M. Effect of “wooden breast” appearance on poultry meat quality, histological traits, and lesions characterization. **Czech Journal of Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 51-57, 2017.
- DE BROT, S.; PEREZ, S.; SHIVAPRASAD, H. L.; BAIKER, K.; POLLEDO, L.; CLARK, M.; GRAU-ROMA, L. Wooden breast lesions in broiler chickens in the UK. **Veterinary Record**. v. 11, Feb, 2016.
- DRANSFIELD, E.; SOSNICKI, A. Relationship between muscle growth and poultry quality. **Poultry Science**, Champaign, v. 78, n. 5, p. 743-746, May, 1999.
- DUBOWITZ, V.; SEWRY, C. A.; OLDFORS, A. **Muscle biopsy – A practical approach**. 4 ed, London: Saunders Elsevier, p. 572, 2013.
- DUCLOS, M. J.; BERRI, C.; LE BIHANDUVAL, E. Muscle growth and meat quality. **Journal of Applied Poultry Research**. Champaign, v. 16, n. 1, p. 107-112, 2007.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 2 ed. Curitiba: Champagnat, 2007.
- DYCE, K. M.; WESING, C. J. G. Anatomy of birds. **Textbook of veterinary anatomy**. 4 ed. St. Louis: Saunders Elsevier, cap. 37, p. 784-813, 2010.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Nota técnica sobre carcaças de frango de corte acometidas com miopatia**. Concórdia, 2019. Disponível em: <<https://avicultura.info/pt-br/download/PARECER-TECNICO-MIOPATIA-MAPA-2019-FINALIZADO-12-DEZ..pdf>>. Acesso em: 6 nov. 2020.
- FELÍCIO, A. M.; FERRAZ, J. B. S.; BALIEIRO, J. C. C.; ELER, J. P.; MATTOS, E. C.; GROSSO, J. L. B. M.; SANTOS, N. P. Associação genética entre peso de peito e diâmetro de fibras musculares em frangos. **45º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Lavras, julho, 2008.
- FERREIRA, V. C. S.; MORCUENDE, D.; MADRUGA, M. S.; SILVA, F. A. P.; ESTÉVEZ, M. Role of protein oxidation in the nutritional loss and texture changes in ready-to-eat chicken patties, **Int. J. Food Science Technology**, v. 53, p. 1518-1526, 2018.
- FRAGA, S. T.; JAENISCH, F. R. F.; PEIXOTO, J. O.; COLDEBELLA, A.; BORGES, K. A.; FURIAN, T. Q.; DICKEL, E. L.; DOS SANTOS, L. R. Wooden breast and white striping: comparative occurrence in three poultry companies. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 41:e06685, 2021.

GAYA, L. G.; MOURÃO, G. B.; FERRAZ, J. B. S. Aspectos genético-quantitativos de características de desempenho, carcaça e composição corporal de frangos. **Ciência Rural**, v. 2, n. 32, p. 709-716, 2006.

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

GUERNEC, A.; BERRI, C.; CHEVALIER, B.; WACRENIER-CERE, N.; BIHAN-DUVAL, E. L.; DUCLOS, M. J. Muscle development, insulin-like growth factor-I and myostatin mRNA levels in chickens selected for increased breast muscle yield. **Growth hormone & IGF Research**, Edinburgh, v. 13, n. 1, p. 8-18, Feb, 2003.

HUDSON, G. E.; LANZZILOTTI, P. J. **Muscle of the pectoral limb in galliform birds**. *Amer. Midle. Nat.* v. 71, p. 1-113, 1964.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**. ISO 1443. Meat and meat products. Determination of fat by the Soxhlet method and Butyrometric method (Reference method), 1973.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**. ISO 1442. Meat and meat products. Determination of moisture content (Reference method), 1997.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**. ISO 2917. Measurement of pH. 1999.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). **UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION**. ISO/TS 7937. Horizontal method for the enumeration of *Clostridium perfringens*. 2004.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 1871: Food and feed products: **General guidelines for the determination of nitrogen by the Kjeldhal method**. 2 ed. Geneve, 2009.

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

JARVIS, T.; BYRON, M.; STADEN, M. V.; CRIST, C.; ZHANG, X.; ROWE, C.; SMITH, B.; SCHILLING, M. W. Quality differences in wooden and normal broiler breast meat marinated with traditional and clean label marinades. **Meat and Muscle Biology**, v. 4, n. 1, p. 1-13, 2020. doi: 10.22175/mmb.9458

JESUS JUNIOR, C. A. **Cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades**. BNDES Setorial, n. 26, p. 191-232, 2007.

