

CLASSIFICAÇÃO E MONITORAMENTO DE MIOPATIAS EM CARCAÇAS DE FRANGO EM ABATEDOURO

DUANE DE ALMEIDA DOS SANTOS¹
LARYSSA FREITAS RIBEIRO²

RESUMO

A produção avícola vem sendo reconhecida pela eficiência entre os recursos tecnológicos empregados no processo e o volume de proteína produzida. No entanto, a avicultura de corte enfrenta vários desafios devido ao aumento acentuado da demanda global por proteínas animais de alta qualidade. Desta forma, a necessidade de resolver o problema associado à alta incidência de distúrbios metabólicos, como miopatias, tem atraído enorme atenção do setor. Atualmente o distúrbio conhecido como Peito Amadeirado está emergindo em uma escala global e tem sido descrito como uma rigidez extrema do músculo peitoral por uma degeneração muscular extrema. Esta alteração fenotípica do músculo peitoral está associada a graus variáveis de severidade compreendendo alterações sensoriais, tais como: cor pálida, hemorragia superficial e listras brancas. Embora a etiologia do distúrbio ainda não seja totalmente conhecida, vários estudos especularam fatores potenciais para a ocorrência do peito amadeirado, incluindo hipóxia muscular localizada, estresse oxidativo e o aumento dos níveis de cálcio intracelular. No entanto, no ano de 2019, foi implantada no país a definição e classificação de miopatias para fins de aplicação do artigo 175 do Decreto 9.013, de 29/03/2017, o qual estabelece definições a serem observadas pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) junto aos abatedouros frigoríficos de aves registrados no DIPOA/SDA e ainda estabelece os procedimentos que devem ser adotados pelos auto controles dos abatedouros frigoríficos. Logo, no ano de 2020 o OFÍCIO-CIRCULAR Nº 23/2020/CGI/DIPOA/SDA/MAPA substituiu as orientações encaminhadas pelo Ofício Circular nº 17/2019/CGI/DIPOA/SDA/MAPA, de 13/12/2019.

Palavras-chave: Miopatia dorsal, Miopatia peitoral, Peito amadeirado, Estrias brancas.

ABSTRACT

Poultry production has been recognized for the efficiency between the technological resources used in the process and the volume of protein produced. However, poultry farming faces several challenges due to the sharp increase in the global demand for high-quality animal proteins. Thus, the need to solve the problem associated with the high incidence of metabolic disorders, such as myopathies, has attracted enormous attention in the sector. Currently the disorder known as Woody Chest is emerging on a global scale and has been described as extreme stiffness of the pectoral muscle due to extreme muscle degeneration. This phenotypic change in the pectoral muscle is associated with varying degrees of severity including sensory changes, such as: pale color, superficial hemorrhage and white stripes. Although the etiology of the disorder is not yet fully understood, several studies have speculated potential factors for the occurrence of woody chest, including localized muscle hypoxia, oxidative stress and increased levels of intracellular calcium.

1- Graduada em Medicina veterinária pela Universidade de Passo Fundo (UPF), Pós-graduada em Gestão da qualidade higiene e tecnologia de produtos de origem animal pelo Ifope Educacional.

2- Graduada em Medicina veterinária pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Mestre e Doutora em Medicina veterinária Universidade Estadual Paulista (UNESP). Atual professora do curso de Medicina Veterinária do Centro Universitário Mário Palmério (UNIFUCAMP), Monte Carmelo, MG.

However, in 2019, it was implanted in the country. the definition and classification of myopathies for the purposes of applying Article 175 of Decree 9.013, of 03/29/2017, which establishes definitions to be observed by the Federal Inspection Service (SIF) with the poultry slaughterhouses registered with DIPOA / SDA and it also establishes the procedures that must be adopted by the self-control of slaughterhouses. Therefore, in 2020, CIRCULAR OFFICE No. 23/2020 / CGI / DIPOA / SDA / MAPA replaced the guidelines sent by Circular Letter No. 17/2019 / CGI / DIPOA / SDA / MAPA, of 12/13/2019.

Keywords: Dorsal myopathy, Pectoral myopathy, Woody chest, White stretch marks.

