

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR DO OESTE – CEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA– PPGZOO**

RENATA TUMELERO

**EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS
PEITORAIS, RENDIMENTO DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE.**

CHAPECÓ

2023

RENATA TUMELERO

**EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS
PEITORAIS, RENDIMENTO DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

CHAPECÓ

2023

Tumelero, Renata
EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE
INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS PEITORAIS, RENDIMENTO
DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DA
CARNE DE FRANGOS DE CORTE / Renata Tumelero. --
2023.

52 p.

Orientador: Marcel Manente Boiago

Coorientadora: Aline Zampar

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Educação Superior do Oeste,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Chapecó, 2023.

1. composição química. 2. modelagem matemática. 3.
peito amadeirado. 4. peito estriado. 5. rendimento de carcaça.
I. Boiago, Marcel Manente. II. Zampar, Aline. III. Universidade
do Estado de Santa Catarina, Centro de Educação Superior
do Oeste, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. IV.
Titulo.

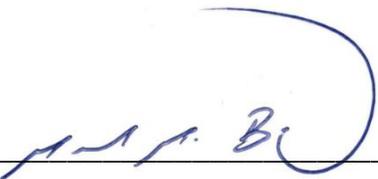
RENATA TUMELERO

**EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS
PEITORAIS, RENDIMENTO DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E
QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE.**

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Zootecnia pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.
Orientador: Prof. Dr. Marcel Manente Boiago

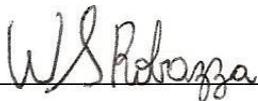
BANCA EXAMINADORA

Membros:



Marcel Manente Boiago, Dr.

UDESC



Weber da Silva Robazza, Dr.

UDESC



Adriana Dillenburger Meinhart, Dra.

UFPEL

Chapecó, 27 de julho de 2023.

Aos amigos e familiares, pelo carinho e incentivo. Em especial, à alguém que nunca deixou de dizer o quanto acreditava em mim, e que faz muita falta aqui. Te dedico, Cris Gubert.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar neste mundo. Agradeço aos meus pais, Lorival e Adorilde, pela vida, ensinamentos e amor. Pela dedicação e incentivo ao estudo desde cedo. Assim, estendo meus agradecimentos a minha família, pelo apoio e pelo suporte quando necessário.

Agradeço ao meu amor, companheiro e amigo de todas as horas, Tiago. Não consigo descrever todo o apoio, incentivo e amor que recebo. Amo você.

Sou grata à UDESC que me acolhe há mais de 16 anos, divididos entre aluna e servidora. O ensino de qualidade, as oportunidades e as relações aqui estabelecidas. É um lugar maravilhoso de se viver. É uma IES da qual muito me orgulha ser egressa e mestranda. Muito obrigada a todos os professores, colegas e gestores que contribuíram para a minha jornada.

Ao meu orientador, Prof. Marcel, minha gratidão e admiração. Exemplo de profissional, dedicado, disponível e disposto a partilhar todo seu conhecimento. Uma pessoa de bem, íntegra e que me inspira.

Aos alunos integrantes do GEAVI, pelo auxílio na condução do experimento e realização das análises, pelas conversas e parceria. Maiara e Carol, colegas de mestrado que ajudaram a tornar tudo mais leve, com muitos memes e figurinhas. Muito bom estar com vocês!

“– Quem estará nas trincheiras ao teu lado? – E isso importa? – Mais do que a própria guerra.” Ernest Hemingway (1899-1961)

RESUMO

A presença de miopatias na carne de frango, como peito estriado (*White Striping* - WS) e peito amadeirado (*Wooden Breast* - WB) tem aumentado em linhagens de frangos comerciais precoces. A miopatia WS é caracterizada pela presença de estrias brancas ao longo do músculo *Pectoralis major*, e pode ser encontrada também em músculos da coxa. Os músculos afetados pela WS apresentam aumento na deposição de lipídeos, colágeno e no percentual de água, além de diminuição na deposição de proteína. A miopatia WB também afeta o músculo *Pectoralis major*, mas sua incidência é menor do que a WS. O peito acometido pela WB apresenta aspecto pálido, duro e pode apresentar lesões hemorrágicas superficiais, menores teores de proteína e aminoácidos. O objetivo do estudo realizado foi mensurar a influência da idade e do sexo dos frangos de corte em relação às características físicas e químicas da carne, incidência de miopatias WS e WB, e formular uma equação/modelo matemático capaz de descrever a interação da idade e do sexo dos frangos em relação às características de composição da carne estudadas. Para a realização do experimento, foram abatidos semanalmente 12 machos e 12 fêmeas, a partir do 28º dia e finalizando ao 56º dia de vida dos animais. Foram realizadas análises de rendimento de carcaça e cortes, avaliação visual de incidência de miopatias WS e WB e análises de qualidade físico-química (pH, coloração, capacidade de retenção de água e composição química). Com os valores obtidos nas análises mencionadas foi ajustado um modelo polinomial de segunda ordem para determinar, através de uma equação matemática, a relação da idade e do sexo das aves na qualidade da carne de peito de frangos de corte. As miopatias WS e WB aumentaram conforme os animais ficaram mais velhos e acometeram em maior grau os machos. Em relação à miopatia WS, aos 28 dias 80% dos filés foram classificados como normais, enquanto mais de 90% das amostras possuíam algum grau de WS aos 56 dias de idade. O acometimento por WB foi um pouco menor, iniciando com 5% no 28º dia passando para 85% no 56º dia de vida. Para ambas as miopatias, os machos apresentaram grau severo em pelo menos 50% das amostras no último abate. A idade influenciou no aumento de rendimento de carcaça e de peito e na diminuição de rendimento de pernas e asas, e, as variáveis de qualidade e composição da carne. Conforme as aves ficaram mais velhas, a carne ficou mais clara e teve diminuição na capacidade de retenção de água. Os machos apresentaram aumento de gordura e diminuição de matéria seca, proteína e matéria

mineral, enquanto as fêmeas apresentaram diminuição de matéria mineral e aumento de gordura.

Palavras-chave: Composição química; modelagem matemática; peito amadeirado; peito estriado; rendimento de carcaça.

ABSTRACT

The presence of myopathies in chicken meat, such as White Striping (WS) and Wooden Breast (WB) has increased in precocious commercial chicken lines. WS myopathy is characterized by the presence of white streaks along the *Pectoralis major* muscle, and can also be found in thigh muscles. The muscles affected by WS show an increase in the deposition of lipids, collagen and in the percentage of water, in addition to a decrease in the deposition of protein. WB myopathy also affects the *Pectoralis major* muscle, but its incidence is lower than WS. The breast affected by WB appears pale, hard and may have superficial hemorrhagic lesions, lower levels of protein and amino acids. The aim of this study was to measure the influence of age and sex of broiler chickens on the physical and chemical characteristics of the meat, incidence of WS and WB myopathies, and formulate an equation/mathematical model that is capable of describing the interaction of age and sex of broilers in relation to the meat composition characteristics studied. To carry out the experiment, twelve males and 12 females were slaughtered weekly, starting on the 28th day and ending on the 56th day of life. Analyses of carcass yield and cuts, visual assessment of the incidence of WS and WB myopathies and physical-chemical quality analyses (pH, color, water retention capacity and chemical composition) were carried out. With the values obtained in the aforementioned analyses, a second-order polynomial model was adjusted to determine, through a mathematical equation, the relationship between age and sex of birds on the quality of breast meat from broilers. WS and WB myopathies increased as the animals got older and affected males to a greater extent. Regarding WS myopathy, at 28 days 80% of the fillets were classified as normal, while more than 90% of the samples had some degree of WS at 56 days of age. The involvement by WB was a little lower, starting with 5% on the 28th day, rising to 85% on the 56th day of life. For both myopathies, males presented a severe degree in at least 50% of the samples in the last slaughter. Age affected the increase in carcass and breast yield and the decrease in leg and wing yield. Age also influenced the variables of meat quality and composition. As the birds got older, the meat became lighter and had a decrease in water retention capacity. Males showed an increase in fat and a decrease in dry matter, protein and mineral matter, while females showed a decrease in mineral matter and an increase in fat.

Keywords: Chemical composition; mathematical modeling; Wooden Breast; White Striping; carcass yield.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Peitos de frango acometidos por diferentes graus de White Striping.	21
Figura 2 – Peitos de frango acometidos por diferentes graus de Wooden Breast.....	22
Figura 3 – Peso vivo dos animais ao abate (A) e rendimento de carcaça (B), classificados por idade e por sexo.	30
Figura 4 – Rendimento de cortes dos animais ao abate, classificados por idade e por sexo. Rendimento de pernas (A), rendimento de asa (B), rendimento de peito (C) e rendimento de dorso (D).	31
Figura 5 – Capacidade de retenção de água (A) e pH final (B) do músculo Pectoralis major, provenientes das aves classificadas por idade e por sexo.	32
Figura 6 – Classificação do músculo Pectoralis major de acordo com as medidas de luminosidade (A), intensidade de vermelho (B) e intensidade de amarelo (C), provenientes das aves classificadas por idade e por sexo.	33
Figura 7 – Composição química da carne do músculo Pectoralis major, provenientes das aves classificadas por idade e por sexo. Matéria seca (A), matéria mineral (B), extrato etéreo (C) e proteína bruta (D).	35
Figura 8 – Incidência de acometimento de White Striping no músculo Pectoralis major das aves classificadas por idade e por sexo.....	36
Figura 9 – Efeito da idade e do sexo nos níveis de acometimento de White Striping no músculo Pectoralis major.....	37
Figura 10 – Incidência de acometimento de Wooden Breast no músculo Pectoralis major das aves classificadas por idade e por sexo.....	38
Figura 11 – Efeito da idade e do sexo nos níveis de acometimento de Wooden Breast no músculo Pectoralis major.	39
Figura 12 – Agrupamento das repetições conforme interferência das duas principais variáveis explicativas dos resultados.....	40

LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1 – Classificação das aves quanto ao acometimento de White Striping (WS) por idade e por sexo.....</i>	<i>36</i>
<i>Tabela 2 – Classificação das aves quanto ao acometimento de Wooden Breast (WB) por idade e por sexo.....</i>	<i>38</i>

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

a*	Intensidade de vermelho
b*	Intensidade de amarelo
CRA	Capacidade de retenção de água
EE	Extrato Etéreo
L*	Luminosidade
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
PB	Proteína Bruta
pH	Potencial Hidrogeniônico
PV	Peso Vivo
SM	<i>Spaghetti Meat</i>
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
WB	<i>Wooden Breast</i>
WS	<i>White Striping</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO	17
2.1.1	Composição e qualidade da carne de frango	17
2.1.2	Miopatias Peitorais	20
3	ARTIGO 1: EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS PEITORAIS, RENDIMENTO DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE	25
3.1	INTRODUÇÃO	25
3.2	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.2.1	Análises realizadas	28
3.2.1.1	<i>Análises de qualidade de carne</i>	<i>28</i>
3.2.1.2	<i>Composição química</i>	<i>29</i>
3.2.2	Análise estatística	29
3.3	RESULTADOS	29
3.4	DISCUSSÃO	40
3.5	CONCLUSÃO	43
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	46
	ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA	51

1 INTRODUÇÃO

A carne de frango é um produto de origem animal com grande relevância, tanto pela sua importância na alimentação humana em termos de qualidade e acesso, quanto pela produtividade, geração de renda e faturamento.

De acordo com o último relatório anual da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2023), o Brasil produziu mais de 14,5 milhões de toneladas de carne de frango, se destacando como o segundo maior produtor no mundo no ano de 2022. Da produção total, o país exportou 33,2%, correspondendo uma receita de mais de 9,7 milhões de dólares, um recorde histórico.

O consumo interno, que representou 66,8% da produção em 2022, foi suficiente para que o país mantivesse o consumo de 45,2 kg/hab, mantendo o consumo per capita de carne de frango praticamente estável nos últimos 3 anos (ABPA, 2023). A demanda por carne de frango tende a aumentar, tendo um custo de produção menor em relação a outras carnes; e, com teores aproximados de 22% de proteína e apenas 2,5% de gordura (LUCCA et al., 2019; SILVA et al., 2018), a carne de frango se apresenta como uma excelente fonte de proteína animal.

