

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

RENATA ALVES TEIXEIRA ABREU

**INFLUÊNCIA DOS FATORES PRÉ-ABATE SOBRE A INCIDÊNCIA DE
MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE**

LONDRINA
2018

RENATA ALVES TEIXEIRA ABREU

**INFLUÊNCIA DOS FATORES PRÉ-ABATE SOBRE A INCIDÊNCIA DE
MIOPATIAS EM FRANGOS DE CORTE**

Defesa de mestrado, apresentada ao Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, câmpus Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr. Margarida Yamaguchi
Coorientador: Prof. Dr. Elizabeth Mie Hashimoto

LONDRINA
2018

TERMO DE LICENCIAMENTO

Esta Dissertação está licenciada sob uma Licença Creative Commons *atribuição uso não-comercial/compartilhamento sob a mesma licença 4.0 Brasil*. Para ver uma cópia desta licença, visite o endereço <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/> ou envie uma carta para Creative Commons, 171 Second Street, Suite 300, San Francisco, Califórnia 94105, USA.



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

A162i Abreu, Renata Alves Teixeira

Influência dos fatores pré-abate sobre a incidência de miopatias em frangos de corte / Renata Alves Teixeira Abreu. - Londrina : [s.n.], 2018.
44 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Margarida Yamaguchi

Coorientadora: Prof^ª Dr^ª Elizabeth Mie Hashimoto

Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Londrina, 2018.
Bibliografia: f. 39-42.

1. Indústria avícola. 2. Frango de corte. 3. Músculos - Doenças. I. Yamaguchi, Margarida, orient. II. Hashimoto, Elizabeth Mie, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. IV. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. V. Título.

CDD: 664

Ficha catalográfica elaborada por Cristina Benedeti Guilhem - CRB: 9/911

FOLHA DE APROVAÇÃO

Título da Dissertação Nº

“Influência dos fatores pré-abate sobre a incidência de miopatias em frangos de corte”

por

Renata Alves Teixeira Abreu

Esta dissertação foi apresentada como requisito parcial à obtenção do grau de MESTRE EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos, pelo Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos – PPGTAL – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Londrina, às 8h30m do dia 31 de agosto de 2018. O trabalho foi aprovado pela Banca Examinadora, composta por:

Dra. Margarida Masami Yamaguchi
(Presidente)

Dra. Adriana Lourenço Soares Russo
(UEL)

Dr. Denis Fabricio Marchi
(IFPR)

Visto da coordenação:

Prof. Lúcia Felicidade Dias, Dra.
(Coordenadora do PPGTAL)

“A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ENCONTRA-SE NA COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS”

RESUMO

ALVES TEIXEIRA ABREU, Renata. **Influência dos fatores pré-abate sobre a incidência de miopatia em frangos de corte.** 2018. 44f. Dissertação (Mestrado Profissional em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2018.

Devido à melhora no rendimento do peito de frangos de corte observou-se na indústria o surgimento de alterações musculares prejudiciais. Sendo elas conhecidas como miopatias, acometendo principalmente o músculo peitoral das aves. São elas, a Miopatia Peitoral Profunda (MPP), *wooden breast* (WB), mais conhecida como “peito de madeira” e *white striping* (WS). Este estudo avaliou a incidência de miopatia dentro da indústria e correlacionou com os fatores número de cabeças do lote, peso vivo, gênero (macho e fêmea), linhagem (A, B e C) e distância em quilômetros da granja até o frigorífico. Foram coletados os dados numéricos de todos lotes abatidos em um frigorífico situado no norte do Paraná, Brasil, compreendidos no período de janeiro a setembro de 2017, e analisados estatisticamente para correlacionar com a incidência da miopatia. Para isso foram estimados os modelos estatísticos de regressão Poisson, regressão quase-Poisson e regressão binomial negativa. O número de cabeças por lote apresentou relação linear com o número de aves com miopatia. Houve um aumento relativo de 73,9% no número de aves com miopatia em frangos machos. Para cada quilômetro de distância da granja até o frigorífico houve um aumento relativo de 0,06% no número de aves com miopatia. Observou-se uma forte correlação entre o número de aves com miopatia e o peso vivo. A linhagem A foi a que apresentou maior dispersão no número de aves com miopatia, porém não houve diferença significativa entre as linhagens. Em conclusão, a incidência de miopatia é de grande preocupação e pode afetar mais severamente aves que provêm de locais mais distantes, são machos, com maior número de cabeças e peso vivo no lote.

Palavras-chave: *Wooden breast*. Miopatia Peitoral Profunda. *White striping*. Linhagem. Bem-Estar Animal.

ABSTRACT

ALVES TEIXEIRA ABREU, Renata. **Influence of pre-slaughter factors on the incidence of myopathy in broiler chickens.** 2018. 44f. Dissertation (Professional Master in Food Technology)- Federal Technology University - Parana. Londrina, 2018.

Due to the improvement in the broiler performance of broiler chickens, the appearance of harmful muscle alterations has been observed in the industry. These are known as myopathies, affecting mainly the pectoral muscle of birds. These are Deep Pectoral Myopathy (MPP), wooden breast (WB), better known as "wooden breast" and white striping (WS). This study evaluated the incidence of myopathy within the industry and correlated with the number of heads of the lot, live weight, gender (male and female), lineage (A, B and C) and distance from farm to refrigerator. Data were collected from all batches slaughtered in a refrigerator located in northern Paraná, Brazil, from January to September 2017, and analyzed statistically to correlate with the incidence of myopathy. Statistical models of Poisson regression, quasi-Poisson regression and negative binomial regression were estimated. The number of heads per plot presented a linear relation with the number of birds with myopathy. There was a relative increase of 73.9% in the number of birds with myopathy in male chickens. For each kilometer from the farm to the slaughterhouse there was a relative increase of 0.06% in the number of birds with myopathy. There was a strong correlation between the number of birds with myopathy and live weight. Lineage A showed the greatest dispersion in the number of birds with myopathy, but there was no significant difference between the lines. In conclusion, the incidence of myopathy is of great concern and can affect more severely birds that come from more distant places, are males, with more heads and live weight in the lot.

Keywords: Wooden breast. Deep Pectoral Myopathy. White striping. Lineage. Animal welfare.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização anatômica do músculo <i>Pectoralis major</i> (1), <i>Supracoracoideus</i> (2), úmero (3), Esterno (4) e Clavícula (5).....	14
Figura 2 – Músculo peitoral menor exibindo miopatia peitoral profunda.....	18
Figura 3 – Músculo peitoral maior apresentando “ <i>Wooden breast</i> ” (peito de madeira).....	19
Figura 4 – Filés de frango apresentando “ <i>White Striping</i> ”. Score 0 representa filés normais, scores 1 e 2 representam “ <i>White striping</i> ” moderado e score 3 representa “ <i>White striping</i> ” severo nos Filés.....	21
Figura 05 – Gráfico normal de probabilidades referente ao modelo quase-Poisson (a) e modelo binomial negativa (b).....	27
Figura 06 – Gráfico de relação média e variância.....	28
Figura 7 – Histograma (a) e gráfico de linhas (b) do número de aves com miopatia...	28
Figura 08 – Diagrama de dispersão.....	29
Figura 09 – <i>Boxplot</i> do número de aves com miopatia estratificado pela distância categorizada.....	30
Figura 10 – <i>Boxplot</i> estratificado por linhagem (a) e estratificado por gênero (b).....	32
Figura 11 – Círculo de correlações	35
Figura 12 – Biplot para grupo de linhagem A em função da linhagem (a) e do gênero(b).....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão Poisson	25
Tabela 2 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão quase-Poisson.....	26
Tabela 3 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativa....	26
Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativa final.....	33

LISTA DE SIGLAS

ABPA	Associação Brasileira de Proteína Animal
WB	Wooden Breast
WS	White Striping
MPP	Miopatia Peitoral Profunda
MAPA	Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento
FAWC	Farm Animal Welfare Council

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	07
2 OBJETIVO	09
2.1 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	09
3 REFERENCIAL TEÓRICO	10
3.1 AVICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO.....	10
3.2 MELHORAMENTO GENÉTICO E RENDIMENTO DE FRANGOS DE CORTE.....	11
3.3 BEM ESTAR ANIMAL.....	12
3.4 ANATOMIA E HISTOLOGIA DO MÚSCULO PEITORAL.....	13
3.4.1 Alterações no músculo peitoral.....	14
3.5 MIOPATIAS NA INDÚSTRIA.....	16
3.5.1 Miopatia peitoral profunda.....	17
3.5.2 Wooden breast.....	18
3.5.3 White striping.....	20
4 MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1 Análise de Miopatia por gênero.....	23
4.2 Análise de Miopatia por linhagem.....	24
4.4 Análise de Miopatia por cabeças do lote e peso vivo.....	24
4.4 Análise de Miopatia distância.....	24
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6 CONCLUSÃO	38
REFERÊNCIAS	39
APÊNDICE	44

1 INTRODUÇÃO

O consumo da carne de frango vem aumentando com o passar dos anos. Somente no ano de 2016 a produção de carne de frango foi de 12,90 milhões de toneladas, sendo que as exportações foram responsáveis por 34% desta produção, indicando que grande parte da produção realizada atende as exigências de outros países, tanto do ponto de vista de produção como do ponto de vista de qualidade e segurança (ABPA, 2017).

A carne de frango se destaca pelo seu baixo custo e também pelo seu alto valor nutricional, entre eles o alto teor de proteínas e o baixo teor de gorduras como o colesterol. Além disso fornece benefícios à saúde humana por possuir substâncias bioativas como ácidos graxos essenciais (CAVANI et al., 2009).

O consumo da carne de frango aumentou significativamente ao longo dos últimos 50 anos. De acordo com dados da ABPA (2017) no ano de 1950 o consumo “*per capita*” de carne de frango era de 4kg por habitante ao ano, passando para 41kg por habitante no ano de 2016. Desse modo houve urgência em aumentar a produção a fim de atender esta demanda, levando as indústrias a realizar melhoramento e seleção genética das aves a fim de obter maior rendimento e crescimento mais rápido.

Como grande parte das exportações está concentrada no consumo de cortes, tendo como principal consumo a carne do peito de frango, as linhagens selecionadas apresentaram um rendimento maior da carne do peito. O músculo peitoral destas linhagens chegava a atingir 85% de aumento em frangos machos em relação às linhagens de crescimento lento (DA CRUZ, 2016).

Como consequência deste melhoramento no rendimento do peito, começou-se a perceber na indústria o surgimento de anomalias no músculo peitoral das aves. O crescimento acelerado do músculo acabou afetando a estrutura muscular e os mecanismos de reparo. O aumento das fibras musculares, a redução do espaço do tecido conjuntivo, a limitação do suporte sanguíneo e a alteração do metabolismo muscular levou a alterações morfológicas, aumentando a degeneração e necrose das fibras musculares, o que pode ter resultado no aparecimento de diferentes miopatias no peito como a miopatia peitoral profunda, o “*Wooden breast*” (peito de madeira) e o “*White striping*” (estriamento branco) (VELLEMANN, 2015).