JOINER, K. S.; HAMLIN, G. A.; LIEN, R. J.; BILGILI, S. F. Evaluation of Capillary and Myofiber Density in the Pectoralis Major Muscles of Rapidly Growing, High-Yield Broiler Chickens During Increased Heat Stress. **Avian Diseases**, v. 58, p. 377-382, 2014.

JO, K.; LEE, J.; JUNG, S. Quality characteristics of low-salt chicken sausage supplemented with a winter mushroom powder. **Korean Journal for Food Science of Animal Resources**. v. 38, n. 4, p. 768-779, Aug, 2018.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. **Histologia básica**. v. 10. Rio de Janeiro: 2004.

KENNEDY, J. M.; EISENBERG, B. R.; REID, S. K.; SWEENEY, L. J.; ZAK, R. Nascent muscle fibre appearance in overloaded chicken slow-tonic muscle. **American Journal Anatomic**, Philadelphia, v. 181, n. 2, p. 203-215, Feb, 1998.

KINDLEIN, L.; VIEIRA, L. S. Influência da nutrição em “white striping” e “wooden breast” em frangos de corte. **Palestra no Congresso do Colégio Brasileiro de Nutrição Animal**, 2015. Disponível em: <<http://cbna.com.br/arquivos/Palestra-5---Liris-Kindlein.pdf>>. Acesso em: 30 out. 2020.

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

KOTZEKIDOU, P.; BLOUKAS, J. Effect of protective cultures and packaging film permeability on shelf-life of vacuum-packed cooked ham, **Meat Science**, v. 42, n. 3, p. 333-345, 1996.

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

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

KUTTAPPAN V. A.; HARGIS B. M.; OWENS C. M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. **Poultry Science**, Fayetteville, p. 2724-2733, May, 2016.

LÓPEZ-PEDROUSO, M.; PEREZ-SANTAESCOLASTICA, C.; FRANCO, D.; FULLADOSA, E.; CARBALLO, J.; ZAPATA, C.; LORENZO, J. M. Comparative proteomic profiling of myofibrillar proteins in dry-cured ham with different proteolysis indices and adhesiveness. **Food Chemistry**, v. 244, p. 238–245, 2018.

LUND, M. N.; LAMETSCH, R.; HVIID, M. S.; JENSEN, O. N.; LHMEAT, S. High-oxygen packaging atmosphere influences protein oxidation and tenderness of porcine longissimus dorsi during chill storage, **Meat Science**, v. 77, p. 295-303, 2007.

MACARI, M.; LUQUETTI, B. C. Fisiologia Cardiovascular. *In*: MACARI, M.; FURLAN, R. L.; GONZALES, E. **Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP/UNESP, p. 17-36, 2002.

MACRAE, V. E.; MAHON, M.; GILPIN, S.; SANDERCOCK, D. A.; MITCHELL, M. A. Skeletal muscle fibre growth and growth associated myopathy in the domestic chicken (*Gallus domesticus*). **British Poultry Science**, Edinburg, v. 47, n. 3, p. 264-272, Jun. 2006.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; SILVA, M. D. P.; MENDES, A. A.; TAKAHASHI, S. E.; SOLARTE, W. V. N. Morfologia das fibras musculares esqueléticas de frangos de corte de diferentes linhagens criados em sistemas de confinamento e semiconfinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 35, n. 6, p. 2322-2332, nov/dez, 2006.

MADRUGA, M. S.; ROCHA, T. C.; CARVALHO, L. M.; SOUSA, A. M. B. L.; SOUSA NETO, A. C.; COUTINHO, D. G.; FERREIRA, A. S. C.; SOARES, A. J.; GALVÃO, M. S.; IDA, E. I.; ESTÉVEZ, M. The impaired quality of chicken affected by the wooden breast myopathy is counteracted in emulsion-type sausages. **Journal of Food Science and Technology**, 2019.

MARTINS, J. F.; TERRA, N. N. **Curso sobre biotecnologia do processamento de salames e outros embutidos curados**. Santa Maria: UFSM, 94 p., 1985.