Para acompanhar a demanda crescente por carne de frango, a produção foi intensificada nas últimas décadas, com avanços em nutrição, sanidade, ambiência e no melhoramento genético. Dentre estes avanços, a seleção genética de forma intensiva, juntamente com o avanço em tecnologias em nutrição animal e a consequente otimização dos alimentos na produção de frangos de corte permitiram que os animais pudessem ter ganho de massa muscular de forma muito mais precoce e com maior rendimento de carcaça, especialmente o rendimento de peito, corte nobre e valorizado (FERREIRA et al., 2014; LORENZI et al., 2014).

Os avanços na seleção genética permitiram um rápido desenvolvimento da musculatura, especialmente do músculo *Pectoralis major*, em um curto período. No entanto, esse progresso não foi acompanhado por um desenvolvimento ideal da vascularização desses músculos, como observado em outras características fisiológicas do animal (KUTTAPPAN et al., 2013). Como resultado, surgiram várias anomalias musculares espontâneas e idiopáticas,

além de uma maior suscetibilidade à miopatia induzida por estresse (PRAUD et al., 2020). Essas anomalias musculares têm impactos significativos na qualidade da carne, tanto em sua forma natural quanto processada. A carne afetada pode apresentar características como palidez, diminuição de proteína, aumento de gordura, baixa capacidade de retenção de água, fibrose, entre outras características que acabam resultando em uma capacidade de processamento reduzida (TROCINO et al., 2015). Além disso, o aspecto dos músculos acometidos por formas mais graves destas miopatias também podem ser motivo de recusa pelo consumidor na escolha da carne *in natura* na prateleira (KUTTAPPAN et al., 2012).

Dentre as miopatias peitorais com as características acima citadas, destacam-se *White Striping* (WS) e *Wooden Breast* (WB). Há na literatura vários estudos que buscam esclarecer a sua etiologia e fatores que possam mitigar o acometimento por estas miopatias. Dois fatores estudados na incidência e gravidade do acometimento destas miopatias são o sexo e a idade ao abate do animal. Há trabalhos relatando que a incidência das miopatias é maior em aves mais velhas (LIVINGSTON et al., 2020; PANISSON et al., 2022; VIEIRA et al., 2021) e em machos.

Diante destas informações, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência das miopatias peitorais, idade e do sexo sobre o rendimento de carcaça e cortes, composição e qualidade da carne do peito de frangos de corte abatidos em diferentes idades.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO

A avicultura industrial tornou-se extremamente produtiva ao longo das últimas décadas com o avanço do melhoramento genético, acompanhado da eficiência alimentar dos animais com uma nutrição de precisão e melhorias de sanidade e ambiência (BREWER et al., 2012). O melhoramento genético foi trabalhado ao longo das décadas para buscar o crescimento acelerado do animal, melhor rendimento de carcaça e de cortes nobres, especialmente peito (LIVINGSTON et al., 2020).

O rendimento de carcaça e o de cortes possuem grande influência genética, com resultados diferentes para linhagens de crescimento rápido ou lento (WEIMER et al., 2022). Esses mesmos autores atribuíram o maior rendimento de carcaça e de peito que a linhagem comercial apresentou e menores rendimentos de asa, dorso e pernas à capacidade genética. Resultados semelhantes foram encontrados por Singh et al., (2021), que relataram maiores rendimentos de asa e pernas na linhagem de crescimento lento pelo seu comprimento. A deposição de músculo é fortemente relacionada à genética do animal e aumenta conforme a idade da ave (BAÉZA et al., 2022). Entretanto, dentro de uma mesma linhagem comercial, o sexo não influencia no rendimento de carcaça (BREWER et al., 2012).

2.1.1 Composição e qualidade da carne de frango

Além da produtividade e menor custo de produção por quilograma, a carne de frango se destaca também pela qualidade de sua composição química. O peito, corte nobre do frango, possui teores aproximados de 74% de umidade, 1,5% de matéria mineral, 22% de proteína e apenas 2,5% de gordura (LUCCA et al., 2019; SILVA et al., 2018), se apresentando como uma excelente fonte de proteína animal.

O teor de proteína na carne de frango tende a aumentar com a idade da ave, mas podem ocorrer alterações em sua composição, como na presença de miopatias peitorais, as quais provocam a diminuição do teor de proteína (BAÉZA

et al., 2022). Já o perfil de aminoácidos encontrado na carne é relativamente estável, podendo variar com a dieta do animal, tendo como principais componentes a glutamina, aspargina, lisina, leucina, arginina e alanina (BAÉZA et al., 2022).

O percentual de gordura da carne é mais variável, e pode ser influenciado pela idade, genótipo, sistema de produção (BAÉZA et al., 2022) e presença de miopatias peitorais (BARBUT, 2019).

O padrão de cores determinados pela Commission International for Illumination – CIE Lab está diretamente ligado aos componentes da carne, onde a intensidade de amarelo é influenciada pelo perfil lipídico e a intensidade de vermelho é afetada pela concentração de proteínas do grupo heme - mioglobina, hemoglobina e citocromos (BAÉZA et al., 2022). Ainda conforme os autores, o teor de pigmentos do grupo heme aumenta com a idade, deixando a carne mais vermelha e escura. De acordo com Olivo et al., (2006), a palidez da carne está diretamente relacionada à desnaturação proteica ocasionada pela queda elevada do pH *post mortem*. Isso ocorre porque a desnaturação da proteína influencia a quantidade luz que é refletida na superfície da carne, sendo a dispersão da luz diretamente proporcional ao grau de desnaturação da proteína (MIR et al., 2017). Filés de peito de frango com $L^* > 56$ podem ser considerados pálidos, e estão associados a um pH final mais baixo e menor CRA, enquanto $L^* < 50$ podem ser associados a um pH final mais alto (PETRACCI et al., 2004).

A água é o maior constituinte da carne, variando em torno de 75% de seu peso (OLIVO et al., 2006). No animal vivo, o músculo consegue reter a água através de mecanismos bioquímicos e físicos, entretanto, com o músculo *post-mortem*, até 6% dessa água é perdida, principalmente através do cozimento (PUOLANNE, 2017). A capacidade que a carne tem em reter a umidade é fundamental para a manutenção de suas propriedades funcionais; e quando esta capacidade é prejudicada, provoca a perda de umidade durante o cozimento, tornando a carne de aspecto mais seco e firme, e com sabor menos palatável (OLIVO et al., 2006). Por outro lado, uma alta capacidade de retenção de água está associada a uma textura mais macia e a maior suculência da carne (PUOLANNE, 2017).

A composição e estrutura da carne, através de fatores como a desnaturação das proteínas miofibrilares e sarcoplasmáticas, impacta diretamente na CRA (BOWKER & ZHUANG, 2015). Após o abate, à medida que o pH do músculo diminui, há uma redução nos sítios de ligação das proteínas com a água, bem como uma baixa carga de repulsão entre as proteínas, fazendo com que a água fique livre no meio, o que implica na diminuição da CRA da carne (BOWKER & ZHUANG, 2015).

Uma característica que acomete a carne de frangos de corte e causa prejuízos econômicos é a carne chamada PSE (*Pale, Soft, Exudative*), que significa carne com característica pálida, baixa capacidade de retenção de água e com textura macia (WOELFEL et al., 2002), e ocorre principalmente pelo estresse imediatamente antes do abate ao qual as aves são submetidas (SOUZA, 2019). Estas características resultam do metabolismo acelerado após o abate do animal com declínio acentuado do pH *post mortem*, geralmente em torno de 5,8 enquanto a temperatura da carcaça ainda está elevada, próximo dos 35°C, levando à desnaturação de proteínas do músculo e ocasionando comprometimento das propriedades funcionais, tecnológicas e sensoriais das carnes e perda de qualidade no processamento (OLIVO et al., 2006).

Carnes tipo PSE apresentam CRA significativamente menor do que carnes que não são acometidas por esta condição (YANG et al., 2022). Entretanto, os autores constaram que a presença de proteínas sarcoplasmáticas desnaturadas pela presença da condição PSE apresentou melhor capacidade de retenção de água das miofibrilas em comparação com as proteínas sarcoplasmáticas desnaturadas pelo calor em pH entre 7,0 e 8,0.

Outra alteração encontrada na carne de frango é a chamada carne DFD (*Dark, Firm, Dry*), que significa carne escura, firme e seca, e está relacionada ao estresse prolongado antes do abate em que os animais são submetidos (SOUZA, 2019), que acaba causando a depleção do glicogênio (OLIVO et al., 2006).

O esgotamento das reservas de glicogênio impede a produção quantitativa necessária de ácido láctico para que ocorra a acidificação de forma normal do músculo após o abate, o que provoca lentidão no declínio do pH e no estabelecimento do *rigor mortis* (OLIVO et. al, 2006). O pH muscular permanece

elevado, acima de 6,0, o que confere a característica escura à carne, uma vez que ela absorve mais luz do que o normal, além de um aspecto firme porque as fibras permanecem entumecidas devido ao preenchimento com fluídos sarcoplasmáticos (SOUZA, 2019). O pH elevado também promove uma maior retenção de água e maior umidade. Entretanto, a água endógena permanece ligada às proteínas da carne, conferindo menor suculência após o preparo (OLIVO et. al, 2006). A maior retenção de água implica em maior atividade bacteriana, o que leva a um menor tempo de prateleira para a carne DFD (SOUZA, 2019).

2.1.2 Miopatias Peitorais

Houve, nas últimas décadas, a seleção de linhagens de frango de corte para características quantitativas, como o aumento de massa muscular com maior deposição de proteína na carcaça sem aumentar a deposição de gordura, aumento do músculo do peito (*Pectoralis major*) e características produtivas, como o aumento na taxa de crescimento (MAHARJAN et al., 2021). Simultaneamente, houve o avanço genético e o aumento da carcaça dos frangos de corte, especialmente em suas proporções. Em consequência, surgiram algumas miopatias no músculo *Pectoralis major*, como as estrias brancas ou *White Striping* (WS), peito amadeirado ou *Wooden Breast* (WB) (PAMPOUILLE et al., 2018) e carne espaguete ou *Spaghetti Meat* (SM) (BALDI et al., 2018).

A miopatia SM ou carne espaguete afeta o músculo *Pectoralis major*, sua incidência é geralmente encontrada junto à miopatia WS e é caracterizada por problemas na estrutura das fibras na porção craniada do músculo (BALDI et al., 2018; TASONIERO et al., 2020).

Baldi et al. (2018), conduziram estudo que analisou a composição e estrutura do músculo do peito em aves cometidas por WS e SM. Os autores observaram que ambas as miopatias estudadas acarretam processos degenerativos do músculo *Pectoralis major*, com espaçamento entre as fibras musculares e acúmulo de tecido adiposo preenchendo estes espaços, tecido conjuntivo danificado, além da presença de células inflamatórias. Concluíram que a SM apresenta integridade estrutural da porção superficial do músculo

comprometida, provavelmente ocasionada pela perda de tecido conjuntivo endo e perimisial.

A miopatia SM também afeta a composição do músculo. Tasoniero et al., (2020) analisaram músculos afetados apenas por SM, e relataram diminuição significativa de proteína e matéria mineral em sua composição, bem como o aumento significativo de gordura e de umidade, representando queda na qualidade da carne.

A miopatia WS (Figura 1) é caracterizada pela presença de estrias brancas ao longo do músculo *Pectoralis major*, e pode ocasionalmente ser encontrada também em músculos da coxa (KUTTAPPAN et al., 2012).

Filés acometidos por WS apresentam danos degenerativos no músculo e maior quantidade de tecido adiposo (BALDI et al., 2018). Nos músculos acometidos há presença de degeneração vacuolar, necrose e lise das fibras, deposição de adipócitos no tecido conjuntivo e fibrose, além da presença de células inflamatórias (BALDI et al., 2018).

Os músculos afetados pela WS possuem um aumento na deposição de tecido adiposo, tecido conjuntivo, colágeno e no teor de umidade, além de diminuição na deposição de proteína (BALDI et al., 2018; PRAUD et al., 2020).