1 INTRODUÇÃO

No mês de agosto de 2020 houve uma alta de 11,3% equivalente a 362,4 mil toneladas produzidas de carne de frango, o qual no ano de 2019 foram exportadas 325,7 mil toneladas de carne de frango na mesma época. Fazendo um comparativo entre 2019 e 2020, o mês de agosto desse ano teve um crescimento considerável de 1,8% comparado ao ano passado (ABPA,2020).

Desta forma o DIPOA, considerando o disposto nos itens I e IV do artigo 12, artigo 13, artigo 74, artigo 81, artigo 128, artigo 129, artigo 133, artigo 175 e artigo 536 do Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017, estabelece, juntamente com a Embrapa, através de Nota Técnica emitida no processo SEI 21000.091087/2019-12, definições a serem observadas pelo Serviço de Inspeção Federal (SIF) junto aos abatedouros frigoríficos e ainda os procedimentos a serem adotados pelos autocontroles da empresa. O presente trabalho tem como objetivo implantar processos de classificação e monitoramento das miopatias em um frigorífico de aves, localizado no Oeste do estado do Paraná, o qual intende-se como a aplicação de um auto controle baseado nos princípios do APPCC.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A Miopatia Peitoral Profunda (MPP) é uma doença degenerativa dos músculos peitorais menores (o filézinho), caracterizada pela atrofia e necrose. A condição surge quando as fibras do músculo se tornam deficientes em oxigênio e está associada com o repentino e excessivo movimento das asas. Os músculos afetados são descartados durante a desossa, resultando em perdas comerciais de rendimento. Vale ressaltar que a condição não está associada com qualquer agente infeccioso e, portanto, não tem nenhuma relevância para a saúde pública, exceto a de afetar a aparência estética da carne. (AVIAGEN, 2008).

De acordo com CARON (2017), foram avaliados resultados das análises patológicas em peito amadeirado de frango, as quais não foram observadas bactérias ou infiltração celular por heterófilos, o que sugeriria infecção bacteriana aguda. Em outro estudo, realizado por ZIMERMANN (2011), com o objetivo de detectar através de experimentos a causa da Miopatia dorsal cranial e verificar seu potencial risco à saúde pública, foi observado que o consumo de músculos com essas lesões não implica em risco à saúde pública, diferentemente da contaminação da carcaça por diversas bactérias, como por exemplo *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis*, *Listeria monocytogenes*, e *Campylobacter coli*.

Além destes, Petracci e Cavani (2012) também constataram que o consumo de carnes com Miopatia peitoral profunda não acarreta em riscos para a saúde humana.

Abaixo trataremos algumas definições de processo como não conformidade (NC), ação corretiva (AC), ação preventiva (AP) e as definições de miopatias em carcaças de aves com suas respectivas características.

2.1 Definições de processos e Miopatias

- a) **Não Conformidade (NC):** não cumprimento de uma exigência de segurança, legal ou de qualidade de um produto especificado ou de uma exigência de um sistema especificado (Higiene Pré-Operacional)
- b) **Ação corretiva:** ação tomada para eliminar a causa de uma não conformidade, como por exemplo, o abate de um lote de frangos que não atendeu o prazo de carência de antibiótico antes de ser abatido e precisa ser abatido como último lote do dia e posterior sequestrado todos os produtos proveniente desse lote para análise laboratorial de antibiótico.
- c) **Ação preventiva:** ação tomada para eliminar a causa de um “potencial” desvio ou uma “potencial” não conformidade, como por exemplo o recebimento de uma matéria prima ou insumo fora dos padrões legais ou ainda fora da especificação técnica fornecida pelo cliente ou pelo fornecedor.
- d) **Estrias brancas:** essa Miopatia é caracterizada pelo surgimento de estrias esbranquiçadas na superfície do músculo *Pectoralis minor* de frangos que afeta principalmente a região cranial podendo se estender por todo o músculo.
- e) **Peito amadeirado:** essa Miopatia é caracterizada por áreas pálidas e com rigidez aumentada do músculo do peito tipicamente na parte proximal do filé, mas o endurecimento pode ser encontrado em todo o músculo, em casos mais graves.
- f) **Miopatia peitoral profunda:** essa Miopatia é caracterizada uma necrose isquêmica que se desenvolve no músculo peitoral profundo (*Pectoralis minor*) que está localizado em um espaço confinado, entre o esterno e uma fáschia que não possui elasticidade.
- g) **Miopatia dorsal cranial:** O músculo *Latissimus Dorsi* caracteriza-se por apresentar necrose isquêmica uni ou bilateral, caracterizando uma miodistrofia asséptica. A pele da região afetada apresenta edema gelatinoso amarelo citrino, inodoro e asséptico, e os músculos exibem aumento da consistência, espessura e podem apresentar superfícies hemorrágicas e se estender nas áreas de inserção das asas.