A miopatia peitoral profunda acomete o musculo peitoral menor, levando a necrose, tornando-o impróprio ao consumo humano. O músculo sofre alteração na coloração que varia de amarelo a esverdeado, sendo mais conhecido na indústria avícola como “doença do músculo verde” (BAILEY, 2015).

Já as miopatias “*Wooden breast*” e “*White striping*” não trazem danos à saúde humana, porém devido à presença de linhas brancas no filé e ao endurecimento e exsudação do peito causadas por estas miopatias, a aparência da carne “*in natura*” torna-se desagradável, reduzindo significativamente a aceitação pelo consumidor (KUTTAPPAN et al., 2012b).

Além disso, as indústrias ainda não conseguem fazer distinção e destinação específica e adequada das diferentes miopatias, tendo em vista a desatualização da legislação vigente como o Regulamento de Inspeção Industrial de Produtos de Origem Animal (RIISPOA) e Portaria 210/98, nos quais não consta ainda a definição e destinação de carcaças com estas anomalias recentes. Levando muitas vezes à condenação das carcaças inteiras na linha de inspeção, ou ao seu aproveitamento como ingrediente para matérias-primas na fabricação de produtos de menor valor, reduzindo seu valor comercial e resultando em grandes perdas econômicas para as indústrias avícolas de todo o mundo.

2 OBJETIVO

Avaliar a incidência de miopatias em frangos e sua correlação com linhagem e manejo em uma linha comercial de abate.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Correlacionar a incidência de miopatias em frangos com a distância percorrida até o frigorífico;
- Avaliar incidência de miopatias por gênero (macho e fêmea);
- Analisar miopatias ocorridas por linhagem (A, B e C);
- Realizar levantamento das miopatias ocorridas de acordo com peso vivo dos lotes abatidos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 AVICULTURA NO BRASIL E NO MUNDO

A avicultura Brasileira vem ocupando lugar de destaque no cenário mundial. Somente no ano de 2016, a produção de carne de frango atingiu 12,90 milhões de toneladas, tornando o Brasil o segundo maior produtor de aves do mundo, ficando atrás apenas dos Estados Unidos com 18,26 milhões de toneladas. Além disso no ano de 2016 o Brasil ocupou o primeiro lugar em exportações de carnes de aves com 4,38 milhões de toneladas, seguido pelos Estados Unidos com 3,01 milhões de toneladas e pela União Européia com 1,27 milhões de toneladas. De toda a produção de carnes de aves realizada em 2016, 34% foram destinadas à exportação, destacando a qualidade da carne brasileira. A produção de cortes foi responsável por 59% das exportações realizadas (ABPA,2017).

De acordo com Petracci et al. (2013), desde a década de 50 até os dias atuais o consumo de carne de frango aumentou rapidamente e continua a crescer. Essa demanda pressionou as indústrias a melhorar o rendimento das aves. Hoje frangos são comercializados em cerca da metade do tempo e com rendimento maior em comparação com 50 anos atrás.

Segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (2017) no ano de 1950 o consumo “*per capita*” de carne de frango era de 4kg, passando para 41kg no ano de 2016.

Como grande parte das exportações está concentrada no consumo de cortes, tendo como principal consumo a carne do peito de frango as indústrias avícolas acabaram investindo fortemente em melhorias genéticas, nutricionais e de sanidade avícola (DA CRUZ, 2016). Obtendo frangos de corte com um crescimento 400% maior e uma conversão alimentar 50% menor do que a de frangos de corte obtidos no ano de 1957. Dessa forma o músculo peitoral (*pectoralis major*) de machos e fêmeas obteve um aumento de 79% e 85% respectivamente (ZUIDHOF et al., 2014).

3.2 MELHORAMENTO GENÉTICO E RENDIMENTO DE FRANGOS DE CORTE

Devido à grande pressão colocada sobre os produtores avícolas para que ocorresse o aumento acelerado na produção de carnes dos últimos anos, foi necessária a melhora nos perfis de alimentação, genética, a fim de se obter maior crescimento, melhora na conversão alimentar, aumento do músculo peitoral e diminuição da gordura cavitária abdominal (BARBUT et al., 2008).

Nos últimos 15 anos os investimentos em melhorias também afetaram positivamente a taxa de mortalidade das aves que apresentou uma queda de 0,05% ao ano. A condenação total da carcaça também caiu de 1,79% para 0,24%, demonstrando a influência destas melhorias na saúde e bem estar do animal (BAILEY, et al., 2015).

Segundo Havenstein, Fertket e Qureshi (2003), desde o ano de 1940 as indústrias já se especializavam na aplicação genética para a seleção de frangos. A genética empregada empenhava-se no aumento da taxa de crescimento e redução da conversão alimentar até a idade considerada ideal para o abate do frango. Além dessas mudanças na genética, foram realizadas gestões na nutrição das aves combinadas com práticas de manejo mais modernas, aumentando dessa forma a capacidade de produção das indústrias, sem que o preço do frango para o consumidor aumentasse exacerbadamente, facilitando o acesso com mais qualidade e menor preço.

Em resposta a mudança no consumidor, os geneticistas forçaram-se a dar foco em parâmetros economicamente importantes como o rendimento e taxa de conversão alimentar (HUNTON, 2006). Embora tenham havido alterações em fatores ambientais como manejo e alimentação, 85% a 90% atribui-se à genética (ZUIDHOF et al., 2014).

Segundo Mitchell e Sandercock (2004) como qualquer sistema do corpo, o sistema muscular pode apresentar patologias que afetam a qualidade da carne do peito, sendo de grande efeito para a indústria de aves, tendo em vista que carcaças afetadas por condições patológicas no peito têm seu valor e aceitação diminuídos, e, em alguns casos a condenação parcial ou total da carcaça, gerando grandes perdas econômicas para os produtores de carne de frango.

Em relação ao papel da genética, não se sabe ao certo se a ocorrência de miopatias está relacionada às características genéticas dos frangos de corte, ou ao

desempenho crescente de linhas genéticas distintas (KUTTAPPAN et al., 2013b). No entanto, alguns pesquisadores sugerem que a intensa seleção genética de aves pode ter relação com o surgimento desta patologia.

3.3 BEM-ESTAR ANIMAL E QUALIDADE DA CARNE

Segundo dados da Farm Animal Welfare Council (FAWC), há cinco liberdades que devem ser consideradas em relação às aves destinadas ao abate. Segundo estes princípios as aves devem ser livres de medo e angústia, livres de dor, sofrimento e doenças, livres de fome e sede, livres de desconforto e livres para expressar seu comportamento normal.

A fim de garantir que estes princípios sejam executados, a ABPA criou o Protocolo de Bem Estar para frangos de corte de 2016, o qual especifica que para garantir o Bem Estar da ave até o momento do abate é necessário garantir que as instalações e equipamento nas granjas estejam adequados de forma a proporcionar proteção e conforto às aves no alojamento. Para isso é necessário se ter ventilação, temperatura e umidade apropriadas. Além disso é necessário garantir boa alimentação e nutrição e períodos de luz adequados. A apanha deve ser realizada de forma a evitar brutalidade e maus tratos. E o transporte deve ser feito de modo a garantir boas condições e minimizar o estresse térmico (ABPA, 2017).

Além disso é de extrema importância que os animais sejam descarregados o mais rapidamente possível após a chegada. E se for inevitável uma espera, os mesmos necessitam ser protegidos contra condições climáticas extremas e permanecer em ventilação e umidade adequadas. Animais acidentados ou feridos durante o transporte devem ser submetidos ao abate emergencial, não devendo permanecer em espera de modo a evitar sofrimento (BRASIL, 2000)

Segundo Sandercock et al. (2001), a exposição ao estresse térmico causa a elevação acentuada nos níveis plasmáticos de citocina quinase, indicando dano muscular esquelético ou miopatia. Dessa forma tanto a criação quanto o transporte devem ser realizados de forma a garantir o conforto térmico e bem-estar das aves. Bailey et al. (2015) confirmaram a importância no papel dos fatores ambientais na incidência de miopatias no músculo do peito de frangos de corte.

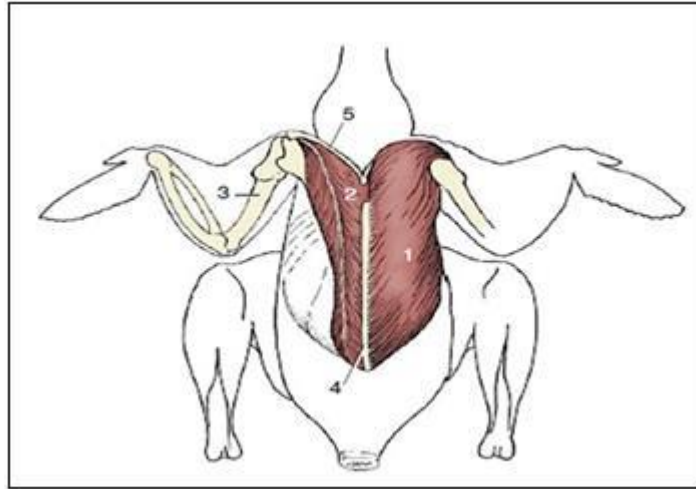
3.4 ANATOMIA E HISTOLOGIA DO MÚSCULO PEITORAL

A estrutura muscular das aves é caracterizada pela formação de feixes de fibras musculares. A quantidade de fibras pode variar de 50 a 300 em um feixe e seu tamanho também pode variar. Cada fibra muscular é separada por uma camada de tecido conjuntivo chamada de endomísio e os feixes de fibras musculares são separados por uma camada de tecido conjuntivo perimisial. A interconexão do epimísio, perimísio e endomísio fornecem um suporte estrutural para os músculos. Alterações ocorridas nesta estrutura morfológica do músculo podem afetar a qualidade da carne, uma vez que a qualidade da carne é um reflexo da estrutura morfológica e biológica do músculo (VELLEMANN, 2015).

De acordo com Marcato (2007), na ave adulta o músculo esquelético representa 50% do total da proteína corporal, já nas aves em crescimento a quantidade de proteína proveniente de músculo corresponde a 65%. De acordo com o autor o número de fibras está relacionado com a taxa de crescimento da ave. Dessa forma as aves selecionadas para crescimento rápido apresentam cerca de 25% mais fibras musculares que as de crescimento lento. Os frangos de corte mais jovens e as fêmeas apresentam fibras musculares menores que os machos com a mesma idade. Assim, machos com a mesma idade de fêmeas se tornam mais pesados no momento do abate.

