

AVALIAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA DA CARNE DE FRANGO REFRIGERADA E PÓS-COCÇÃO ACOMETIDA PELA ANOMALIA *WHITE STRIPING*

*Lais Ribeiro de Souza
Natália Moraes Leite
Roberta Barreiros de Souza
Alexandre Rodrigo Coelho
Fábio Augusto Garcia Coró
Mayka Reghiany Pedrão*

1. INTRODUÇÃO

O agronegócio brasileiro (2018/2019) relatou que a produção de carne de frango, bovino e suíno será de 33 milhões de toneladas, sendo que o maior aumento de produção e exportação foi da carne de frango, cujo consumo mundial gira em torno de 12,0 milhões de toneladas ou de 55,8 kg/hab/ano (BRASIL FOOD INGREDIENTES, 2018). Além do elevado valor nutritivo, a carne de frango pode ser considerada como um alimento funcional, pois contém baixo teor de colesterol e gordura com alto grau de instauração (PETRACCI; CAVANI, 2012).

O Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de carne de frango, na qual 34% da produção é destinada à exportação e mais da metade dessa exportação é feita na forma de cortes, tendo como maior valor agregado o peito e filé de peito (PEREIRA et al. 2005; ABPA, 2018).

Devido à elevada exportação e consumo intensifica-se a necessidade de produzir produtos de qualidade. De acordo com a Instrução Normativa 20/1999, a carne de frango deve possuir um aspecto geral uniforme sem acúmulo sanguíneo, sem corpos estranhos e sem manchas escuras, além de possuir fibras musculares finas. Coloração deve ser uniforme, sem manchas, variando do amarelo avermelhado ao amarelo esbranquiçado, sendo que os músculos do peito possuem tonalidade mais clara. A consistência normalmente é firme, macia e ligeiramente úmida (BRASIL, 1999).

Com a necessidade de obter frangos de qualidade, com maior peso, e conseqüentemente maior rendimento em menos tempo, obteve-se avanços tecnológicos na seleção genética, estratégias de manejo, nutrição (MARTINS et al., 2012). No entanto, essas demandas em alcançar tais propósitos acarretaram alterações histológicas e bioquímicas decorrentes dessa nova geração de frangos de corte, prejudicando alguns traços na qualidade da carne, que está ocasionando perdas na cadeia produtiva industrial. Devido a essa alteração ocasionada ao tecido muscular, pela evolução das aves surgiu a miopatia peitoral emergente chamada de *White striping* (WS) ou estrias brancas. As desordens na musculatura do peito classificadas de miopatia WS são visíveis em cortes crus com aparecimento de estrias brancas paralelas a fibra muscular na superfície dos músculos *Pectoralis major*. Geralmente iniciam na porção cranial do filé do peito, próximo ao ponto de inserção da asa e podem apresentar vários níveis de severidade. A presença do WS altera as características visuais do peito de frango, tendo rejeição pelo consumidor, mas as alterações não se limitam apenas às alterações visuais, ocorrendo também mudanças na composição química (KUTTAPPAN et al., 2012a; KUTTAPPAN et al., 2012b).

De acordo com Petracci et al. (2014), peitos de frango acometidos com WS possuem maiores conteúdos de lípidios e apresentam aumento desses teores de acordo com o grau de severidade da anomalia. Soglia et al. (2015) observaram que peitos acometidos com WS apresentam média de 1,25% de lípidios enquanto os considerados normais 0,87%. Sabe-se que realmente há mais lípidios nestas carnes, mas ainda não há diferenciação em relação à taxa de oxidação lipídica deste músculo.

Diante desse contexto, o presente trabalho teve como principal objetivo avaliar a oxidação lipídica da carne de frango tratada termicamente acometida com *White striping*.

2. CONSUMO E PRODUÇÃO DA CARNE DE FRANGO

A carne de frango é a fonte de proteína animal que mais cresceu no Brasil e no mundo nos últimos 40 anos. Dentre os produtos mais comercializados, destacam-se os cortes de frango, que correspondem a 57,7%, sendo que, um dos cortes com maior importância econômica é o peito de frango (OECD-FAO, 2015). De acordo com a USDA *apud* DEPEC (2017) o consumo da carne de frango no Brasil representa 46,8% e no mundo 34,6% perdendo apenas para carne de porco. Estimativas da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA) projetam aumento de 3% a 5% nos embarques brasileiros de carne de frango em 2017 (DE ZEN et al., 2017). Os compradores atuais, como os países do Oriente Médio, também devem manter um bom ritmo de importação do produto brasileiro.