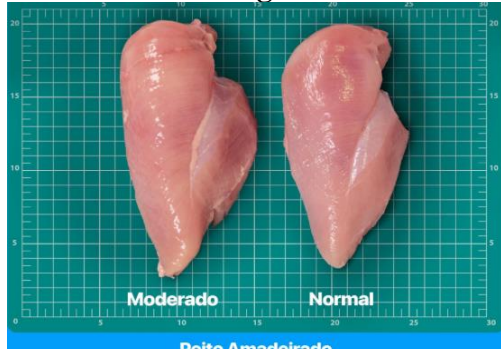
2.1.1 Padrões de Qualidade de Carcaça

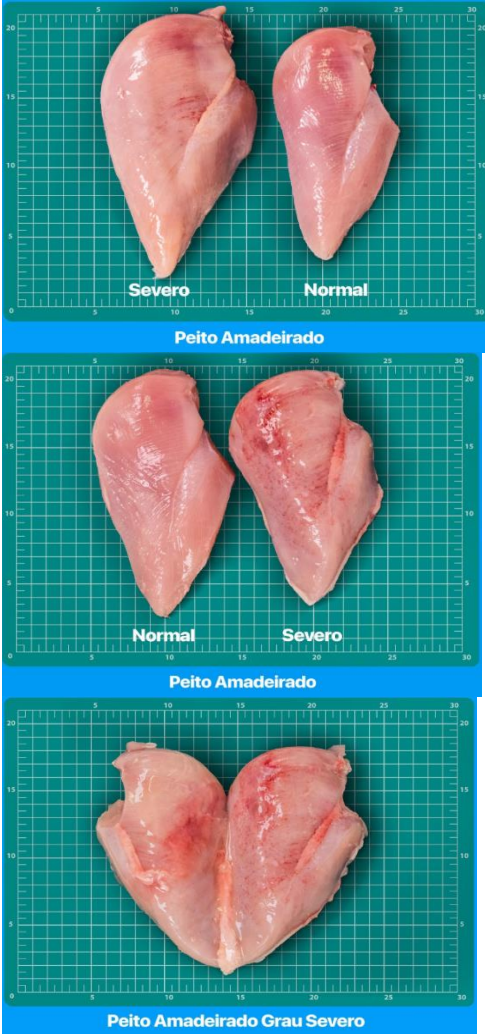

A presença de peças com miopatias são considerados desvios de qualidade. Sempre que observados desvios durante a classificação do produto, deve-se proceder com as ações descritas a abaixo. Para avaliação da qualidade, considerar:



- A presença das Miopatias Estrias Brancas e Peito Amadeirado devem ser avaliadas no frango inteiro e em peças de peito (peito sem osso sem pele e peito com osso e com pele);
- A presença da Miopatia Peitoral Profunda deve ser avaliada no produto filezinho sassami, visto que é nesta peça que a anomalia se manifesta. Em casos graves, é possível identificar a mesma no filé de peito. Não é possível a verificação dessa miopatia em outras peças; A presença de Miopatia Dorsal Cranial deve ser avaliada no frango inteiro.


A tabela 1 relata as miopatias, as ações que devem ser tomadas quando encontradas nas carcaças e respectivas musculaturas e a imagem representativa de cada uma.