Conforme descrito por Dyce, Sack e Wensing (2004) o músculo *Pectoralis* (músculo peitoral) está localizado ao radio e seu tendão pára subcutaneamente sobre a superfície do crânio dorsal da articulação do carpo, terminando na extremidade proximal do osso metacárpico originado na quilha do esterno e clavícula conforme demonstrado na figura 1. O músculo *pectoralis* dividido em três porções: porção torácica, propatagial e abdominal.

Figura 1 - Localização anatômica do músculo *Pectoralis major* (1). *Supracoracoideus* (2), úmero (3), Esterno (4) e Clavícula (5).



Fonte: Dyce, Sack e Wensing, 2004

O músculo peitoral maior é o principal responsável pela força do movimento rítmico do bater de asas coordenado, sendo caracterizado como um músculo de rápida contração. Apresenta como a maioria dos músculos as proteínas de contração actina e miosina além de suas proteínas associadas, conferindo ao músculo na sua totalidade a aparência estriada (DYCE, SACK e WENSING, 2004).

De acordo com Dyce, Sack e Wensing (2004), a fibra muscular esquelética apresenta de 1 a 40 mm de comprimento e varia de 10 a 100 μm de diâmetro.

As melhorias nas taxas de crescimento do músculo peitoral estão associadas à muitas implicações importantes na qualidade da carne obtida. Além de estarem relacionadas com modificações histológicas e bioquímicas dos tecidos musculares que levam a diferentes tipos de miopatias (BAILEY et al., 2015).

3.4.1 Alterações no músculo peitoral

A seleção realizada para aumentar a taxa de crescimento, acabou afetando a estrutura muscular e os mecanismos de reparo, principalmente do músculo peitoral. Com o aumento dos diâmetros das fibras musculares o espaço do

tecido conjuntivo foi reduzido, limitando o suporte sanguíneo e alterando o metabolismo muscular. Essas alterações morfológicas ocorridas aumentaram a degeneração e necrose das fibras musculares, o que pode ter resultado no aparecimento de miopatias no peito (VELLEMANN, 2015).

As linhagens selecionadas apresentam maior densidade de fibras de contração rápida. Estas são caracterizadas por um diâmetro maior e uma menor taxa de degradação de proteínas em comparação com linhagens não selecionadas. Esse aumento da fibra muscular está associado a uma menor capilarização, o que pode ocasionar deficiência no suprimento de oxigênio e nutrientes para as células musculares. Também pode ter associação com a deficiente eliminação de produtos metabólicos gerados que podem comprometer a fibra muscular, bem como sua funcionalidade, resultando em desregulação homeostática. Além disso, a alta concentração de cálcio pode ativar enzimas proteolíticas e lipolíticas, ocasionando disfunção da membrana e aumento da concentração plasmática de enzimas como a creatina quinase e a lactato desidrogenase, presentes em alterações musculares (PETRACCI et al., 2015).

O tecido conjuntivo do músculo peitoral apresenta milhares de células com funções de conexão de tecidos, sustentação e preenchimento. As células em maior quantidade no tecido conjuntivo são os fibroblastos. Estes possuem a função de sintetizar as fibras colágenas e elásticas e são ativados principalmente pelos macrófagos quando produzem mediadores de crescimento. Após ativados, os fibroblastos iniciam a produção de colágeno denominada fibroplasia (JUNQUEIRA E CARNEIRO, 2004)

Quando lesionado, o músculo esquelético apresenta capacidade de regeneração. Porém quando a lesão leva a uma destruição celular maior, ocorre a proliferação de tecido conjuntivo. Os macrófagos são fundamentais na regulação e equilíbrio do tecido, no controle de danos e na regeneração do tecido lesionado. Porém, quando a área muscular é substituída pelo tecido fibroso a regeneração completa é inibida. Depois da degeneração da fibra muscular, ocorre uma revascularização da área lesionada e a ativação das células inflamatórias para a remoção do tecido necrosado. É necessária a formação do tecido conjuntivo de cicatrização a fim de manter as extremidades das miofibrilas conectadas (DA CRUZ, 2016).

O fibroblasto é indispensável para a homeostase dos tecidos e reparação de lesões, porém é um intermediário nas doenças fibróticas crônicas, nas quais a inflamação presente desencadeia atividade desregulada dos fibroblastos. Se houver falha na regeneração muscular a lesão é infiltrada por adipócitos (MANN et al., 2011).

Em aves selecionadas para crescimento rápido, o músculo peitoral apresenta redução do espaçamento dos tecido conjuntivo e perimisial, o que limita o espaço disponível para os capilares e reduz a remoção do ácido láctico do músculo. O ácido láctico deve ser totalmente removido pelo sistema circulatório e convertido em glicogênio pelo fígado (VELLEMANN et al., 2003).

3.5 MIOPATIAS NA INDÚSTRIA AVÍCOLA

Alguns estudos demonstraram que aves de crescimento rápido podem exibir alta incidência de miopatias a curto ou longo prazo como a Miopatia Peitoral Profunda (MPP), além de maior susceptibilidade a miopatias induzidas pelo estresse, que podem levar a implicações de grandes proporções na qualidade da carne, além de condições de processamento anormais ocasionadas pelo estresse pré-abate como o PSE (Pale, Soft, Exudative) em que a carne obtida no processo final apresenta-se pálida, mole e exudativa (PETRACCI; CAVANI, 2012).

Anormalidades também foram observadas no músculo peitoral maior caracterizadas pela presença de proteínas degenerativas miofibrilares que prejudicam o funcionamento das membranas celulares. A migração destas proteínas pode ser explicada pelo aumento da taxa de crescimento do músculo, que excede a taxa de crescimento considerada fisiologicamente sustentável ocasionando danos musculares (KUTTAPPAN et al., 2013a).

Outras duas recentes miopatias têm sido observadas dentro da indústria avícola e têm preocupado os produtores de frangos de corte até mais que a miopatia peitoral profunda. São elas o “*Wooden breast*” (WB) (peito de madeira) e “*White striping*” (WS) ou estriamento branco. Ambas acometem o músculo *pectoralis major* (peitoral maior) afetando a qualidade e rendimento final do frango de corte

(PETRACCI et al., 2013), e, conseqüentemente as exportações, visto que a maior parte delas está concentrada em venda de cortes e não em inteiros (ABPA, 2017). Além disso, dados atuais mostram que estas duas miopatias atingem diversas linhagens de frangos de cortes comerciais e podem ser encontradas isoladamente ou em conjunto (SIHVO et al., 2014).

Em vários estudos realizados observou-se que as miopatias não estão associadas ao envolvimento de agentes etiológicos, porém um alto percentual de aves ainda é descartado em linhas de inspeção, tendo em vista a ausência de categoria na legislação onde a patologia se enquadre. Atualmente, carcaças que apresentam dano muscular são condenadas como Aspecto Repugnante, visto que ocorre alteração na aparência visual da carne (BRASIL, 1998).

3.5.1 Miopatia Peitoral Profunda

Sendo uma das primeiras miopatias relatadas na indústria avícola, a Miopatia Peitoral Profunda (MPP) acomete desde de perus até frangos de corte. Trata-se de uma condição que envolve isquemia (falta de oxigenação muscular) e necrose do músculo peitoral menor (supracoracóideo) também conhecido como filezinho “*Sassami*” (BAYLEI, 2015).

Segundo Dyce, Sack e Wensing (2004), o músculo peitoral menor é responsável pelo levantamento da asa. Devido limitação ocasionada pela fásia inelástica que circunda o músculo e à sua localização limitada ao lado do esterno, o peitoral menor é incapaz de se expandir, sofrendo oclusão das artérias peitoral, cranial e caudal. Em consequência a pressão das artérias dentro do músculo aumenta, comprimindo o retorno venoso, causando uma perda da capacidade metabólica oxidativa e destruição da arquitetura muscular. Após a isquemia, ocorre uma necrose rápida no músculo originando hemorragia que afeta a coloração do musculo que adquire tonalidades de amarelo à esverdeado. Essa coloração deu origem ao nome mais usual na indústria, onde é conhecida como “doença do músculo verde”, como é possível observar na figura 2 (BAYLEI, 2015).

Figura 2 – Músculo peitoral menor exibindo miopatia peitoral profunda.



Fonte: Bailey (2015)

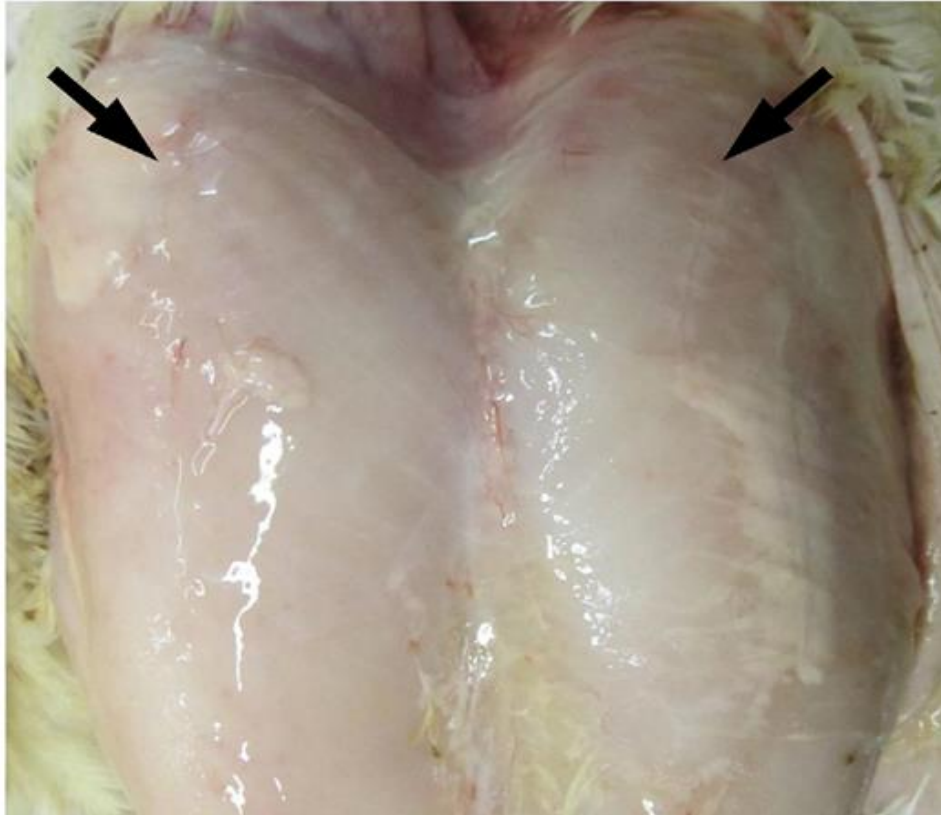
De acordo com Lien et al. (2012) práticas adequadas de manejo pré-abate podem minimizar a incidência desta miopatia na indústria.