Figura 1 – Peitos de frango acometidos por diferentes graus de White Striping.



Fonte: autor

A miopatia WB (Figura 2) afeta apenas o músculo *Pectoralis major*, mas sua incidência é menor do que a WS (PRAUD et al., 2020). O peito acometido pela WB apresenta aspecto pálido, duro, podendo apresentar aspecto viscoso e lesões hemorrágicas superficiais (SIHVO et al., 2014; TROCINO et al., 2015), menor força de cisalhamento, maior perda por gotejamento e menores teores de proteína e aminoácidos (THANATSANG et al., 2020). Histologicamente, o tecido apresenta distúrbio miodegenerativo entre moderado e grave, podendo ocorrer necrose com acúmulo de tecido conjuntivo e fibrose, o que leva às características citadas (SIHVO et al., 2014), além de acúmulo de água extracelular como consequência de edema e de processos inflamatórios.

Figura 2 – Peitos de frango acometidos por diferentes graus de Wooden Breast.



Fonte: autor

As miopatias WS, WB e SM têm sido amplamente estudadas, entretanto, a sua etiologia ainda não está clara. Em estudo acerca da base genética das miopatias, Bailey et al., (2015) encontraram baixas características de herdabilidade nos animais para WS e muito baixa para WB, sugerindo que o problema tenha relações maiores com componentes não genéticos. Por outro lado, estudos constataram diferenças de sua incidência em linhagens comerciais, onde as miopatias prevalecem nas linhagens de crescimento rápido e selecionadas para maior rendimento de peito (LORENZI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2021; TROCINO et al., 2015; XING et al., 2020).

Além das linhagens, a idade também demonstra interferir negativamente na presença das miopatias. Panisson et al., (2022) encontraram maiores níveis de acometimento de WS e WB em animais mais velhos quando avaliadas linhagens comerciais. O mesmo estudo demonstrou que com 28 dias de idade, já havia aves acometidas por diferentes graus das miopatias WS e WB, os quais se acentuaram com o passar da idade das aves, resultado semelhante ao encontrado por Mudalal et al., (2022). Estes últimos avaliaram também a qualidade de carne e concluíram que o efeito das miopatias nas características avaliadas foram maiores nos animais mais velhos.

A suplementação com antioxidantes no intuito de diminuir a incidência de peito amadeirado foi objeto de estudo, onde foram testados níveis de vitamina E em aves criadas até o 54º dia de vida (CAUBLE et al., 2020). Os autores concluíram que o fornecimento da vitamina E não reduziu a incidência da miopatia, entretanto diminuiu seu grau de severidade por modular a produção de ácidos graxos. Outro trabalho que avaliou o efeito de diferentes doses de vitamina E na dieta obteve alteração apenas na luminosidade da carne, que aumentou conforme os níveis crescentes de vitamina E foram suplementados (VIEIRA et al., 2021). O mesmo estudo também avaliou o efeito da idade das aves na qualidade da carne de peito, as quais foram criadas até o 54º dia de vida, e concluiu que os valores de pH, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento foram maiores nos animais mais velhos, a partir do 48º dia de vida.

A taxa de lotação também é um fator estudado para mitigar a incidência de miopatias peitorais. Cònsolo et al., (2022) não encontraram resultados significativos na redução de WB para a taxa de lotação dos animais quando analisado de forma separada de outros fatores que contribuam para inibir a taxa de crescimento das aves. Pekel et al., (2020) também não obtiveram resultados significativos na redução da incidência de WS com a diferença na taxa de lotação na criação de frangos de corte.

Outra forma estudada para minimizar os impactos causados pela presença da miopatia é a composição nutricional da dieta fornecida aos animais. Todavia, a suplementação com maiores níveis de metionina e fornecimento de L-carnitina não foram capazes de evitar o surgimento de estrias brancas na

carcaça (KUTER & ÖNOL, 2021), assim como níveis diferentes de lisina digestível não afetaram a incidência de estrias brancas e peito amadeirado, mas resultou em maior teor de umidade e proteína na carcaça (PANISSON et al., 2022). Houve redução da presença de estrias brancas em animais com restrição de aminoácidos essenciais na dieta, entretanto esse resultado provavelmente foi decorrente do comprometimento do crescimento dos animais, cuja alimentação não supriu as exigências nutricionais dos mesmos (PEKEL et al., 2020).

3 ARTIGO 1: EFEITOS DA IDADE DE ABATE E SEXO SOBRE INCIDÊNCIA DE ANOMALIAS PEITORAIS, RENDIMENTO DE CORTES, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE DA CARNE DE FRANGOS DE CORTE

Os resultados desta dissertação são apresentados na forma de artigo a ser submetido, com as seções distribuídas de acordo com as orientações da Revista Brasileira de Ciência Avícola.

3.1 INTRODUÇÃO

A carne de peito de frango apresenta-se como uma fonte de proteína de alta qualidade, com uma excelente relação de aminoácidos essenciais e baixo teor de lipídeos e colágeno (SILVA et al., 2018). Entretanto, com a seleção genética para o crescimento acelerado dos animais e o aumento da deposição de musculatura do peito, houve o aumento da ocorrência de miopatias na carne de frango, como o peito amadeirado (*Wooden Breast – WB*) e peito estriado (*White Striping – WS*) (BARBUT, 2019; KUTTAPPAN, et al., 2013), o que alterou suas características estruturais e metabólicas (BALDI et al., 2018).

A miopatia WS é caracterizada pela presença de estrias brancas ao longo do músculo *Pectoralis major*, e pode ocasionalmente ser encontrada também em músculos da coxa (BREWER et al., 2012; KUTTAPPAN et al., 2012). Os músculos afetados pela WS possuem aumento na deposição de lipídeos, colágeno e no percentual de água, além de diminuição na deposição de proteína (KUTTAPPAN, et al., 2013; PRAUD et al., 2020). A miopatia WB também afeta o músculo *Pectoralis major*, mas sua incidência é menor do que a WS (PRAUD et al., 2020). O peito acometido pela WB apresenta aspecto pálido, duro e pode apresentar lesões hemorrágicas superficiais, menor força de cisalhamento, maior perda por gotejamento e menores teores de proteína e aminoácidos (THANATSANG et al., 2020).

A presença das estrias brancas e do peito amadeirado vem sendo estudada na última década, entretanto, como sua etiologia ainda não está clara (PAMPOUILLE et al., 2018; PRAUD et al., 2020), os pesquisadores buscam alternativas para minimizar o acometimento pelas miopatias, como a suplementação com antioxidantes e alterações nos níveis de proteína e

aminoácidos da dieta. Em um estudo testando diferentes níveis de vitamina E em aves criadas até o 54^o dia de vida, o fornecimento da vitamina não reduziu a incidência de WB, mas diminuiu seu grau de severidade por modular a produção de ácidos graxos (CAUBLE et al., 2020). A suplementação com maiores níveis de metionina e fornecimento de L-carnitina não foram capazes de evitar o surgimento de WS na carcaça (KUTER; ÖNOL, 2021), assim como níveis diferentes de lisina digestível não afetaram a incidência de estrias brancas e peito amadeirado, mas resulta em maior teor de umidade e proteína na carcaça (PANISSON et al., 2022). Animais alimentados com uma dieta deficiente em aminoácidos apresentaram menor incidência de WS, entretanto o seu desempenho no crescimento foi consideravelmente prejudicado (PEKEL et al., 2020).

Estudos constataram diferenças de sua incidência em linhagens comerciais, onde as miopatias prevalecem nas linhagens de crescimento rápido e selecionadas para maior rendimento de peito (LORENZI et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2021; TROCINO et al., 2015). Além das linhagens, a idade também demonstra interferir negativamente na presença das miopatias WS e WB, com o aumento da incidência e de sua gravidade em animais mais velhos (MUDALAL, et al., 2022; PANISSON et al., 2022). Mudalal, et al., (2022) avaliaram também a qualidade de carne, e concluíram que o efeito das miopatias nas características estudadas foram maiores nos animais mais velhos. Além da presença maior de miopatias em animais mais velhos, há estudos que relataram maior incidência de WB em machos (BRILYNN et al., 2019; TROCINO et al., 2015).

A presença de miopatias na carne de frango, como White Striping (WS) e Wooden Breast (WB) tem aumentado em linhagens de frangos comerciais precoces. Existem estudos acerca da incidência de WS e WB relacionados aos efeitos nutricionais e genéticos, e alguns relatos acerca da incidência relacionada à idade e sexo, entretanto, não foram encontrados estudos capazes de mensurar a relação da idade e do sexo no surgimento destas miopatias.

3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no aviário experimental para frangos de corte, situado na Fazenda Experimental da UDESC Oeste – FECEO, em

Guatambu/SC, e contou com a aprovação no Comitê de Ética Animal da UDESC (CEUA nº 3825210622). O galpão é equipado com sistema de climatização por pressão negativa, sistema de aquecimento, bebedouros automáticos tipo *nipple* e comedouros tipo tubular de abastecimento manual. Foi utilizada cama de maravalha de reuso. Foram alojadas 200 aves com um dia de vida, sendo 100 machos e 100 fêmeas, da linhagem comercial Cobb, oriundos de um mesmo lote de matrizes. As aves foram distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 X 5 (dois sexos x cinco idades de abate), com 12 aves (repetições) por tratamento. As aves foram distribuídas em boxes de 2m² com 13 aves cada, num total de 7 boxes para cada sexo.

Todos os manejos dos animais, desde a alimentação até a ambiência, foram realizados de acordo com as orientações presentes no manual de manejos da linhagem comercial Cobb. Os animais foram alimentados com ração basal, formuladas para atender as exigências nutricionais de frangos de corte para cada fase de criação, de acordo com as Tabelas Brasileiras de Aves e Suínos (ROSTAGNO et al., 2017).

Foram abatidos semanalmente 12 machos e 12 fêmeas, no abatedouro experimental situado junto à FECEO, entre o 28^o e o 56^o dia de vida dos animais. As aves foram submetidas a jejum alimentar de 8 horas, tendo permanecido com livre acesso à água por todo o período. As aves foram pesadas antes do abate, para posterior determinação do rendimento de carcaça e cortes. No abate, as aves foram submetidas à deslocamento cervical por pessoa treinada, e posteriormente à sangria, respeitando as indicações constantes no guia de abate humanitário do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV). Na sequência, foi realizada a retirada completa das penas e limpeza das carcaças com a escalda e depenadeira elétrica. Após o abate dos animais, as carcaças receberam identificação individual, que seguiu com as amostras por todas as etapas de análises.

Os animais foram eviscerados, e tiveram suas carcaças pesadas para determinação do rendimento de carcaça. Também foram pesados e determinados os rendimentos de peito, pernas, asas e dorso. O rendimento da carcaça e dos cortes foi obtido através da metodologia descrita por Falaki et al., (2010). Após a realização dos cortes, os peitos foram separados, identificados,

embalados em sacos plásticos, acondicionados em caixas térmicas com gelo e encaminhados até o laboratório de Tecnologia dos Produtos de Origem Animal da UDESC Oeste para análises. As análises da carne de peito foram realizadas respeitando o período de 5 horas após o abate, garantindo o completo estabelecimento do *rigor mortis*.

3.2.1 Análises realizadas

Inicialmente os peitos foram classificados quanto aos escores para as anomalias peitorais *White Striping* e *Woodem Breast*. Para a classificação dos graus de acometimento do peito de frango por WS, foi utilizada a metodologia definida por Kuttappan et al., (2012), onde filés normais não apresentaram estrias brancas, filés com grau moderado apresentaram estrias de até 1 mm de espessura e filés com grau severo apresentaram estrias de mais de 1 mm de espessura.

Para determinar os graus de acometimento por WB, foi utilizada a metodologia empregada por Oliveira et al., (2021), onde filés normais não apresentaram miopatia, filés com grau moderado apresentaram dureza apenas em uma região (cranial ou caudal) e filés com grau grave ou severo apresentaram dureza em todo o seu comprimento.

Após as classificações referentes às anomalias, os peitos foram desossados e as amostras submetidas a análises de qualidade de carne e composição bromatológica.