MAZZONI, M.; PETRACCI, M.; MELUZZI, A.; CAVANI, C.; CLAVENZANI, P.; SIRRI, F. Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. **Poultry Science**, v. 94, p. 123-130, 2015.

MELLO FILHO, A.B.; BISCONTINI, T.M.B.; ANDRADE, S.A. Níveis de nitrito e nitrato em salsichas comercializadas na região metropolitana do Recife. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 390-392, 2004.

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

MUDADAL, S.; BABINI, E.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white stripin. **Poultry Science**, v. 93, p. 2108-2116, May, 2014.

MUDADAL, S.; LORENZONI, M.; SOGLIA, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of *white striping* and *wooden breast* abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. **Animal**, v. 9, n. 4, p. 728-734, Apr, 2015.

MUTRYN, M. F.; BRANNICK, E. M.; FU, W.; LEE, W. R.; ABASHT, B. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. **BMC Genomics**, v. 16, n. 1, p. 399, 2015.

MYERS, R. H.; MONTGOMERY, D. C. **Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments**. Wiley, New York, 2002.

NASCIMENTO, V. P.; KINDLEIN, L.; ZIMERMANN, F. C.; OWENS, C. M.; RUSSEL, S. M. Broiler carcass quality – An approach from the production sites. 2 ed. São Paulo: **Zinpro Corp**. White striping in broiler breast meat; p. 83-88, 2012.

NASSU, R. T.; BESERRA, F. J.; GONÇALVES, L. A. G. Processamento Agroindustrial: Obtenção de embutido fermentado tipo salame de carne de caprino. **Comunicado Técnico 74**. Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Fortaleza, 2002.

OLIVEIRA, D. R. M. S.; NAAS, I. A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. *In: International Conference Advances in Production Management*

Systems, 2012, Competitive manufacturing for innovative products and services: proceedings, Greece: International Federation for Information Processing, 2012.

OLIVEIRA, J. R. **Avaliação físico-química de peitos de frango com estrias brancas e peito madeira na elaboração de produtos emulsionados cozidos**. 2016. 38 f. Dissertação (Mestrado em Bioexperimentação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

OLIVEIRA, J. R.; TEIXEIRA, S. T. F.; LEVANDOWSKI, R.; SANTOS, L. R.; DICKEL, E. L. Mortadella formulations using poultry breasts with white striping and wooden breast. **Brazilian Journal of Hygiene and Animal Sanitary**, v. 13, n. 3, p. 411-417, 2019.

OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. **Carnes: no caminho da pesquisa**, 2 ed. Cocal do Sul: Imprint, 2002, p. 155. Disponível em: http://www.vetbiblios.pt/AVICULTURA/AVI_docs/miopatia_peitoral_profunda.pdf. Acesso em: 30 out. 2020.

PADILHA, D. G. A. **Antioxidante natural de erva mate na conservação de carne de frango in vivo**. 2007. 97 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne – Tecnologia da carne e de subprodutos**. Processamento tecnológico. v. 2. Goiânia: Editora de UFG, 1996. p. 215.

PATRICIO, I. S.; MENDES, A. A.; RAMOS, A. A.; PEREIRA, D. F. Overview on the performance of Brazilian broilers (1990 to 2009). **Revista Brasileira de Ciências Avícola**, v. 4, n. 4, p. 233-238, 2012.

PETRACCI, M.; SIRRI, F.; MAZZONI, M.; MELUZZI, A. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poultry Science**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 2348-2447, Sept, 2013.

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

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; BERRI, C. Muscle metabolism and meat quality abnormalities. **Poultry Science**, chapter 3, p. 51-75, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-08-100763-1.00003-9>

PETRACCI, M.; SOGLIA, F.; MADRUGA, M.; CARVALHO, L.; IDA, E.; ESTÉVEZ, M. Wooden-breast, white striping and spaghetti meat: causes, consequences and consumer perception of emerging broiler meat abnormalities. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 18, p. 565–583, 2019.

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

QIN, N. **The utilization of poultry breast muscle of different quality classes**, Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Universidade de Helsínquia, Finlândia. p.72, 2013.

REMIGNON, H.; LEFAUCHEUR, L.; BLUM, J. C.; RICARD, F. H. Effects of divergent selection for body weight on three skeletal muscle characteristics in the chickens. **British Poultry Science**, Edinburgh, v. 35, n. 1, p. 65-67, March, 1994.