3.5.2 *Wooden breast*

O peito de madeira (WB) caracteriza-se por uma miopatia que ocasiona o endurecimento do músculo peitoral maior, mais especificamente na parte proximal do filé, porém o endurecimento pode ser percebido em todo o músculo em casos mais severos. Além disso, é possível observar coloração pálida, presença de exsudado estéril na superfície do músculo e, em alguns casos, presença de pontos hemorrágicos conhecidos como “petéquias” (MUDALAL et al., 2015).

Segundo Bailey (2015), pode ocorrer também degeneração e regeneração das fibras musculares e aumento de tecido adiposo e conectivo indicando fibrose e regeneração (figura 03).

Figura 3 – Músculo peitoral maior apresentando “*Wooden breast*” (peito de madeira).



Fonte: Bailey (2015)

Quando o músculo do peito é afetado estruturalmente observa-se diferentes graus de necrose das fibras, fibrose, infiltração de células imunes e deposição de colágeno (VELLEMAN, 2015).

Segundo Kindlein et al. (2017) o “*Wooden breast*” afeta até 32% de linhagens comerciais de frangos de corte com até 35 dias de idade e 89% de frangos de corte com até 42 dias de idade, sugerindo que a miopatia está relacionada com o ganho de peso ocorrido até o abate.

Mudalal et al. (2015) sugerem que frangos de corte acometidos com WB apresentam o músculo peitoral até 30% maior que frangos de corte não acometidos pela miopatia. Os autores sugerem que o aumento da miofibra limita o espaçamento endomysial e perimysial disponível para os capilares existentes na região dificultando o suprimento de sangue na região do músculo peitoral maior levando aos danos nas fibras musculares.

A aparência visual do filé torna-se indesejável para o consumidor. A redução proteica, culminando com a diminuição da capacidade de retenção de água, reduzem significativamente o rendimento e formas de processamento para a indústria (MAZZONI et al., 2015).

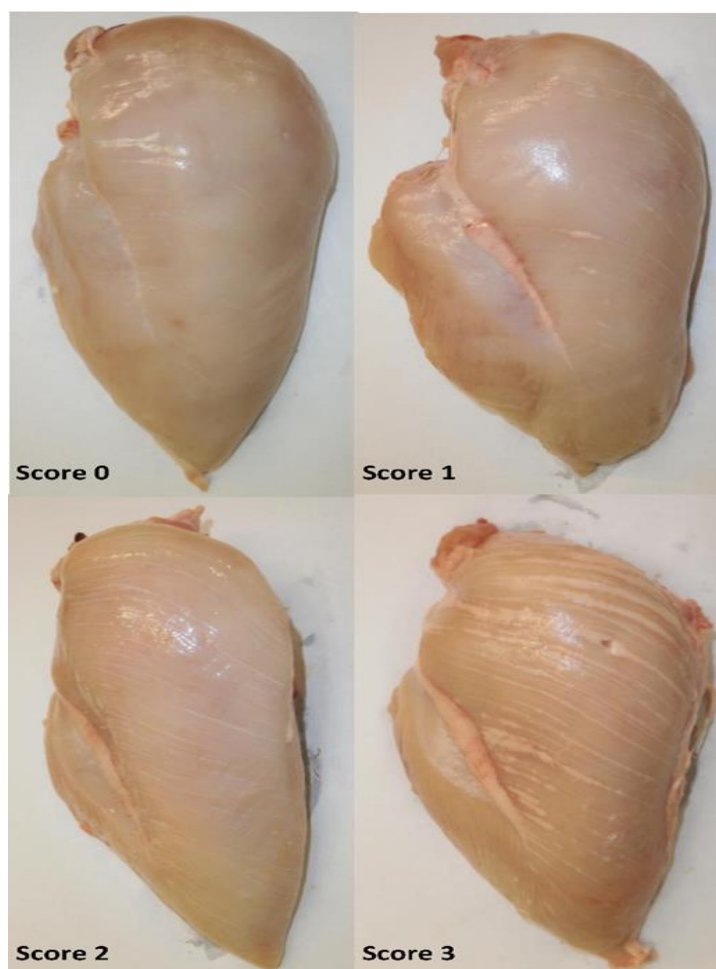
3.5.3 *White striping*

Em exames histológicos realizados observou-se que o peito de madeira (WB) e estriamento branco (WS) apresentam algumas semelhanças, porém como eles podem ser encontrados tanto independentemente um do outro quanto simultaneamente na mesma ave, podem representar duas miopatias diferentes (KUTTAPPAN et al., 2012a)

De acordo com Ferreira et al. (2014), o “*White striping*” (WS) mais conhecido como estriamento branco caracteriza-se por linhas brancas visíveis paralelas às fibras musculares. Estas linhas brancas podem variar de espessura e quantidade de ave para ave. Exames histológicos do tecido mostram que as linhas brancas são compostas de tecido adiposo. Pode acometer tanto o peito quanto a coxa da ave.

Dependendo do grau de acometimento do “*White striping*”, os filés podem ser classificados como normal (NORM), moderado (MOD), ou grave (SEV) (KUTTAPPAN et al., 2012a). De acordo com o autor, filés considerados normais não apresentam linhas brancas, enquanto que filés considerados moderados e severos apresentam linhas brancas <1mm e >1mm de espessura, respectivamente (figura 04).

Figura 4 – Filés de frango apresentando “*White Striping*”. Score 0 representa filés normais, scores 1 e 2 representam “*White striping*” moderado e score 3 representa “*White striping*” severo.



Fonte: Bailey (2015)

Sugere-se que o aumento da taxa de crescimento das aves juntamente com a seleção de linhagens de crescimento rápido em curto período de tempo possam induzir a uma maior incidência desta condição nas aves, sugerindo que aves mais pesadas tendem a apresentar esta característica com mais frequência que aves mais leves e de crescimento mais lento (KUTTAPAN et al., 2013c)

Alguns estudos também demonstram que frangos machos apresentaram maior incidência desta miopatia em comparação com as fêmeas (63% e 47% respectivamente), provavelmente apresentando relação com o tamanho corporal e diferença de massa muscular, visto que machos apresentam maior peso corporal que fêmeas adultas com a mesma idade para abate (KUTTAPPAN et al., 2012b).

Kuttappan et al. (2013a) perceberam que quanto maior o grau de estriamento branco, maior era o percentual de gordura como proporção de matéria seca do músculo e maior o tamanho e diâmetro do músculo. Russo et al. (2015) também observaram que o tecido do músculo peitoral afetado severamente pode apresentar um aumento no tecido conjuntivo com diferentes graus de degeneração miofibrilar e regeneração a nível microscópico.

Apesar de não trazer nenhum dano à saúde e de tornarem-se menos visíveis nos filés cozidos, as linhas brancas causadas pelo “*White striping*” tornam a aparência da carne “*in natura*” desagradável, reduzindo sua aceitação pelo consumidor. Tendo em vista que a aparência é um atributo muito importante que contribui para a compra da carne “*in natura*”, a diminuição da aceitação pelo consumidor de filés de peito nestas condições podem resultar em perdas econômicas significativas para as indústrias avícolas (KUTTAPPAN et al., 2012b).

Kuttappan et al. (2012c), sugeriram que esta condição possa estar associada com deficiência de vitamina E, visto que pesquisas semelhantes demonstraram casos de doenças nutricionais musculares como a distrofia ocasionados pela deficiência de vitamina E na dieta de frangos de corte.

Para Sihvo et al. (2014) a seleção genética realizada para o rápido crescimento e melhor desempenho do músculo peitoral desempenha um papel na manifestação de miopatias musculares do peito.

Entretanto ainda há pouca informação publicada à respeito de estimativas genéticas de miopatias musculares do peito em frangos de corte (PETRACCI et al., 2015)

4 MATERIAIS E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em um frigorífico situado no norte do Paraná. Foram analisados todos os dados numéricos de miopatias ocorridas e registradas no período entre janeiro e setembro de 2017. No total foram analisados 2.855 lotes totalizando 61.072.612 aves com peso médio de 1,856kg a 3,657kg e idade que variou de 36 a 57 dias.

A análise de data de abate, quantidade de cabeças abatidas, peso vivo, peso médio, linhagem e gênero do lote foi realizada através de levantamento de dados dos seguintes documentos utilizados pela empresa: Ficha de Acompanhamento do Lote (FAL), Boletim Sanitário do lote, Programação diária de abate e Ordem de apanha.

A análise de miopatias por lote foi realizada através do Mapa de condenações “*post-mortem*” registrado pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) nas linhas de abate do frigorífico antes da etapa de pré-resfriamento. Não existe a distinção dos tipos de miopatias no momento da inspeção oficial realizada, tendo em vista que na legislação não há ainda a definição de miopatias, sendo que nas condenações ocorridas na indústria ela se enquadra na categoria “outros” no quadro de condenações parciais e na categoria “Aspecto Repugnante” no quadro de condenações totais.

4.1 Análise de Miopatia por gênero

Para a análise de miopatia por gênero foram coletados os dados utilizados pela empresa para controles diários de rendimento e perdas. A informação do gênero do lote foi levantada da Ficha de Acompanhamento do lote, programação diária de abate, Boletim Sanitário e Ordem de apanha.

Compilou-se os seguintes dados para uma planilha: data da realização do abate, quantidade abatida por lote, nome do integrador, gênero do lote (se macho ou fêmea) e número de miopatias constatadas por lote abatido. No total foram analisados 2.094 lotes de machos (44.770.008 aves) e 761 lotes de fêmeas (16.302.604 aves)

4.2 Análise de Miopatia por linhagem

Para a análise de miopatia por linhagem os dados foram obtidos da Programação diária de abate e ficha de acompanhamento do lote.

Compilou-se os seguintes dados para uma planilha: data de abate, quantidade de cabeças abatidas por lote, linhagem específica do lote abatido (A (alto rendimento de peito), B (alto rendimento a partir da ração final) e C (baixo rendimento de peito e boa resistência à variações de temperatura) e número de miopatias constatadas no lote abatido. No total foram analisados 2.635 lotes da linhagem A (56.406.096 aves), 23 lotes da linhagem B (429.325 aves) e 195 lotes da linhagem C (4.193.852 aves).

4.3. Análise de Miopatia por número de cabeças do lote e peso vivo

Para a análise de miopatia por número de cabeças do lote e peso vivo os dados foram obtidos através dos documentos oficiais do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), Boletim Sanitário e Guia de Transito Animal (GTA). O peso vivo dos lotes obteve-se do sistema de pesagem dos caminhões de frangos abatidos. Os seguintes dados foram compilados para uma planilha: data de abate, quantidade de aves abatidas, peso total do lote, peso médio do lote e número de miopatias constatadas no lote. No total foram analisados 2.855 lotes (61.072.612 aves). O número de cabeças dos lotes variou de 840 cabeças a 135.230 cabeças com peso vivo variando de 2.572 kg a 435.980,00 kg.