3.2.1.1 Análises de qualidade de carne

A análise do pH foi realizada após o estabelecimento do *rigor mortis*, e teve seu valor aferido na porção cranial do músculo do peito (*Pectoralis major*) dos animais. Para realização desta análise foi utilizado o pHmetro digital da marca Texto 205®.

A avaliação da coloração foi determinada na parte interna do músculo do peito (*Pectoralis major*), em porção livre de contusões ou danos nas fibras musculares, após a desossa. Foi utilizado o aparelho Minolta Chroma Meter, modelo CR-400, para precisar os valores CIE Lab (International Commission on

illumination) determinando os parâmetros de luminosidade (L^*), intensidade do vermelho (a^*) e intensidade do amarelo (b^*).

A determinação de capacidade de retenção de água foi realizada conforme descrito por Hamm, (1961), por pressão, a partir da coleta de uma amostra de 2,0 g da porção cranial do músculo *Pectoralis major*.

3.2.1.2 Composição química

A composição química da carne (umidade, proteína bruta, percentual de lipídeos e matéria mineral) foi determinada segundo AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS, 1995), no laboratório de Nutrição Animal da UDESC Oeste.

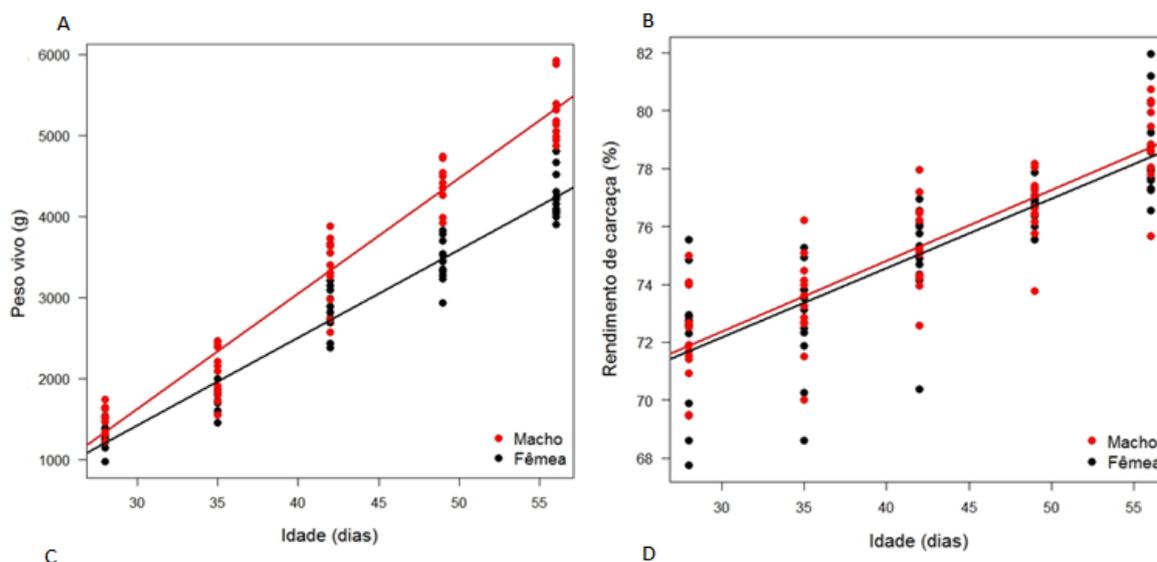
3.2.2 Análise estatística

Para a modelagem das equações de predição e dos gráficos de regressão, foram utilizados os dados de cada variável analisada, em função da idade e do sexo. A partir dos dados tabulados foi realizada análise exploratória para identificar possíveis *outliers*. Os gráficos e equações foram obtidos através do software R v.4.2.2.

3.3 RESULTADOS

A primeira variável analisada foi o peso vivo (Figura 3-A). Os machos apresentaram aumento de PV de forma mais expressiva que as fêmeas ($P=2,2 \cdot 10^{-16}$) no período avaliado. Em relação ao rendimento de carcaça (Figura 3-B), o sexo não interferiu nos resultados. Todavia, os animais mais velhos tiveram melhor rendimento de carcaça ($P=2,2 \cdot 10^{-16}$).

Figura 3 – Peso vivo dos animais ao abate (A) e rendimento de carcaça (B), classificados por idade e por sexo.



(A) -Modelo global Peso Vivo: $-1830,083+108,262*\text{idade}$. $R^2=0,9497$. $P\text{ value}=2,2*10^{-16}$. Modelo Macho Peso Vivo: $-2649,0+142,4*\text{idade}$. $R^2=0,9466$. $P\text{ value}=2,2*10^{-16}$. Modelo Fêmea Peso Vivo: $-1830,083+108,262*\text{idade}$. $R^2=0,9484$. $P\text{ value}=2,2*10^{-16}$.

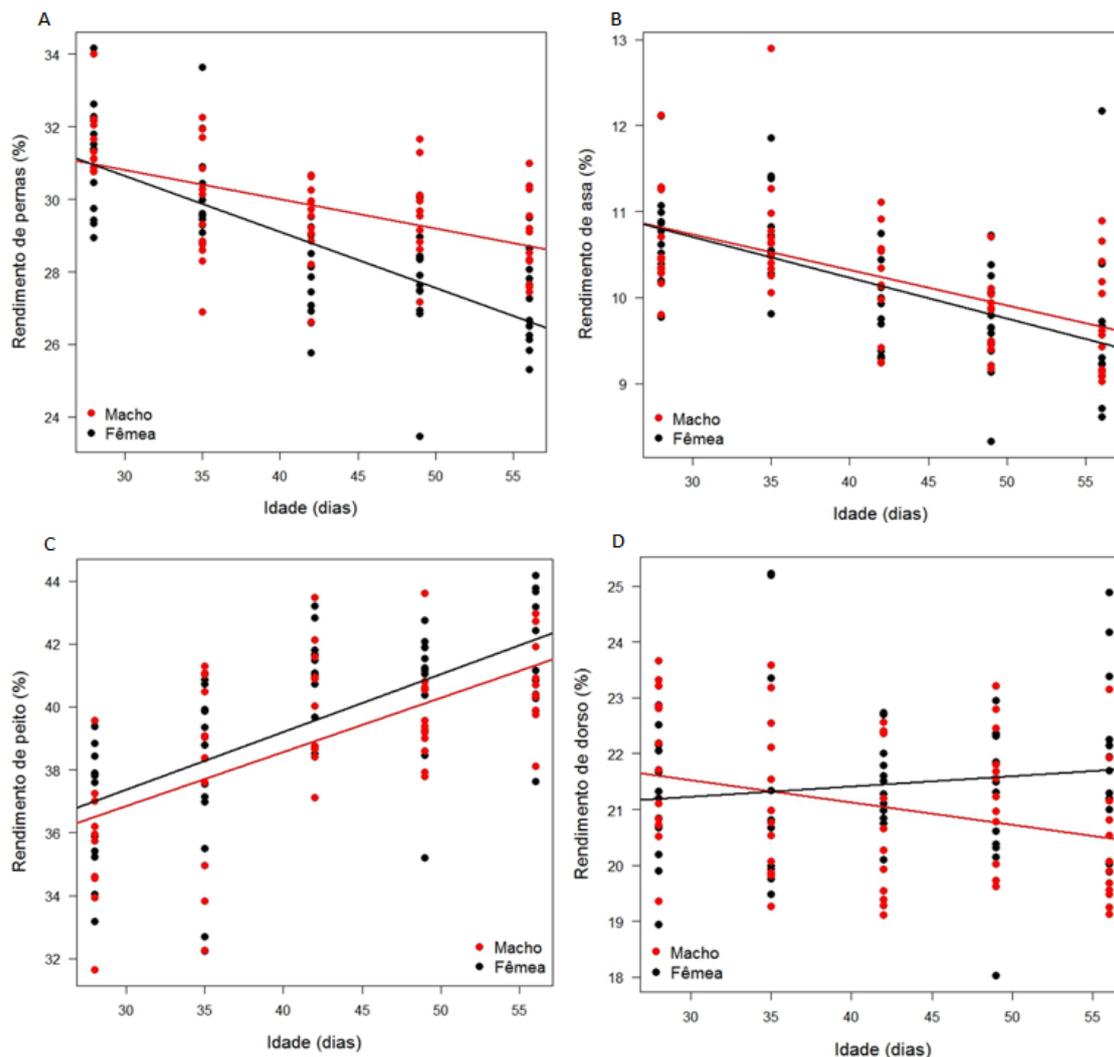
(B) -Modelo global Rendimento de carcaça: $64,949833+0,240321*\text{idade}$. $R^2=0,692$. $P\text{ value}=2,2*10^{-16}$. Modelo Macho Rendimento de carcaça: $65,04+0,24419*\text{idade}$. $R^2=0,7303$. $P\text{ value}=2,2*10^{-16}$. Modelo Fêmea Rendimento de carcaça: $64,94983+0,24032*\text{idade}$. $R^2=0,66$. $P\text{ value}=2,002*10^{-15}$.

A idade teve efeito significativo ($P=2,2*10^{-16}$) na redução do rendimento de corte de pernas para ambos os sexos, tendo as fêmeas resultado ainda mais expressivo (Figura 4-A). Para ambos os sexos, o rendimento de asa diminuiu significativamente ($P=5,67*10^{-10}$) com o avançar da idade dos animais. Entretanto, o comportamento da queda no rendimento de asa foi semelhante para ambos os sexos (Figura 4-B).

Quando avaliados os dados de rendimento de peito (Figura 4-C), o sexo não teve influência significativa nos resultados. Contudo, a idade teve grande impacto no resultado, uma vez que os animais apresentaram aumento significativo ($P=2,155*10^{-13}$) no rendimento de peito conforme ficaram mais velhos. Na avaliação do rendimento de dorso, as fêmeas não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) no decorrer dos abates, diferente dos machos que tiveram uma redução significativa ($P=0,02335$) nesta métrica. Na Figura 4-

D podemos perceber que esta variável sofreu efeito da idade e do sexo, entretanto, os pontos foram bastante dispersos em todos os abates.

Figura 4 – Rendimento de cortes dos animais ao abate, classificados por idade e por sexo. Rendimento de pernas (A), rendimento de asa (B), rendimento de peito (C) e rendimento de dorso (D).



(A) -Modelo global Rendimento de Pernas: $35,274-0,15437*idade$. $R^2=0,4784$. P value= $<2,2*10^{-16}$. Modelo Macho Rendimento de Pernas: $33,25733-0,08133*idade$. $R^2=0,2738$. P value= $1,071*10^{-05}$. Modelo Fêmea Rendimento de Pernas: $35,274-0,15437*idade$. $R^2=0,5257$. P value= $3,499*10^{-11}$.

(B) -Modelo global rendimento de asa: $12,1315-0,047488*idade$. $R^2=0,3088$. P value= $5,67*10^{-10}$. Modelo Macho rendimento de asa: $11,977833-0,041405*idade$. $R^2=0,2912$. P value= $5,16*10^{-06}$. Modelo Fêmea rendimento de asa: $12,1315-0,047488*idade$. $R^2=0,3292$. P value= $9,87*10^{-07}$.