Petracci et al. (2015) ressaltam que a indústria de carnes experimentou um aumento geral na demanda de produção, especialmente de carne de frango. Este crescimento progressivo está relacionado com os seguintes fatores: perfil saudável percebidos pelos consumidores (carne com baixo teor de gordura e alto conteúdo proteico), preço baixo se comparado à carne vermelha, adequação para processamento posterior devido às características sensoriais.

Devido à alta do mercado e o constante crescimento da produção de cortes de frango, há uma preocupação com a qualidade deste produto em paralelo à necessidade de abater frangos maiores, em menos tempo (FRAGA et al., 2015).

Contudo, a grande responsável pelo crescimento da avicultura no Brasil e no mundo é a pesquisa e desenvolvimento genético das aves destinadas ao corte. Este setor conseguiu desenvolver linhagens híbridas com constante melhoria de conversão alimentar, velocidade de ganho de peso e rendimento de carcaça, alcançando a possibilidade de abater aves com maior peso em menor intervalo de tempo (JESUS JUNIOR et al., 2007). A seleção genética juntamente com o rápido crescimento nem sempre atinge tais respostas, e a incidência de comportamento fisiológico anormais começam a aparecer com mais frequência, e são extremamente visíveis e significativas em peitos de frango (SANTIAGO, 2015).

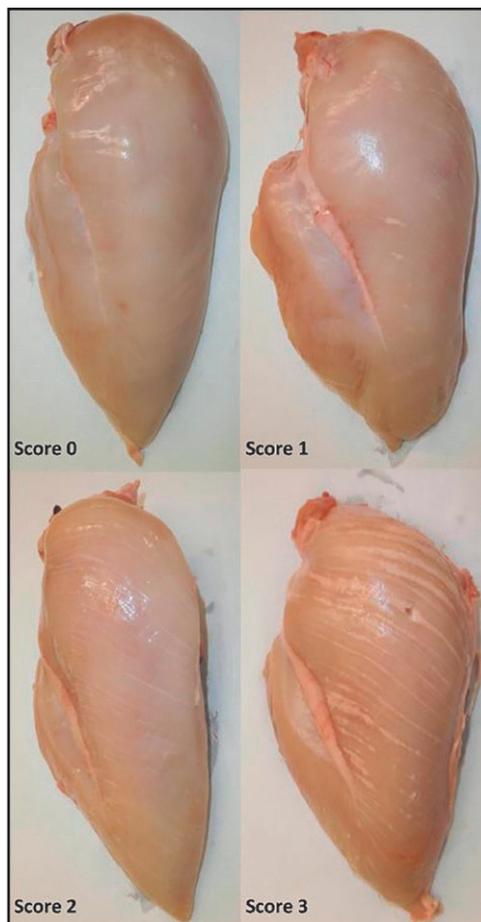
3. ANOMALIA *WHITE STRIPING*

Dentre as alterações fisiológicas anormais se destaca o surgimento da anomalia peitoral chamada de *White striping* (WS). Segundo Baldi et al. (2018),

durante os últimos anos, tem havido uma prevalência crescente de anormalidades musculares em peito de frango com destaque para a WS. De acordo com Bailey et al. (2015), o WS é caracterizado por linhas brancas visíveis paralelamente à direção das fibras musculares e que a quantidade e a espessura das listras brancas podem variar de ave para ave como na Figura 1. Segundo as análises histológicas e químicas do músculo, as listras brancas são compostas de tecido conjuntivo. Sihvo, Immonen e Puolanne (2013) citam que houve um aumento dessa anomalia na Finlândia e uma tendência semelhante também pode ser observada em vários outros países. As alterações são restritas ao músculo *Pectoralis major*, com áreas externas pálidas e duras, com estrias brancas. Estas alterações resultam na rejeição pelo consumidor e consequentemente prejuízos para as indústrias produtoras.

Lorenzi et al. (2014), comentam que há incidência carnes acometidas com WS em 40% dos animais abatidos. Outros pesquisadores indicam variações de obtenção de carne WS entre 12 a 40% (PETRACCI et al., 2013; FERREIRA et al., 2014; RUSSO et al., 2015). Zanetti et al., (2018) estudaram as perdas econômicas que são oriundas do desenvolvimento de WS e estimaram perdas diárias de até U\$ 70.632,00. Segundo trabalho apresentado por Corazza et al. (2017), esses prejuízos são decorrentes do não aproveitamento total desta matéria-prima, pois além do descarte dos peitos acometidos por estas miopatias, as carcaças dessas aves não são comercializadas como frango inteiro. As miopatias tipo WS e WB são responsáveis por cerca de 1% das condenações em abatedouros, um valor não aceitável de desperdício.