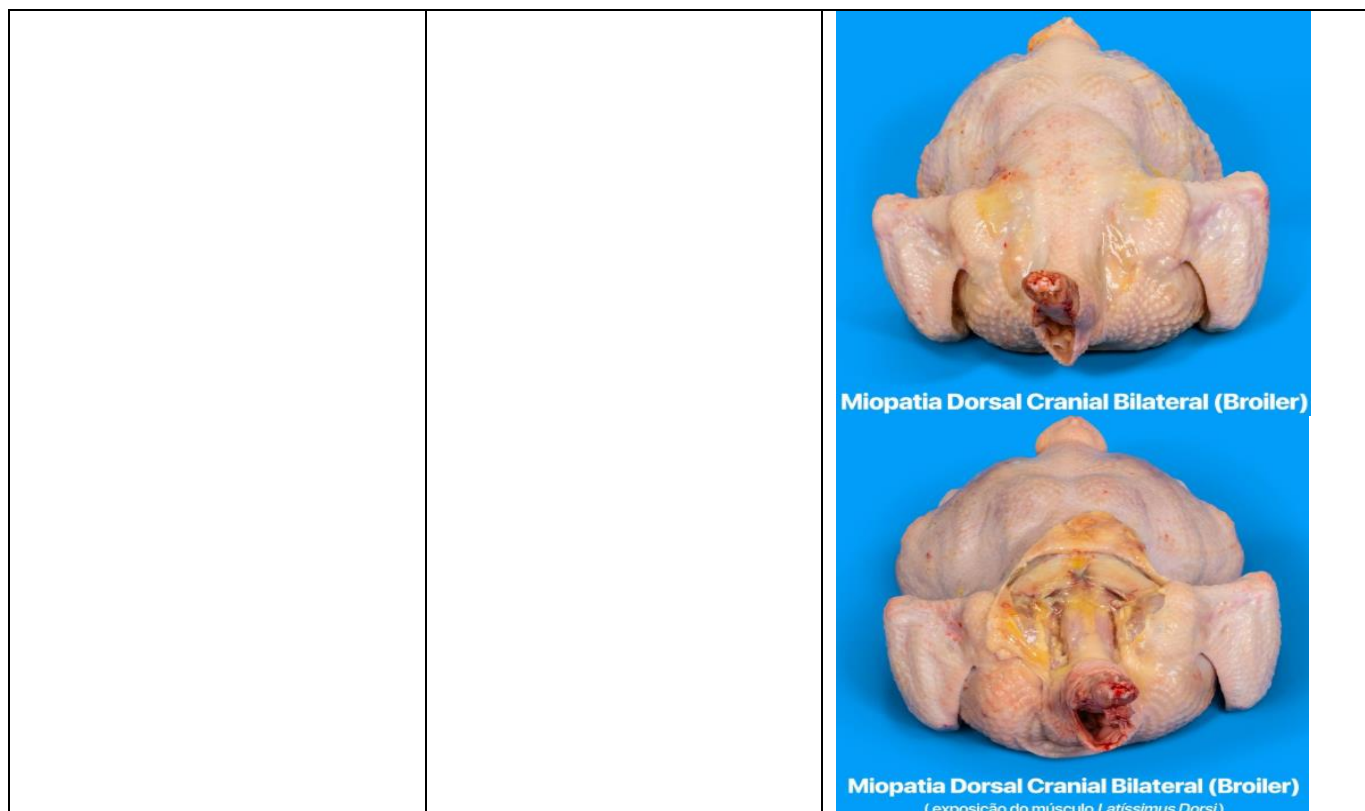
Tabela 1 – Monitoramento de miopatias, ações que devem ser tomadas quando encontradas nas carcaças e respectivas musculaturas e a imagem representativa de cada uma