(C) -Modelo Global Rendimento de Peito: $31,88533+0,18301*idade$. $R^2=0,3978$. P value= $2,155*10^{-13}$. Modelo Macho rendimento de peito: $31,7117+0,17133*idade$. $R^2=0,3863$. P

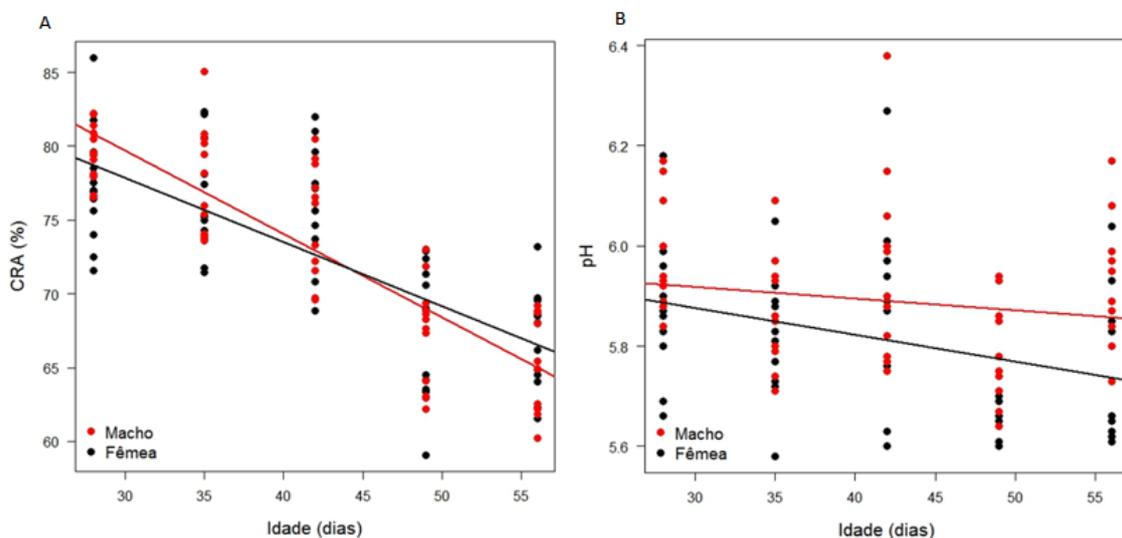
value= $6,976 \times 10^{-08}$. Modelo Fêmea rendimento de peito: $31,88533 + 0,18301 \times \text{idade}$. $R^2=0,4013$. P value= $3,354 \times 10^{-08}$.

(D) -Modelo global Rendimento de Dorso (RD): $20,66883 + 0,01843 \times \text{idade}$. $R^2=0,04463$. P value= $0,04032$. Modelo Macho RD: $22,73717 - 0,04014 \times \text{idade}$. $R^2=0,06978$. P value= $0,02335$.

Modelo Fêmea RD: $20,66883 + 0,01843 \times \text{idade}$. $R^2=0,0001063$. P value= $0,323$.

Em relação à CRA, houve efeito significativo ($P=2,2 \times 10^{-16}$) da idade para ambos os sexos (Figura 5-A). A CRA diminuiu a medida em que os animais ficaram mais velhos, tendo uma queda ligeiramente mais acentuada para os machos. Quanto ao pH aferido, houve efeito significativo ($P=0,008362$) da idade para as fêmeas, enquanto para os machos não houve diferença significativa ($P>0,05$) nos valores de pH entre as idades em que os animais foram abatidos (Figura 5-B). As fêmeas apresentaram uma leve diminuição do pH com o avançar da idade. Contudo, foram observadas grandes variações entre as repetições de cada abate.

Figura 5 – Capacidade de retenção de água (A) e pH final (B) do músculo *Pectoralis major*, provenientes das aves classificadas por idade e por sexo.

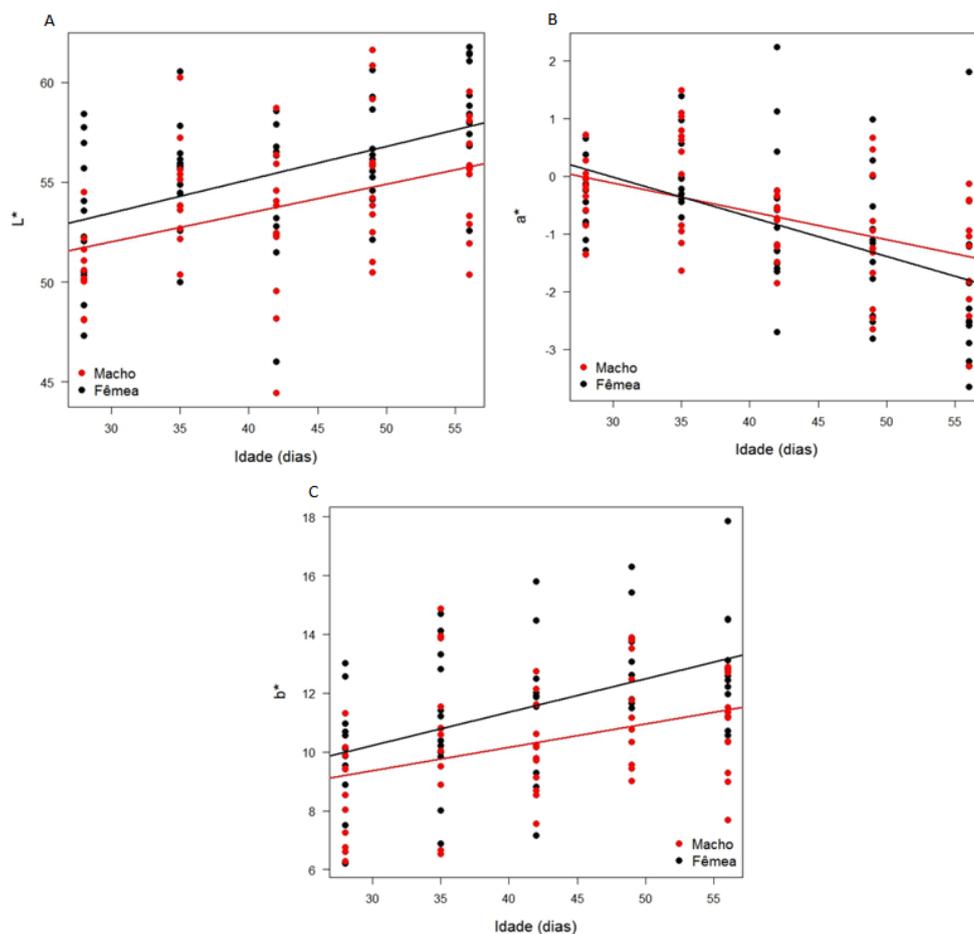


(A) -Modelo global CRA: $90,86317 - 0,43386 \times \text{idade}$. $R^2=0,6052$. P value= $<2,2 \times 10^{-16}$. Modelo Macho CRA: $96,62367 - 0,56407 \times \text{idade}$. $R^2=0,7141$. P value= $<2,2 \times 10^{-16}$. Modelo Fêmea CRA: $90,86317 - 0,43386$. $R^2=0,4855$. P value= $3,802 \times 10^{-10}$.

(B) -Modelo global pH: $6,036042 - 0,005321 \times \text{idade}$. $R^2=0,1092$. P value= $0,0009699$. Modelo Macho pH: $5,9875 - 0,002321$. $R^2=0,008749$. P value= $0,2225$. Modelo Fêmea pH: $6,036042 - 0,005321 \times \text{idade}$. $R^2=0,1003$. P value= $0,008362$

Os parâmetros avaliados em relação à coloração da carne foram L^* , a^* e b^* . A idade teve influência significativa ($P=2,049 \cdot 10^{-07}$) na luminosidade, apresentando aumento de L^* conforme os animais ficaram mais velhos, o que caracteriza uma carne mais clara e de aspecto brilhante (Figura 6-A). Os machos apresentaram valores maiores do que as fêmeas ao longo das análises. Quanto a intensidade de vermelho, houve diminuição significativa ($P=1,152 \cdot 10^{-07}$) nas aves mais velhas (Figura 6-B). Neste caso, as fêmeas apresentaram uma queda maior do índice a^* , quando comparadas aos machos. A intensidade de amarelo teve aumento significativo ($P=1,971 \cdot 10^{-07}$) nas amostras conforme as aves ficaram mais velhas, para ambos os sexos (Figura 6-C). As fêmeas apresentaram valores de b^* maiores do que os machos.

Figura 6 – Classificação do músculo Pectoralis major de acordo com as medidas de luminosidade (A), intensidade de vermelho (B) e intensidade de amarelo (C), provenientes das aves classificadas por idade e por sexo.



- (A) -Modelo global L*: $48,48550+0,16644*\text{idade}$. $R^2=0,2334$. P value= $2,049*10^{-07}$. Modelo Macho L*: $47,64550+0,14532*\text{idade}$. $R^2=0,1643$. P value= $0,0007728$. Modelo Fêmea L*: $48,48550+0,16644*\text{idade}$. $R^2=0,2179$. P value= $0,0001012$.
- (B) -Modelo global a*: $2,03767-0,06848*\text{idade}$. $R^2=0,2411$. P value= $1,152*10^{-07}$. Modelo Macho a*: $1,34483-0,04882*\text{idade}$. $R^2=0,2219$. P value= $8,647*10^{-05}$. Modelo Fêmea a*: $2,03767-0,06848*\text{idade}$. $R^2=0,2586$. P value= $1,995*10^{-05}$.
- (C) -Modelo global b*: $6,84+0,1129*\text{idade}$. $R^2=0,2339$. P value= $1,971*10^{-07}$. Modelo Macho b*: $6,975+0,07946*\text{idade}$. $R^2=0,1311$. P value= $0,002605$. Modelo Fêmea b*: $6,84+0,1129*\text{idade}$. $R^2=0,2134$. P value= $0,0001205$.

Em relação às análises bromatológicas realizadas, o percentual de Matéria Seca das amostras apresentou comportamento inverso para os sexos (Figura 7-A). As fêmeas apresentaram aumento significativo ($P=0,0001051$) de MS nas amostras com o avançar da idade, enquanto os machos tiveram diminuição significativa ($P=5,262*10^{-07}$) de MS no mesmo período. No primeiro abate é possível identificar claramente que os machos possuíam maior teor de MS do que as fêmeas, ao passo que antes dos 40 dias inicia a inversão dos resultados e no último abate os machos apresentam resultados consideravelmente menores do que as fêmeas.

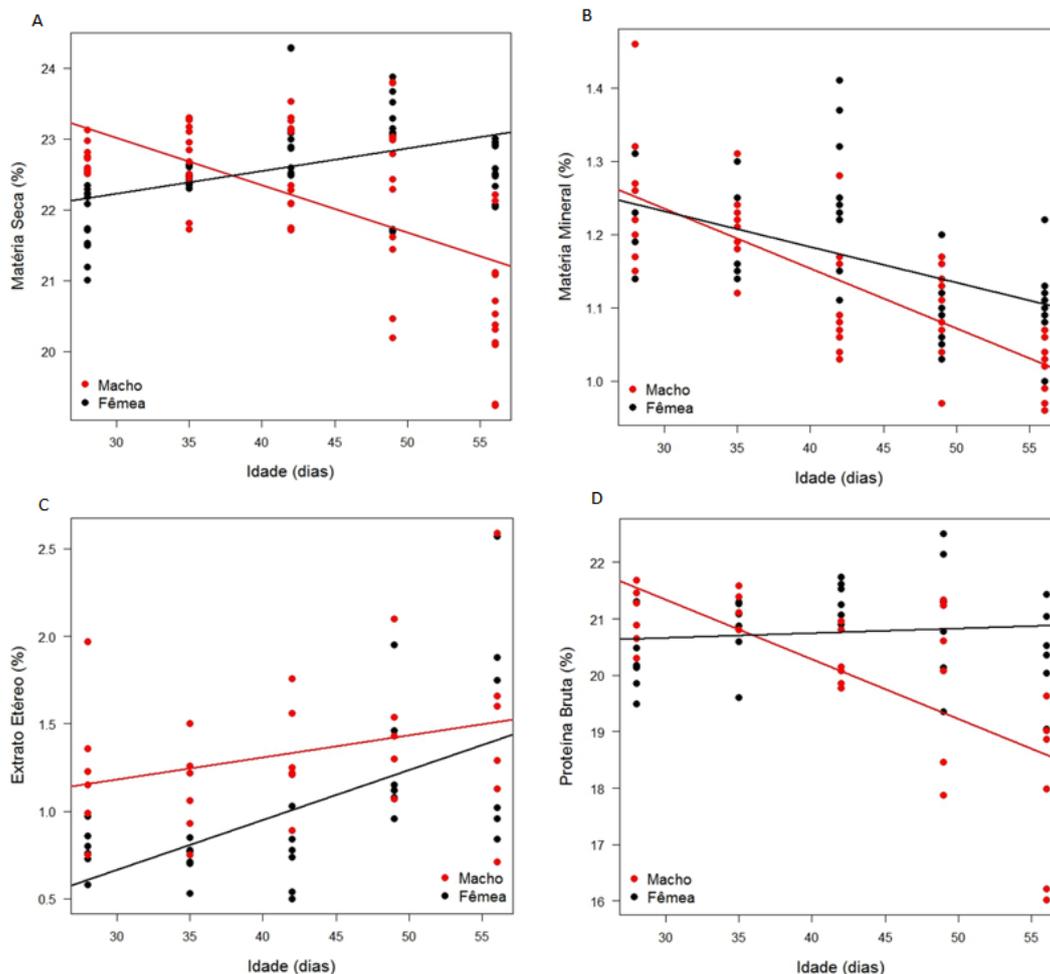
O percentual de Matéria Mineral presente nas amostras também foi aferido e o resultado foi uma diminuição significativa ($P=2,2*10^{-16}$) de seu percentual com o avançar da idade, para ambos os sexos. Entretanto, os machos apresentaram uma diminuição de matéria mineral ainda maior quando comparados com as fêmeas, como podemos verificar na Figura 7-B.