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

ROCHA, T. C. **Qualidade de linguiça frescal de frango produzida com peito amadeirado (*Wooden Breast*)**. 2018. 118 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos) – Departamento de Ciência e Tecnologia dos Alimentos, Universidade Federal de Paraíba, João Pessoa, 2018.

ROCHA, T. C.; CARVALHO, L. M.; SOARES, A. J.; COUTINHO, D. G.; OLEGARIO, L. S.; GALVÃO, M. S.; ESTÉVEZC, M.; MADRUGA, M. S. Impact of chicken wooden breast on quality and oxidative stability of raw and cooked sausages subjected to frozen storage, **Journal of the Science of Food Agriculture**, v. 100, p. 2630-2637, 2020.

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.0, p. 1-6, May, 2015.

SANCHEZ-BRAMBILA, G.; BOWKER, B. C.; CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H. Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden condition stored at 4°C and -20°C. **Poultry Science**, v. 97, p. 1762-1767, 2018.

SANTOS, M. M. F. **Aproveitamento da carne *wooden breast* e gordura abdominal de frango para elaboração de emulsionado tipo hambúrguer**. 2019. 134 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019a.

SANTOS, M. M. F.; LIMA, D. A. S.; BEZERRA, T. K. A.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M. S.; SILVA, F. A. P. Effect of wooden breast condition on quality traits of emulsified chicken patties during frozen storage, **Journal of Food Science and Technology**, 2019b. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03886-4>.

SARCINELLI, M. F.; VENTURINI, K. S.; SILVA, L. C. **Características da carne de frango**. Universidade Federal do Espírito Santo – UFES. Pró-Reitoria de Extensão – Programa Institucional de Extensão – Boletim Técnico, 2007.

SCHEUERMANN, G. N.; BILGILI, S. F.; TUZUN, S.; MULVANEY, D. R. Comparison of chicken genotypes: myofiber number in pectoralis muscle and myostatin ontogeny. **Poultry Science**, Champaign, v. 83, n. 8, p. 1404-1412, Aug, 2004.

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

SCHWERT, R. **Avaliação do uso de fumaça líquida em linguiça tipo calabresa cozida e defumada**. 2014. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2014.

SIHVO, H. K.; IMMONEN, K.; PUOLANNE, E. Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. **Veterinary Pathology**, v. 51, n. 3, p. 619-623, 2014.

SIHVO, H. K.; LINDÉN, J.; AIRAS, N.; IMMONEN, K.; VALAJA, J.; PUOLANNE, E. Wooden breast myodegeneration of pectoralis major muscle over the growth period in broilers. **Veterinary Pathology**, v. 54, n. 1, p. 119-128, 2017.

SIMÕES, L. P. **Alteração das fibras musculares esqueléticas com o exercício aeróbico**. 2009. 65 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental) – Universidade de Coimbra, Coimbra, 2009.

SILVA, M. D. P.; CARVALHO, R. F. Mecanismos celulares e moleculares que controlam o desenvolvimento e o crescimento muscular. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. suplemento especial, p. 21–31, 2007.

SOGLIA, F.; LAGHI, L.; CANONICO, L.; CAVANI, C.; PETRACCI, M.; Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. **Food Research International**, v. 89, n. 3, p. 1071-1076, 2016a.

SOGLIA, F.; MUDALAL, S.; BARBINI, E.; DI NUNZIO, M.; MAZZONI, M.; SIRRI, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Histology, composition, and quality traits of chicken pectoralis major muscle affected by *wooden breast* abnormality. **Poultry Science**, v. 95, n. 3, p. 651-659, 2016b.

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

SOSNICKI, A. A. Focal myonecrosis effects in turkey muscle tissue. **Reciprocal meat conference proceedings**, v. 46, American meat science association/National live stock and meat board, Chicago, p. 97-102, 1993. Disponível em: <http://www.vetbiblios.pt/AVICULTURA/AVI_docs/miopatia_peitoral_profunda.pdf>. Acesso em: 30 out. 2020.

SUN, X.; OWENS, C. Effect of short term freezer storage on hardness of woody breast fillets. **Poultry Science**, v. 95, 2016.

TASONIERO, G.; CULLERE, M.; CECCHINATO, M.; PUOLANNE, E.; ZOTTE, A. D. Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v. 95, p. 2707-2714, 2016.