Figura 1- Filés de peito de frango exibindo diferentes graus de estriamento (WS)

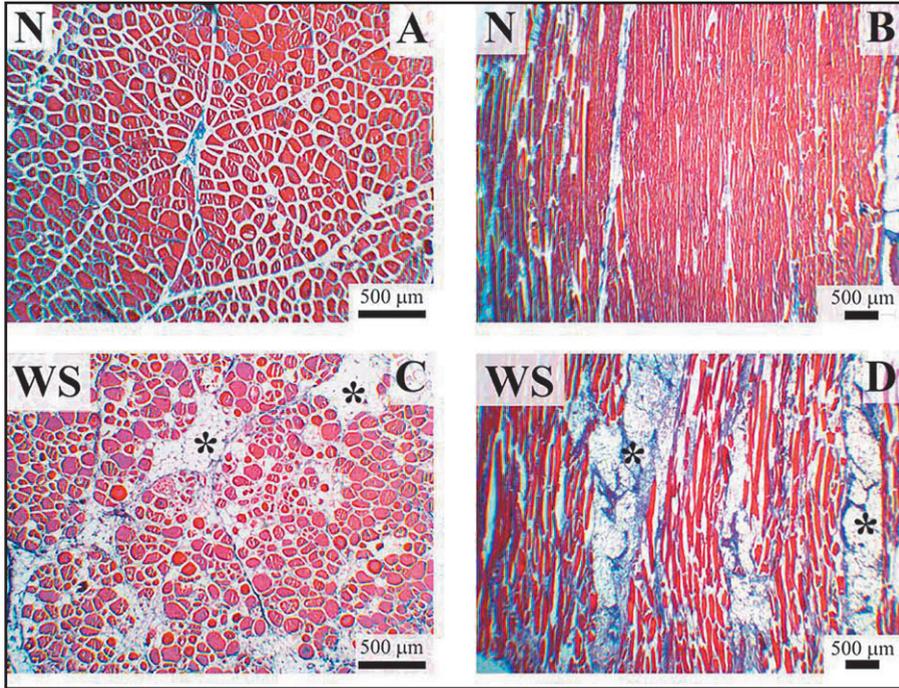


Legenda: Score 0: normal; score 1: moderado; score 2: severo; score 3: altamente severo.

Fonte: Bailey et al., 2015.

A Figura 2, obtida em artigo publicado por Baldi et al., (2018) mostra microscopicamente as alterações teciduais entre amostras normais e amostras acometidas por *White Striping*. Em amostras afetadas por WS é peculiar e abundante a presença de tecido adiposo endomisial infiltrado e, sobretudo, perimisial (asteriscos) com infiltração gordurosa em alguns casos coincide com a parte fibrilar. Observa-se também maiores espaços entre as fibras musculares nas amostras WS, indicando comprometimento da estrutura em relação à capacidade de retenção de água, logo podendo comprometer a qualidade do produto.

Figura 2 - Microscopia de Pectoralis major. Coloração: tricrômico de Masson. Imagens representativas de transversais (a, c) e longitudinais (b, d) de cortes histológicos de amostra normal (N) e acometida por White striping (WS).



Fonte: Baldi et al. (2017).

Sabe-se que as carnes acometidas por WS tendem a apresentar maior conteúdo lipídico (ZAMBONELLI et al., 2016; BALDI et al., 2018) e, consequentemente, uma maior taxa de oxidação deste material, levando a perdas de qualidade nutricional e sensorial. Além disso, o desenvolvimento de aroma de requeijado em carnes de aves é notório, e uma vez que há maior probabilidade de oxidação, este aroma não desejável poderá se pronunciar, afetando ainda mais as características sensoriais de produtos tratados termicamente.

4. COMPOSIÇÃO LIPÍDICA DA CARNE E SUA OXIDAÇÃO

A presença de lipídios influencia na aceitação da carne pelo consumidor, uma vez que a sua presença garante alterações favoráveis na textura, aroma, sabor e cor da carne. O maior conteúdo de lipídios está presente no músculo variando de 1,5 a 13% (PINO, 2005). O teor de lipídios da carne de frango varia

de 3,2 e 5,18% para a coxa; 1,3 e 4,36% para sobrecoxas e 0,9 a 1,57% para o peito (HUALLANCO, 2004).

Em trabalho apresentado por Soares et al. (2009), a oxidação lipídica foi 27 % maior em carnes PSE (Pale, Soft e Exudative), anomalia resultante do estresse ante-morte, que é caracterizada por uma carne de cor pálida, flácida e exsudativa na superfície que apresenta comprometimento da qualidade funcional das matérias-primas, em relação a carnes normais. Peitos sem alteração apresentaram para TBARS (Teste de Substâncias Reativas ao Ácido Tiobarbitúrico) valores de $0,32(\pm 0,07)$. Isto é um indicativo que peitos com anomalias podem apresentar menor estabilidade lipídica, e conseqüentemente comprometer a qualidade nutricional e sensorial desta fonte proteica de alimento. Sabe-se que o aumento de TBARS está diretamente relacionado à quantidade e ao perfil lipídico presente nas carnes.