Quando analisada a composição de gordura das amostras, houve aumento significativo ($P=0,0003477$) do percentual de extrato etéreo para as fêmeas conforme os animais ficaram mais velhos. Entretanto, para os machos não houve diferença significativa ($P>0,05$), mas houve uma tendência em aumentar ao longo dos abates. As fêmeas apresentaram índice menor de EE nas amostras em todas as idades analisadas. Foram observadas variações entre as repetições, especialmente no último abate, como podemos verificar na Figura 7-C.

Em relação ao percentual de Proteína Bruta, enquanto as fêmeas se mantêm praticamente estáveis, para os machos houve uma queda significativa ($P=1,122*10^{-05}$) com o aumento da idade das aves. Os dados apresentados a

partir do abate das aves aos 49 dias de vida apresentaram maior dispersão, como podemos visualizar na Figura 7-D.

Figura 7 – Composição química da carne do músculo Pectoralis major, provenientes das aves classificadas por idade e por sexo. Matéria seca (A), matéria mineral (B), extrato etéreo (C) e proteína bruta (D).



- (A) -Modelo global Matéria Seca (MS): $21,27167+0,03196*\text{idade}$. $R^2=0,3366$. P value= $5,459*10^{-11}$. Modelo Macho MS: $25,01433-0,06673*\text{idade}$. $R^2=0,3432$. P value= $5,262*10^{-07}$. Modelo Fêmea MS: $21,271667+0,031964*\text{idade}$. $R^2=0,2169$. P value= $0,0001051$.
- (B) -Modelo global Matéria Mineral (MM): $1,3781667-0,0048810*\text{idade}$. $R^2=0,5$. P value= $2,2*10^{-16}$. Modelo Macho MM: $1,4805-0,0081786*\text{idade}$. $R^2=0,6274$. P value= $2,916*10^{-14}$. Modelo Fêmea MM: $1,3781667-0,0048810*\text{idade}$. $R^2=0,2944$. P value= $4,504*10^{-06}$.
- (C) -Modelo global Extrato Etéreo (EE): $-0,195+0,028619*\text{idade}$. $R^2=0,3092$. P value= $2,694*10^{-05}$. Modelo Macho EE: $0,802+0,012667*\text{idade}$. $R^2=0,0632$. P value= $0,09657$. Modelo Fêmea EE: $-0,195+0,028619*\text{idade}$. $R^2=0,3493$. P value= $0,0003477$.
- (D) -Modelo global Proteína Bruta (PB): $20,41533+0,00831*\text{idade}$. $R^2=0,4053$. P value= $4,535*10^{-07}$. Modelo Macho PB: $24,49933-0,10550*\text{idade}$. $R^2=0,486$. P value= $1,122*10^{-05}$. Modelo Fêmea PB: $20,41533+0,00831*\text{idade}$. $R^2=-0,02523$. P value= $0,5968$.

Quanto às análises das miopatias peitorais WB e WS, os filés foram classificados em três níveis de acometimento: normal, moderado, severo. A Tabela 1 apresenta o número de animais acometidos pela WS, separados por sexo e por idade. O nível normal equivale a filés sem a presença da miopatia, e os níveis moderado e severo representam amostras acometidas por algum grau de WS.

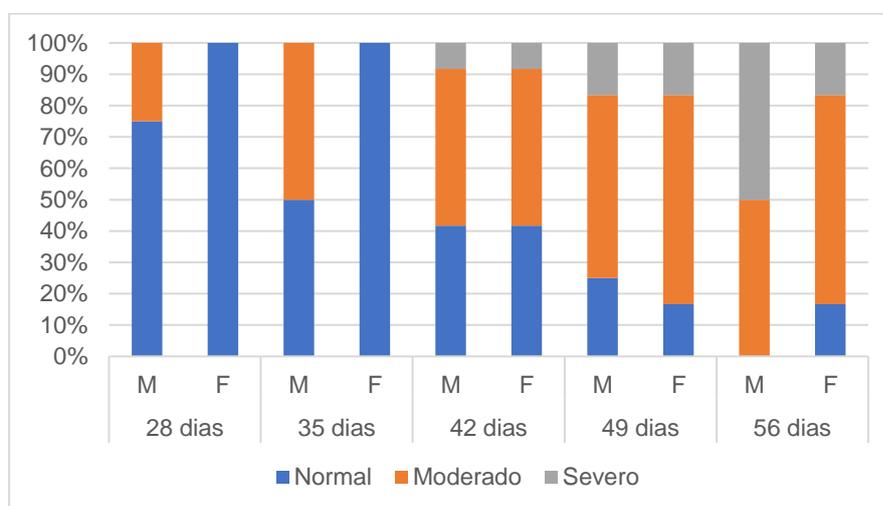
Tabela 1 – Classificação das aves quanto ao acometimento de White Striping (WS) por idade e por sexo.

WS	28 dias		35 dias		42 dias		49 dias		56 dias	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Normal	9	12	6	12	5	5	3	2	0	2
Moderado	3	0	6	0	6	6	7	8	6	8
Severo	0	0	0	0	1	1	2	2	6	2

WS: White Striping; M: Macho; F: Fêmea.

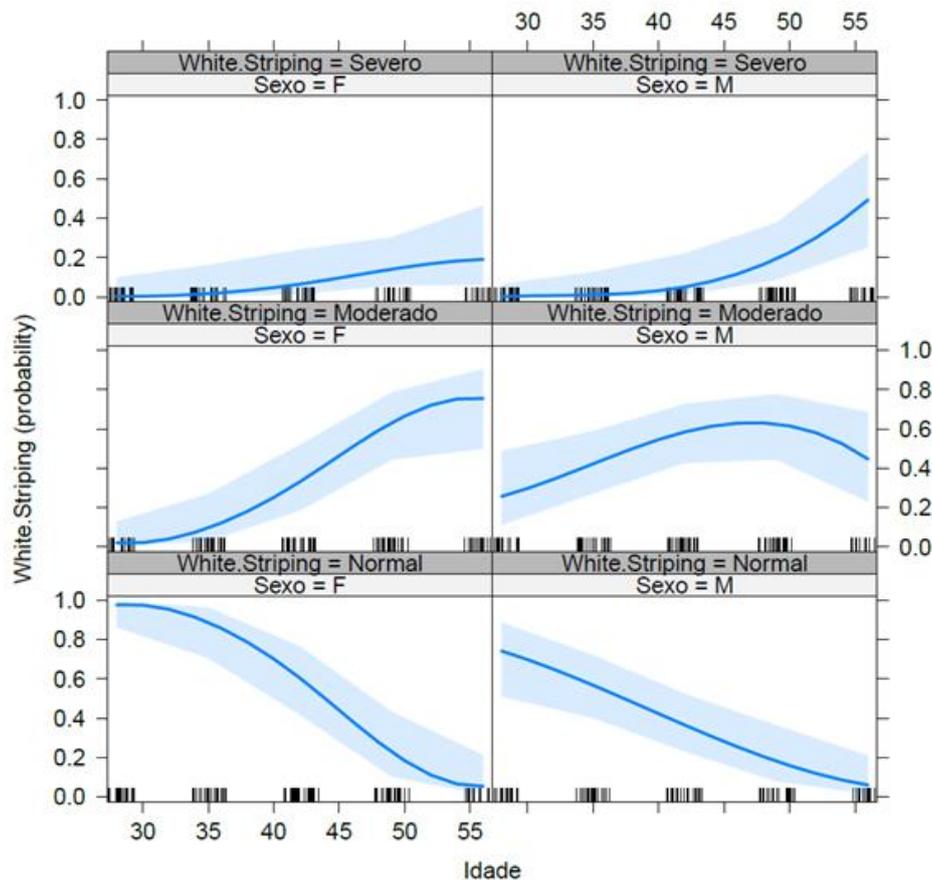
Para WS, houve aumento das classificações de filés como moderados e severos conforme as aves ficaram mais velhas, como pode ser observado na Figura 8. No abate ao 56º dia de vida das aves, menos de 10% das amostras foram classificadas como WS normal, sendo que todos os machos apresentaram a miopatia em algum grau. Entre os sexos também houve diferença, onde já no primeiro abate os machos apresentaram maior acometimento da miopatia.

Figura 8 – Incidência de acometimento de White Striping no músculo Pectoralis major das aves classificadas por idade e por sexo.



A maior incidência de WS em machos foi confirmada com o gráfico de probabilidade com a interação sexo *versus* idade (Figura 9). Na figura é possível observar que a probabilidade de incidência da miopatia aumenta de forma constante com o passar da idade dos animais, assim como a gravidade do acometimento. Para os machos, aos 28 dias de idade, menos de 80% dos animais poderão apresentar o músculo peitoral sem WS, enquanto para as fêmeas, esse número é superior a 90%. Os machos apresentaram maior número de amostras de grau severo, com destaque para o aumento elevado deste grau entre 49 e 56 dias de idade.

Figura 9 – Efeito da idade e do sexo nos níveis de acometimento de White Striping no músculo *Pectoralis major*.



Na Tabela 2 estão quantificados os filés de peito quanto à presença do peito amadeirado. Amostras classificadas como normais não foram acometidas por WB, enquanto as classificações moderado e severo representam filés de peito acometidos por WB.

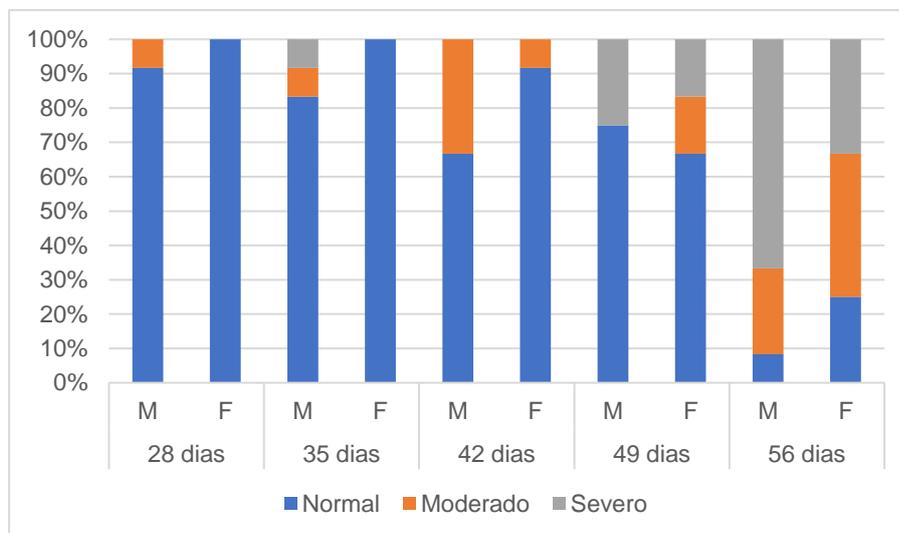
Tabela 2 – Classificação das aves quanto ao acometimento de Wooden Breast (WB) por idade e por sexo.

WB	28 dias		35 dias		42 dias		49 dias		56 dias	
	M	F	M	F	M	F	M	F	M	F
Normal	11	12	10	12	8	11	9	8	1	3
Moderado	1	0	1	0	4	1	0	2	3	5
Severo	0	0	1	0	0	0	3	2	8	4

WB: *Wooden Breast*; M: Macho; F: Fêmea.