Miopatia	Ação no produto	Referência
<p>Estrias brancas</p>	<p>Seguir fluxo normal de processo, podendo ser comercializado como carne em natureza na forma em que se apresenta.</p>	<p>Estrias brancas Graus 0-2</p>  <p>White Striping - Estrias Brancas (graus 0-2)</p>
<p>Peito amadeirado grau leve (com menos de 40% de lesões no tecido, sem presença de petéquias e endurecimento parcial da peça). Os problemas de peito amadeirado são geralmente identificados através da palpação das peças, além da presença de petéquias. Como na lesão peito amadeirado grau leve não temos a presença de petéquias, esta deve ser identificada através da palpação da peça.</p>	<p>Seguir fluxo normal de processo, podendo ser comercializado como carne em natureza na forma em que se apresenta.</p>	<p>Peito amadeirado grau leve</p>  <p>Peito Amadeirado</p>
<p>Peito amadeirado grau moderado (com 40% a 80% de lesões no tecido, com possível presença de petéquias e endurecimento integral da peça)</p>	<p>Remover as lesões aparentes. A porção sem lesão poderá ser comercializada como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) poderá ser destinado como matéria prima para industrialização.</p>	<p>Peito amadeirado grau moderado</p>  <p>Peito Amadeirado</p>

<p>Peito amadeirado grau severo (com mais de 80% de lesões distribuídas no tecido, com presença de hemorragias e fluído amarelado)</p>	<p>Toda parte afetada deverá ser direcionada para a fábrica de farinhas.</p>	<p>Peito amadeirado grau severo</p>  <p>Severo Normal</p> <p>Peito Amadeirado</p> <p>Normal Severo</p> <p>Peito Amadeirado</p> <p>Peito Amadeirado Grau Severo</p>
<p>Miopatia peitoral profunda</p>	<p>Remover as lesões aparentes. As porções sem lesões podem ser comercializadas como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) deverá ser direcionado para a fábrica de farinhas.</p>	<p>Miopatia peitoral profunda</p>  <p>Miopatia Peitoral Profunda Unilateral</p>

		 <p>Miopatia Peitoral Profunda Bilateral</p> <p>Miopatia Peitoral Profunda Unilateral</p> <p>Miopatia Peitoral Profunda Bilateral (Broiler)</p>
<p>Miopatia dorsal cranial</p>	<p>Remover as lesões aparentes. As porções sem lesões, bem como as asas sem lesões podem ser comercializadas como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) deverá ser direcionado para a fábrica de farinhas.</p>	<p>Miopatia dorsal cranial (Griller)</p>  <p>Músculo <i>Latissimus Dorsi</i> Sem Lesão (Griller)</p>

<p>Miopatia dorsal cranial</p>	<p>Remover as lesões aparentes. As porções sem lesões, bem como as asas sem lesões podem ser comercializadas como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) deverá ser direcionado para a fábrica de farinhas.</p>	 <p>Miopatia Dorsal Cranial Unilateral (griller)</p> <p>Miopatia Dorsal Cranial Bilateral (Griller) (exposição do músculo <i>Latissimus Dorsi</i>)</p> <p>Miopatia Dorsal Cranial Bilateral (Griller)</p> <p>Miopatia dorsal cranial (Broiler)</p> <p>Músculo <i>Latissimus Dorsi</i> Sem Lesão (Broiler)</p>
--------------------------------	--	---



Nota 1: Condenar carcaças e as partes das carcaças com aspecto repugnante.

Nota 2: Os padrões descritos neste procedimento estão contemplados nas Especificações Técnicas dos produtos.

2.1.2 Acompanhamento da Qualidade do Produto

O Supervisor de Produção, Supervisor de Qualidade junto com o Gerente de Industrial são responsáveis por definirem as frequências de controle/monitoramento e atendimento à legislação.

Os Auxiliares de Produção devem realizar o acompanhamento da qualidade dos produtos continuamente durante todo o turno. É importante realizar acompanhamento visual em 100% das peças, durante a classificação dos produtos, na linha de produção de filé de peito, filé de peito condicional, peito com osso (para peito amadeirado), sassami (para Miopatia peitoral profunda) e frango inteiro (para peito amadeirado e Miopatia dorsal cranial), quanto à presença de peças com miopatias.

Proceder com Ação no Produto sempre que identificada uma peça fora do padrão de qualidade especificado na Tabela 1, conforme o caso. Contabilizar o volume condenado da seguinte forma:

- Separar, durante a produção, as peças ou porções de peças nas quais foram identificadas miopatias, em:
 - Caixas vermelhas, quando destino será Fábrica de Farinhas;
 - Caixas brancas, quando o destino será fabricação de CMS.
- Antes de destinar o produto, o Auxiliar de Produção deve realizar pesagem das caixas de modo a conhecer o volume condenado em kg e registrá-lo em planilha de Excel específica;

Atualizar esta planilha diariamente com o volume (em kg) de condenações de modo a gerar um relatório das condenações por Miopatia.