Baldi et al. (2018) apresentam uma diferenciação do conteúdo lipídico da carne de frango normal e da carne acometida com WS. Tanto na posição superficial quanto na profunda, o conteúdo lipídico da carne com WS foi maior, sendo 1,53% para superficial e 1,58% para profundo, no peito normal, e 2,47 e 2,05% para posição superficial e profunda respectivamente, para a carne com WS.

4.1 MECANISMO DE OXIDAÇÃO LIPÍDICA

Mariutti e Bragagnolo (2009) mencionam que a carne de frango é extremamente vulnerável à ocorrência de oxidação lipídica, pois apresenta em sua composição elevados teores de ácidos graxos insaturados e também que a oxidação lipídica é um fator limitante da vida útil dos alimentos, especialmente de carnes, podendo causar alterações sensoriais e também funcionais como, capacidade de retenção de água, capacidade de emulsão, perdas nutricionais da carne e de seus subprodutos.

A oxidação lipídica em tecidos musculares pode ter início devido a fatores internos e externos, como por exemplo, devido à manipulação, processamento e armazenamento da carne. O ferro endógeno é em parte responsável pela oxidação dos lipídios, resultando em odor de ranço e outros *off flavours* (CHEN; PERSON; GRAY, 1984).

O mecanismo de oxidação lipídica ocorre basicamente em 3 estágios sendo eles: iniciação, propagação e terminação (PINO, 2005). A iniciação envolve a geração de um radical livre a partir de um ácido graxo insaturado e necessita

de um elemento iniciador como o calor e enzimas catalisadoras; nessa etapa há baixo consumo de oxigênio, baixa concentração de peróxidos, não ocorre alteração sensorial, porém há um aumento na concentração de radicais livres (KAMAL-ELDIN; APPELQVIST, 1996).

A propagação envolve a eliminação de um átomo de hidrogênio de uma molécula lipídica ou a adição de oxigênio para um radical, no qual um radical lipídico é transformado em um radical lipídico diferente, inicia-se o aparecimento de alterações sensoriais (BRASIL, FOOD INGREDIENTS, 2014).

A terminação envolve a reação entre radicais livres para formar produtos estáveis, ou seja, produtos secundários de oxidação tais como cetonas, álcoois, hidrocarbonetos, ácidos graxos de baixo peso molecular e aldeídos como o malonaldeído (MDA) que contribui para mudanças no aroma natural da carne, além de apresentar efeito carcinogênico, tóxico e mutagênico em seres humanos (PINO, 2005). Na terminação, cai o consumo de oxigênio, diminui a concentração de peróxidos e a alteração sensorial é perceptível, com aumento da viscosidade, alteração na cor, sabor e odor (POKORNY; YANISHLIEVA; GORDON, 2001).

A oxidação lipídica inicia-se logo após o abate do animal, surgindo alterações. Existem alguns fatores que propiciam a ocorrência da oxidação lipídica, como mudanças bioquímicas que ocorrem no período de conversão do músculo em carne, como a parada do fluxo sanguíneo, ocorrendo então falhas no sistema antioxidante natural. O nível de oxidação lipídica é influenciado por fatores pré-abate e pós-abate; fatores pós-abate como desossa mecânica, moagem da carne, encurtamento das fibras pelo frio causam rompimento das membranas musculares ocorrendo a liberação de ferro da mioglobina e liberação de proteínas (SOARES; OLIVO; SHIMOKOMAKI, 2004).

4.2 OXIDAÇÃO LIPÍDICA EM CARNES COZIDAS

A oxidação lipídica é uma das maiores causas de deterioração na qualidade da carne. O desenvolvimento da rancidez oxidativa em carnes inicia-se logo após a morte do animal e tende a aumentar, podendo tornar o produto inaceitável pelo consumidor. Sendo um desafio para as indústrias manter o produto sem sabores estranhos causados pela oxidação (LUCIANO; MONAHA; VASTA, 2009).

De acordo com Tims e Watts (1958) *warmed-over flavor* (sabor de requeentado - WOF) é definido como o rápido início da rancidez em carnes cozidas

durante a estocagem sob temperatura de refrigeração. Produtos cárneos pré-cozidos e reaquecidos tendem a desenvolver esses sabores indesejáveis, conhecidos como WOF. Tornando uma preocupação para o setor industrial uma vez que, o reaquecimento de carnes é comum para o consumo.

Contudo, se faz importante o estudo da oxidação lipídica em carnes anômalas tratadas termicamente, considerando que já ocorrem perdas para as indústrias devido à ocorrência da rancidez em carnes cozidas. Prejuízos também pela presença de anomalias, e por fim, que a possível combinação desses dois fatores pode resultar em maiores perdas.

5. METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa experimental com obtenção de dados quantitativos que avaliou a quantidade de lipídios e a oxidação lipídica do peito de frango em material *in natura* e material submetido a tratamento térmico (*warmed flavor*), sendo amostras normais e amostras acometidas com WS.

5.1 MATERIAL EM ESTUDO

As amostras de peito de frango foram doadas por um frigorífico de frangos, localizado no Paraná. Em seguida foram transportadas em caixa térmica até a Universidade Tecnológica Federal do Paraná para realização das análises.

Preparo das amostras para análise

Foram coletadas um total de 10 amostras normais e 10 amostras com WS, sendo que por vez foram coletadas 2 amostras. Após a chegada à universidade, as amostras foram cortadas ao meio, metade foi triturada em liquidificador, armazenadas em temperatura de refrigeração e se seguiram as análises de determinação de lipídios e oxidação lipídica em um período de 5 dias após a coleta, sendo realizadas em triplicata. A outra metade foi embalada a vácuo e cozida em banho-maria a 80 °C por 55 minutos, em seguida foi triturada em liquidificador e armazenada sob refrigeração. Ao término do preparo se prosseguiram as análises para determinação da oxidação lipídica em triplicata.

5.2 LIPÍDIOS

Para a determinação de lipídios foi utilizado o método idealizado por Soxhlet no ano de 1879. Este método baseia-se no refluxo contínuo de um solvente que tem afinidade com os lipídios presentes na amostra. Ocorre a transferência do óleo da amostra (constituente solúvel) para o solvente que entrará em contato com a amostra. O óleo transferido para o solvente é recuperado no final do processo sem que ocorra qualquer transformação química no mesmo.

Para determinação, foi pesado de 3 a 5 gramas da amostra *in natura* em cadinhos de porcelana, em seguida fez-se a secagem da amostra em estufa a 105 °C; posteriormente esfriou-se em dessecador. Transferiu-se a amostra para o cartucho de extração de lipídios, fazendo a lavagem com solvente e iniciou-se a extração. Para a extração foi usado o extrator automático Soxtec 2050, marca FOSS. Foi utilizado como solvente, éter de petróleo P.A (faixa de ebulição 30-60 °C). O equipamento possui três estágios, que correspondem a extração com cartucho submerso, gotejamento sobre o cartucho e recuperação do solvente; foi programado da seguinte forma: temperatura de 80 °C, e nos estágios tempos de 30 minutos, 1 hora, 3 minutos em cada estágio respectivamente. Ao final da extração, retirou-se os copos com o material extraído, colocou-se em estufa a 105 °C, esfriou-se em dessecador e por fim foi feita a pesagem, obtendo-se o valor expresso em gramas de lipídios. O cálculo para quantificação do teor de lipídios foi realizado de acordo com a Equação 1 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

Equação 1 – Expressão matemática para o cálculo da quantidade de lipídios.

$$\frac{100XN}{P} = \% \text{ de lipídios} \quad (1)$$

Onde:

N= n° de gramas de lipídios

P = n° de gramas da amostra.

5.3 DETERMINAÇÃO DA OXIDAÇÃO LIPÍDICA

A oxidação lipídica é uma das principais causas da perda da qualidade em carnes e seus derivados. A molécula de malonaldeído (MDA) é utilizada como indicador da rancidez oxidativa em alimentos e sistemas biológicos.

Entre os métodos usados para determinação da oxidação lipídica dos alimentos ressaltam-se o método de TBARS. É um teste baseado na reação do ácido tiobarbitúrico com os produtos de decomposição dos hidroperóxidos. Um dos principais produtos formados no processo oxidativo é o malonaldeído (MDA), um aldeído com 3 átomos de carbono. O método consiste na medida espectrofotométrica de um complexo de coloração róseo forte, resultante da condensação de 2 mols de ácido-2-tiobarbitúrico (TBA) com um mol de malonaldeído e outras substâncias reagentes a este ácido.

A determinação foi realizada pelo método de destilação simples. Primeiramente foram preparados os reagentes, sendo eles: solução padrão de 1,1,3,3-tetraetoxipropano (TEP), ácido-2-tiobarbitúrico (TBA) = 0,02 mol/L e solução de ácido clorídrico mol/L.