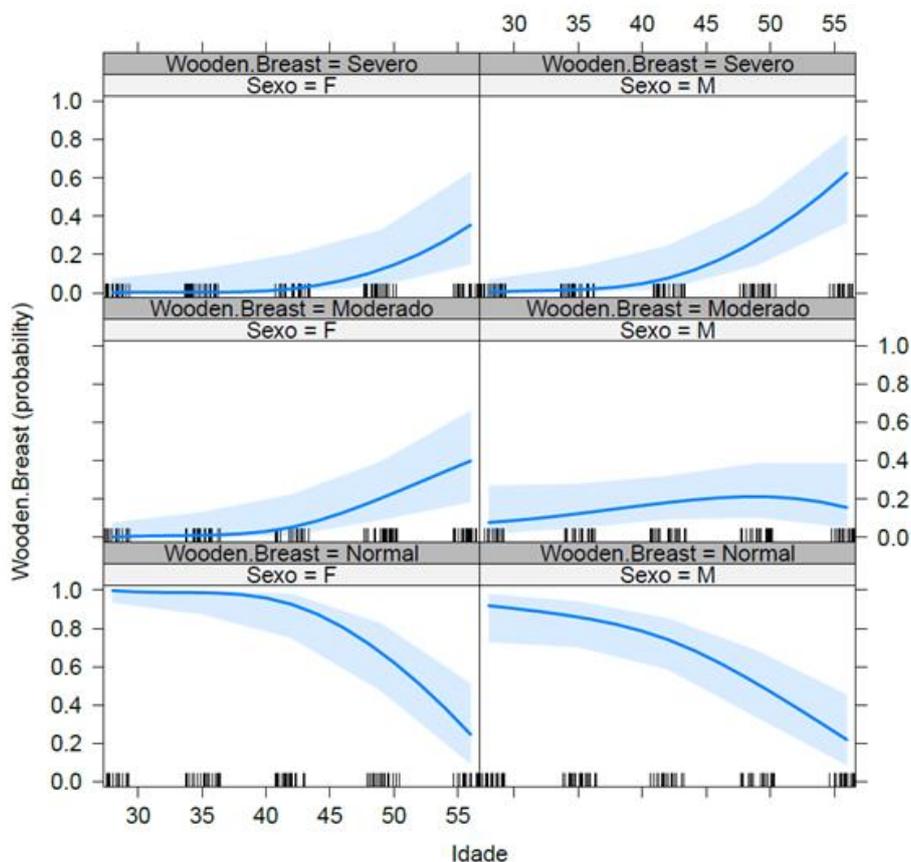
Para WB, também houve aumento significativo com o avanço da idade das aves. Entretanto, para as fêmeas a miopatia passou a incidir a partir do 42º dia, no terceiro abate, enquanto os machos apresentaram amostras acometidas pela WB no primeiro abate (Figura 10).

Figura 10 – Incidência de acometimento de Wooden Breast no músculo Pectoralis major das aves classificadas por idade e por sexo.



A incidência de graus mais severos de WB em machos foi confirmada com o gráfico de probabilidade com a interação sexo *versus* idade (Figura 11). Na figura é possível observar que a probabilidade de incidência da miopatia aumenta de forma constante com o passar da idade dos animais, assim como a gravidade do acometimento. Destaque para os machos, que aos 56 dias de idade possuem probabilidade de mais de 60% no acometimento da miopatia WB no grau severo, enquanto para as fêmeas a probabilidade é de 40%.

Figura 11 – Efeito da idade e do sexo nos níveis de acometimento de Wooden Breast no músculo Pectoralis major.



As repetições foram agrupadas de acordo com duas variáveis explicativas principais, resultando na formação de três grupos (Figura 12). As variáveis principais que geram o gráfico não são conhecidas, entretanto como todas as repetições tiveram identificação individual é possível afirmar que as repetições se agrupam praticamente conforme a idade das aves, sendo que o grupo 1 contempla os animais do primeiro e segundo abate, o grupo 2 contempla os animais do terceiro abate e alguns animais do quarto, e, o grupo 3 contempla a maioria dos animais do quarto e todos os animais do quinto abate. Não só a idade afetou a distribuição dos dados, como o sexo foi o fator determinante para a divisão das repetições do quarto abate entre os grupos 2 e 3. Enquanto as fêmeas do quarto abate permaneceram predominantemente no grupo 2, os machos foram agrupados no 3.

Figura 12 – Agrupamento das repetições conforme interferência das duas principais variáveis explicativas dos resultados.



Repetições representadas pelo seu número, agrupadas de acordo com a sua similaridade frente a duas principais características explicativas.

3.4 DISCUSSÃO

O peso vivo dos animais aumentou conforme eles ficaram mais velhos, o que é esperado pelo crescimento fisiológico dos animais, avanços na genética e com o fornecimento de uma dieta equilibrada e adequada para cada fase de crescimento. Os machos apresentaram maior peso vivo quando comparados com as fêmeas, o que está de acordo com outros estudos (BREWER et al., 2012; LIVINGSTON et al., 2020), uma vez que o ganho de peso e conversão alimentar dos machos são maiores do que das fêmeas.

A deposição de músculo é fortemente relacionada à genética do animal e aumenta conforme a idade da ave (BAÉZA et al., 2022). O sexo não teve influência no rendimento de carcaça, o que corrobora com estudos em que

animais de uma mesma linhagem comercial não apresentam diferença no rendimento de carcaça (BREWER et al., 2012). O rendimento de peito aumentou ao longo dos abates, com pequeno destaque para as fêmeas, que apresentaram melhor resultado ao longo de todas as idades. Em contrapartida, o rendimento de asa foi semelhante para ambos os sexos e diminuiu ao longo dos abates. O rendimento de pernas também diminuiu com a idade das aves, mas apresentou queda maior para as fêmeas, as quais tiveram discreto aumento no rendimento de dorso, resultado contrário ao apresentado pelos machos.

A presença e a gravidade de miopatias peitorais WS e WB foi maior nos machos em todas as idades observadas. A presença maior destas miopatias e seu acometimento de forma mais grave em machos já foi relatada em outros trabalhos (KUTTAPPAN, et al., 2013; LIVINGSTON et al., 2020; TROCINO et al., 2015), uma vez que apresentam crescimento mais precoce quando comparados com as fêmeas. Da mesma forma, graus moderados e severos das miopatias foram encontrados com maior frequência nos filés de peito maiores.

A composição química da carne também apresentou variações com o decorrer dos abates e, em alguns parâmetros, o sexo interferiu significativamente nos dados. O resultado do percentual de MS na carne teve comportamento inverso para machos e fêmeas. A diminuição de 2% que ocorreu entre o primeiro e o último abate para os machos pode ser explicada pelo aumento das miopatias peitorais, conforme outros resultados encontrados na literatura (LUCCA et al., 2019; PRAUD et al., 2020; THANATSANG et al., 2020), onde há maior teor de umidade em filés acometidos por WS e WB.

A porcentagem de proteína nos machos apresentou queda ao longo dos abates, enquanto para as fêmeas não houve diferença. A diminuição dos níveis de proteína no músculo do peito e o aumento de lipídeos pode ser explicada pelo aumento das miopatias peitorais, devido à degeneração miofibrilar, que provoca aumento de tecido conjuntivo e adiposo, e à diminuição das proteínas miofibrilares e sacoplasmáticas (KUTTAPPAN, et al., 2013; MUDALAL et al., 2014; PRAUD et al., 2020). Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores em estudos que avaliaram a composição química do músculo com WS (LUCCA et al., 2019; PRAUD et al., 2020) e WB (OLIVEIRA et al., 2021; THANATSANG et al., 2020). Consequentemente, o aumento de lipídeos para

ambos os sexos e a diminuição da proteína apresentados ao longo dos abates também acompanha um aumento da presença e do grau de acometimento por miopatias peitorais WS e WB.

O aumento do percentual de extrato etéreo para ambos os sexos ao longo dos abates pode ser explicado pelo aumento da presença e dos graus de miopatia WS, que têm por característica a lipidose, com notável aumento de gordura no músculo (BALDI et al., 2018; LUCCA et al., 2019; SILVA et al., 2018). Todavia, o aumento de gordura nas amostras das fêmeas foi mais expressivo, tendo percentual baixo nos primeiros abates. Essa diferença pode ser explicada pelo fato de que os machos apresentaram desde o primeiro abate filés acometidos por WS e em graus mais elevados quando comparado com as fêmeas.

A idade induziu a diminuição do índice a^* para valores negativos, diferente de outros trabalhos em que o índice de vermelho aumentou devido a tendência do conteúdo de mioglobina (pigmento heme) da carne do peito de frangos de corte aumentar com a idade (BERRI et al., 2001; SINGH et al., 2021). Vieira et al., (2021) encontraram resultados de a^* menores nos animais mais velhos, semelhante aos relatado neste estudo, todavia com valores de pH aumentando com a idade, o que não ocorreu neste estudo. O pH alto é frequentemente relacionado a valores maiores de a^* , entretanto neste estudo os valores de pH não foram elevados. De acordo com (BAÉZA; GUILLIER; PETRACCI, 2022), a seleção de frangos com alta taxa de crescimento e de rendimento de peito pode resultar na diminuição de a^* e aumento de b^* e L^* devido a uma diluição de pigmentos heme, o que justificaria os resultados encontrados.

O aumento da intensidade de amarelo (b^*) no músculo do peito pode estar relacionado ao aumento da presença de WS nas carcaças. Kuttappan et al., (2013) verificaram o aumento de b^* em filés de peito acometidos por WS em grau severo, resultado semelhante ao encontrado por Baldi et al., (2018) em filés acometidos por WS. A relação do aumento da intensidade de amarelo com a incidência de WS pode ser explicada pelo aumento da deposição de tecido adiposo nos filés, que apresentaram maior acometimento em quantidade e grau ao longo dos abates.

O aumento da luminosidade (L^*) das amostras conforme os animais ficaram mais velhos pode ser explicada pela diminuição da CRA, quando a carne perde a capacidade de reter água intracelular e conseqüentemente apresenta maior umidade aparente, que pode ser percebida como brilho na superfície (PUOLANNE, 2017). A incidência de WB em graus moderados e severos apresenta umidade visível na superfície do músculo do peito e acúmulo de tecido conjuntivo intersticial ou fibrose (SIHVO et al., 2014). Já a presença de WS, além de acúmulo de tecido conjuntivo, apresenta maior teor de lipídeos (LUCCA et al., 2019). Ambas as características citadas provocadas pelas miopatias podem ter influência direta na coloração das amostras, especialmente no aumento de L^* e de b^* . Carnes com maior teor de lipídeos tem maior capacidade de reflexão da luz, o que torna a carne aparentemente mais clara (WIDEMAN; O'BRYAN; CRANDALL, 2016).

O pH aferido após o *rigor mortis* teve valores muito próximos para ambos os sexos no primeiro abate, todavia as fêmeas apresentaram uma queda ao longo dos abates. Este resultado vai de encontro com outros estudos realizados. Panisson et al., (2022) encontraram valores de pH maior com o passar da idade das aves. Baldi et al., (2018) encontraram valores de pH maior em filés acometidos por WS.

3.5 CONCLUSÃO

O rendimento de carcaça aumentou com a idade da ave, de forma similar para ambos os sexos, assim como o rendimento de peito. Em contrapartida, os rendimentos de asa e de pernas diminuem com a idade da ave. As fêmeas apresentam queda mais significativa de rendimento de pernas com o avanço da idade, quando comparadas aos machos. Essa diferença no rendimento de pernas entre os sexos é compensada no rendimento de dorso, onde a fêmea apresenta ligeiro aumento no rendimento deste corte, comportamento contrário ao apresentado pelo macho.

A idade das aves afetou todos os parâmetros avaliados, provocando aumento de incidência e grau das miopatias WS e WB. Conforme as aves

ficaram mais velhas, a capacidade de retenção de água dos filés diminuiu, além de apresentarem maior teor lipídico e menor quantidade de proteína.