TASONIERO, G.; BOWKER, B.; STELZLENI, A.; ZHUANG, H.; RIGDON, M.; THIPPAREDDI, H. Use of blade tenderization to improve wooden breast meat texture. **Poultry Science**, v. 98, p. 4204-4211, 2019.

TEIXEIRA, S. T. F. **Estudo anátomo-patológico do músculo *Pectoralis major* de frangos de corte acometidos com *White Striping* e *Wooden Breast***. 2015. 69 f. Dissertação (Mestrado em Bioexperimentação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

TERRA, N. N. **Apontamentos de tecnologia de carnes**. São Leopoldo: Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, 1998. 216 p.

- TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; FILIOU, E.; PETRACCI, M.; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. **Poultry Science**, v. 94, n. 12, p. 2996-3004, 2015.
- VANDEN BERGE, J. C. **Myology**. Sisson and Grossman's the anatomy of the domestic animals, vol. 2, 5th ed. R. Getty, ed. W. B. Saunders, Philadelphia, PA. p. 1802-1848, 1975.
- VAN VLEET J. F.; VALENTINE, B. A. Muscle and tendon. *In*: MaxieMG, ed. Jubb, Kennedy, and Palmer's Pathology of Domestic Animals. 5 ed. Philadelphia, PA: Saunders; p. 185-277, 2007.
- VELLEMAN, S. G.; NESTOR K. E. Effect of selection for growth rate on myosin heavy chain temporal and spatial localization during turkey breast muscle development. **Poultry Science**, Champaign, v. 82, n. 9, p. 1373-1377, Sept. 2003.
- VELLEMAN, S. G.; CLARK, D. L. Histopathologic and myogenic gene expression changes associated with wooden breast in broiler breast muscles. **Avian diseases**, v. 59, n. 3, p. 410-418, 2015.
- VELLEMAN, S. G. Relationship of skeletal muscle development and growth to breast muscle myopathies: a review. **Avian Diseases**, v. 59, p. 525-531, 2015.
- VOILÀ, M.; TRICHES, D. A cadeia de frango de corte: uma análise dos mercados brasileiro e mundial de 2002 a 2010. **Instituto de Pesquisas Econômicas e Sociais**. 44 ed. 2013.
- WEE, M. S. M.; GOH, A. T.; STIEGER, M.; FORDE, C. G. Correlation of instrumental texture properties from textural profile analysis (TPA) with eating behaviours and macronutrient composition for a wide range of solid foods, **Food & Function**. 2018, doi: 10.1039/C8FO00791H.
- XING, T.; ZHAO, X.; ZHANG, L.; LI, J. L.; ZHOU, G. H.; XU, X. L.; GAO, F. Characteristics and incidence of broiler chicken wooden breast meat under commercial conditions in China. **Poultry Science**, v. 99, p. 620-628, 2020.
- ZANETTI, M. A. **Fatores associados a ocorrência e impacto econômico das alterações "White Striping" e "Wooden Breast" em frangos de corte**. 2016. 35 f. Dissertação (Mestrado em Bioexperimentação) – Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.
- ZANETTI, M. A.; TEDESCO, D. C.; SCHNEIDER, T.; TEIXEIRA, S. T. F.; DAROIT, L.; PILOTTO, F.; DICKEL, E. L.; SANTOS, S. P.; SANTOS, L. R. Economic losses associated with Wooden breast and White Striping in broilers. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 39, n. 2, p. 887-892, mar./abr. 2018.
- ZAPATA, I.; REDDISH, J. M.; MILLER, M. A.; LILBURN, M. S.; WICK, M. Comparative proteomic characterization of the sarcoplasmatic proteins in the pectoralis major and supracoracoideus breast muscle in 2 chicken genotypes. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, n. 7, p. 1654-1659, Jul, 2012.
- ZHANG, L.; ZHANG, H. J.; QIAO, X.; YUE, H. Y.; WU, S. G.; YAO, J. H.; QI, G. H. Effect of monochromatic light stimuli during embryogenesis on muscular growth, chemical composition

and meat quality on breast muscle in male broilers. **Poultry Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1026-1031, Apr, 2012.

ZHUANG, H.; CHATTERJEE, D.; BOWKER, B.; RINCON, A. M.; SANCHEZ-BRAMBILA, G. Effect of the wooden breast condition on shear force and texture profile analysis of raw and cooked broiler pectoralis major, **62nd International Congress of Meat Science and Technology**, 14-19th August 2016, Bangkok, Thailand.