Fornecer semanalmente esta Planilha ao SIF, assinada pelo responsável, para que os dados possam ser lançados no MAPA 10, respeitando o prazo máximo do dia 10 quando vira o mês. Indicar os volumes condenados por Miopatia e destinação separadamente, como descrito na tabela 2.

Tabela 2. Destinação de miopatias

Destinado à Graxaria	
Miopatia	Volume (kg)
- Miopatia dorsal cranial (partes afetadas)	
- Miopatia peitoral profunda (partes afetadas)	
- Peito amadeirado (partes afetadas - severo)	
Destinado à industrialização (CMS)	
Miopatia	Volume (kg)
Peito amadeirado (partes afetadas - moderado)	

2.2 Monitoramento

É de responsabilidade do Assistente de Produção monitorar, a cada 1 hora de produção, a qualidade das peças quanto à presença de miopatias após a etapa de classificação das peças no processo. Monitorar, visualmente, 100 peças e observar se os padrões descritos neste procedimento estão sendo atendidos.

2.2.1 Local de Monitoramento

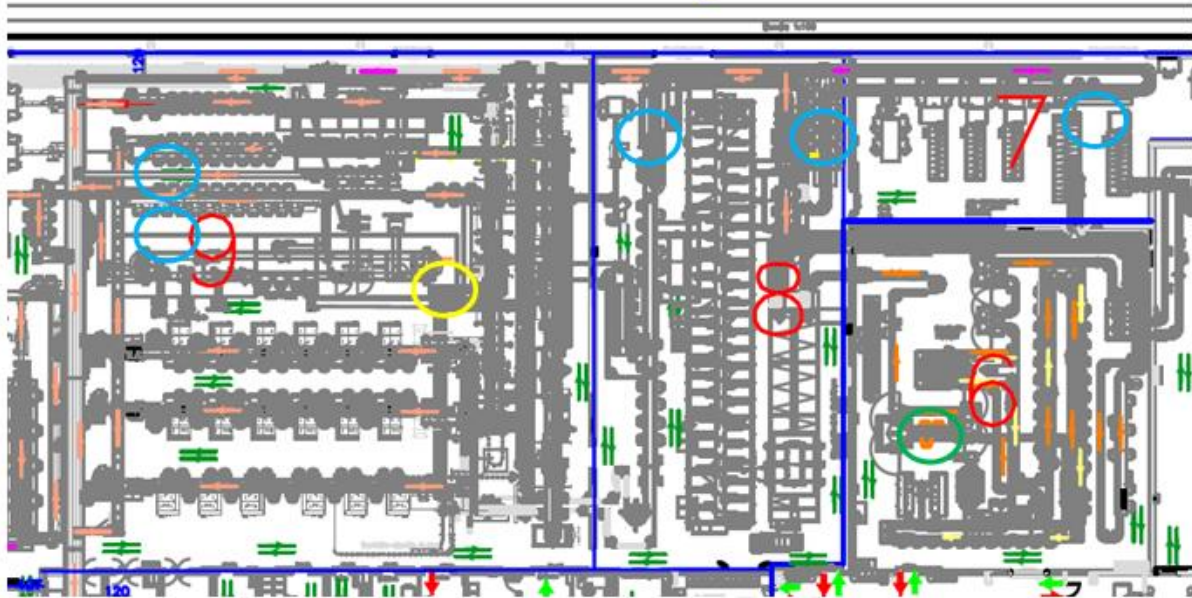
Os locais de monitoramento das miopatias estão identificadas com círculos, como descrito na tabela 3.

Tabela 3. Monitoramento da Miopatia, cor do círculo para identificação das lesões.

Cor do círculo:	Monitoramento da Miopatia:	Locais (descritivo):
	Peito amadeirado	Mesa de Refile 1, Mesa de Refile 2, Mesa de classificação de peito com osso, Mesa de produção de Frango Inteiro e Saída do Chiller de cortes condicionais.
	Miopatia dorsal cranial	Setor da Evisceração, antes do Monitoramento do PCC2B.
	Miopatia peitoral profunda	Mesa de produção de filezinho sassami.