O sexo também influenciou na qualidade, composição da carne e no acometimento das miopatias estudadas. As fêmeas, de modo geral, conseguiram manter as características de qualidade de carne de composição química em melhores índices do que os machos enquanto envelheceram. Os machos tiveram maior acometimento e em graus mais altos de ambas as miopatias peitorais estudadas.

A incidência de WS contribuiu para aumento no teor de lipídeos na carne para ambos os sexos. Os machos mais velhos apresentaram menor teor de proteína e de matéria seca nas amostras, enquanto as fêmeas mais velhas mantiveram o nível de proteína e aumentaram o percentual de matéria seca.

A predição da incidência de miopatias e qualidade de carne em relação à idade e ao sexo mostrou-se uma ferramenta com potencial para auxiliar a indústria na definição de idade ao abate e alojamento de determinado sexo para os diferentes produtos comercializados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho foi possível confirmar que sexo e idade influenciam a ocorrência de miopatias peitorais e a qualidade de carne em frangos de corte. Aves mais velhas apresentam maior incidência de WS e WB, sendo que a primeira delas acomete em maior número e em maior gravidade. Já o sexo influencia de forma diferente a ocorrência das miopatias aqui estudadas, sendo os machos mais afetados e em maior gravidade por ambas.

A qualidade da carne diminuiu em aves mais velhas, e alguns resultados foram divergentes para machos e fêmeas. Entretanto, a ocorrência das miopatias também está relacionada aos resultados apresentados, e sugere-se que sejam realizadas análises em diferentes metodologias estatísticas para apurar a relevância do acometimento por WS e WB frente aos resultados obtidos.

Em relação a composição da carne, mais especificamente sobre o aumento do percentual de gordura em função da incidência de WS pode ser mais bem explorado com análises do perfil lipídico, a fim de verificar a importância desta variável na qualidade da carne.

Com o trabalho também foi possível demonstrar o aumento no rendimento de carcaça e de peito das aves conforme ficam mais velhas. Dados relevantes, visto o trabalho genético das últimas décadas realizado objetivando o rendimento de carcaça e de peito. Eficiência produtiva que permite que os animais atinjam o peso de abate cada vez mais jovens, e ofertando maior quantidade de carne nobre ao consumidor.

REFERÊNCIAS

- ABPA, A. B. DE P. A. **RELATÓRIO ANUAL ABPA 2023**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://abpa-br.org/abpa-relatorio-anual/>>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16. ed. [s.l: s.n.].
- BAÉZA, E.; GUILLIER, L.; PETRACCI, M. **Review: Production factors affecting poultry carcass and meat quality attributes**. *Animal* Elsevier B.V., , 1 fev. 2022.
- BAILEY, R. A. et al. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**, v. 94, n. 12, p. 2870–2879, 2015.
- BALDI, G. et al. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**, v. 12, n. 1, p. 164–173, 1 jan. 2018.
- BARBUT, S. Recent myopathies in broiler's breast meat fillets. **World's Poultry Science Journal**, v. 75, n. 4, p. 559–582, 1 dez. 2019.
- BERRI, C. et al. **Effect of Selection for Improved Body Composition on Muscle and Meat Characteristics of Broilers from Experimental and Commercial Lines**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0032579119417689?via%3Dihub>>. Acesso em: 6 jun. 2023.
- BOWKER, B.; ZHUANG, H. Relationship between water-holding capacity and protein denaturation in broiler breast meat¹. **Poultry Science**, v. 94, n. 7, p. 1657–1664, 23 abr. 2015.
- BREWER, V. B. et al. Big-bird programs: Effect of strain, sex, and debone time on meat quality of broilers. **Poultry Science**, v. 91, n. 1, p. 248–254, 2012.
- BRILYNN, B. et al. RNA-seq analysis reveals spatial and sex differences in pectoralis major muscle of broiler chickens contributing to difference in susceptibility to wooden breast disease. **Frontiers in Physiology**, v. 10, n. JUN, 2019.
- CAUBLE, R. N. et al. Research Note: Dietary phytase reduces broiler woody breast severity via potential modulation of breast muscle fatty acid profiles. **Poultry Science**, v. 99, n. 8, p. 4009–4015, 1 ago. 2020.

CÔNSOLO, N. R. B. et al. Using TD-NMR relaxometry to assess the effects of diet type and stocking rate on the incidence and degree of severity of myopathies in broilers. **Microchemical Journal**, v. 181, 1 out. 2022.

FALAKI, M. et al. Effects of Different Levels of Probiotic and Prebiotic on Performance and Carcass Characteristics of Broiler Chickens. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 9, n. 18, p. 2390–2395, 1 dez. 2010.

FERREIRA, T. Z. et al. An investigation of a reported case of white striping in broilers. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 4, p. 748–753, 19 maio 2014.

HAMM, R. **Advances in Food Research**. [s.l: s.n.]. v. 10

KUTER, E.; ÖNOL, A. G. Increased dietary methionine levels and supplemental L-carnitine do not prevent the development of white striping in broiler chickens. **Animal Feed Science and Technology**, v. 280, 1 out. 2021.

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

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

KUTTAPPAN, V. A. et al. Comparison of hematologic and serologic profiles of broiler birds with normal and severe degrees of white striping in breast fillets. **Poultry Science**, v. 92, n. 2, p. 339–345, 2013b.

LIVINGSTON, M. L. et al. Effect of broiler genetics, age, and gender on performance and blood chemistry. **Heliyon**, v. 6, n. 7, 1 jul. 2020.

LORENZI, M. et al. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. **Journal of Applied Poultry Research**, v. 23, n. 4, p. 754–758, 19 maio 2014.

LUCCA, J. W. et al. The White Striping myopathy in different broiler strains and its influence on composition and meat quality. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 71, n. 4, p. 1331–1338, 2019.

MAHARJAN, P. et al. **Review: Physiological growth trend of current meat broilers and dietary protein and energy management approaches for sustainable broiler production**. **Animal** Elsevier B.V., , 1 dez. 2021.

- MIR, N. A. et al. **Determinants of broiler chicken meat quality and factors affecting them: a review.** *Journal of Food Science and Technology* Springer India, , 1 set. 2017.
- MUDALAL, S. et al. Quantity and functionality of protein fractions in chicken breast fillets affected by white striping. *Poultry Science*, v. 93, n. 8, p. 2108–2116, 2014.
- MUDALAL, S.; ZAAZAA, A. Influence of Slaughter Age on the Occurrence and Quality Characteristics of White Striping and Wooden Muscle Abnormalities. *Food Science of Animal Resources*, v. 42, n. 3, p. 455–466, 2022.
- OLIVEIRA, R. F. DE et al. Physical, Chemical and Histological Characterization of Pectoralis major Muscle of Broilers Affected by Wooden Breast Myopathy. v. 11, p. 596, 2021.
- OLIVO, R.; OLIVO, N. **O Mundo das Carnes**. 3. ed. Criciúma: [s.n.]. v. 1
- PAMPOUILLE, E. et al. Mapping QTL for white striping in relation to breast muscle yield and meat quality traits in broiler chickens. *BMC Genomics*, v. 19, n. 1, 20 mar. 2018.
- PANISSON, J. C. et al. Energy and nutrient intake on white striping, wooden breast and carcass composition in broilers from three genetic lineages at different ages. *Animal Feed Science and Technology*, v. 285, 1 mar. 2022.
- PEKEL, A. Y. et al. Effects of reducing dietary amino acid density and stocking density on growth performance, carcass characteristics, meat quality, and occurrence of white striping in broiler chickens. *Poultry Science*, v. 99, n. 12, p. 7178–7191, 1 dez. 2020.
- PETRACCI, M. et al. **Color Variation and Characterization of Broiler Breast Meat During Processing in Italy.** [s.l.: s.n.].
- PRAUD, C. et al. Molecular Phenotyping of White Striping and Wooden Breast Myopathies in Chicken. *Frontiers in Physiology*, v. 11, 24 jun. 2020.
- PUOLANNE, E. Developments in Our Understanding of Water-Holding Capacity in Meat. Em: **New Aspects of Meat Quality.** [s.l.] Elsevier, 2017. p. 167–190.
- ROSTAGNO, L. et al. **Tabelas Brasileiras Para Aves e Suínos.** 4ª Edição ed. Viçosa - MG: [s.n.].

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, 1 maio 2014.

SILVA, A. C. M. DA et al. **Chemical composition of breast meat from broiler chickens and turkeys affected by white striping and deep pectoral myopathies.** [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://simtec.fatectq.edu.br/index.php/simtec/article/view/384/261>>. Acesso em: 25 maio. 2022.

SINGH, M. et al. Comparison of performance and carcass composition of a novel slow-growing crossbred broiler with fast-growing broiler for chicken meat in Australia. **Poultry Science**, v. 100, n. 3, 1 mar. 2021.

SOUZA, B. M. S. DE. **Processamento Tecnológico e Inspeção Sanitária de Produtos de Origem Animal.** 1. ed. Curitiba: [s.n.]. v. 1

TASONIERO, G. et al. Effect of spaghetti meat abnormality on broiler chicken breast meat composition and technological quality. **Poultry Science**, v. 99, n. 3, p. 1724–1733, 1 mar. 2020.

THANATSANG, K. V. et al. Nutritional properties and oxidative indices of broiler breast meat affected by wooden breast abnormality. **Animals**, v. 10, n. 12, p. 1–16, 1 dez. 2020.

TROCINO, A. et al. 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.

VIEIRA, V. et al. Effect of age and different doses of dietary vitamin E on breast meat qualitative characteristics of finishing broilers. **Animal Nutrition**, v. 7, n. 1, p. 163–167, 1 mar. 2021.

WEIMER, S. L. et al. Differences in carcass composition and meat quality of conventional and slow-growing broiler chickens raised at 2 stocking densities. **Poultry Science**, v. 101, n. 6, 1 jun. 2022.

WIDEMAN, N.; O'BRYAN, C.; CRANDALL, P. Factors affecting poultry meat colour and consumer preferences - A review. **World's Poultry Science Journal**, p. 353–366, 2016.

WOELFEL, R. L. et al. The characterization and incidence of pale, soft, and exudative broiler meat in a commercial processing plant. **Poultry Science**, v. 81, n. 4, p. 579–584, abr. 2002.

XING, T. et al. Characteristics and incidence of broiler chicken wooden breast meat under commercial conditions in China. **Poultry Science**, v. 99, n. 1, p. 620–628, 1 jan. 2020.

YANG, N. et al. Denaturation manner of sarcoplasmic proteins in Pale, Soft and Exudative meat determines their positive impacts on myofibrillar water-holding capacity. **Meat Science**, v. 185, 1 mar. 2022.

ANEXO A – COMPROVANTE DO CEUA



Universidade do Estado de Santa Catarina

Comissão de Ética no
Uso de Animais

CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "Efeitos da idade e sexo sobre incidência de anomalias peitorais, rendimento de cortes, composição química e qualidade da carne de frangos de corte abatidos em diferentes idades.", protocolada sob o CEUA nº 3825210622 (ID 001589), sob a responsabilidade de **Marcel Manente Bolago** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **APROVADA** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade do Estado de Santa Catarina (CEUA/UDESC) na reunião de 01/07/2022.

We certify that the proposal "Age and sex effects on the incidence of chicken breast anomalies, cuts and carcass yield, chemical composition and meat quality of broilers slaughtered at different ages.", utilizing 200 Birds (males and females), protocol number CEUA 3825210622 (ID 001589), under the responsibility of **Marcel Manente Bolago** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **APPROVED** by the Ethic Committee on Animal Use of the University of Santa Catarina State (CEUA/UDESC) in the meeting of 07/01/2022.

Finalidade da Proposta: Pesquisa (Acadêmica)

Vigência da Proposta: de 07/2022 a 09/2022 Área: Zootecnia

Origem: Animais provenientes de estabelecimentos comerciais

Espécie: Aves sexo: Machos e Fêmeas idade: 1 a 70 dias N: 200

Linhagem: Ross Peso: 40 a 5000 g

Lages, 14 de julho de 2023

José Cristani
Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina

Pedro Volkmer de Castilhos
Vice-Coordenador da Comissão de Ética no Uso de Animais
Universidade do Estado de Santa Catarina