4.4. Análise de Miopatia por distância

Para a análise de miopatia por distância os dados da distância da granja de origem até o frigorífico foram obtidos do documento denominado Ordem de Apanha que acompanha a carga.

Foram compilados para uma planilha os seguintes dados: data de abate, região da granja de origem do lote, distância (km) da granja de origem até o frigorífico, quantidade de cabeças abatidas por lote, número de miopatias

constatadas no lote. A distância da granja até o frigorífico dos lotes avaliados variou de 5,5km a 585km.

4.5. Análise Estatística

Para análise dos dados foi utilizada a estatística descritiva utilizando o software R 3.4.2, onde a unidade experimental foi lote por produtor. As variáveis utilizadas na análise são representadas por variável resposta (número de aves com miopatia - variável discreta), gênero (macho ou fêmea - variável nominal), número de cabeças (a cada 1000 cabeças - variável discreta), distância da granja até o frigorífico (em km - variável contínua), linhagem A, B e C – (variável nominal).

Modelos estimados:

De acordo com Paula (2010), denotamos Y_i como o número de aves com miopatia do i -ésimo lote que chegou ao frigorífico em um determinado dia. Vamos supor que $Y_i \sim P(\mu_i)$, ou seja, a função de probabilidade é dada por:

$$f(y_i) = \frac{e^{-\mu_i} \mu_i^{y_i}}{y_i!}, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

com parte sistemática dada por:

$$\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{genero}_i + \beta_2 \text{cabeça}_i + \beta_3 \text{distância}_i + \beta_{41} HU_i + \beta_{42} RO_i$$

Nesse caso, a linhagem A foi adotada como casela de referência para criar as variáveis *dummys* para as demais linhagens. Além disso, a variável número de cabeças foi incluída no modelo uma vez que os lotes não têm o mesmo número de aves. Então, utilizando o *software* R 3.4.2, a estimativa dos parâmetros do modelo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão Poisson

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	p-valor
Intercepto	3,91000	0,00425	<0,0001
Gênero	0,54690	0,00393	<0,0001
Cabeças	0,02743	0,00007	<0,0001
Distância	0,00104	0,00002	<0,0001
B	-0,05867	0,01826	0,00131
C	-0,02833	0,005921	<0,00001

O desvio do modelo ajustado foi de 244958 (2845 graus de liberdade) o que indica evidências de sobredispersão, pois o desvio do modelo é maior do que o grau de liberdade. Nesse caso, propomos, um modelo de quase-verossimilhança com função de variância dada por $V(\mu_i) = \mu_i$. Então, a estimativas dos parâmetros do modelo quase-Poisson obtida por meio do *software* R 3.4.2 é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão quase-Poisson

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	p -valor
Intercepto	3,91035	0,04119	<0,0001
Gênero	0,54692	0,03805	<0,0001
Cabeças	0,02743	0,00068	<0,0001
Distância	0,00104	0,00019	<0,00001
B	-0,05867	0,17683	0,74000
C	-0,02833	0,05733	0,62100

Por outro lado, o fenômeno de sobredispersão ocorre quando é esperada uma distribuição Poisson para a resposta, porém a variância é maior do que a resposta média. Uma causa provável desse fenômeno é a heterogeneidade das unidades amostrais que pode ser devido à variabilidade interunidades experimentais. Nesse contexto, podemos utilizar a distribuição binomial negativa. Assim, vamos supor que $Y_i \sim BN(\mu_i)$, isto é,

$$f(y_i) = \frac{\Gamma(\phi + y_i)}{\Gamma(y_i + 1)\Gamma(\phi)} \left(\frac{\mu_i}{\mu_i + \phi}\right)^{y_i} \left(\frac{\phi}{\mu_i + \phi}\right)^\phi, y_i = 0, 1, 2, \dots$$

com ϕ sendo o parâmetro de dispersão e parte sistemática dada por

$$\log(\mu_i) = \beta_0 + \beta_1 \text{genero}_i + \beta_2 \text{cabeça}_i + \beta_3 \text{distância}_i + \beta_{41} B_i + \beta_{42} C_i$$

Logo, utilizando o *software* R 3.4.2, a estimativa dos parâmetros do modelo binomial negativa é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativa

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	p -valor
Intercepto	3,59319	0,03881	<0,0001
Gênero	0,55446	0,03255	<0,0001
Cabeças	0,04156	0,00115	<0,0001
Distância	0,00056	0,00024	0,02640
B	0,11559	0,16056	0,68570
C	-0,04036	0,05664	0,47840
ϕ	1,72630	0,04310	----

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Qualidade de ajuste

Para decidir qual o modelo seria plausível para explicar a variação presente no número de aves com miopatia, utilizamos o gráfico normal de probabilidades com 90% de confiança. Os gráficos para cada um dos modelos são apresentados na Figura 05, na qual podemos observar que o modelo de regressão quase-Poisson não é adequado, pois os pontos não estão dentro da banda de confiança (Figura 05a). Por outro lado, por meio da Figura 05b, temos indicativos que o modelo de regressão binomial negativa parece ser mais adequado, pois boa parte dos pontos estão dentro da banda de confiança.

Na Figura 06 é apresentada a relação média variância dos modelos. Por meio da figura, observamos novamente que o modelo binomial negativa é mais plausível do que o modelo quase-Poisson para os dados de contagem de números de aves com miopatia, pois a curva do modelo binomial negativa acompanha os pontos mais adequadamente do que a curva do modelo quase-Poisson.

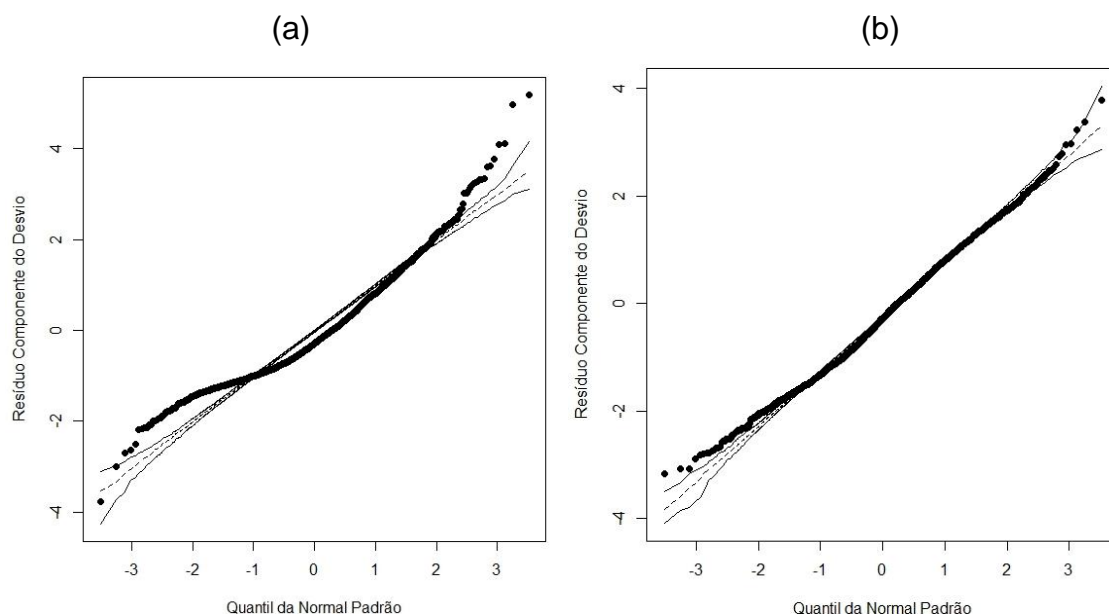


Figura 05 – Gráfico normal de probabilidades referente ao modelo quase-Poisson (a) e modelo binomial negativa (b)

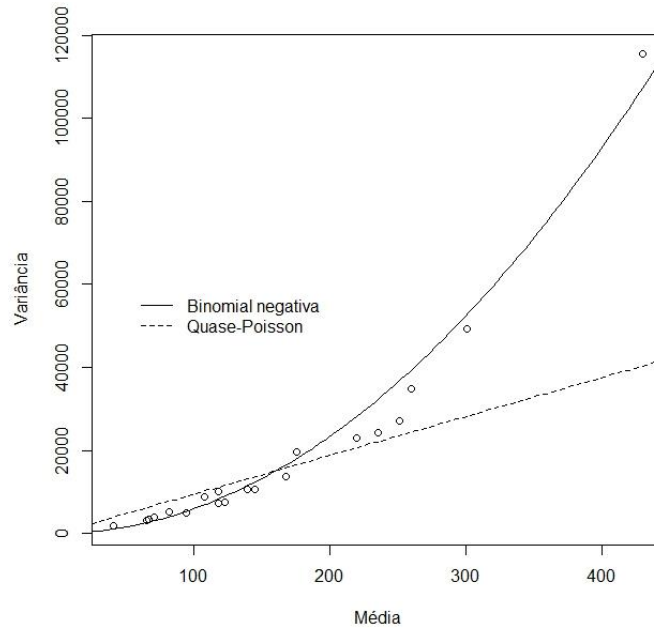


Figura 06 – Gráfico de relação média e variância

Avaliando a variável número de cabeças a Figura 07 mostra que aproximadamente 0,38% do lote avaliado apresenta uma faixa de 0 a 250 aves com miopatia. Por outro lado, aproximadamente 1% do lote apresenta 49 aves com miopatia e figura b mostra que existe um valor discrepante correspondente a 2.286 aves com miopatia. Além disso, observa-se que no histograma o número de aves com miopatia é assimétrico à esquerda. Este resultado permite sugerir que a miopatia é encontrada com frequência dentro da indústria e alguns lotes necessitam investigação aprofundada dos demais fatores como o manejo, alimentação, transporte e bem-estar animal.