Na figura 1, os círculos e suas respectivas cores definidas na tabela 3 definem os pontos de monitoramento das miopatias na área industrial; sendo no círculo azul realizado monitoramento de peito amadeirado, no círculo verde miopatia dorsal cranial e no círculo amarelo miopatia peitoral profunda.

Figura 1- Planta baixa do setor de resfriamento e sala de corte do frigorífico



Realizar os monitoramentos da miopatia de peito amadeirado alternando os locais de classificação (1 ponto por monitoramento) por se tratar de mais de um ponto. Para as miopatias peitoral profunda e miopatia dorsal cranial realizar o monitoramento sempre no mesmo local.

2.2.2 Verificação

É de responsabilidade do Assistente de Controle de Qualidade verificar, na frequência de 4 vezes ao turno na Sala de Cortes se o procedimento adotado pelo Monitor está correto, observando se a disposição do produto e se ações corretivas e preventivas foram adequadamente tomadas sempre que necessário.

2.2.3 Ações Corretivas no processo

A partir de um desvio registrado, o monitor informa imediatamente o Líder da Produção e registra as ações corretivas que estão sendo tomadas, podendo envolver operação, manutenção, produção. Todos os desvios, obrigatoriamente, requerem ação corretiva. Sendo assim, deve-se realizar algumas ações:

- Orientar/treinar funcionários da Produção sobre os procedimentos;
- Orientar/treinar monitor da Produção sobre os procedimentos (exclusivo para desvio da verificação);
- Reduzir a velocidade do chiller;
- Reduzir a velocidade da linha do abate;

2.2.4 Ações Corretivas no produto

Amostras não conforme: Quando identificada uma falha na classificação das peças, é tomada ação no produto não conforme, sendo:

- **Para Peito Amadeirado**

II – Moderado acentuado: devem seguir fluxo normal de processo. Sendo removidas as lesões aparentes. A porção sem lesão poderá ser comercializada como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) poderá ser destinado como matéria prima para industrialização.

III – Severo: Toda parte afetada deverá ser direcionada para a fábrica de farinhas.

- **Para Miopatia Peitoral Profunda (MPP)**

Remover as lesões aparentes. As porções sem lesões podem ser comercializadas como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) deverá ser realizado direcionado para a fábrica de farinhas.

- **Para Miopatia Dorsal Cranial:**

Devem ter removidas as lesões aparentes. As porções sem lesões, bem como as asas sem lesões podem ser comercializadas como carne em natureza, e o produto do refile (lesões) deverá ser direcionado para a fábrica de farinhas.

2.2.5 Classificação Não Conforme

Após identificado uma não conformidade no monitoramento, o Auxiliar/Assistente de Produção deverá de imediato retirar três caixas de produto antes do Túnel de Congelamento e comunicar o Assistente do Controle de Qualidade. Estes por sua vez, em conjunto, deverão verificar a qualidades das peças de acordo com o desvio identificado, e caso o produto apresente desvio característico de grau severo o produto deverá ser sequestrado no período do último monitoramento conforme até o horário da próxima monitoria conforme. Mediante o sequestro do produto, o Assistente do Controle de Qualidade deverá realizar uma nova amostragem, definida de acordo com volume sequestrado (ABNT), e caso seja novamente identificado desvio característico de grau severo no produto, este deverá ser destinado adequadamente.

2.2.6 Ações Preventivas

É responsabilidade do Supervisor de Produção, Supervisor de Qualidade junto ao Gerente Industrial definir as ações preventivas a serem tomadas em casos de desvios. O Monitor deve comunicar o Supervisor de Produção quando há necessidade de tomada de ações para diminuir a incidência de não conformidades.

Para prevenir falhas na classificação dos produtos quanto à sua qualidade, tem-se como ação:

- Orientar/treinar funcionários da Produção sobre os procedimentos de classificação dos produtos;
- Aumentar a quantidade de funcionários na linha de classificação das peças;
- Reduzir a velocidade do chiller;
- Reduzir a velocidade da linha do abate.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização deste trabalho permitiu implantar dentro de um Programa de autocontrole (PAC) ao qual se referencia os Procedimentos Sanitários Operacionais (PSO), uma Instrução de Trabalho (IT), a qual visa a inocuidade e segurança do alimento produzido.