Foi preparado 1000 mL de solução de TEP, pesou-se 0,2203 g do reagente, colocou-se em um balão volumétrico de 1000 mL dissolveu-se em água destilada completando o volume, em seguida colocou-se a solução em frasco âmbar e armazenou-se em geladeira. Para preparação do TBA foi pesado 3,2432 g completando também com 1000 mL de água destilada, posteriormente dissolvendo o TBA com auxílio de um banho de ultrassom, até completa solubilização. Para o HCl mediu-se em uma proveta 331,60 mL de ácido clorídrico P.A, em capela com exaustão ligada e em outra 668,4 mL de H₂O destilada, ou seja, totalizando para um volume final de 1000 mL. Em outro frasco colocou-se a água e adicionou-se o ácido vagorosamente, obtendo-se a solução.

Preparo da curva padrão

Para construção da curva foi pipetada a solução (TEP) colocando-a em balão volumétrico completando o volume com água destilada. Em seguida foram feitos os pontos da curva variando a concentração de TEP de 1.10^{-8} a 7.10^{-8} mols/mL. Posteriormente se preparou diluições em tubos de ensaio com tampa. De acordo com o Quadro 1:

Quadro 1 - Esquema das diluições para curva padrão

Tubos	TEP. 10⁻⁸ (moles/mL)	Padrão TEP (mL)	H₂O destilada (mL)	TBA (mL)
Branco	---	---	5,0	5,0
1	1	0,5	4,5	5,0
2	2	1,0	4,0	5,0
3	3	1,5	3,5	5,0
4	4	2,0	3,0	5,0
5	5	2,5	2,5	5,0
6	6	3,0	2,0	5,0
7	7	3,5	1,5	5,0

Fonte: Tarladgis, Person e Dugan (1964); Crackel (1988); Shahidi et al. (1985).

Ao final das diluições homogeneizou-se os tubos, em seguida foram colocados em banho-maria fervente por 35 minutos. Posteriormente resfriou-se em água à temperatura ambiente procedendo a leitura da absorbância em espectrofotômetro a 530 nm. Ao concluir a leitura transferiu-se os valores de absorbância para o excel e determinou-se a equação da reta. Sendo ela:

Equação 2 – Equação da reta obtida por meio da construção da curva padrão

$$y = 0,1453x + 0,168 \quad (2)$$

Determinação do malonaldeído

A amostra de peito de frango já triturada e armazenada foi pesada, exatamente 10 g, em seguida transferiu-se para um frasco de destilação de 500 mL (tipo kjeldhal) com 47,5 mL de água destilada; 2,5 mL de HCl 4N (pH \cong 1,5) completando o volume para 100 mL e adicionou-se 3 gotas de anti-espumante (silicone ou tenox). A destilação foi feita em aparato semelhante a um macro-kjeldahl. Sendo recolhido 50 ml do destilado em aproximadamente 10 minutos após o início da fervura do homogenato. Posteriormente coletou-se 5 ml do destilado colocando em tubo de ensaio com tampa e acrescentou-se 5 ml da solução

de ácido-2-tiobarbitúrico (TBA). O tubo foi hermeticamente fechado, colocou-se em banho-maria fervente por 35 minutos. Em seguida, foi resfriado à temperatura ambiente e leu-se a absorvância contra o branco em 530 nm.

Calculou-se a concentração de malonaldeído/kg de amostra a partir da equação da reta, obtida por meio da construção da curva padrão (Equação 2). Isolando x e substituindo y pela absorvância das amostras analisadas obteve-se o número de TBARS.

6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A partir da realização das análises, os resultados obtidos foram submetidos a uma análise estatística: teste T (duas amostras), utilizando o programa Biostat 5.0.

7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de lipídios e de oxidação lipídica obtidos entre peitos de frangos classificados como normais e com White String

Análises	Controle	WS
Lipídios (%)	1,28 ± 0,76 ^b	2,87 ± 0,91 ^a
MDA (mg/kg)	2,869 ± 1,21 ^{aA}	3,181 ± 2,10 ^{aB}
MDA (mg/kg) pós-tratamento térmico	2,500 ± 0,96 ^{bA}	3,040 ± 1,00 ^{aB}

* Os meios seguidos por diferentes letras na mesma linha (letras minúsculas) e diferentes letras na mesma coluna (letras maiúsculas) diferem por um Teste t (LSD) no nível de significância de 1% ($P < 0,01$).

Fonte: Autoria própria.

Para lipídios, os valores obtidos neste trabalho se mostraram 2,24 vezes maior em carnes acometidas com WS do que nas carnes controle. Se assemelhando aos valores encontrados por Baldi et al. (2018), no qual o teor de lipídios também foi maior para as carnes com WS.

Como já relatado por Kuttappan et al. (2012a) e Petracci et al. (2014), a quantidade de gordura intramuscular aumenta com o grau de WS. Sendo assim, estes autores sugerem que o dano ao tecido muscular é agudo ou contínuo, e as tentativas de reparar ou regenerar as zonas danificadas podem falhar, levando à diferenciação das células-tronco pluripotentes do tecido muscular em fibroblastos ou adipócitos, que por sua vez levam à fibrose e lipidose.