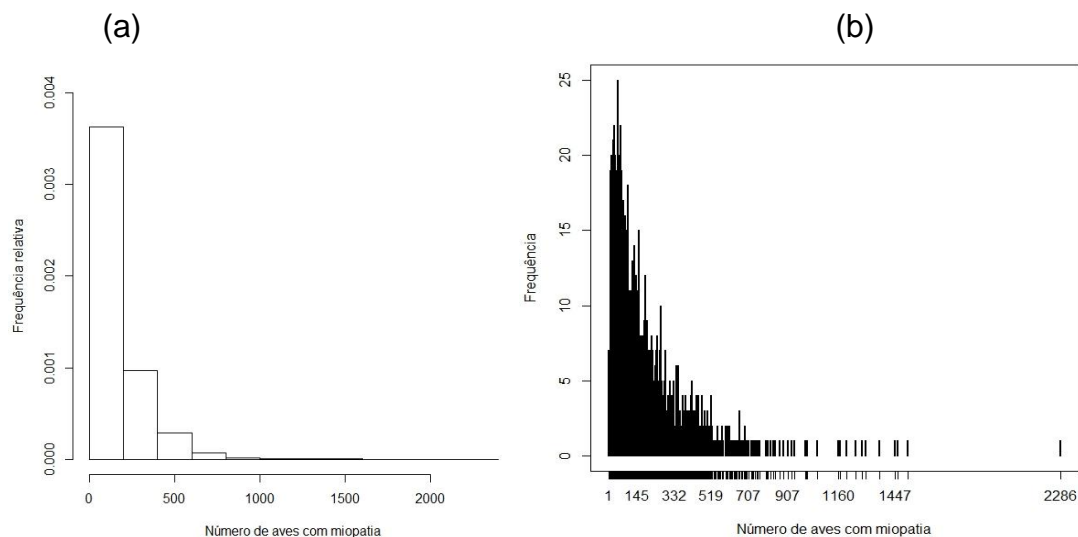


Figura 7 – Histograma (a) e gráfico de linhas (b) do número de aves com miopatia

Na Figura 08 é apresentado o diagrama de dispersão entre o número de aves com miopatia e a variável explicativa número de cabeças do lote. Por meio da figura, observamos que há mais evidências de relação linear entre o número de aves com miopatia e o número de aves no lote. Também podemos observar que existe possíveis pontos discrepantes e certa dispersão.

Analisando a figura 8, pode-se sugerir que quanto maior o número de cabeças no lote, maior a probabilidade de apresentar miopatia. Porém, como forma de se investigar mais profundamente faz-se necessário o estudo da densidade por galpão de alojamento. Em estudo realizado por Russo et al. (2015) com 57 lotes de frangos no norte da Itália foram analisados estatisticamente dados de peso médio no abate, ganho médio diário, sexo, linhagem genética, idade, tratamento antibiótico e correlacionados com o WS, sendo constatada prevalência de 78,4% desta miopatia nos lotes estudados.

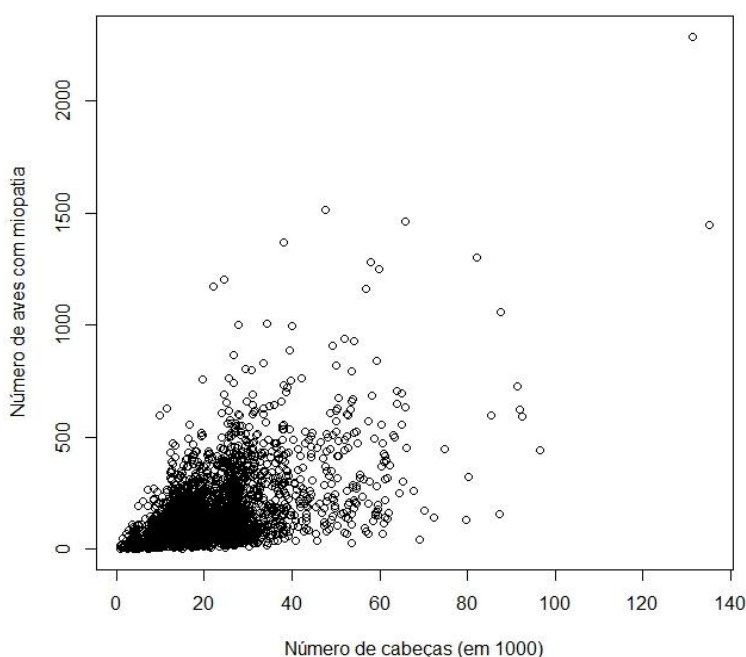


Figura 08 – Diagrama de dispersão

Na figura 09 são apresentados os *boxplots* do número de aves com miopatia estratificado pela distância categorizada. Observamos que o grupo de aves que fazem percurso na faixa de 1 à 100km para chegar até o frigorífico apresentam muitos pontos discrepantes. Por outro lado, o grupo de aves que fazem o percurso na faixa de 101 à 200km também apresentam valores discrepantes, mas em uma

escala menor do que a faixa F1. O grupo de aves que fazem percurso na faixa de 401 à 500km apresenta apenas 1 valor discrepante. O grupo de aves que fazem percurso na faixa de 501 a 600 km apresenta a maior dispersão. Ao longo da faixa, há uma possível tendência de que aves que fazem um percurso maior tendem a apresentar mais miopatia.

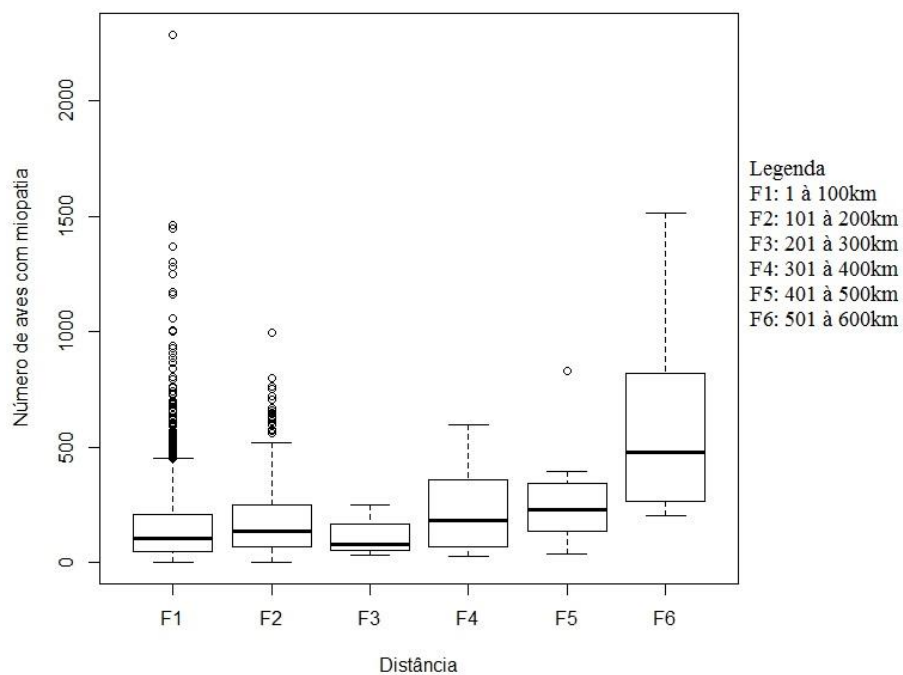


Figura 09 – *Boxplot* do número de aves com miopatia estratificado pela distância categorizada

Em relação à distância, observa-se que aves que provêm de locais mais distantes parecem ter uma tendência a apresentar lotes com maior incidência de miopatia que aves que provêm de locais mais próximos ao frigorífico. Em estudo realizado por Machado et al. (2014) sobre a operação de transporte e tempo de descanso na incidência de carne PSE em suínos os autores constataram que as variáveis temperatura da carcaça, tempo de embarque, velocidade média do veículo e tempo de descanso exercem relação direta sobre a incidência de carne PSE devido ao aumento no nível de estresse do animal.

Sandercock et al. (2001) realizaram estudos com 48 aves de 35 e 63 dias de idade (galinhas matrizes), dividindo em dois grupos de 24 aves. Submeteram 12 aves de cada grupo à estresse térmico induzido por umidade e temperatura

elevadas, simulando o estresse térmico gerado no interior de uma gaiola durante o transporte. A exposição ao estresse térmico agudo elevou acentuadamente os níveis plasmáticos de creatina quinase (CK). O aumento na atividade desta enzima é indicativo de dano muscular esquelético ou miopatia.

Na Figura 10 são apresentados os *boxplots* em função da linhagem (Figura 10a) e do gênero (Figura 10b). Observa-se que aves macho apresentam uma tendência maior para miopatia do que aves fêmeas. Bianchi et al. (2001), realizaram estudo com 120.700 frangos machos com peso médio de 3,143g escolhidos aleatoriamente em um frigorífico na Itália e constataram que até 90% dos frangos apresentaram MPP. Este resultado é semelhante ao do presente estudo, sugerindo que aves machos de peso elevado e maior rendimento de peito podem ser mais propensos a apresentar miopatia que aves fêmeas.

Por outro lado, não há indícios de que haja diferença entre as linhagens das aves, porém, a linhagem A é a que apresenta maior dispersão no número de aves com miopatia. Este resultado difere do resultado encontrado por Bianchi et al. (2001) em seu estudo, no qual avaliaram presença de MPP em frangos das linhagens Cobb e Ross. Em seu estudo Bianchi et al. (2001) observaram que a maioria dos lotes Cobb (cerca de 80%) apresentou uma incidência menor que 0,5% de MPP, enquanto que mais de 60% dos lotes da linhagem Ross apresentaram 0,5% de MPP e 11,2% apresentaram incidência maior que 3%.

Kuttapan et al. (2013b) identificaram resultados semelhantes para a linhagem, sugerindo que a genética em si não afeta a prevalência de WS no musculo.

Bailey et al. (2015) também realizaram estudos comparativos entre linhagens genéticas e obtiveram resultados semelhantes para as linhagens analisadas corroborando com o resultado do presente estudo, indicando que, embora a genética tenha um papel importante, não é o principal fator associado ao aparecimento de miopatias. No entanto, associaram o maior rendimento de peito à maior incidência de miopatia, o que pode sugerir que linhagens selecionadas para maior ganho de peso como a linhagem A estudada podem apresentar maior ganho médio diário, resultando em peitos mais pesados aumentando o risco do surgimento da miopatia.

Além disso, em ambas as figuras, observamos possíveis valores discrepantes. Este valor sugere que exista um lote isolado que necessita ser

investigado, pois trata-se de um lote proveniente de menor distância e com poucas cabeças no lote, indicando que neste caso, o fator distância e número de aves no lote não afetou positivamente a incidência de miopatia. É um alerta para o frigorífico investigar profundamente práticas de manejo, nutrição, Bem-Estar Animal e transporte.