Ações preventivas e corretivas, frequência de monitoramentos e verificações foram implantadas a partir de um estudo realizado na planta frigorífica, levando em consideração capacidade de abate, turnos de produção, peso médio dos lotes abatidos e velocidade de abate,

garantindo assim que todo produto produzido seja avaliado e destinado corretamente de acordo com a legislação.

Por serem consideradas miopatias modernas ou contemporâneas, ainda as condições reais que geram as miopatias carecem de estudos, propostas e pesquisas complementares que possam vir a elucidar ainda mais as causas dessas lesões.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Normativa no 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o Regulamento Técnico da Inspeção Tecnológica e Higiénico Sanitária da Carne de Aves. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 1998.

BRASIL, Normativa no 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2017.

BRASIL, Normativa no 10468/20 | Decreto nº 10.468, de 18 de agosto de 2020. Altera o Decreto nº [9.013](#), de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei nº [1.283](#), de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº [7.889](#), de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal.

MERCK. Manual de Veterinária: um manual de diagnóstico, tratamento, prevenção e controle de doenças para o veterinário / Editado por Clarence M. Fraser, 6. ed. São Paulo: Roca, 1991. p. 1490.

Siller, WG. Wight, PAL. Martindale, L. Exercise-induced deep pectoral myopathy in broiler fowls and turkeys. Veterinary Science Communications, 2:331-336, 1979.

SILLER, W. G. deep pectoral myopathy: a penalty of successful selection for muscle growth. Poultry Science, v. 64, p. 1591-1595, 1985.

BERTO FILHO, R. Z.; OLIVO, R. Miopatia peitoral profunda em frangos. Revista nacional da carne, n. 330, agosto, 2004.

Thaís Badini Vieira, Davi de Oliveira Almeida, Fernanda Martinez Xavier Alves, Robson Maia Franco, Cláudia Leal Andrade, Rogério Tortelly.

Aspectos anatomopatológicos da miopatia peitoral profunda em frangos de corte abatidos sob inspeção sanitária. Gross and histopathological lesions of deep pectoral myopathy in broilers slaughtered under sanitary inspection

SANTIAGO, H. L. Impact of Genetic selection on Skeletal Muscle in meat-type poultry. Mensagem recebido por: [Http://academic.uprm.edu/hsantiago/](http://academic.uprm.edu/hsantiago/) em 23 de fevereiro de 2005.

OLIVO, R. Atualidades na qualidade da carne de aves. Revista Nacional da Carne, n. 331, setembro, 2004.

CARON, L.; MORES, M. A. Z.; COLDEBELLA, A.; SCHEUERMANN, G. N.; ASSAYAG JÚNIOR, M. S.; BILGILI, S. F. **Aspectos Patológicos de Miopatias em Frangos de Corte.**

BECK, PRISCILA. Mapa altera critérios para inspeção de miopatias em frigoríficos. Disponível em: < <https://avicultura.info/pt-br/mapa-inspecao-miopatias-frigorificos/>> Acesso em: 21 set. 2020

S.F. BILGILI. Miopatias em frangos de corte. Disponível em: < <https://avicultura.info/pt-br/miopatias-em-frangos-corte/>> Acesso em: 24 set. 2020

Alnahhas, N.; Berri, C.; Chabault, M.; Chartrin, P.; Boulay, M.; Bourin, M. C. and Le Bihan-Duval, E. 2016. Genetic parameters of white striping in relation to body weight, carcass composition, and meat quality traits in two broiler lines divergently selected for the ultimate pH of the pectoralis major muscle. BMC Genetics, <https://doi.org/10.1186/s12863-016-0369-2>

Baldi, G.; Soglia, F.; Mazzoni, M.; Sirri, F.; Canonico, L.; Babini, E.; Cavani, C. and Petracci, M. 2018. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. Animal, <https://doi.org/10.1017/S1751731117001069>.