Os valores de TBA também expressos na Tabela 1 não apresentaram diferença significativa entre os peitos controle e os acometidos com WS. Resultado similar ao estudo apresentado por Alnahhas et al. (2016) em que foi observado que peitos de frango com WS não afetou os valores para as análises de TBA.

Contudo, ao observar a oxidação lipídica das amostras tratadas termicamente é perceptível um aumento significativo das taxas de oxidação, sendo um indicativo de que peitos acometidos pela anomalia WS tratados termicamente apresentam menor instabilidade. Confirmando que a combinação de carnes acometidas pela anomalia WS, submetidas ao tratamento térmico apresentam maiores taxas de oxidação.

Fernandes et al. (2012), citam que valores de TBARS até 1,59 mg de malonaldeído/kg de amostra são considerados baixos para serem percebidos por análise sensorial e não causam problemas para a saúde do ser humano. Segundo Trindade et al. (2008), odores de ranço podem ser detectados por provadores treinados e não treinados na faixa de 0,5-1,0 e 0,6-2,0 mg malonaldeído/kg de amostra, respectivamente. Os valores obtidos neste experimento indicam valores mais elevados, o que justifica o aroma e sabor de requeitados característicos de carnes de aves, consequentemente este resultado pode causar rejeição pelo consumidor e maiores prejuízos para o setor industrial. Todavia, é necessário ressaltar que esperava-se valores mais altos para as taxas de oxidação após aquecimento térmico. Contudo, isto não pode ser observado neste trabalho.

8. CONCLUSÃO

As carnes de aves acometidas pela anomalia WS apresentam maior teor de lipídios e maior grau de oxidação lipídica comparada à carne *in natura* controle, sendo um fator de qualidade perceptível pelo consumidor que pode gerar depreciação do produto.

Agradecimento

MRP agradece a concessão de bolsa DTII ao CNPq e ao Laboratório Multiusuário do Câmpus Londrina da Universidade Tecnológica Federal do Paraná pelas análises realizadas.

REFERÊNCIAS

ABPA – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL (SÃO PAULO). 2018 Relatório Anual. 2018. Disponível em <http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual2018.pdf>. Acesso em: 01 abri. 2020.

ALNAHHAS, N. et al. 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**, v. 17, p. 61, 2016.

BAILEY, R. et al. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**, v. 94, p. 2870–2879, 2015.

BALDI, G. et al. Implications of white striping and spaghetti meat abnormalities on meat quality and histological features in broilers. **Animal**, n. 12, v. 1, p. 164-173, 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº20 de 21 de Julho de 1999. Métodos analítico físico-químicos para controle de produtos cárneos e seus ingredientes – Sal e Salmoura. **Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 09 set.1999.

BRASIL, FOOD INGREDIENTS. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. **Rancidez Oxidativa**, n. 29, p. 42-49, 2014.

CHEN, C. C.; PEARSON, A. M.; GRAY, J. I. et al. Some factors influencing the non heme iron content of meat and its implications in oxidation. **Journal of Food Science**, v.49, p. 581-584, 1984.

CORAZZA, J. et al. Perdas econômicas devido às alterações peito de madeira e peito com estrias brancas em um abatedouro de frangos de corte. **III Semana do conhecimento**. 3 a 7 de Outubro de 2017. Universidade de Passo Fundo. Passo Fundo. Brasil. 2017.

CRACKEL, R. L. et al. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food Chemistry**, v. 28, n. 3, p. 187-196, 1988.

DE ZEN, S. et al. **FRANGO/CEPEA: Cenário é positivo para 2017, mas setor deve ficar de olho na oferta. Análise perspectiva sobre o setor avícola elaborada pelo Cepea**. Disponível em: <https://www.aviculturaindustrial.com.br/imprensa/cenario-e-positivo-para-2017-mas-setor-avicola-deve-ficar-de-olho-na-oferta/20170110-134436-o204>. Acesso em 06 nov. 2017.

DEPEC – **Departamento de Pesquisas e Estudos Econômicos Carne avícola**. Disponível em: https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_carne_avicola.pdf. Acesso em: 20 out. 2017.

FERNANDES, R. P. P. et al. Estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de carne ovina embalada a vácuo estocada sob refrigeração. **Ciência Rural**, v.42, n.4, p.724-729, ab2012.

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

FRAGA, S. T. et al. Estudo anátomo-patológico do músculo pectoralis major de frangos de corte acometidos com WoodenBreast (WB). In: **42º Congresso Bras. de Medicina Veterinária e 1º Congresso Sul-Brasileiro da ANCLIVEPA**. Curitiba, 2015.

HUALLANCO, M. B. A. **Aplicação de um sistema de classificação de carcaça e corte e efeito pós abate na qualidade de cortes de frangos criados no sistema alternativo**. 2004.82f. Dissertação (Mestrado em Ciência Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Ciência dos Alimentos, Piracicaba, 2004.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

JESUS JUNIOR, Celso de et al. A cadeia da carne de frango: tensões, desafios e oportunidades. **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 26, p. 191-232, 2007.

KAMAL-ELDIN, A.; APPELQVIST, L. A. The chemistry and antioxidant properties of tocopherols and tocotrienols. **Lipids**, v.31, n.7, p.671-701, 1996.

KUTTAPPAN, V. A. et al. Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. **Poultry Science**, v.91, n.10, p.2677-2685, Oct., 2012a.

_____. Consumer acceptance of visual appearance of broiler breast meat with varying degrees of white striping. **Poultry Science**, v. 91, n.5, p.1240-1247, may. 2012b.

LUCIANO G, MONAHAN FJ, VASTA V. Lipid and colour stability of meat from lambs fed fresh herbage or concentrate. **Meat Science**, v.82, n.1, p.193-199, 2009.

LORENZI, M. S. et al. Incidence of white striping under commercial conditions in medium and heavy broiler chickens in Italy. **J Appl. Poult. Res.** v.23, p.754-758, 2014.

MARIUTTI, L. R. B.; BRAGAGNOLO, N. A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v.68 n.1, 2009.

MARTINS, J. M. S. et al. Melhoramento genético de frangos de corte. **PUBVET**, Londrina, v. 6, n. 18, 2012.

OECD-FAO. **Agricultural Outlook** 2015. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1787/agr_outlook-2015-en. Acesso em: 20 out. 2017.

PEREIRA, R. A. et al. Miopatia peitoral profunda em frangos de corte. **Veterinária em foco**, v. 3, n. 1, p. 11-15, 2005.

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

PETRACCI, M. et al. Comparison of breast muscle traits and meat quality characteristics in 2 commercial chicken hybrids. **Poult Sci**. v.92, n.9, p2438-48, 2013.

_____. Effect of white striping on chemical composition and nutritional value of chicken breast meat. Italian Journal of **Animal Science**, v.13, n.3138, p.179-183, 2014.

_____. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's Poultry Science Journal**, v.71, n. 2, p. 363-374, 2015.

PINO, L. M. **Estabilidade oxidativa da carne de frangos alimentados com diferentes fontes lipídicas, armazenadas sob congelamento**. 2005.60f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Faculdade de Ciência dos Alimentos, Piracicaba, 2005.

POKORNY, J.; YANISHLIEVA, N.; GORDON, M. **Antioxidants in Food: Practical Applications**, ed. 1, Cambridge: CRC Press, 2001.

RUSSO, E. et al. Evaluation of White Striping prevalence and predisposing factors in broilers at slaughter. **Poult Sci**. v. 94, n.8, p.1843-1848, 2015.

SANTIAGO, H. L. Impact of Genetic Selection on Skeletal Muscle in Meat-Type Poultry. **Department of Animal and Poultry Sciences**, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2015.

SHAHIDI, F. et al. Effect of Sulfanilamide on the TBA Values of Cured Meats. **Journal of Food Science**, v.50, p.274-275, 1985.

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. 619-23, 2014.

SOARES, A. L.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. et al. Synergism Between Dietary Vitamin E and Exogenous Phytic Acid in Prevention of Warmed-Over Flavour Development in Chicken Breast Meat (Pectoralis Major m.). **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, p. 57-62, 2004.

SOARES, A. L. et al. Lipid oxidation and fatty acid profile related to broiler breast meat color abnormalities. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.52, n.6, p.1513-1518, 2009.

SOGLIA, F. et al. Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by wooden breast abnormality. **Poult Sci.**, v. 95, p. 651-659, 2015.

TARLADGIS, B. G.; PEARSON, A. M.; DUGAN Jr, L. R. Chemistry of the 2-thiobarbituric acid test for determination of oxidative rancidity in foods II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.5, p.602-604, 1964.

TIMS M. J., WATTS B. M. Protection of cooked meats with phosphates. **Food Technology**, v.12, n.1, p. 240-243, 1958.

TRINDADE, M. A. et al. Estabilidade oxidativa e microbiológica em carne de galinha mecanicamente separada e adicionada de antioxidantes durante período

de armazenamento a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.28, n.1, p.160-168, 2008.

ZAMBONELLI, P. et al. Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping - Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v.95, n.12, p.2771-2785, 2016.

ZANETTI, M. A. et al. Economic losses associated with Wooden Breast and White Striping in broilers. **Semina: Ciências Agrárias**, v.39, n. 2, p.887, 2018.