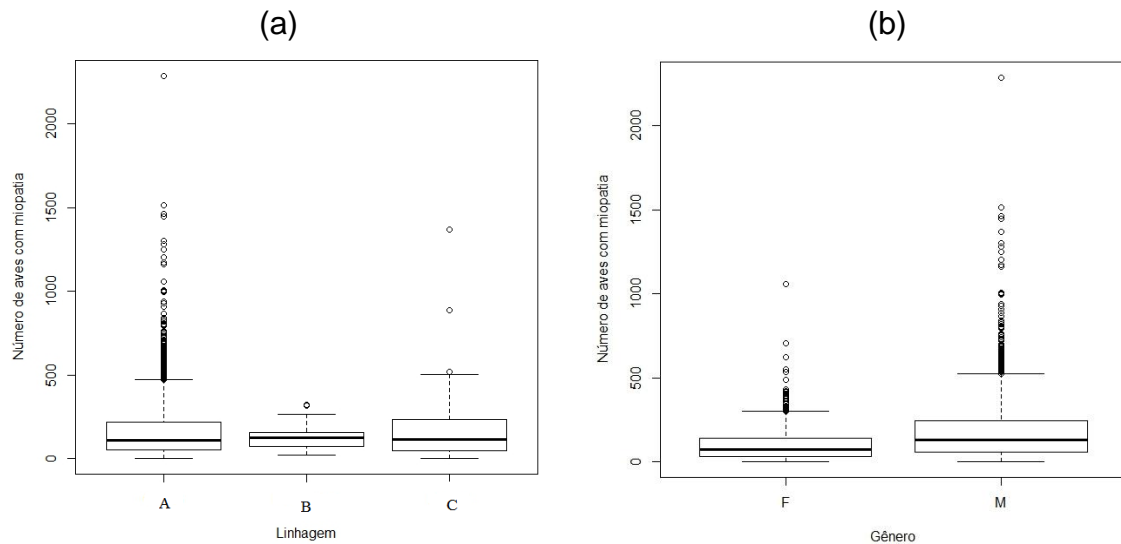


Figura 10 – *Boxplot* estratificado por linhagem (a) e estratificado por gênero (b)

Modelo final

Portanto, ao nível de significância de 5%, assumindo que o modelo mais adequado para os dados de número de aves com miopatia é o modelo binomial negativa, a estimativa dos parâmetros do modelo final é dado sem o efeito da linhagem (pois ao nível de 5% não há evidências de diferença significativa da linhagem A com as demais linhagens) é apresentada na Tabela 4.

Tabela 4 – Estimativa dos parâmetros do modelo de regressão binomial negativa final

Parâmetro	Estimativa	Erro padrão	p -valor
Intercepto	3,59343	0,03862	<0,0001
Gênero	0,55333	0,03254	<0,0001
Cabeças	0,04151	0,00115	<0,0001
Distância	0,00056	0,00024	0,02280
Phi	1,72570	0,04310	

Na tabela 4 são apresentados a estimativa dos parâmetros sobre a miopatia, onde para a variável gênero: $\exp(0,52680) = 1,73903$, se espera que haja um aumento relativo de aproximadamente 73,9% no número de aves com miopatia em machos, considerando as demais variáveis fixas. Trocino et al. (2015) realizaram estudos com 768 frangos comerciais avaliando efeito de genótipo, sexo e regime alimentar para identificar os fatores associados à miopatia e encontrou resultados semelhantes ao do presente estudo. Observou a ocorrência de 8,0% e 16,3% de WB em fêmeas e machos, respectivamente.

Para a variável cabeças: $\exp(0,04037) = 1,04120$, se aumentarmos em mil aves no lote, esperamos um aumento relativo de aproximadamente 4,2% no número de aves com miopatia, considerando as demais variáveis fixas.

Para a variável distância: $\exp(0,00055) = 1,00056$, se aumentarmos em um quilômetro a distância da granja até o frigorífico de um determinado lote, esperamos um aumento relativo de aproximadamente 0,06% no número de aves com miopatia, considerando as demais variáveis fixas. Dessa forma, pode-se sugerir que a miopatia pode estar relacionada ao estresse térmico ocasionada pelo transporte até o frigorífico, principalmente a anomalia PSE, tendo em vista que os estudos apontam a indução desta miopatia por estresse. O presente resultado é semelhante ao obtido por Zahoor, Koning e Hocking et al. (2017) que avaliaram o fator do estresse térmico ocasionado por temperatura ambiente inadequada, submetendo frangos comerciais e galinhas poedeiras em tratamentos experimentais de umidade e temperatura similares às observadas durante o transporte até o frigorífico. Em seu estudo, os autores também observaram que o estresse térmico pode levar a consequências prejudiciais para a função muscular e, conseqüentemente, à qualidade da carne. Seus resultados sugeriram que os danos encontrados na membrana celular e mitocôndrias são componentes potencialmente importantes da patogênese induzida pelo estresse térmico no músculo peitoral de frangos.

Análise de componentes principais

A Figura 11 mostra a importância de cada variável na construção dos dois primeiros componentes. Por meio da figura, observamos que a variável miopatia, o número de cabeças e peso vivo tem contribuições positivamente similares para o

primeiro componente, enquanto a variável distância tem contribuição positiva para o segundo componente. O resultado obtido é semelhante ao obtido por Russo et al. (2015), o qual analisaram a prevalência de WS também por peso médio, avaliando aves de peso médio (2,6kg) e peso elevado (3,6kg). Observaram que a prevalência geral de miopatia (WS) nos frangos de peso médio e peso elevado avaliados foi de 70,2% e 82,5% respectivamente. Kuttappan et al. 2012a também encontraram resultados semelhantes onde avaliaram a incidência de WS associando a dietas de ganho elevado e dietas de ganho moderado. Os autores constataram incidência de WS no grau moderado de 65,9% e filés mais pesados e 51,1% nos filés de peso moderado.

Comparando o presente resultado com os resultados obtidos por Trocino et al. (2015) em relação ao peso vivo, percebe-se que os resultados são semelhantes. Em seu estudo Trocino et al. (2015) observaram que aves com alto rendimento de peito e peso médio elevado apresentaram 19,5% de WS em grau severo, enquanto que aves com menor rendimento de peito e peso médio menor apresentam 9,5% de WS em grau severo.

Já em estudo realizado por Petracci et al. (2013) na Itália observou-se prevalência de 12%, muito menor que a encontrada no presente estudo. Isso indica que somente o peso não é totalmente influente na miopatia, sendo necessário o estudo de peso associado a demais fatores que podem ter relação com o surgimento e agravamento da miopatia como o gênero, linhagem genética e fatores externos como práticas de manejo, alimentação, transporte e bem-estar animal.

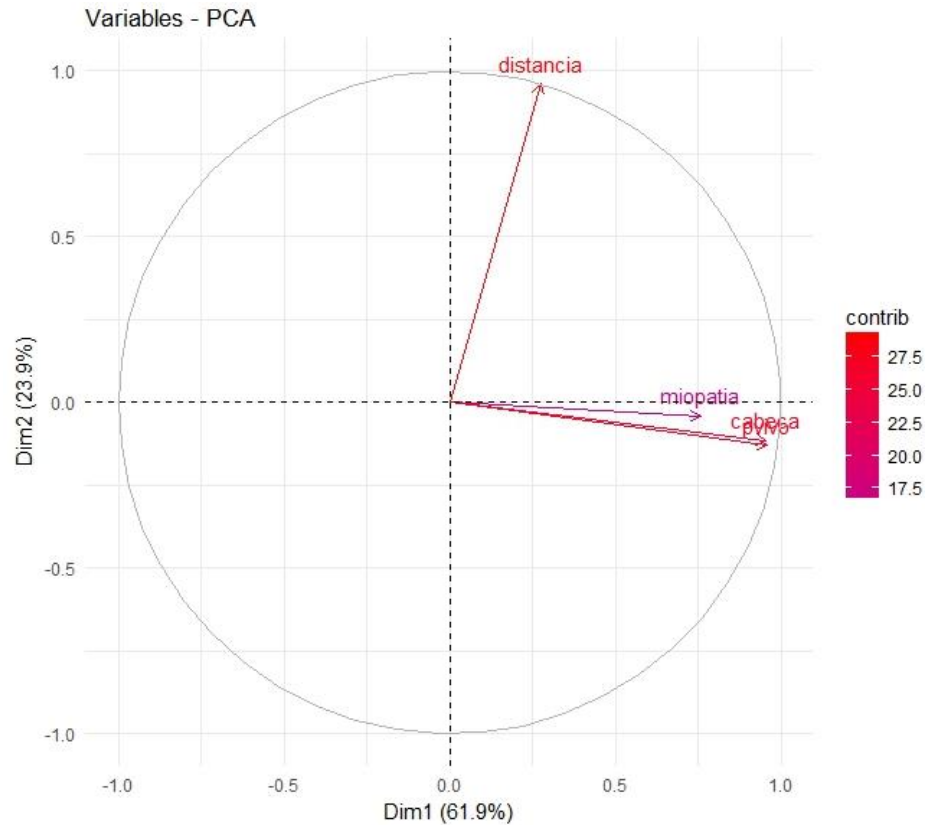


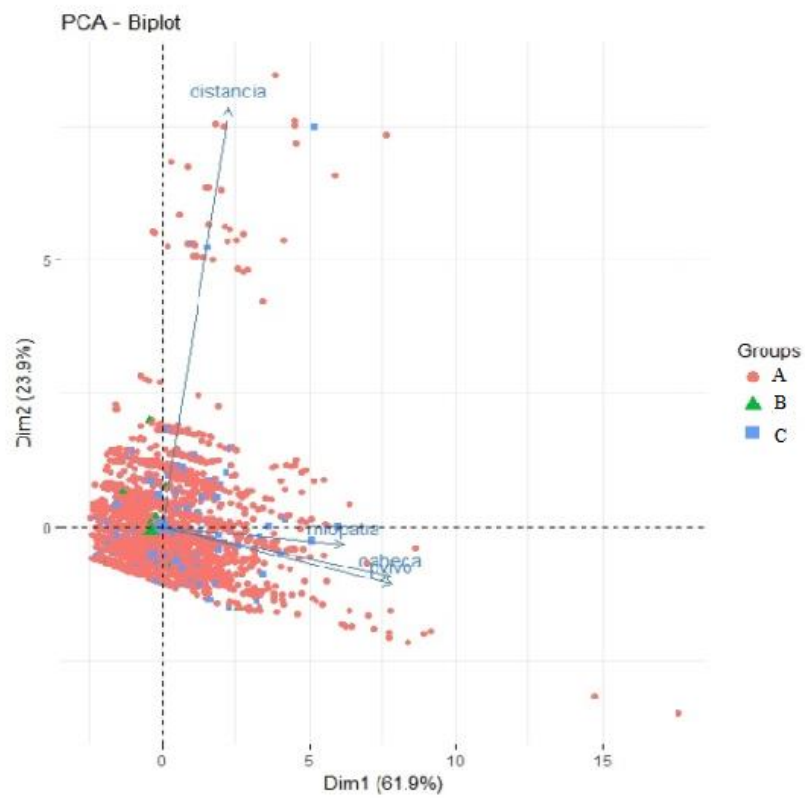
Figura 11 – Círculo de correlações

Pela Figura 12, se observa que as linhagens A e C tem maior presença nas variáveis estudadas, o que indica que não há uma diferença entre as linhagens. Além disso, a linhagem B é a que apresenta menor presença na variável miopatia, enquanto que a linhagem A tem a maior influência (Figura 12a). Por outro lado, em relação ao gênero das aves, observamos maior presença das aves macho no número de aves com miopatia, na distância, no número de cabeças e no peso vivo, ou seja, aves machos tem maior chance de apresentar miopatia, vêm de lugares mais distantes, pesam mais e são em maior quantidade (Figura 12b).

Nos lotes analisados houve predominância da linhagem A. Segundo Lara et al. (2008) a linhagem Cobb apresenta alto ganho de peso final, além de bom desempenho e alto rendimento principalmente do peito, por essa razão é a mais utilizada na criação de frangos comerciais, seguida da linhagem Ross, que inicialmente apresenta crescimento lento, porém a partir da ração final tem seu peso recuperado e pode atingir rendimento de cortes semelhante ao da linhagem Cobb

(Vieira et al., 2007). Já a linhagem Hubbard apresenta boa resistência às variações de temperatura e bom desempenho zootécnico, porém em relação ao rendimento apresenta-se inferior às demais linhagens estudadas (GARCIA NETO e CAMPOS, 2004).

(a)



(b)

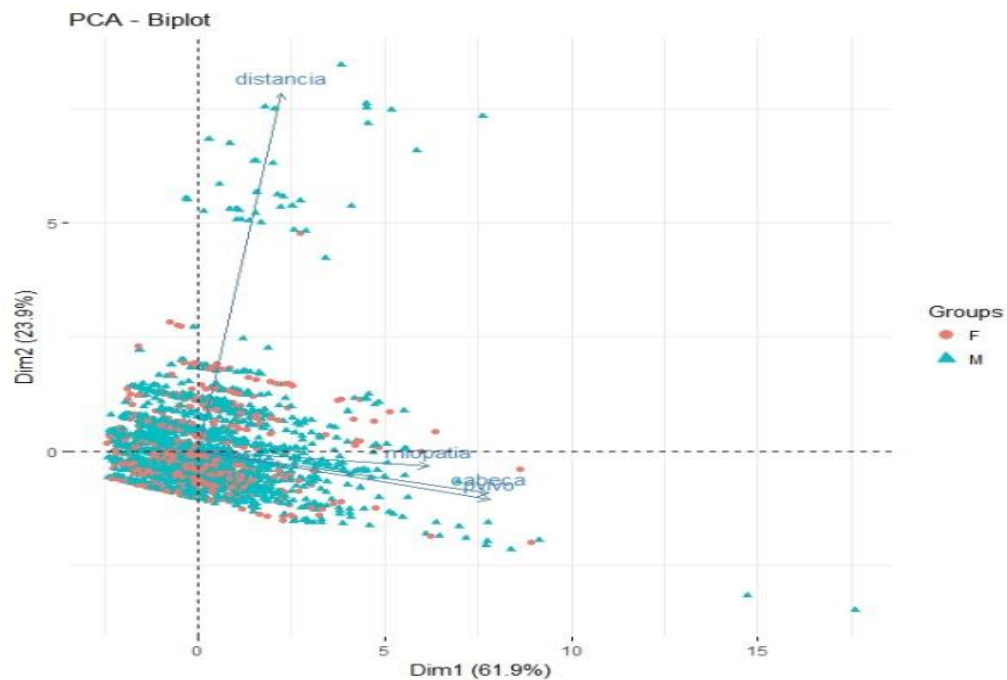


Figura 12 – Biplot para grupo de linhagem A em função da linhagem (a) e do gênero (b)

Estes resultados corroboram com os obtidos por Trocino et al., (2015), que concluiu em seu estudo que frangos podem apresentar diferenças de desempenho e crescimento de acordo com o genótipo, mas as diferenças não são realmente relevantes do ponto de vista econômico. Por outro lado, em relação ao sexo da ave a diferença é significativa e pode afetar o desempenho do frango vivo e influenciar no aparecimento de miopatia e necessita investigação mais aprofundada.

Uma ressalva importante, o conjunto de dados apresenta muita dispersão causada principalmente devido a linhagem A e aves machos. Além disso, há lotes com uma quantidade muito grande de aves e lotes provenientes de locais bem distantes do frigorífico.

6 CONCLUSÃO

Em conclusão, avaliando os fatores que podem estar associados à detecção das miopatias dentro da indústria, constata-se que todos os fatores correlacionados, exceto o fator linhagem, apresentam significância. O número de cabeças do lote apresenta relação com o número de miopatias, sendo necessário um estudo da densidade por galpão de alojamento como forma de investigar mais profundamente.

O peso vivo parece influenciar no surgimento desta patogênese, mas não deve ser estudado isoladamente. Em relação à distância, observou-se que quanto maior a distância da granja até o frigorífico maior a chance de o lote apresentar miopatia. O gênero, no entanto, foi o que mais apresentou diferença significativa, sugerindo que aves machos tendem ter maior chance de apresentar esta patogênese que aves fêmeas. Entretanto, devido à grande variabilidade dos dados analisados, faz-se necessária uma padronização, como forma auxiliar na investigação aprofundada dos fatores que podem ter maior influência sobre a miopatia.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **2017 Relatório Anual**, 2017. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf> Acesso em: 03 dez. 2017.
- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Protocolo de Bem Estar para Frangos de Corte**, 2016. Disponível em: <http://abpa-br.com.br/storage/files/protocolo_de_bem-estar_para_frangos_de_corte_2016.pdf> Acesso em: 03 mai. 2018.
- BAILEY, R.A. et al. The genetic basics of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science.**, Oxford Academy, v. 94, n. 12, p. 2870-2879, dez. 2015
- BARBUT, B. et al. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Sci.**, v. 79, n. 1, p. 46-63, may. 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Portaria 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiênico-Sanitária de Carne de Aves. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 26 nov., 1998.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Instrução Normativa nº 03, de 17 de janeiro de 2000. Aprovar o regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 24 jan., 2000.
- CAVANI, C. et al. Advances in research on poultry and rabbit meat quality. **Ital.J.Anim.Sci.** vol. 8 (Suppl. 2), p. 741-750, 2009.
- DA CRUZ, R.F.ABS. **Prevalência de *White striping* e *Wooden breast* em frangos de corte suplementados com níveis crescentes de lisina em fase de crescimento ou final**. 2016. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.
- DYCE, K.; SACK, W.O. WENSING C. J. G. **Tratado de anatomia veterinária**. 4.ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

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

FARM ANIMAL WELFARE COMMITTEE (FAWC). **Five Freedoms**. 2012. Disponível em:
<<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/20121010012427/http://www.fawc.org.uk/freedoms.htm>> Acesso em: 03 mai. 2018.

HAVENSTEIN, P.; FERKET, P.R.; QURESHI, M.A. Growth, Livability, and Feed Conversion of 1957 Versus 2001 Broilers When Fed Representative 1957 and 2001 Broiler Diets. **Poultry Science**, v. 82, p. 1500–1508, may. 2003.

HUNTON, P. 100 years of poultry genetics. **World's Poult. Sci. J.** 62:417–428, 2006.

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

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

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

KUTTAPPAN, V. A. et al. Effect of different levels of dietary vitamin E (DL- α -tocopherol acetate) on the occurrence of various degrees of white striping on broiler breast fillets. **Poultry Science**, v. 91, p. 3230-3235, dec. 2012c.

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

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

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, p. 339-345, fev. 2013c.

KINDLEIN, L. et al. Occurrence of wooden breast in broilers breast fillets in different weights. **Poultry Science**, v. 96, p. 501-510, feb. 2017.

LARA, L. J. C., et al. Influência da forma física da ração e da linhagem sobre o desempenho e rendimento de cortes de frangos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 60(4): 970-978, 2008.

LIEN R. J. et al. Induction of deep pectoral myopathy in broiler chickens via encouraged wing flapping. **J. Appl. Poult. Res.** v. 21, p. 556-562, sep. 2012.

MACHADO, S.T., et al. Operação de transporte e tempo de descanso na incidência de carne PSE em suínos. **Rev. Bras. Eng. Agr. Amb**, v. 18, n. 10, p. 1065-1071, 2014.

MANN, C. J. et al. Aberrant repair and fibrosis development in skeletal muscle. **Skeletal Muscle**, v. 1, p. 21, may. 2011.

MARCATO, M. S. **Características do crescimento corporal, dos órgãos e tecidos de duas linhagens comerciais de frangos de corte**. 2007. 207 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – FACULDADE, Universidade estadual paulista “Júlio de mesquita filho”, Jaboticabal, 2007.

MAZZONI, M. et al. Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat. **Poultry Science**, v. 94, p. 123-130, jan. 2015.

MITCHELL, M.A; SANDERCOCK. D.A. Spontaneous and stress induced myopathies in modern meat birds: A cause for quality and welfare. **Proc. Aust. Poult. Sci. Sym.** p. 100-107, feb. 2004.

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

NETO, M.G.; CAMPOR, E.J. Suscetibilidade de linhagens de frangos de corte à síndrome ascítica. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.39, n.8, p.803-808, ago. 2004.

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

PETRACCI, M. et al. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poultry Science**, v. 92, p. 2438–2447, feb. 2013

PETRACCI, M. et al. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v. 71, p. 363-374, jun. 2015.

RUSSO, E. et al. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poultry Science**, v. 94, p. 1843-1848, aug. 2015.

SANDERCOCK, D.A. et al. Acute heat stress-induced alterations in blood acid-base status and skeletal muscle membrane integrity in broiler chickens at two ages: Implications for meat quality. **Poultry Science**, Ithaca, v.80, p.418-425, 2001.

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, jul. 2014.

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, p. 2996-3004, Dez. 2015.

VELLEMAN, S.G. Relationship of Skeletal Muscle Development and Growth to Breast Muscle Myopathies: A Review. **Avian diseases**, v. 59, p. 525–531, aug.2015.

VELLEMAN, S. G. et al. Effect of selection for growth rate on muscle damage during turkey breast muscle development. **Poultry Science**, v. 82, p. 1069–1074, jul. 2003.

VIEIRA, S. L.; et al. Respostas de frangos de corte fêmeas de duas linhagens a dietas com diferentes perfis proteicos ideais. **Ciência Rural**, 37(6): 1753-1759, 2007.

ZAHOOR, L.; KONING, D.J.; HOCKING, P.M. Transcriptional profile of breast muscle in heat stressed layers is similar to that of broiler chickens at control temperature. **Genet. Sel. Evol.** v. 49, p. 69, Set, 2017.

ZUIDHOF, M. J. et al. Growth, efficiency, and yield of commercial broilers from 1957, 1978, and 2005. **Poultry Science**, Champaign, v. 93, n. 12, p. 2970-2982, 2014.

APÊNDICE – DECLARAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO