

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS

THAYSE CAVALCANTE DA ROCHA

QUALIDADE DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO PRODUZIDA
COM PEITO AMADEIRADO (*Wooden Breast*)

JOÃO PESSOA
2018

THAYSE CAVALCANTE DA ROCHA

**QUALIDADE DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO PRODUZIDA COM PEITO
AMADEIRADO (*Wooden Breast*)**

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia
de Alimentos da Universidade Federal da
Paraíba em cumprimento aos requisitos
para obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia de Alimentos

ORIENTADORA: DR.^a MARTA SUELY MADRUGA

**JOÃO PESSOA
2018**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

R672q Rocha, Thayse Cavalcante da.
Qualidade de linguiça frescal de frango produzida com
peito amadeirado (Wooden Breast) / Thayse Cavalcante da
Rocha. - João Pessoa, 2018.
118 f. : il.

Orientação: Marta Suely Madruga.
Dissertação (Mestrado) - UFPB/CTDR.

1. Tecnologia de Alimentos. 2. Carne de frango. 3.
Linguiça frescal - qualidade. 4. Miopatia - Wooden
Breast. 5. Armazenamento - peito de frango. I. Madruga,
Marta Suely. II. Título.

UFPB/BC

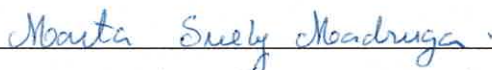
THAYSE CAVALCANTE DA ROCHA

**QUALIDADE DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO
PRODUZIDA COM PEITO AMADEIRADO (*Wooden Breast*)**

Dissertação apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia de Alimentos
da Universidade Federal da Paraíba
em cumprimento aos requisitos para
obtenção do título de Mestre em
Ciência e Tecnologia de Alimentos.

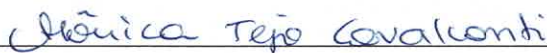
Dissertação aprovada em ____/____/____

BANCA EXAMINADORA



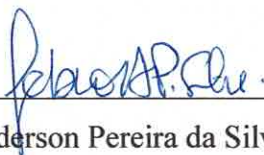
Profª Dra. Marta Suely Madruga – PPGCTA/CT/UFPB

Coordenadora da Banca Examinadora



Profª. Dra. Mônica Tejo Cavalcanti – UATA/CCTA/UFCG

Examinador Externo



Profª. Dr. Fábio Anderson Pereira da Silva – PPGCTA/CT/UFPB

Examinador Interno

*A Deus por ser essencial na minha vida, autor do
meu destino, meu guia e socorro presente nas
horas de angústia.*

*Ao meu pai, Aldo Monteiro, e minha mãe,
Nicineide Cavalcante, e aos meus irmãos por
todo o apoio e ternura.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

Em especial à Deus, por seu meu escudo, por sua presença constante em minha vida, por ter me carregado nos braços e me dado forças nas horas difíceis e por tantas bênçãos derramadas sobre mim.

À minha orientadora Prof^a Dr.^a Marta Suely Madruga, pelo empenho e orientação, toda dedicação, disponibilidade, pela confiança que sempre me concedeu, ajuda e conhecimentos transmitidos. Meu muito obrigada!!!

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba (PPGCTA-UFPB) pela disponibilidade de sua estrutura física, coordenador, secretaria e corpo docente.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa.

A empresa Guaraves pela parceria, doação dos peitos de frango e disponibilidade de utilização de sua linha de produção.

Aos meus pais e meus irmãos, que são meu porto seguro, que me deram tanto apoio, amor, compreensão e que a minha chegada até aqui só foi possível depois de muita dedicação, esforços e renúncias dessas pessoas. A todos os familiares pelo apoio.

A Professora Mônica Tejo Cavalcanti por ser a responsável de tudo isso está se concretizando, me incentivando desde a graduação que eu poderia chegar mais longe. Sendo um exemplo pra mim de excelente profissional, e se tornando pra sempre minha mãe acadêmica e fora desse meio também. E em conjunto gostaria de agradecer ao meu pai Daniel por sempre me incentivar a fazer esse mestrado, e aos meus irmãos, Mateus e Isadora, por serem um dos meus motivos diários para seguir alegre e persistente. Obrigada por tudo!

A Professora Mônica Correia, por toda ajuda, amizade, incentivo e apoios constantes.

A minha prima Inês, por sempre me incentivar, obrigada pela força transmitida, paciência, compreensão, amizade, apoio demonstrado ao longo deste trabalho pela ajuda.

Aos amigos do laboratório Leila, Ana Maria, Álida, Andressa, Ana Rita, Ângela Darline, Íris, Lary, Lorena, Mércia, Narciza e Taliana, pelo companheirismo, conversas e risos compartilhados.

A minha amiga Yvana, por sempre me incentivar, por dividir comigo as angústias e alegrias e ouvir minhas bobagens.

As minhas companheiras de apartamento, Bianca e Lary, por se tornarem minha família e por me darem apoios diários que eu iria conseguir! Obrigada por tudo.

A minha amiga Bárbara Pereira, muito obrigada por me ajudar a suportar as dificuldades durante a conquista de mais uma etapa na minha vida, pela dedicação, pela amizade que é inabalável, companheirismo, diversão e alegria, pelos incentivos e por me dar a minha princesa Manuela, que renova minhas forças diariamente, onde a sua existência é o reflexo mais perfeito da existência de Deus.

As amigas, Aline, Camila, Dayene, Elainy e Winnie, por todo suporte durante as disciplinas do mestrado, e por me ensinarem a ser melhor a cada dia. Muito obrigada pelo companheirismo e amizade.

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

Por fim, quero deixar meu agradecimento a todos, pois saibam só foi possível à conclusão deste trabalho porque teve a participação de cada um. Muito obrigada a todos por darem sua parcela de contribuição pra meu crescimento e amadurecimento pessoal e acadêmico.

RESUMO

A anomalia Wooden Breast (WB) ou Peito Amadeirado é caracterizada por áreas pálidas e inchadas e com dureza parcial ou integral do músculo *Pectoralis major*. Os peitos WB são rejeitados pelos consumidores ou encaminhados para elaboração de produtos de menor valor comercial. Objetivou-se com o presente estudo avaliar o efeito da utilização do peito de frango WB na elaboração de linguiças frescal, caracterizando as propriedades tecnológicas, parâmetros físico-químicos e sensorial durante armazenamento sob congelamento comercial a -20 °C por 180 dias. Foram elaboradas linguiças frescal utilizando 100% do peito de frango Normal (N), 100% de peito de frango WB e 50% do peito de frango N e 50% de peito de frango WB (N+WB). Os peitos WB apresentaram maior valor de pH, L*, teor de umidade, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), dureza, mastigabilidade, adesividade e gomosidade em relação ao peito N; enquanto que a capacidade de retenção de água (CRA) e o teor de proteínas foram maiores nos peitos de frango N. As linguiças frescal com 100% de peito de frango WB e 100% N apresentaram valores de CRA, medidas de cor a* e b*, teor de proteínas e TBARS próximos; e essas diferiram da formulação mista (N+WB). A ADQ não discriminou sensorialmente as três formulações de linguiças frescal. Adicionalmente, os testes de aceitabilidade e intenção de compra, não diferiram entre as formulações, indicando que os provadores não treinados aprovaram as linguiças frescal de frango. Foi observado decréscimo da CRA, dos parâmetros de cor a* e b* ao longo do armazenamento sob congelamento comercial das linguiças de frango. Linguiças frescal com 100% de peito WB apresentaram, ao longo dos 180 dias, maior FC, dureza mastigabilidade, coesividade, adesividade e resiliência; além de redução mais acentuada da CRA. Independente da formulação observou-se aumento nos valores de TBARS, os quais ultrapassaram o limite de detecção do ranço. Os resultados apontam que linguiças frescal com 100% de peito WB apresentam maior estabilidade a oxidação lipídica podendo ser armazenadas comercialmente a -20 °C por 190 dias ou 200 dias quando formulada com peito N+WB. Linguiças formuladas com peito N devem ser armazenadas por até 171 dias nas condições do presente estudo. Os resultados apontam que o peito de frango WB pode ser utilizado na indústria para elaboração de produtos processados do tipo frescal (linguiça), de forma combinada ou não com o peito de frango N. A elaboração de linguiça de frango frescal com o peito de frango WB é uma alternativa viável para indústria avícola reduzir as perdas econômicas conferidas por essa miopatia.

Palavras-chave: ADQ, Frango, Linguiça frescal, Miopatia, Qualidade, Armazenamento, Wooden Breast.

ABSTRACT

Wooden Breast (WB) is an anomaly that occurs in poultry characterized by changes in the *Pectoralis major*, such as pale, swollen areas and hardened areas, either partial or total. WB is sent to the production of products of lower commercial value, due its sensorial rejection by the consumers. The aim of this work was to evaluate the effects of the use of WB on the preparation of fresh sausage, characterizing its technological properties and physical-chemical and sensorial parameters during storage under commercial freezing at -20 °C for 180 days. It was elaborated three types of fresh sausages: using 100% Normal chicken breast (N), 100% WB and 50% N and 50% WB (N + WB). WB meat presented higher pH, L* value, moisture content, cooking losses, shear force (SF), hardness, chewiness, adhesiveness and gumminess, when compared with N breast. On the other hand, water holding capacity (WHC) and protein content were higher in N. Fresh sausages produced with 100% WB and 100% N presented close values of CRA, a* and b* values, protein content and TBARS; and these differed from the mixed formulation (N + WB). The ADQ did not presented sensorial differences among the three formulations of fresh sausages. It was observed a decrease in WHC and in a* and b* values for the fresh sausages throughout the storage under commercial freezing. WB fresh sausages presented greater SF, hardness chewiness, cohesiveness, adhesiveness and resilience during the 180 days; besides a more pronounced reduction in WHC. Regardless of the formulation, there was an increase in TBARS values, which exceeded the limit of rancid detection. The results indicate that WB fresh sausages present greater lipid oxidation stability and can be commercially stored at -20°C for 190 days or 200 days when formulated with N + WB. N fresh sausages can be stored for up to 171 days under the conditions of the present study. The results indicate that the WB meat can be used in the industry to prepare processed products of the fresh type (sausage), whether or not combined with N meat. The elaboration of fresh chicken sausage with WB meat is a viable alternative for the poultry industry to reduce the economic losses conferred by this myopathy.

Key Words: QDA, Poultry, Fresh Sausage, Myopathy, Quality, Storage, Wooden Breast.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Miopatia tipo Wooden Breast (amadeirado) em peito de frango: 1) Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte, controle, macroscopicamente normal; 2) Músculo <i>Pectoralis major</i> de frango de corte, peito amadeirado, pálido e coberto com fluido viscoso claro, com protuberância na extremidade caudal do músculo (seta) e há petéquias multifocais	19
Quadro 1 - Características para identificação de peitos de frango normal (N) e amadeirado (WB).	27
Figura 2 - Delineamento experimental da dissertação	28
Figura 3 - Fluxograma de processamento de linguiça de frango tipo frescal.....	30

ARTIGO 1

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	65
Tabela 2. Parâmetros físico-químicos e de textura de peitos de frango N e WB	66
Tabela 3. Parâmetros físico-químicos de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	67
Tabela 4. Perfil de textura de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	68
Figura 1. Perfil de ADQ de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	69
Figura 2. Teste de aceitabilidade (A) e de intenção de compra (B) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	70
Figura 3. PCA com os parâmetros sensoriais de ADQ e TPA de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	71

ARTIGO 2

Figura 1. Força de cisalhamento (FC) e do perfil de textura instrumental (TPA) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (-20 °C) por 180 dias.	97
Figura 2. Número de TBARS (mg MDA/kg), WOF (mg MDA/kg) e lipídios (g/100g) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.	98
Figura 3. Somatório de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.	99
Figura 4A: PCA com os parâmetros físico-químicos (umidade, gordura, TBARS, WOF) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.	99
Figura 4B: PCA com o TPA de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.....	101

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	29
---	----

ARTIGO 1

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	65
---	----

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos e de textura de peitos de frango N e WB	66
--	----

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	67
---	----

Tabela 4. Perfil de textura de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)	68
--	----

ARTIGO 2

Tabela 1. Formulações de linguiça de frango elaboradas com peito de frango N, WB e sua mistura (N e WB)	75
---	----

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.	94
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO NO CENÁRIO BRASILEIRO E MUNDIAL	16
2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO EM FRANGOS DE CORTE	17
2.3 ANOMALIA <i>WOODEN BREAST</i> (WB) EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE	18
2.4 EFEITO DA MIOPATIA <i>WOODEN BREAST</i> (WB) NOS PARAMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E SENSORIAL DE PEITOS DE FRANGOS DE CORTE	21
2.5 PRODUTOS CÁRNEOS PROCESSADOS	24
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
3.1 MATERIAL	26
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	26
3.3 PROCESSAMENTO DAS LINGUIÇAS DE FRANGO TIPO FRESCAL	28
3.4 MÉTODOS	30
3.4.1 Caracterização físico-química dos peitos (N e WB) e das linguças de frango N, WB, N+WB)	30
3.4.2 Avaliação microbiológica das linguças de frango (N, WB, N+WB)	34
3.4.3 Avaliação sensorial das linguças de frango (N, WB, N+WB)	35
3.4.3.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	35
3.4.3.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra	37
3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS	38
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
ARTIGO 1	47
ARTIGO 2	72
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	102
APÊNDICES	103

1 INTRODUÇÃO

O consumo de carne de frango no Brasil está uniformemente distribuído em todo o território nacional, apresentando altas taxas de crescimento desde a década de 1970 em decorrência de sua acessibilidade e características nutricionais (EMBRAPA, 2013a). Com um consumo inexpressivo de 1972, a carne de frango tornou-se a partir de 2006 a mais consumida pelos brasileiros. No ano de 2016, o consumo *per capita* brasileiro de carne de frango alcançou 41 kg/ano, enquanto que o consumo de carne bovina e suína foi de 29 e 14 kg, respectivamente (EMBRAPA, 2016).

O elevado consumo da carne de frango resulta dos altos índices de produtividade, que estão associados à alta qualidade, sanidade e menores custos de produção, tornando o Brasil maior exportador e segundo maior produtor mundial de carne de frango, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA, 2017). No ano em 2015, o país exportou 4,304 milhões de toneladas de carne de frango, que correspondeu a 34% de sua produção. Em consequência da excelência de seus produtos, o frango brasileiro tem chegado à mesa dos mercados mais exigentes, tendo como principais importadores os países da Comunidade Europeia, da América do Norte, Oriente Médio, África, Oceania e Ásia (ABPA, 2016).

Uma das principais razões que impulsionam o sucesso da carne de frango está no seu custo e na percepção de seu perfil nutricional em comparação com a carne suína e bovina. Na verdade, o peito de frango se adapta à demanda moderna de consumo de alimentos com baixo teor de gordura, sódio e colesterol, observando-se que recentemente, a carne de frango mantém as mesmas características nutricionais encontradas no passado (PETRACCI et al., 2015). O peito de frango é uma excelente fonte alimentar com baixo teor de gordura e alta qualidade proteica. Tais propriedades nutricionais não só satisfazem as tendências de consumo, mas também fornecem atributos funcionais que fazem com que a carne seja utilizada para processamento e desenvolvimento de novos produtos cárneos processados.

Observa-se que o aumento da produção de carne de frango impulsionada pela crescente demanda dos consumidores tem refletido em uma série de mudanças na indústria avícola. Essas mudanças exigiram dos criadores e produtores grandes esforços e intensa seleção genética, a fim de alcançar um aumento na taxa de crescimento das aves, associado a um maior rendimento do músculo do peito e a uma maior eficiência na

conversão alimentar. Como resultado, aves comercializadas atualmente levam cerca da metade do tempo para crescerem e apresentam o dobro do peso corporal quando comparadas com a produção de décadas passadas (PETRACCI et al., 2015; BARBUT et al., 2008). Na década de 60, as aves eram abatidas com peso de aproximadamente 1,6 kg e idade de abate de 63 dias; em 2015, com idade de apenas 48 dias os frangos passaram a atingir pesos de 2,8 kg (AVISITE, 2016).

O aumento do tamanho e peso dos frangos levou ao aparecimento de algumas miopatias que podem comprometer a qualidade da carne (MUDALAL et al., 2015). Essas miopatias acarretam, em consequência, problemas na aparência, nas propriedades tecnológicas, como capacidade de retenção de água e perfil de textura, além de aumento indesejado do teor de gordura da carne de frango (VELLEMAN, 2015). Tais mudanças estão associadas a problemas musculares nas aves, que vêm apresentando incidência cada vez maior nas plantas industriais e devem ser monitoradas, de modo a evitar prejuízos (MUDALAL et al., 2015).

Dentre as principais miopatias que acometem o peito de aves, a “*wooden breast* (WB)” ou “peito amadeirado” vem chamando atenção nas plantas industriais. Os peitos de frango afetados por essa miopatia apresentam, de forma parcial ou integral, regiões endurecidas do músculo, com superfície coberta por um líquido turbido e viscoso, podendo apresentar hemorragias nos casos mais severos (SIHVO et al., 2014). O peito amadeirado também apresenta maior peso e espessura quando comparado ao peito normal (DALLE ZOTTE al., 2014). A incidência desta miopatia tem sido observada em diferentes países nos últimos anos, tais como Itália (PETRACCI et al., 2013); Estados Unidos (KUTTAPPAN et al., 2012); Finlândia (SIHVO et al., 2014) e Brasil (GERONIMO, 2017). Kindlein (2015) estima que a ocorrência de WB atinja cerca de 39% das aves com até 35 dias de vida e essa estimativa cresce para 89% das aves quando elas atingem 42 dias de vida.

Em consequência das mudanças macroscopicamente visíveis, observa-se um grande interesse da indústria em desvendar a etiologia dessas alterações, com objetivos de reduzir sua incidência e as perdas econômicas (SIHVO et al., 2014), uma vez que muitos dos peitos afetados são rejeitados pelos consumidores ou encaminhados para elaboração de produtos de menor valor (MAZZONI et al., 2015; MUDALAL et al., 2015; TROCINO et al., 2015).

É fato que, embora com aparência indesejável e dureza expansiva, o peito WB não envolve riscos para a saúde do consumidor (SOGLIA et al., 2016a). Logo, é

possível utiliza-lo na indústria, onde as tecnologias modernas de processamento aumentam as possibilidades de uso de carne menos aceitável, em novos produtos cárneos processados. Em estudos com ênfase no uso do peito de frango amadeirado em produtos processados, Qin (2013) reportou não haver diferenças significativas em parâmetros físico-químicos de nuggets e salsichas fabricadas com peito de frango WB e peitos normais. Sanchez Brambila et al. (2017) avaliaram o efeito de WB nos parâmetros de textura e perdas por cozimento de emulsionados tipo hambúrgueres de frango, observando que os aspectos indesejáveis de textura e redução da qualidade sensorial da carne WB podem ser minimizados pelo uso em produtos cominuídos. A linguiça, produto cárneo processado largamente consumido no Brasil, é um exemplo de produto processado que pode ser utilizado como alternativa para redução das perdas econômicas provocadas por esta miopatia. Objetivou-se com esta dissertação avaliar a utilização do peito WB na elaboração de linguiça frescal, processada com peitos de frango normal (N), peitos de frango WB e sua mistura, com ênfase na sua caracterização físico-química e sensorial em um estudo de armazenamento em condições de congelamento comercial a -20 °C por 180 dias.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 PRODUÇÃO DE CARNE DE FRANGO NO CENÁRIO BRASILEIRO E MUNDIAL

A produção mundial de frangos vem crescendo consideravelmente nas últimas décadas, sendo que no ano de 2016, atingiu um valor de 107,1 milhões de toneladas (FAO, 2016). Os maiores produtores são os Estados Unidos, seguido do Brasil, e da China em terceira posição (ABPA, 2017). A cadeia avicultura industrial brasileira têm se destacado nas últimas décadas, ocupando papel importante no ranking tanto na produção quanto na exportação, onde atualmente o país é o maior exportador de carne de frango, segundo dados da Associação Brasileira de Proteína Animal (ABPA), com um total de 4,384 milhões de toneladas exportadas.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), fez algumas projeções em relação à produção nacional de carnes, e a expectativa é que essa produção suprirá 44,5% do mercado mundial até 2020, sendo que a carne de frango alcançará 48,1% das exportações mundiais. Com isso, essas estimativas permitem indicar que o Brasil pode manter a primeira posição como exportador mundial de carne de frango (BRASIL, 2016).

Segundo o IBGE, no 1º trimestre de 2017, foram abatidas 1,48 bilhão de cabeças de frangos. Esse resultado significou aumento de 5,1% em relação ao trimestre imediatamente anterior, e de 0,3% em comparação com o mesmo período de 2016. Paralelamente, observa-se que o consumo de carne de frango no Brasil é uniformemente distribuído em todo o território nacional, apresentando altas taxas de crescimento desde a década de 1970, em decorrência de sua acessibilidade e características nutricionais (EMBRAPA, 2013a). Com um consumo inexpressivo de 1972, a carne de frango tornou-se a partir de 2006 a carne mais consumida pelos brasileiros. No ano de 2010 o consumo per capita brasileiro de carne de frango alcançou 44,1 kg, enquanto que o consumo de carne bovina e suína foi de 35 e 14,8 kg respectivamente (EMBRAPA, 2013a).

A cadeia avícola tem obtido uma eficiência, através de fatores ligados à genética das linhagens, modernização e inovação das tecnologias usadas no sistema de produção, excelentes condições sanitárias na criação, treinamento e aperfeiçoamento no manejo e

uso de um sistema de produção integrado (BRASIL, 2012; OLIVEIRA & NÄÄS, 2012).

O aumento de desempenho e da carcaça para frangos de corte, leva em consideração o aumento do peso vivo, conversão alimentar e o peso do peito, que são os principais quesitos que vêm sendo trabalhados no melhoramento genético das aves (GAYA; MOURÃO; FERRAZ, 2006; JESUS JUNIOR et al., 2007). O objetivo dessas melhorias genéticas é produzir carcaças bem desenvolvidas com menor percentagem de gordura e maior percentual de cortes nobres como peito, coxa e sobre coxa (MACHUCA, 2013).

2.2 MELHORAMENTO GENÉTICO EM FRANGOS DE CORTE

Ultimamente se têm buscado novas raças que resultem em características ou benefícios genéticos em frangos de corte através do melhoramento genético de aves (EMBRAPA, 2013b). O processo de seleção se torna primoroso, dando origem a linhagens exclusivas, com características próprias, com um produto comercial que seja capaz de atender a demanda da cadeia de frango de corte (MOURA; NETO; SANTANA, 2017).

O segmento de mercado ao qual o frango será destinado, bem como a região de criação são fatores a serem considerado para escolha da linhagem das aves (ARAÚJO et al., 2002; SOUZA e MICHELAN FILHO, 2004). Madeira et al. (2010) citam que o conhecimento das características zootécnicas em frangos de corte e de suas correlações pode favorecer o estabelecimento mais preciso e adequado das estratégias utilizadas nos programas de seleção. No Brasil, as linhagens puras utilizadas na avicultura são: Cobb, Avian, Arbor Acres, Ross, HiSex, Hybro pg, Hubbar e Isa Vedette, estas de desenvolvimento estrangeiro, além das linhagens Ag Ross, Chester e Embrapa desenvolvidas nacionalmente (JESUS JUNIOR et al., 2007).

O melhoramento genético tem critérios de seleção em frangos de corte, como características de desempenho o aumento da carcaça e a composição corporal (GAYA et al., 2006). O consumidor cada vez mais exige carcaça de carne de frango de qualidade, em decorrência de mudanças em seus hábitos alimentares (CASTILLO, 2001). Essas características de desempenho em frangos estão ligadas diretamente aos custos com ração, podendo causar impacto econômico significativo na produção (AVIAGEN

BRIEF, 2011). Fazendo com que de modo geral, as aves de crescimento mais rápido sejam as mais eficientes em rendimento e conversão alimentar (MARTINS et al., 2012).

O crescimento acelerado das aves está relacionado à rapidez em que elas chegam em peso vivo à idade de mercado (CAMPOS, 2000). Em 1930, eram necessários 3,5 kg de ração para obtenção de 1 kg de frango. Em 2005, já era possível obter 1 kg de frango com apenas 1,8 kg de ração (JESUS JUNIOR et al., 2007). A idade ideal de abate de frangos em 1930 era com cerca de 130 dias, com uma carcaça de 1,5 kg. Já em 2005, devido ao melhoramento, o abate das aves passou a ser feito em 42 dias, com o peso de 2,3 kg, fazendo com que a conversão alimentar quase dobrasse.

De acordo com GAYA et al. (2006) começaram a aparecer alguns gargalos da seleção intensa como as alterações nos órgãos, que causaram alterações fisiológicas, e principalmente o aumento da gordura na carcaça, o que reduz o rendimento, a eficiência alimentar e o consumo.

O rápido crescimento e aumento da musculatura de frangos de corte nos últimos anos, tem resultado em incidência de miopatias (KUTTAPPAN et al., 2012c, 2013b), podendo estar relacionada com uma redução no fornecimento de nutrientes, oxigênio e também na remoção mais lenta de ácido láctico dos músculos, conduzindo a danos musculares (HOVING-BOLINK et al., 2000), com o aparecimento dessas lesões micro e macroscópicas nas miopatias de estriação branca, denominada de *white striping*, e peito amadeirado, o *wooden breast* (BILGILI, 2013).

2.3 ANOMALIA *WOODEN BREAST* (WB) EM PEITOS DE FRANGOS DE CORTE

Wooden breast (WB) é uma miopatia que foi descrita por Sihvo et al., (2014) como sendo um problema emergente observado em frangos de corte, que caracteriza-se com áreas de dureza expansivas, acompanhadas de estrias brancas que afeta o músculo *Pectoralis major*. A miopatia WB é quantitativamente mediada por métodos subjetivos dependendo da sensibilidade sensorial do avaliador. O grau de acometimento de WB é medido pela apalpação na superfície do peito, e dessa forma apresenta os tipos: moderada e severa (SIHVO et al., 2014).

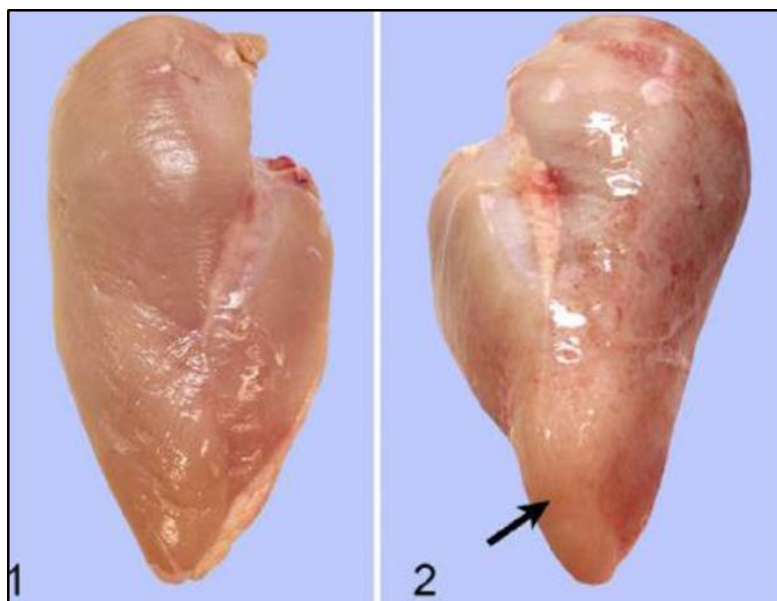
A miopatia WB foi classificada em diferentes graus de intensidade, sejam eles: Moderado - MOD (Filés que apresentam áreas endurecidas e cor pálida sem focos de

hemorragia) e Severo - SEV (Filés que apresentam áreas endurecidas e cor pálida com focos de hemorragia).

No caso severo, os músculos tendem a ser rígidos em toda a extensão do músculo, desde a região craniana até a ponta caudal. Essa miopatia é percebida visualmente no peito de frango devido à alteração macroscópica no músculo que apresenta uma dureza rígida e palpável. Pode ser observado sob a parte mais espessa do músculo um fluido translúcido, amarelado e viscoso, coloração pálida e, alguns casos vem acompanhada por outra miopatia *white striping* (WS) que caracteriza-se pela presença de estrias paralelas às fibras musculares principalmente em filé de peito (SIHVO et al., 2014).

Mutryn et al. (2015) reportaram que recentemente, frangos de corte comerciais nos Estados Unidos desenvolveram essa miopatia que afeta o músculo *Pectoralis major* e, ocasionalmente o músculo *Pectoralis minor*. Em casos severos de wooden breast, as características observadas nos peitos incluem uma cor pálida, pontos de hemorragias e um exsudado viscoso na superfície (BAILEY et al., 2015). As imagens dos peitos de frango considerados normais (1) e com miopatia Wooden Breast (2) estão apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Miopatia tipo Wooden Breast (amadeirado) em peito de frango: 1) Músculo *Pectoralis major* de frango de corte, controle, macroscopicamente normal; 2) Músculo *Pectoralis major* de frango de corte, peito amadeirado, pálido e coberto com fluido viscoso claro, com protuberância na extremidade caudal do músculo (seta) e há petéquias multifocais



A incidência destas condições tem sido observada notoriamente em todo o mundo nos últimos anos. Na Itália, Petracci et al. (2013) verificaram uma incidência de 12% (n= 28000 aves) de filés de frango com WS e deste total 3,1% foram classificados com o grau severo. Kuttappan et al. (2012) verificaram a incidência de 55,8% (n =739 aves) de filés de frango com este fenômeno nos Estados Unidos e destes, 8,3% foram classificados com o grau severo. No Brasil, há um relato recente da UFRS de que a incidência encontrada foi de (n=2.512 aves) 7,48% classificada como estriação Moderada, enquanto que 2,46% apresentaram-se como estriação Severa (FERREIRA et al., 2014). No Nordeste do Brasil, foi realizada uma estimativa para a incidência de WS e neste frigorífico em particular, encontrou-se valores de Normal 41,5%, Moderado 57,4% e Severo 1,1% (n= 2789) (FREITAS et al, 2016).

Kindlein (2015) estima que a ocorrência de WB atinja cerca de 39% das aves com até 35 dias de vida e essa estimativa cresce para 89% das aves quando elas atingem 42 dias de vida. Owens (2014) citou que essa miopatia foi identificada como um defeito de qualidade emergente, com percentuais de afetar até 50% dos frangos.

Ainda não são claras, as causas que levam ao surgimento da miopatia WB, mas esta vem sendo associada a vários fatores, sendo que grande parte está relacionada ao rápido crescimento e ao aumento do peso corporal dos frangos de corte (KUTTAPAN et al. 2016). Trocino et al. (2015) concluíram que mudanças no tipo de genótipo, no gênero e no regime alimentar, apresentam-se como os principais fatores que podem influenciar à incidência do WB dos frangos de cortes.

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

Há tentativas das medidas quantitativas de incidência de WS e WB através da determinação da textura pela Força de Cisalhamento (FC) e Perda por Cozimento (PC). Os resultados mostraram que a FC variou de entre 11,29 kgf a 54,31 kgf e 18,18% a 50,13%, respectivamente, enquanto que a correlação de Pearson mostrou uma relação significativa entre WS e WB $r=0,38$ (SCHRADER et al., 2016).

Soglia et al. (2015) relataram que os peitos de frango afetados com WB apresentaram maiores teores de umidade, gordura e colágeno e menores quantidades de

proteína, além de pH mais alto e menor capacidade de retenção de água. Paralelamente, foram observados valores altos para compressão e força de cisalhamento em peitos de frangos com WB quando comparado com frangos normais (SANHEZ BRAMBILA et al., 2016; SUN; OWENS, 2016b; TROCINO et al., 2015).

Os efeitos desta miopatia influencia negativamente a aceitação do consumidor, através das características da estética (MUDALAL et al., 2015), de modificações nas propriedades tecnológicas e nutritivas (KUTTAPPAN et al., 2012a; MAZZONI et al., 2015). A indústria avícola descarta os peitos WB para venda direta, sendo estes comumente usados para elaboração de produtos processados (MUDALAL et al., 2015).

2.4 EFEITO DA MIOPATIA *WOODEN BREAST* (WB) NOS PARAMETROS FISICO-QUIMICOS E SENSORIAL DE PEITOS DE FRANGOS DE CORTE

Estudos relatam que os valores de pH do peito WB foram maiores quando comparado com os do peito de frango N (DALLE ZOTTE et al., 2014; MUDALAL et al., 2015; CHATTERJEE et al., 2016; SANCHEZ BRAMBILA et al., 2017a). Os mecanismos que levam ao aumento do pH em peitos com miopatia WB ainda não são bem esclarecidos (MUDALAL et al., 2015). As propriedades funcionais da carne, como textura, capacidade de retenção de água e cor em geral são prejudicadas em peitos de frangos com a miopatia WB (SOGLIA et al., 2016b).

A miopatia WB afeta diretamente a coloração dos peitos de frango, com presença de regiões com coloração pálida nos peitos de frango WB quando comparados com peitos de frango normal (SIHVO et al., 2014). Mancini e Hunt (2005) observaram que carnes com coloração anormal provocam aversão nos consumidores, visto que estão associadas com perda de frescor e qualidade.

As medidas de cor no estudo realizado por Sanchez-Brambila et al., (2017) não apresentaram diferença entre o peito de frango WB e o normal independente do parâmetro de cor analisado (L^* , a^* ou b^*). Dados reportados na literatura, referentes aos parâmetros de cor CIELAB não apresentam relações consistentes entre a condição WB do peito de frango e os valores reproduzidos.

Trocino et al. (2015) concluíram que não houve diferença significativa para os parâmetros CIELAB entre peitos de frango WB e peitos normal. No entanto, Dalle Zotte et al. (2014) mostraram que as medidas de cor L^* , a^* e b^* em peitos WB foram

significativamente maiores que os de peitos normal. Chatterjee et al. (2016) relataram diferença significativa apenas para o valor de intensidade de vermelho (a*) quando compararam peitos de frngo WB e N; enquanto Mudalal et al. (2015) observaram diferenças apenas para a intensidade de amarelo (b*).

Wold et al. (2017) alegaram que a cor pálida característica do peito WB, a qual resulta dos processos degenerativos ocasionados por esta miopatia, não é um marcador único para o peito WB, uma vez que peitos normais também podem apresentar uma cor pálida semelhante.

Dalle Zotte et al. (2017) descreveram macroscopicamente o peito WB como um músculo duro, pálido, às vezes, coberto superficialmente com pequenos pontos de hemorragias, exsudatos e ocasionalmente com estrias brancas (White Striping). Shivo et al. (2014) relataram que peitos com miopatia WB demonstram graus variáveis de necrose de fibras ou fibrose, pequenas fibras regeneradoras, infiltração de células imunes e deposição extensiva de colágeno fibrilar.

Tasionero et al. (2017) relatam que a fibrose é considerada a principal razão para a textura dura dos peitos de frango afetados com WB. Soglia et al. (2016b) relataram que o peito WB possui maior porcentagem de gordura e umidade e uma menor porcentagem de proteína do que o peito normal. Essas diferenças na composição química resultam da progressão de processos de microdegeneração e regeneração do tecido muscular, juntamente com a deposição de tecido conjuntivo ou fibrose (SIHVO et al. 2014; SOGLIA et al., 2016b; ZAMBONELLI et al. 2016).

Os peitos de frango WB apresentam maior teor de colágeno (SOGLIA et al., 2016b), sendo este outro fator determinante para a maior dureza do peito WB. A textura dura do peito WB é notavelmente diferente da textura apresentada pelo peito normal, sendo um marcador decisivo e utilizado na indústria avícola, através da apalpação manual, para a detecção da miopatia WB (WOLD et al., 2017). Valores superiores de compressão e força de cisalhamento foram encontrados em frangos de corte com severidade crescente de peito WB quando comparado ao peito normal (SANCHEZ BRAMBILA et al., 2017a; SUN; OWENS, 2016b; TROCINO et al., 2015).

Estudos recentes indicaram que a miopatia WB afeta a qualidade e as propriedades funcionais da carne, quando comparados com peitos de frango normal. Os peitos WB apresentam menor capacidade de retenção de água, composição química diferenciada, além de comprometimento na funcionalidade das proteínas (Soglia et al., 2016a, 2016b). A menor porcentagem do teor de proteína seria um indicativo de

desnaturação de proteínas, o qual resulta em uma maior perda de cozimento e menor capacidade das proteínas em reter água em produtos cárneos (SOGLIA et al., 2016a). A miopatia WB influencia negativamente a aceitação do consumidor devido às alterações na aparência, propriedades tecnológicas e nutritivas (KUTTAPPAN et al., 2012a; MAZZONI et al., 2015; MUDALAL et al., 2015).

Tasionero et al., (2016) analisando o perfil mineral de peitos de frango WB e com estrias reportaram teor mais elevado de ferro e sódio em peitos afetados pela miopatia. Soglia et al., (2016b) encontraram maior concentração de cálcio podendo nos peitos WB, sugerindo que o aumento de cálcio poderia ser considerado como um gatilho de necrose em todas as células em geral e para as miofibras, em particular, uma vez que armazenam níveis elevados de íons de cálcio dentro do retículo sarcoplásmico.

A ocorrência da miopatia WB se localiza na região superficial dos peitos de frango, estando associado à fragmentação das fibras musculares e a hipoxia muscular, com consequente inflamação do músculo, processo este que pode ser observado a partir da histologia e, ainda, na presença de T linfócitos que confirmam a ocorrência do processo inflamatório. É possível observar também a geração multifocal e necrose caracterizada pela perda das estriações, e por serem infiltrados de células inflamatórias, principalmente macrófagos e heterófilos (MUTRYN et al., 2015; MAZZONI et al., 2015).

Histologia de peito de frango WB indicaram um considerável grau de acumulação de tecido conjuntivo que substitui as fibras musculares degeneradas separadas e redondas devido à necrose das fibras musculares, fibrose e regeneração das fibras musculares (BAILEY et al., 2015; SIHVO et al., 2014; VELLEMAN;CLARK, 2015).

Solo (2016) avaliando sensorialmente peitos de frango WB relatou que alguns atributos descritivos associados à textura e ao sabor estão relacionados à miopatia e os consumidores indicaram uma menor aceitabilidade do peito WB, em relação ao peito normal, em termos de impressão geral e textura.

Cando (2016) reportou que os resultados da avaliação sensorial mostraram que peitos de frango WB apresentaram diferenças significativas nos parâmetros avaliados, com maior intensidade de elasticidade, dureza, densidade, coesão, crocância, fraturabilidade fibrosidade e mastigabilidade quando comparado com peito normal (CANDO, 2016).

Em um estudo com peitos WB, a análise sensorial revelou que peitos WB cozidos foram percebidos como mais flexíveis e coesivos do que os normais (SANCHEZ BRAMBILA et al., 2017b). Os efeitos da condição WB sobre os atributos de textura sensorial, no entanto, não parecem ser uniformes em toda extensão do músculo. Quando as seções ventral e dorsal dos peitos WB cozidos foram analisados separadamente, a parte ventral resultou em maior elasticidade, dureza, fibrose do que a parte dorsal (SANCHEZ BRAMBILA et al., 2017b).

2.5 PRODUTOS CÁRNEOS PROCESSADOS

Qin (2013) relata que alguns fatores afetam a qualidade do produto final de produtos cárneos processados. As diferentes cominuições trazem variações para a qualidade dos produtos cárneos, o que é possivelmente atribuído às diferenças no tamanho das partículas e na forma das partículas por vários métodos de trituração. Entre os métodos utilizados para tritar elencam-se o cortar, descascar e moer como os mais utilizados na indústria de processamento. Adicionalmente, este mesmo autor, relata que diferentes procedimentos de processamento afetam a composição química dos produtos carneos. Para avaliar a qualidade dos produtos cárneos a análise de composição centesimal é normalmente realizada. Os teores de umidade, gordura, proteína e cinzas são analisados para estudar os efeitos das tecnologias de processamento, juntamente com parâmetros de qualidade como: cor, textura, capacidade de retenção de água, os quais afetam a qualidade do produto final.

De acordo com o artigo 288, do Regulamento de Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA), embutidos são os produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório a tripa, a bexiga ou outra membrana animal (BRASIL, 2017).

Dentro desse contexto, conforme a instrução normativa n.º4 de 31 de março de 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), entende-se por linguiça, o produto cárneo industrializado, obtido de carnes de animais de açougue, adicionados ou não de tecidos adiposos, ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido ao processo

tecnológico adequado. Podem ser classificadas, segundo a tecnologia de fabricação como: frescas, secas, curadas e/ou maturadas, cozidas ou de acordo com a composição da matéria-prima, como por exemplo, exclusivas de carne suína, frango, peixe, mistas (BRASIL, 2000).

Existem ingredientes obrigatórios e opcionais, na sua composição da linguiça. Como obrigatórios são as carnes das diferentes espécies de animais de açougue e o sal. Os opcionais são: gordura, água, proteína vegetal e ou animal, açúcares, plasma, aditivos intencionais, aromas, especiarias e condimentos (BRASIL, 2000). No caso da linguiça frescal, é permitida a adição de água ou gelo até o máximo de 3% na formulação, calculada sobre o total dos componentes e com a finalidade de facilitar a trituração e homogeneização da massa.

As características físico-químicas da linguiça frescal são: umidade máxima de 70%, gordura máxima de 30% e proteína mínima de 12%. Durante o processo é requerido à adição de sais de cura, recurso que permite ao alimento produzido em escala industrial atingir os parâmetros característicos de qualidade sensorial (sabor, cor, aroma e textura) e a preservação do produto. A legislação permite adicionar na formulação, proteínas vegetais (proteína texturizada de soja), no teor máximo de 2,5%, como proteína agregada. Porém, não é permitida essa adição nas linguiças toscana, calabresa, portuguesa, Blumenau e colonial (BRASIL, 2000).

Por ser um produto de baixo custo e alta popularidade, a linguiça se caracteriza por apresentar alto consumo (BRASIL, 2000; ROSSI et al., 2011). De rápido preparo, se torna um produto com processo realizado tanto em estabelecimentos de pequeno porte, quanto médio e grande porte. As linguiças do tipo frescal se destacam no comércio pela sua forte relação cultural e econômica no Brasil (BARBOSA et al., 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 MATERIAL

Os peitos de frangos de frangos da linhagem comercial Cobb®, machos e fêmeas, com idade entre 36 a 44 dias, utilizados no presente estudo, foram provenientes de planta comercial de abatedouro com Inspeção Federal localizado no município de Guarabira no Estado da Paraíba.

O procedimento de abate dos frangos seguiu a linha de processamento comercial, conforme critérios estabelecidos pela Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, do Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento, que regulamenta a inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves (BRASIL, 1998). As aves seguiram o procedimento de abate constituído pela pendura, atordoamento por eletronarcose, sangria, escalda, depenagem, evisceração, pré-resfriamento e desossa.

Após a desossa da carcaça, foi realizada a coleta dos peitos de frango, e a classificação destes em peito normal (N) e peito amadeirado (*wooden breast* - WB) conforme metodologia proposta por Bailey et al. (2015), Sihvo et al. (2014) e Kuttappan et al. (2013). Os presentes autores sugerem a identificação da miopatia *wooden breast* pela avaliação visual e apalpação do peito, segundo descrição apresentada no Quadro 1.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

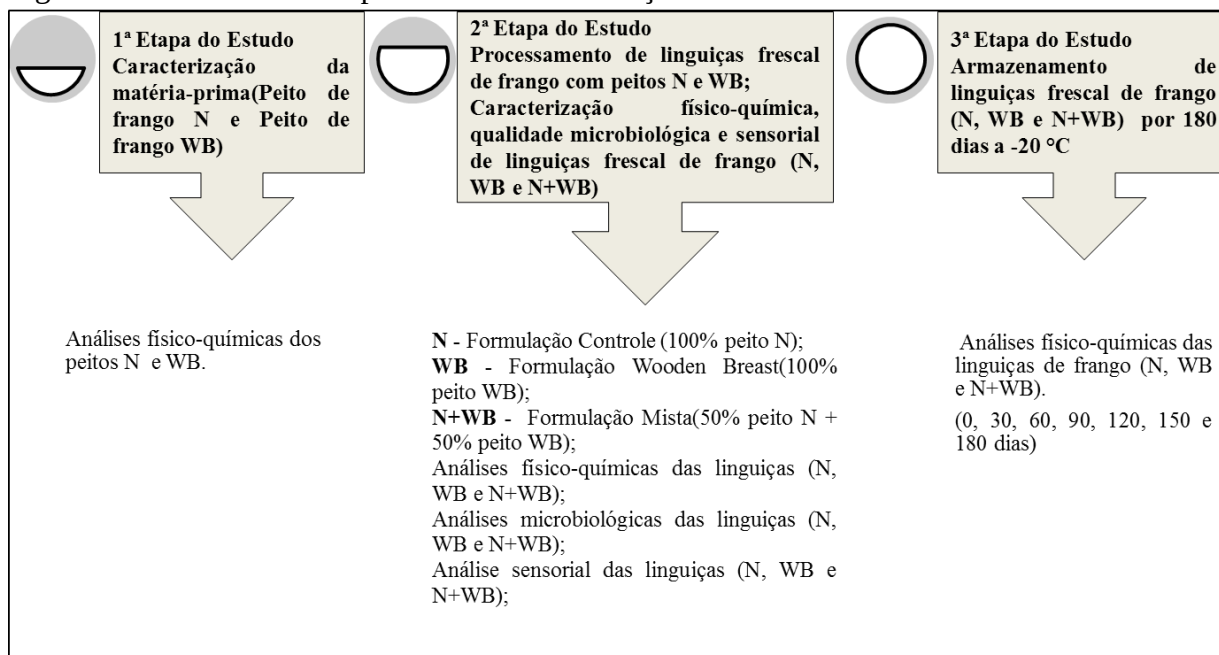
Os peitos selecionados (N e WB) seguiram o processamento industrial local do abatedouro, sendo matéria-prima para elaboração de linguças de frango tipo frescal. Alguns peitos (N e WB) foram embalados em sacos de polipropileno e transportados em caixas isotérmicas ($T < 7\text{ }^{\circ}\text{C}$) ao Laboratório de Análises Químicas de Alimentos (LAQA/CT) a fim de serem utilizados na caracterização da matéria-prima. O trabalho foi realizado em três etapas conforme apresentado na Figura 2.

Foram processadas três formulações de linguças de frango, as quais foram armazenadas em câmara de congelamento a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, por um período de 180 dias, no qual se procedeu com os estudos de qualidade das linguças.

Quadro 1 - Características para identificação de peitos de frango normal (N) e amadeirado (WB).

Classificação	Base da classificação
Peito Normal (N) 	Aspecto visual e palpação do músculo, onde os filés apresentam coloração rosada comum, macio, sem áreas estriadas ou endurecidas.
Peito Amadeirado - <i>wooden breast</i> (WB) 	Aspecto visual e palpação do músculo, onde os filés apresentam regiões endurecidas, algumas vezes cobertas por um líquido túrbido e viscoso, podendo ser identificados pela coloração esbranquiçadas e hemorragias superficiais.

Figura 2 - Delineamento experimental da dissertação



Fonte: Autoria própria

O estudo de caracterização dos peitos N e WB envolveu determinações físico-químicas (pH, cor – L*, a*, b*, PPC - perda de peso por cozimento, CRA - capacidade de retenção de água, WOF - aroma requeimado, FC - força de cisalhamento, TPA - perfil de textura, umidade, lipídeos, proteínas e colágeno) utilizando-se a parte referente à região cranial dos peitos de frango, onde foi observada a incidência de rigidez com maior intensidade. As linguiças foram analisadas em relação aos mesmos parâmetros físico-químicos de caracterização do peito, além de TBARS - substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico, qualidade microbiológica e sensorial.

3.3 PROCESSAMENTO DAS LINGUIÇAS DE FRANGO TIPO FRESCAL

O processamento das linguiças de frango foi realizado conforme formulação base e metodologia da planta comercial do Abatedouro (Tabela 1). Foram elaboradas linguiças frescal de frango contendo 100% do peito de frango N, 100% de peito de frango WB e 50% do peito N e 50% de WB (N+WB).

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)

Ingredientes (%)	N	WB	N+WB
Peito de frango normal	52	-	26
Peito de frango WB	-	52	26
Pele de frango	30	30	30
Água	13	13	13
Proteína de soja	2,5	2,5	2,5
Sal	1,99	1,99	1,99
Estabilizante tripolifosfato de sódio (INS 451)	0,25	0,25	0,25
Especiarias naturais	0,11	0,11	0,11
Antioxidante eritorbato de sódio (INS 316)	0,08	0,08	0,08
Conservante nitrato de sódio (INS 251)	0,03	0,03	0,03
Conservante nitrito de sódio (INS 250)	0,015	0,015	0,015
Realçador de sabor glutamato monossódico (INS 621)	0,015	0,015	0,015
Aromatizantes naturais	0,010	0,010	0,010

Os peitos de frango resfriados (N e WB) e a pele foram inicialmente triturados/cominuídos em moinho acoplado com balança (Modelo MC 160, Ibrasmak, São Paulo, Brasil). Após moagem e pesagem, os peitos, a pele e os demais ingredientes foram transferidos para máquina misturadeira (Modelo ZJB750, Maxmac, São Paulo, Brasil) procedendo-se com o preparo da massa cárnea até a obtenção de um material homogêneo. Em seguida, a massa cárnea foi submetida ao processo de cura sob armazenamento em câmara refrigerada à 4 °C por 6 horas. Finalizando o processamento procedeu-se com o embutimento da massa cárnea em tripa natural suína de 32 mm de diâmetro, utilizando-se embutideira industrial (Modelo VF 612, Handtmann, Biberach, Alemanha). As linguiças foram então embaladas em embalagem de polipropileno, congeladas e armazenadas a -20 °C em câmara comercial de alvenaria por até 180 dias, período no qual foi realizado o estudo de armazenamento, que envolveu sete coletas, isto é realização das análises das linguiças em intervalos de 30 dias, nos tempos de 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias (Figura 3).

Figura 3 - Fluxograma de processamento de linguiça de frango tipo frescal



Fonte: Guaraves

3.4 MÉTODOS

3.4.1 Caracterização físico-química dos peitos (N e WB) e das linguiças de frango N, WB, N+WB)

Para as análises físico-químicas de cor (a^* , b^* , L^*), pH, PPC, TPA e FC, foram utilizados peitos inteiros; para as demais análises, os peitos foram triturados em Mixer (Modelo RI1364/0, Philips Walita - Linha Viva Collection - 400W, São Paulo/SP, Brasil). As linguiças também passaram por processo de trituração, exceto nas análises de PPC, TPA, FC e cor que foram realizadas nas linguiças cozidas e posteriormente cortadas em rodela.

- *Determinação da cor instrumental*: Foi determinada utilizando-se o colorímetro Konica Minolta (Modelo CR-400, Osaka, Japão), conforme descrito por Kuttapan et al. (2013b). Para leitura dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (intensidade de vermelho/verde) e b^* (intensidade de amarelo/azul), foram fixadas as seguintes condições: iluminante C, ângulo de visão 8° , ângulo padrão do observador 10° ,

especular incluída, conforme especificações da Comissão Internationale de L'éclairage (CIE, 1986). O instrumento, antes da realização das leituras, foi calibrado colocando o cabeçal do medidor verticalmente sobre o centro da placa de calibração branca (Iluminante C: Y= 92,84 X=0,3136, y=0,3201). Determinaram-se os parâmetros L*, a*, b* nos peitos de frango e nas linguças de frango crua e cozida, sendo realizadas 6 determinações para cada amostra.

- *Determinação de pH*: Nas linguças de frango o pH foi determinado utilizando um eletrodo de vidro de pH acoplado a um potenciômetro digital (Modelo Q400 AS, Quimis Aparelhos Científicos Ltda., Diadema, São Paulo/SP, Brasil). Anteriormente foi pesado 10 g da amostra triturada e adicionado 100 mL de água destilada a temperatura ambiente, seguida de homogeneização da amostra e leitura do valor de pH, conforme metodologia descrita pela AOAC (2000), conforme procedimento nº 981.12. Para cada amostra, foram realizadas 4 repetições.

- *Medida da perda de peso por cozimento (PPC)*: Para essa análise, foram usadas as linguças inteiras e os peitos cortados em pedaços de 35 g $\pm$ 4 g cada, com comprimento de 80 mm, largura e espessura de 30 mm, aproximadamente. Cada parte foi transferida para uma bolsa plástica de polipropileno termo resistente com um termopar (Modelo Tipo Espeto, Incoterm, Porto Alegre/RS, Brasil) introduzido no centro geométrico da linguça. As bolsas plásticas foram colocadas em banho-maria (Modelo TE 054, Tecnal, Piracicaba/SP, Brasil) com água a 100 °C, e retiradas do banho quando a temperatura do ponto frio da amostra atingiu 75 °C, em seguida, foram resfriadas em banho com gelo até temperatura ambiente de 30 °C. As amostras foram retiradas da bolsa, secas em papel absorvente e pesadas (HONIKEL, 1998). A perda de peso foi expressa como uma percentagem do peso inicial da amostra, isto é a diferença entre o peso inicial e final, expresso como PPC em percentagem, conforme equação apresentada a seguir. Foram realizadas 6 repetições por cada amostra.

$$\%PPC = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

P_i = Peso da amostra antes do cozimento;

P_f = Peso da amostra após o cozimento.

- *Capacidade de retenção de água (CRA)*: A determinação da capacidade de retenção de água seguiu a metodologia de Barbut (1996) com adaptações, onde foi realizado a pesagem de 5 g do peito triturado e da linguiça triturada em tubos de falcon de 50 mL, com adição de 8 mL de solução 0,6M de NaCl e aquecimento em banho a 70 °C por 30 min, em seguida foram colocados em incubação a 4 °C por 30 min, e centrifugados à 7000 g em centrífuga refrigerada (Modelo NT825, Novatécnica, São Paulo/SP, Brasil) por 15 min a 4 °C. Após centrifugação, o sobrenadante foi descartado e o precipitado pesado. Para cada amostra, foram realizadas 4 repetições. A CRA foi realizada segundo equação apresentada a seguir:

$$\%CRA = \frac{[(P_{t+p} - P_t) - P_a]}{P_a} \times 100$$

P_{t+p} = Peso do tubo de Falcon com o precipitado;

P_t = Peso do tubo de Falcon;

P_a = Peso da amostra.

- *Substâncias reativas ao ácido tiobartúrico (TBARS)*: O número de TBARS foi determinado nas amostras de linguiças cruas e cozidas, de acordo com o método proposto por Rosmini et al. (1996) adaptado. O teor de malonoaldeído (MDA) foi quantificado através de uma curva padrão utilizando-se diferentes concentrações ($2 \cdot 10^{-9}$ a $8 \cdot 10^{-8}$ M) da solução de tetrametoxipropano (TMP) a $2 \cdot 10^{-5}$ M. A análise foi realizada em quatro repetições, e o resultado final foi expresso em mg de malonoaldeído por kg da amostra.

- *Aroma Requentado (WOF)*: O aroma requentado foi determinado segundo Soares (2004) com adaptações. A amostra inteira foi transferida para uma bolsa termo resistente de polipropileno, e tratada termicamente em banho a $85 \text{ °C} \pm 5 \text{ °C}$, até que a temperatura interna atingir 75 °C, medido através de termopar (Modelo Tipo Espeto, Incoterm, Porto Alegre/RS, Brasil) introduzido no centro geométrico da amostra. Em seguida, a bolsa contendo a amostra cozida foi armazenada sob refrigeração (4 °C) por um período de 48 horas sob luz fluorescente. Após esse período, a amostra foi

reaquecida em banho a $85\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 15 minutos. O resultado foi determinado medindo o número de TBARS, seguindo o método descrito por Rosmini et al. (1996) adaptado. Para cada amostra, foram realizadas 4 repetições.

- *Umidade, Lipídeos e Proteínas*: Os teores de umidade e proteínas foram determinados utilizando a metodologia descrita nos itens nº 950.46 e 928.08, respectivamente, da AOAC (2000). A concentração de lipídeos foi determinada seguindo-se os procedimentos descritos por Folch; Less; Stanley (1957). Para cada análise, foram realizadas 4 repetições.

- *Determinação do teor de colágeno e hidroxiprolina*: O teor de colágeno total foi calculado a partir da determinação de hidroxiprolina, segundo procedimento 990.26 (AOAC, 2000). A concentração de hidroxiprolina (g/100g) na amostra foi calculada através de curva padrão utilizando-se diferentes concentrações (0,6 a 6 $\mu\text{g/ml}$) de hidroxiprolina, sendo multiplicado pelo fator de conversão 8,0 (AOAC, 2000) para expressão dos resultados em colágeno total (%). Para cada amostra, foram realizadas 4 repetições.

- *Perfil de Ácidos Graxos*: A metilação dos ácidos graxos presentes nos extratos lipídicos, obtidos a partir do método descrito por Folch, Less e Stanley (1957) foi realizada seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram realizadas em cromatógrafo gasoso (Varian 430 - GC, California, EUA), acoplado com detector de ionização de chama (DIC), coluna capilar de sílica fundida (SPTM – 2560, Supelco, Bellafonte, EUA) com dimensões de 100 m x 0,25 mm e 0,20 μm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL / minuto). As condições do CG foram: temperatura do injetor $240\text{ }^{\circ}\text{C}$; temperatura inicial do forno foi de $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, aumentando-se $2,5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$ até atingir $245\text{ }^{\circ}\text{C}$, permanecendo-se por 30 minutos, com um tempo total de corrida de 88 minutos; a temperatura do detector foi de $250\text{ }^{\circ}\text{C}$. Alíquotas de 1,0 μL do extrato esterificado foram injetadas em injetor tipo Split/Splitless. Os cromatogramas foram registrados em software tipo Galaxie Chromatography Data System. Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19 - Kit (Fatty Acid Methyl Esters C4 - C24). Para cada amostra, foram realizadas 4 repetições.

- *Força de cisalhamento (FC)*: Foi determinada em peitos crus, os quais foram cortados em dimensões de 20 mm de largura com 20 mm de comprimento e 20 mm de espessura com as fibras orientadas perpendicularmente à lâmina, e em linguças cozidas a 75 °C e cortadas em 20 mm de altura em formato de rodelas. Para análise das amostras cozidas foram utilizadas as mesmas amostras das determinações de perda de peso por cozimento (PPC). Os valores de FC foram mensurados utilizando o Texturômetro Universal Texture Analyser TA-TX2i (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) com célula de carga de 5 kg, equipado com lâmina Warner Bratzler e regulado com velocidade de descida e de penetração de 10 mm/s, profundidade de penetração de 20 mm e força de contato de 10 g, conforme metodologia descrita por Cavitt et al. (2004). O resultado de FC foi expresso em Newton (N). Foram realizadas 9 repetições, para cada amostra.

- *Perfil de textura (TPA)*: O perfil de textura envolveu a determinações dos parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência, que foram medidos em Texturômetro Universal Texture Analyser TA-TX2i, acoplado com probe cilíndrico P/25, de 25 mm. Os peitos de frango e as linguças cozidos a 75 °C foram resfriados e cortados em dimensões de 20 x 20 x 20 mm (peitos) e 20 mm de altura (linguiças). As seguintes condições foram utilizadas: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão 8,0 mm; força de disparo: 5 g. Os dados foram analisados através do software Texture Expert for Windows 1.20 (Stable Micro Systems\TE32L\versão 6.1.4.0 Inglaterra). Foram realizadas 9 repetições para cada amostra.

3.4.2 Avaliação microbiológica das linguças de frango (N, WB, N+WB)

As linguças, logo após seu processamento, foram analisadas quanto aos aspectos de segurança microbiológica, sendo submetidos às determinações de Coliformes a 45 °C/g, Salmonella sp/25g, Estaf.coag.positiva/g, C. sulfito redutor a 46 °C/g, segundo a Resolução nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). As metodologias adotadas foram aquelas recomendadas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2003).

3.4.3 Avaliação sensorial das linguças de frango (N, WB, N+WB)

Após a aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) junto à plataforma Brasil, com emissão de certificado de execução das atividades CAAE 67651917.4.0000 e sendo constatado que as linguças estavam aptas para o consumo e dentro dos parâmetros estabelecidos pela Legislação (RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001), procedeu-se com a avaliação sensorial das linguças, após o processamento, aplicando-se dois testes: Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) e Análise de Aceitação Comercial e Intenção de Compra.

3. 4.3.1 Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

A ADQ englobou as etapas de pré-seleção e seleção dos julgadores, desenvolvimento da terminologia descritivas da linguça, treinamento e seleção final dos julgadores, e a avaliação final das linguças quanto aos parâmetros de aparência, aroma, textura e sabor.

a) Recrutamento, Pré-Seleção e Seleção

Os participantes da ADQ foram alunos e funcionários da UFPB, com idade entre 22 e 38 anos, convidados verbalmente. Foi dada preferência às pessoas que já haviam participado de outros testes de ADQ de produtos cárneos processados. Os interessados foram entrevistados através de um questionário enviado via e-mail, referente ao perfil social, com questões relacionadas à saúde, idade, escolaridade e frequência de consumo de carne de frango e derivados cárneos (Apêndice 1).

Do total de 50 entrevistados, 21 pessoas foram recrutadas, sendo pré-selecionados participantes que não apresentavam nenhuma debilidade de saúde, alergia ou intolerância a algum componente das linguças, pessoas habituadas ao consumo de carne de frango e maiores de 18 anos. Os participantes também preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, conforme exigido pela Resolução n. 466 de 12/12/2012 do Conselho Nacional de Saúde (Apêndice 2).

Na seleção, foi verificada a capacidade dos participantes em: i) reconhecer e diferenciar amostras cárneas, através do teste triangular (STONE; SIDEL, 1985) (Apêndice 3);

ii) capacidade de percepção de sabores, pelo teste dos gostos básicos – doce, salgado, azedo, amargo e umami (STONE; SIDEL, 1985) (Apêndice 4);

iii) capacidade de detectar e descrever odores (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 2006) (Apêndice 5). As substâncias aromáticas foram acondicionadas em frascos pretos e opacos, cobertos por papel alumínio e vidro de relógio.

Nesta etapa foram selecionados os participantes que atingiram 100% de assertividade no teste triangular e no teste de gostos básicos e aqueles que obtiveram êxito em pelo menos 80% das questões no teste de capacidade de detecção e descrição de odores, formando uma equipe com total de 16 julgadores, sendo que 11 julgadores seguiram para a etapa de desenvolvimento de terminologia.

b) Preparo das amostras

As linguças foram aquecidas em forno tipo *grill* elétrico e monitoradas com um termopar (HANNA INSTRUMENTS, HI 935005, Romênia), até que a temperatura interna atingisse valor de 75 °C. As linguças foram resfriadas por 5 minutos em temperatura ambiente, e em seguida foram fatiadas transversalmente, de modo que se obteve rodela de 2 cm de largura (SOULTOS et al., 2008). Estas foram servidas em copos plásticos de 50 mL identificados com número aleatórios de 3 dígitos e armazenadas em um mantedor de temperatura até que fossem servidas aos julgadores. As amostras das linguças – linguça normal (LC), mista (LWC) e a linguça amadeirada (LW) – foram servidas aos pares para cada julgador, formando os conjuntos LC e LWC; LC e LW; LW e LWC.

c) Desenvolvimento da terminologia descritiva das linguças

O Método de Rede foi (Apêndice 6) utilizado para fazer o levantamento dos descritores das linguças (MOSKOWITZ, 1983), e foi realizado com 11 dos julgadores aprovados nos testes já descritos .

Com auxílio de um moderador, os participantes analisaram e discutiram as diferenças e similaridades entre as linguças, buscando um consenso entre a equipe e as

sugestões foram arquivadas por escrito. Como resultado desta etapa, foi obtido uma lista de amostras de referência (máximo/mínimo) (Apêndice 7) e descritores associados a uma escala de 9 cm não estruturada, ancorada nas extremidades (Apêndice 8).

d) Treinamento e seleção final dos julgadores

Os 11 julgadores foram submetidos a 5 sessões de treinamento, cada uma com três repetições. Durante esta etapa, os julgadores foram questionados se as amostras de referências estavam apropriadas para as amostras de linguças, buscando sempre o consenso e padronização dos procedimentos entre todos os participantes.

As amostras foram servidas uma a uma, juntamente com o conjunto das amostras de referências e uma escala não estruturada de 9 centímetros ancorada nos pontos extremos (Apêndice 8), sendo a esquerda pelo termo “pouco” e a direita pelo termo “muito” (ABNT, 1998). Os participantes deveriam relacionar o quão próximo às amostras da linguça estavam das amostras de referências, para mais ou para menos.

A equipe final da Análise Descritiva Qualitativa (ADQ) foi definida por provadores que apresentaram boa reprodutibilidade (p de Frepetição $> 0,05$) para cada uma das amostras, utilizando o princípio de consenso de equipe. Dos 11 participantes da equipe, 7 foram considerados aptos à avaliação final das linguças de frango; sendo 6 mulheres e 1 homem, na faixa etária de 20 a 30 anos.

e) Avaliação final das linguças de frango

Foram conduzidas quatro sessões, em que os julgadores avaliaram as amostras das linguças em triplicata. As amostras foram servidas individualmente, acompanhado do conjunto das amostras de referências e da escala de atributos. Ao final de cada sessão, os participantes receberam brindes como forma de agradecimento pela disponibilidade e comprometimento com a pesquisa.

3. 4.3.2 Teste de aceitabilidade e intenção de compra

O teste de aceitabilidade e intenção de compra foi realizada com 200 provadores não-treinados, conforme a metodologia de Stone & Sidel (1993) e Meilgaard, Civille e Carr (1999). Este teste foi aplicado utilizando-se escala hedônica de nove pontos, que

variam de: 9=gostei muitíssimo; 8=gostei muito; 7=gostei moderadamente; 6=gostei; 5=gostei pouco; 4=não gostei nem desgostei; 3=desgostei pouco; 2=desgostei muito; 1=desgostei muitíssimo para avaliação da aceitação da aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global, (Apêndice 9).

O teste de intenção de compra foi realizado simultaneamente ao teste de aceitação com os 200 provadores. Para esse teste, utilizou-se uma ficha com uma escala hedônica de cinco pontos, dividida em 1=certamente não compraria; 2=provavelmente não compraria; 3=tenho dúvida se compraria ou não; 4=provavelmente compraria e 5=certamente compraria (Apêndice 9).

3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados físico-químicos dos peitos WB, N e das linguças de frango foram tratados estatisticamente por ANOVA. Para a caracterização dos peitos de frango foi utilizado o teste T de student para verificar as diferenças entre as médias. Sendo utilizado o software Assistat versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016). Para caracterização das linguças, foi utilizado o teste de Tukey, ao nível 5% de significância para comparação das médias, através do software Statistical Analysis System versão 11.0 (SAS, 2014). Foi aplicado para as linguças Testes de Correlação entre as médias através do programa GraphPad Prism versão 6.01 para Windows, GraphPad Software, La Jolla California USA.

Os dados da análise sensorial das linguças foram submetidos à ANOVA, com fator duplo sem repetição, sendo as fontes de variação a amostra e o provador. A Análise de Componentes Principais (ACP), a qual envolveu os dados de textura (TPA e FC) e sensoriais (ADQ), foi realizada utilizando-se o Programa Unscramber® X.1 (CAMO S.A.).

Os dados referentes aos estudos de armazenamento das linguças de frango (constam no artigo 2) foram submetidos à Análise de Variância com dois fatores (ANOVA two-way) para indicar possíveis diferenças entre os grupos (formulação da linguça e tempo de armazenamento). Obtendo-se significância no teste F ao nível de 5%, prosseguiu-se a análise estatística dos dados com a aplicação do teste de Tukey. O processamento dessas análises foi realizado através do Software Statistical Analysis System (SAS).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 14140: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1998.

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório Anual da ABPA 2016. São Paulo, 2016.

ABPA. **Associação Brasileira de Proteína Animal**. Relatório Anual da ABPA 2017. São Paulo, 2017.

AOAC- Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis** the of AOAC International. 17th ed. Washington, USA, 2000.

ARAÚJO, L. F.; JUNQUEIRA, O. M.; ARAÚJO, C. S. S.; SAKOMURA, N. K.; ADREOTTI, M. O.; SUGUETA, S. M. Diferentes Perfis de Aminoácidos para Frangos de Corte no Período de 43 a 56 Dias de Idade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.387-393, 2002.

AVIAGEN BRIEF - **Otimizando a Taxa de Conversão Alimentar do Frango de Corte**. 2011.

AVISITE - **O Portal da Avicultura na Internet**. Produção. Disponível em: <<http://www.avisite.com.br/>> Acesso em 10 nov 2017.

BAILEY, R. A., WATSON, K. A.; BILGILI, S.F.; AVENDANO. S. The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. **Poultry Science**. v.00, p.1-10, 2015.

BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. As tendências da alimentação. In: Brasil Foods Trends 2020. FIESP. Instituto de Tecnologia de Alimentos. São Paulo. 2010. cap. 3, p. 39-48. Disponível em: <http://www.brasilfoodtrends.com.br/Brasil_Food_Trends/index.html>. Acesso em 03 nov 2017.

BARBUT, S. Estimates and detection of PSE problem in young turkey breast meat. **Canadian Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.455-457, 1996.

BARBUT, S.; SOSNICKI, A. A.; LONERGAN, S. M.; KNAPP, T.; CIOBANU, D. C.; GATCLIFFE, L. J.; HUFF-LONERGAN, E.; WILSON, E. W. Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. **Meat Science**, v.79, n.1, p.46-63, 2008.

BILGILI, S. F. Broiler Chicken Myopathies: II. Woody Breast? In: Worthw Oper Guidel Suggest. 2013. p. 1.

BRASIL.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (RIISPOA)**.

Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/noticias/diariooficial-publica-decreto-do-novo-regulamento-de-inspecao-industrial-e-sanitaria>. Acesso em 30 out 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Linguiça. Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria no 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico da inspeção tecnológico e higiênico-sanitária de carne de aves. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1998.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2015/16 a 2025/2026**. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 18 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Projeções do Agronegócio 2011/12 a 2021/22**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 02 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária (DISPOA). **Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003**, que oficializa os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília. 2001

CAMPOS, E. J. **Avicultura: razões, fatos e divergências**. Belo Horizonte: FEP-MVZ Editora, p.300, 2000.

CANDO, M. E. A. **Descriptive sensory and texture profile analysis of woody breast in marinated chicken**. 2016. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade do Texas, Texas.

CASTILLO, C. J. C. Qualidade de carcaça e carne de aves. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE CARNES, 1., 2001, São Pedro. **Anais...** São Pedro: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2001. p.79-99.

CAVITT, L. C.; YOUM, G. W.; MEULLENET, J. F.; OWENS, C. M.; XIONG, R. Prediction of poultry meat tenderness using razor Blade Shear, Allo-Kramer Shear, and sarcomere length. **Journal of Food Science**, v.69, n.1, p.11-15, 2004.

CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H, BOWKER, B. C.; RINCON, A. M.; SANCHEZ BRAMBILA, G. Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition. **Poultry Science**. v.95, n.10, p.2449–2454, 2016.

CIE. **CIE Publication 15.2**. Vienna: Commission Internationale de l'Eclairage, 1986.

DALLE ZOTTE, A. How does “wooden breast” myodegeneration affect poultry meat quality? In: **International Congress of Meat Science and Technology**, 60, 2014, Punta del Leste. **Anais...**Uruguai, 2014.

DALLE ZOTTE, A.; TASONIERO, G.; PUOLANNE, E.; REMIGNON, H.; CECCHINATO, M.; CATELLI, E.; CULLERE, M. Effect of “Wooden Breast” Appearance on Poultry Meat Quality, Histological Traits, and Lesions Characterization. **Animal Science**. v.62, n.2, p.51–57, 2017.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Agência Embrapa de informação tecnológica, 2013a. Mercado**. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000fy1j9mko02wx5ok0pvo4k3z9kscuy.html. Acesso em: 18 nov. 2017.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - **Agência Embrapa de informação tecnológica , 2013b. Melhoramento Genético**. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/frango_de_corte/arvore/CONT000g0gyjqot02wx5ok026zxpgegv9oxm.html>. Acesso em: 20 nov. 2017.

EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – **Mapas infográficos, 2016** Disponível em: <<https://www.embrapa.br/documents/1355242/9156138/Consumo+per+capita+do+Brasil.jpg/93f8c8ae-0c89-4e64-a7a3-038249659f49?t=1472841520017>>. Acesso em: 18 nov. 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Statistical Databases**. Livestock Primary. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em 10 Fev. 2017.

FERREIRA, T. Z.; CASAGRANDE , R. A.; VIEIRA, S. L.; DRIEMEIER, D.; KIND, L. An investigation of a reported case of white striping in broilers. **Poultry Science Association**. v, 23, p. 748-753, 2014.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, S. G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.

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

GERONIMO, B. C. **Identificação e classificação de wooden breast em frangos de corte por métodos não destrutivos**. 2017. 79p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, 22, 6, 475-476, 1973.

HONIKEL, K. O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p.447–457, 1998.

HOVING-BOLINK, A. H.; KRANEN, R. W.; KLONT, R. E.; GERRITSEN, C. L.; DE GREEF, K. H. Fibre area and capillary supply in broiler breast muscle in relation to productivity and ascites. **Meat Science**, n. 56, p. 397-402, 2000.

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

KINDLEIN, L, L. M.; LORSCHUITTER, T. Z.; FERREIRA, R.; SESTERHEN, S.; RAUBER, P.; SOSTER, S.; VIEIRA. **Occurrence of wooden breast in broilers breast fillets in different weights**. International Poultry Scientific, p.94-160 (Abstract), 2015.

KUTTAPPAN, A.; HARGIS, B. M.; OWENS, M. White striping and woody breast myopathies in the modern poultry industry: a review. **Poultry Science**, v. 95, p. 2724–2733, 2016.

KUTTAPPAN, V. A.; GOODGAME, S. D.; BRADLEY, C. D.; MAUROMOUSTAKOS, A.; HARGIS, B. M.; WALDROUP, P. W.; OWENS, S. M. 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, n.12, p.3230-3235, 2012.

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

MACHUCA, M. C. G. **Melhoramento genético e linhagens de frango de corte no Brasil**. 33f. TCC (Graduação) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

MADEIRA, L. A.; SARTORI, J. R.; ARAUJO, P. C; PIZZOLANTE, C. C.; SALDANHA, E. S. P. B; PEZZATO, A. C. Avaliação do desempenho e do rendimento de carcaça de quatro linhagens de frangos de corte em dois sistemas de criação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p.2214-2221, 2010.

MARTINS, J. M. S.; LITZ, F. H.; CASTILHANO, H.; CAMPOS, D. F.; TAVEIRA, R. Z.; NETO, O. J. Melhoramento genético de frangos de corte. **PUBVET**, v.6, n.18, p.1369-1374, 2012.

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

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V. ; CARR, B. T ; **Sensory evaluation techniques**. 3ª edição, Boca Raton, FL: CRC Press Inc., p.387.1999

MOSKOWITZ, H.R. Product testing and sensory evaluation of foods. **Marketing and R & D approaches**. Westport Food and Nutrition Press INC, p.605, 1983.

MOURA, G. G. C.; NETO, L.F.; SANTANA, A.P. L. Melhoramento genético em aves de corte. **Revista Conexão Eletrônica**. V.14, n.1, p. 363-369, 2017.

MUDALAL S.; LORENZI, M.; SOGLIA, F.; CAVANI, C.; PETRACCI, M. Implications of White striping and Wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. **Animal**. v.9,n.4, p.728-34, 2015.

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

OLIVEIRA, D. R. M. S.; NÄÄS, I. A. Issues of sustainability on the Brazilian broiler meat production chain. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ADVANCES IN PRODUCTION MANAGEMENT SYSTEMS, 2012, Rhodes. **Anais...Competitive Manufacturing for Innovative Products and Services: proceedings**, Greece: Internacional Federation for Information Processing, 2012.

OWENS C. M. Identifying quality defects in poultry processing. **Watt Poult USA**, p. 42–50. 2014.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; SOGLIA, F.; CAVANI, C. Meat quality in fast-growing broiler chickens. **World's. Poultry Science Journal**, v.71, p.363–374, 2015.

PETRACCI, M.; MUDALAL, S.; BONFIGLIO, A.; CAVANI, C. Occurrence of white striping and its impact on breast meat quality in broiler chickens. **Poultry Science**, v.92, p.1670–1675, 2013.

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

ROSMINI, M. R.; PERLO, F.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A.; PAGIN-MORENO, M. J.; GAGO-GAGE, A.; LOPEZ-SANTOVEII, F.; ARANDA-CATA, V. TBA Test byan Extractive Method Applied to 'Paté. **Meat Science**, 42(1), 103-110, 1996.

ROSSI, L. P. R.; ALMEIDA, R. C. C.; LOPES, L. S.; FIGUEIREDO, A. C. L.; RAMOS, M. P. P.; ALMEIDA, P. F. Occurrence of *Listeria* spp. in Brazilian fresh sausage and control of *Listeria monocytogenes* using bacteriophage P100. **Food Control**, v. 22, n. 6, p. 954–958, 2011.

SANCHEZ BRAMBILA, G.; CHATTERJEE, D.; BOWKER, B.; ZHUANG, H. Descriptive texture analyses of cooked patties made of chicken breast with the woody breast condition. **Poultry Science**, v.96, n.9, p.3489-3494, 2017a.

SANCHEZ BRAMBILA, G.; BOWKER, B. C.; CHATTERJEE, D.; ZHUANG, H. Descriptive texture analyses of broiler breast fillets with the wooden condition stored at 4°C and -20 °C. **Poultry Science**. in press, 2017b.

SAS. **Institute SAS/STAT**. Guide for Personal Computers. Version 11.0 ed. Cary, NC: SAS Inst.Inc, 2014.

SCHRADER, B.; CHADWICK, E.; LI, Y.; MACKLIN, K.; MOREY, A. Evaluation of objective methods to detect woody breast and white striping myopathy. (Abstract), International Poultry Scientific, Atlanta, Georgia, 2016

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

SILVA, F. A. S.; AZEVEDO, C. A. V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **African journal of agricultural research**. v.11, n.39, p.3733-3740, 2016.

SOARES, A. L.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M.; IDA, E. I. 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**, 47(1), 57-62, 2004.

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

SOULTOS, N.; TZIKAS, Z.; ABRAHIM, A.; GEORGANTELIS, D.; AMBROSIADIS, I. Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages. **Meat Science**, v.80, n.4, p.1150-1156, 2008

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

SOUZA, E. M.; MICHELAN FILHO, T. Genética avícola. In: MENDES, A. A.; NAAS, I. A.; MACARI, M. **Produção de Frangos de Corte**. Campinas: FACTA, p. 23-35, 2004.

STONE, H.; SIDEL, J. L. Affective testing. In: STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. Academic Press, London. 1985.

STONE, H.; SIDEL, J. **Sensory evaluation practices**. New York: Academic Press, 1993.

SOLO, J. **Meat quality and sensory analysis of broiler breast fillets with woody breast muscle myopathy**. 2016. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciência da Avicultura) – Universidade de Arkansas, Fayetteville.

SUN, X.; C. OWENS. Effect of short term freezer storage on hardness of woody breast fillets. **Poultry Science**. 95, 2016a. (E-Suppl. 1): . (Abstr.)

TASONIERO, G.; BERTRAM, H. C.; YOUNG, J. F.; DALLE ZOTTE, A.; PUOLANNE, E. Relationship between hardness and myowater properties in Wooden

Breast affected chicken meat: A nuclear magnetic resonance study. *LWT - Food Science and Technology*, 2017.

TASONIERO, G.; CULLERE, M.; CECCHINATO, M.; PUOLANNE, E.; DALLE ZOTTE, A. Technological quality, mineral profile, and sensory attributes of broiler chicken breasts affected by White Striping and Wooden Breast myopathies. **Poultry Science**, v.95, n.11, p.2707-2714, 2016.

TROCINO, A.; PICCIRILLO, A.; BIROLO, M.; RADAELLI, G.; BERTOTTO, D.; FILIOU, E.; PETRACCI, M.; XICCATO, G. Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. **Poultry Science**, v.94, n.12, p.2996–3004, 2015.

VELLEMAN, S. G. Relationship of skeletal muscle development and growth to breast muscle myopathies: a review. **Avian Diseases**, v.59, p.525–531, 2015.

VELLEMAN, S. G; CLARK, D. L. Histopathologic and Myogenic Gene Expression Changes Associated with Wooden Breast in Broiler Breast Muscles. **Avian Diseases**, v.59, n.3, p.410-418, 2015.

WOLD, J. P.; VEISETH-KENT, E.; HØST, V.; LØVLAND, A. Rapid on-line detection and grading of wooden breast myopathy in chicken fillets by near-infrared spectroscopy. **PLoS ONE** v. 12, n.3, 2017.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussão do presente estudo foram formatados em dois artigos científicos, em atendimento às normas do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA).

O primeiro artigo explora a utilização do peito de frango amadeirado na elaboração de linguiças de frango frescal, realizando-se a caracterização físico-química do peito de frango e das linguiças, além de sua avaliação sensorial e microbiológica. Este artigo foi escrito nas normas da revista LWT - Food Science and Technology.

O segundo artigo diz respeito ao estudo do armazenamento das linguiças de frango em condições de congelamento a -20 °C por 180 dias. Este artigo foi escrito nas normas da revista Food Packaging and Shelf Life.

ARTIGO 1

PEITO DE FRANGO AMADEIRADO EM LINGUIÇA FRESCAL NÃO TEM IMPACTO NAS CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS E SENSORIAL

Destaques (Highlights):

- Linguiça frescal com peito de frango WB ou Normal apresentaram similaridades nas propriedades funcionais, composição química e aceitação do consumidor.
- Provadores treinados não diferenciaram as linguiças frescal com peito de frango WB e Normal.
- Independente do tipo de peito de frango, se WB ou Normal, o consumidor aprovou as linguiças frescal.
- O peito de frango WB pode ser utilizado na indústria avícola na formulação de produtos processados frescal (linguiça) na forma combinada ou não com o peito de frango Normal.
- Linguiça frescal com peito de frango WB reduz as perdas econômicas na indústria.

Resumo: O objetivo do presente estudo foi avaliar a utilização do peito de frango Wooden Breast (WB) na elaboração de linguiça frescal e caracterizar as propriedades tecnológica e sensoriais. Foram elaboradas linguiças frescal contendo 100% do peito de frango N, 100% de peito de frango WB e 50% do peito de frango N e 50% de peito de frango WB (N+WB). Os peitos de frango WB apresentaram maior valor de pH, L*, teor de umidade, perda de peso por cozimento (PPC), força de cisalhamento (FC), dureza, mastigabilidade, adesividade e gomosidade; enquanto que a capacidade de retenção de água (CRA) e teor de proteínas foram maiores nos peitos de frango N. As linguiças frescal com 100% de peito de frango WB e 100% N apresentaram valores de CRA, medidas de cor a*e b*, teor de proteínas e TBARS próximos; e essas diferiram da formulação mista (N+WB). A ADQ não discriminou sensorialmente as três formulações de linguiças. Os testes de aceitabilidade e intenção de compra, não diferiram entre as formulações, indicando que os provadores não treinados aprovaram as linguiças frescal de frango, independentemente do tipo de peito utilizado. O peito de frango WB pode ser utilizado na formulação de linguiça frescal na forma combinada ou não com o peito de frango N. A elaboração de linguiça de frango frescal com o peito de

frango WB é uma alternativa viável para indústria avícola reduzir as perdas econômicas conferidas por essa miopatia.

Palavras chave: Miopatia; *Wooden Breast*; Linguiça; Qualidade; ADQ

1 Introdução

A produção mundial de carne de frango tem crescido consideravelmente nas últimas décadas, atingindo em 2016 um valor de 107,1 milhões de toneladas (FAO, 2016). O Brasil destaca-se como maior exportador de carne de frango com 34% de sua produção, equivalendo a 4.304 milhões de toneladas; e ocupa a segunda posição mundial na produção de frango.

O sucesso da produção e exportação da carne de frango resulta de medidas adotadas pela indústria avícola que satisfazem as necessidades do mercado; tais como a produção de aves com alta taxa de crescimento, maior taxa de conversão alimentar, elevada produção da carne e redução de gordura abdominal (Tijare *et al.*, 2016).

A seleção genética das aves tem beneficiado a produção de carne de frango, entretanto, resultou no surgimento de miopatias que influenciam na qualidade final do produto, como na aparência visual, capacidade de retenção de água, textura e aumento no teor de gordura (Barbut *et al.*, 2008; Mudalal, Lorenzi, Soglia, Cavani, & Petracci, 2015; Velleman, 2015). Entre as novas miopatias, as indústrias de frangos têm observado mudanças associadas a problemas musculares nas aves e denominaram de *Wooden Breast* (WB) o músculo *Pectoralis major* que apresenta, de forma parcial ou integral, regiões palpáveis endurecidas com superfície coberta por um líquido turbido e viscoso, podendo apresentar hemorragias (Sihvo, Immonen, & Puolanne, 2014); além de maior peso e espessura quando comparado ao peito normal (Dalle Zotte *et al.*, 2014).

Esta anormalidade tem uma etiologia desconhecida, na qual se observa mudanças na aparência, redução da qualidade tecnológica e nutricional com consequente redução de aceitação pelo consumidor (Kuttappan, Brewer, Apple, Waldroup, & Owens (2012); Mudalal, Lorenzi, Soglia, Cavani & Petracci, 2014; Mutryn, Brannick, Fu, Lee, & Abasht, 2015; Sihvo, Immonen & Puolanne, 2014, Soglia, Laghi, Canonico, Cavani & Petracci, 2016).

A miopatia de peito de frango WB tem sido reportada na Finlândia, Europa, EUA, Reino Unido e Brasil. Kindlein *et al.* (2015) estimaram que a ocorrência de peito de frango WB atinja cerca de 39% das aves com até 35 dias de crescimento e essa estimativa aumenta para 89% quando atingem 42 dias de crescimento. Considerando a produção brasileira de

13,14 milhões de toneladas em 2015, incidência média de 11% (dados não publicados) e preço médio da carcaça de frango de US\$ 2.00 (janeiro de 2018), as perdas financeiras com peitos de frango WB podem alcançar valores de US\$ 30 milhões por ano.

Como consequência de seu aspecto endurecido e cor escura, o peito de frango WB não apresenta padrões sensoriais de comercialização direta, sendo aproveitado para elaboração de produtos cárneos cozidos, como nuggets e salsichas (Qin, 2013; Mudalal *et al.*, 2015); de emulsionados de frango tipo hambúrgueres (Sanchez-Brambila, Chatterjee, Bowker, & Zhuang, 2017), de ração animal ou são descartados. A linguiça frescal destaca-se entre os produtos cárneos processados de alto valor comercial e pode ser uma opção para aproveitamento do peito de frango WB; no entanto a legislação brasileira não prevê o aproveitamento de peitos de frango WB na produção de produtos cárneo tipo frescal. Assim sendo, o objetivou-se com este trabalho foi elaborar linguiças frescal utilizando o peito de frango WB e avaliar suas características tecnológicas, sensoriais.

2 Material e Métodos

2.1 Seleção de peitos de frango

As aves machos e fêmeas, da linhagem Cobb com idade entre 36 a 44 dias foram abatidas em abatedouro comercial com inspeção federal. De acordo com o procedimento, seguiram-se as etapas de pendura, atordoamento por eletronarcose, sangria, escalda, depenagem, evisceração, pré-resfriamento e desossa, obedecendo aos critérios estabelecidos pela Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998, do Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (Brasil, 1998). Os peitos de frango foram coletados e após apalpação e identificação visual (Kuttappan *et al.*, 2013; Sihvo *et al.*, 2014; Bailey, Watson, Bilgili, & Avendano, 2015), foram classificados como peito de frango normal (N) e com Wooden Breast (WB).

2.2 Elaboração de linguiça frescal de frango

Foram elaboradas linguiças frescal de frango contendo 100% do peito de frango N, 100% de peito de frango WB e 50% do peito N e 50% de WB (N+WB) (Tabela 1).

Após a classificação e desossa os peitos de frango N e WB foram pesados, moídos (Ibrasmak, Modelo MC 160, São Paulo, Brasil) e misturados com os demais ingredientes em uma misturadeira (Maxmac, Modelo ZJB750, São Paulo, Brasil). A massa cárnea foi submetida ao processo de cura em câmara refrigerada a 4 °C por 6 h. As linguiças foram embutidas (Handtmann, Modelo VF 612, Biberach, Alemanha) em tripa natural suína de 32 mm de diâmetro e embaladas em saco de polietileno, e armazenadas à temperatura de -18 °C até realização das análises, em um período não superior a 10 dias.

2.3 Caracterização dos peitos de frango N e WB e das linguiças frescal de frango

Os peitos de frango N e WB e as linguiças frescal de frango elaboradas com peito de frango N, WB e misturas de N e WB foram caracterizadas quanto aos parâmetros de pH; capacidade de retenção de água (CRA); luminosidade (L^*); cor (a^* , b^*); perda de peso por cozimento (PPC); teor de umidade, gordura, proteína e colágeno; força de cisalhamento (FC); perfil de textura (TPA); substâncias reativas ao ácido tiobartúrico (TBARS) e aroma de requeijado (WOF).

O pH foi determinado utilizando o pHmetro (Quimis Aparelhos Científicos Ltda., Modelo Q400 AS Diadema, SP, Brasil) segundo a metodologia descrita pela AOAC (2000), procedimento nº 981.12. A CRA foi adaptada de Barbut (1996) utilizando 5 g da amostra e adição de 8 mL de solução 0,6 mol/L de NaCl. Esta solução foi aquecida em banho a 70 °C por 30 min, seguida de centrifugação a 7000 g por 15 min a 4 °C e incubação a 4 °C por 30 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado pesado. A porcentagem de CRA foi calculada utilizando-se a equação:

$\%CRA = \{[(P_{t+p} + P_t) - P_a]/P_a\} \times 100$, onde P_{t+p} = peso do precipitado; P_t = peso do tubo de Falcon; P_a = peso da amostra.

A porcentagem de PPC foi mensurada conforme metodologia descrita por Honikel (1998) e calculada pela equação: $[\%PPC = [(P_i - P_f)/P_i] \times 100$, onde P_i = peso da amostra antes do cozimento; P_f = peso da amostra após o cozimento.

Os parâmetros de L^* , a^* e b^* foram medidos na região cranial do peito de frango inteiro e nas linguiças frescal de frango cruas e cozidas. Foi utilizado o colorímetro Konica Minolta (Modelo CR-400, Osaka, Japão), operado conforme indicações da CIE (1986): iluminante C, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10° e especular incluída.

O teor de umidade, proteína e colágeno foram determinados de acordo com a AOAC (2000), descritos nos itens nº 950.46, 928.08 e 990.26, respectivamente. O teor de lipídeos foi quantificado conforme descrito por Folch, Less, e Sloane- Stanley (1957).

O TBARS e WOF foram quantificados nas linguças frescal de frango seguindo a metodologia adaptada de Rosmini *et al.* (1996) e Soares, Olivo, Shimokomaki e Ida (2004), respectivamente.

A força de cisalhamento (FC) foi determinada em peitos de frango crus N ou com WB cortados em dimensões de 20 x 20 x 20 mm com as fibras orientadas perpendicularmente à lâmina e em linguças frescal cozidas a 75 °C e cortadas com 20 mm de altura. A FC foi expressa em Newton (N) e para as medidas foram utilizadas o Texturômetro Universal Texture Analyser TA-TX2i (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) com célula de carga de 5 kg, equipado com lâmina Warner Bratzler e regulado com velocidade de descida e de penetração de 10 mm/s, profundidade de penetração de 20 mm e força de contato de 10 g, conforme metodologia descrita por Cavitt, Youm, Meullenet, Owens e Xiong (2004).

As medidas de dureza, adesividade, coesividade, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência foram realizadas nos peitos de frango N ou com WB e nas linguças frescal cozidas a 75 °C, resfriados e cortados em dimensões de 20 x 20 x 20 mm (peitos de frango) e 20 mm de altura (linguças). Foi utilizado o Texturômetro TA-TX2i, acoplado com probe cilíndrico (P/25) de 25 mm e nas seguintes condições: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão 8,0 mm e força de disparo: 5 g. As medidas da FC e do TPA foram analisadas com o uso do software Texture Expert for Windows 1.20 (Stable Micro Systems\TE32L\versão 6.1.4.0 Inglaterra) e os resultados avaliados conforme o planejamento estatístico.

2.4 Análise sensorial das linguças frescal de frango

A análise descritiva quantitativa (ADQ) foi utilizada para avaliar a qualidade sensorial da linguça frescal de frango, utilizando um painel treinado de sete membros. Os testes foram realizados com prévia aprovação no Comitê de Ética e Pesquisa com Seres Humanos (CAAE 67651917.4.0000), para atender as exigências éticas e científicas dispostas na Resolução nº 466, do Conselho Nacional de Saúde (Brasil, 2012). As linguças frescal foram apresentadas aos julgadores após verificar a conformidade dos parâmetros microbiológicos estabelecidos

pela legislação brasileira de Coliformes a 45 °C/g, *Salmonella* spp/25g, *Estafilococos* coagulase positiva/g e Clostrídios sulfito redutor a 46 °C (Brasil, 2001). As sessões preparatórias foram realizadas antes do teste, de modo que cada membro do painel pode discutir e esclarecer cada atributo a ser avaliado (Soultos, Tzikas, Abraham, Georgantelis, & Ambrosiadis, 2008). O teste sensorial foi iniciado depois que os participantes concordaram com as especificações de cada atributo avaliado.

As linguças frescal foram grelhadas em forno tipo *grill* elétrico e monitoradas com um termopar (Hanna Instruments, HI 935005, Romênia), até que a temperatura interna atingisse 75 °C (Soultos *et al.*, 2008). Após o resfriamento até 45 °C, as amostras foram cortadas em pedaços de 2 cm e servidas a cada painelistas separadamente, juntamente com biscoito de creme de água e biscoito para limpar o paladar. Os atributos de aroma, sabor, aparência e textura foram avaliados usando uma escala estruturada de 9 cm, sendo 1 representando a menor intensidade e 9 a intensidade máxima para todos os atributos (ABNT, 1998).

As análises de aceitação e intenção de compra com 200 provadores não treinados foram realizadas conforme a metodologia descrita por Stone e Sidel (1993) e Meilgaard, Civille e Carr (1999). Este teste foi aplicado utilizando escala hedônica de nove pontos, variando de “gostei muitíssimo” a “desgostei muitíssimo”. Os provadores avaliaram as linguças frescal quanto a aparência, aceitação global, aroma, sabor e textura. O teste de intenção de compra foi realizado simultaneamente ao teste de aceitação. Para esse teste, utilizou-se uma ficha com uma escala hedônica de cinco pontos, variando de 5 “certamente compraria” a 1 “certamente não compraria”.

2.5 Análise estatística

Os resultados das medidas físico-químicas (umidade, gordura, proteína, colágeno, TBARS, WOF, cor e pH) e tecnológicos (CRA, PPC, FC e TPA) dos peitos de frango WB e N foram comparados aplicando-se o teste T de student e utilizando o software Assistat versão 7.7 (Silva & Azevedo, 2016). Para comparação dos resultados das medidas físico-químicas, tecnológicos e sensorial das linguças frescal elaboradas com peitos de frango WB e N aplicou-se o teste de Tukey, utilizando o software Statistical Analysis System versão 11.0 (SAS, 2014).

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para visualizar a variação entre a ADQ, perfil de textura (TPA) e as formulações das linguças frescal, utilizando o

programa Multi-Variate Statistical Package versão 3.13, Kovach Computing Services. Os Testes de Correlação entre as médias dos resultados obtidos foram realizados utilizando o programa GraphPad Prism versão 6.01 para Windows, GraphPad Software, La Jolla California USA.

3 Resultados e Discussão

3.1 Características físico-químicas dos peitos de frango WB e N

O pH, CRA, PPC, L*, teor de umidade e proteína de peito de frango WB apresentou diferenças significativas ($p < 0,05$) em comparação com o peito de frango N (Tabela 2). O pH apresentou um aumento para carne WB, bem como os teores de perda de peso por cocção, luminosidade e umidade e baixos valores de CRA e proteínas para essa carne.

Os mecanismos que levam ao aumento do pH em carnes com a anomalia WB ainda não estão totalmente esclarecidos (Mudalal *et al.*, 2015). Um dos fatores pode ser devido a elevada degeneração das fibras musculares em peitos de frango WB que apresenta uma, redução no seu teor de glicogênio (Soglia, Mudalal *et al.*, 2016b) ou uma modificação nos mecanismos de acidificação no período *post-mortem*. Ainda, o aumento do pH dos peitos de frango WB pode estar associado ao seu maior peso em relação aos peitos de frango N (Mudalal *et al.*, 2015; Chatterjee, Zhuang, Bowker, Rincon & Sanchez-Brambila, 2016; Dalle Zotte *et al.*, 2017). Uma forte correlação negativa entre o tamanho do peito e armazenamento de glicogênio no músculo foi observado por Le Bihan-Duval *et al.*, (2008) e, além deste fato, foi observado por Dale Zotte *et al.*, (2017) que um peito de frango com maior tamanho pode representar um menor poder glicolítico resultando em um pH final maior. Esse mesmo autor encontrou aumento nos valores de pH para peito de frango com essa anomalia.

O aumento da PPC em peitos de frango WB pode ser atribuído a alterações na integridade da membrana das fibras musculares, com uma maior proporção de água extra-miofibrilar, ou defeitos nas proteínas miofibrilares ou sarcoplasmáticas que poderia facilmente levar a desnaturação proteica, além de mudanças em alguns componentes químicos, isto é, maior teor de gordura e de tecido conjuntivo e um menor teor de proteína muscular (Qin, 2013; Mudalal *et al.*, 2015; Soglia *et al.*, 2016; Soglia, Mudalal *et al.*, 2016).

As propriedades de PPC e CRA (Tabela 2) de peitos de frango WB e N foram similares aos descritos por Dalle Zotte *et al.*, (2014); Mudalal *et al.*, (2015); Trocino *et al.*,

(2015); Chatterjee *et al.*, (2016); Sanchez-Brambila *et al.*, (2017) e Geronimo, (2017), cuja CRA dos peitos de frango WB foi menor e consequentemente maior PPC quando comparados com os peitos de frango N.

Conforme Soglia, Mudalal *et al.* (2016), a diferença no teor de proteínas pode ser devido a sucessivas degenerações e regenerações do tecido muscular (desnaturação proteica) do peito de frango WB resultando em um maior teor do tecido conjuntivo, como substituição das proteínas miofibrilares. O teor de proteína foi menor quando comparado ao normal ($p < 0,05$) e sendo similar aos valores descritos por Mudalal *et al.* (2015), Soglia, Mudalal *et al.* (2016) e Geronimo *et al.* (2017). No entanto, não foram observadas (Tabela 2) diferenças significativas no teor de colágeno entre o peito de frango WB e N. A redução no teor de proteínas musculares pode também estar associada a uma menor CRA no peito de frango WB (Petracci, Mudalal, Bonfiglio & Cavani, 2013; Dalle Zotte *et al.*, 2017; Geronimo, 2017), cujo percentual foi de 3 vezes menor do que o peito de frango N. De acordo com Huff-Lonergan e Lonergan (2005) as mudanças na arquitetura intracelular também podem influenciar na habilidade das células musculares em reter a água.

Os peitos de frango WB apresentaram aumento no teor de umidade (Tabela 2) e os resultados estão próximos aos descritos por Soglia *et al.* (2016) e Geronimo (2017). O alto teor de umidade para os peitos de frango WB está de acordo com os resultados da CRA que foram menores para o peito de frango WB, devido a consequente degeneração miofibrilar que resultou em peitos de frango com maior quantidade de água livre quando comparado com o peito de frango N. Para Sihvo *et al.* (2014) o aumento no teor de umidade também pode ser devido a presença de edemas e fluídos no músculo proveniente de processos inflamatórios.

Para a medida de cor do peito de frango WB, apenas para o parâmetro L^* apresentou diferenças significativas, sendo mais claro do que o peito de frango N. Esta diferença pode ser atribuído a degeneração muscular que ocorre no peito de frango WB, cujo músculo apresenta um menor volume de proteínas miofibrilares e uma maior capacidade de dispersão de luz proveniente do resultado de maior espaçamento entre os filamentos das proteínas (Feiner, 2006). A caracterização de cor do peito de frango WB não está completamente elucidado, apresentando dados conflitantes, onde Chatterjee *et al.*, (2016) observaram diferenças significativas apenas para o valor de a^* , enquanto que Dalle Zotte *et al.* (2017) observaram diferenças entre todos os parâmetros e Sanchez-Brambila *et al.* (2017) relataram que não houve diferenças entre os valores de L^* , a^* , b^* entre os peitos WB e N.

Os parâmetros de textura medidos pela FC e TPA - análise instrumental de textura (dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade) dos peitos de frango WB apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) em relação aos peitos de frango N. A FC do peito de frango WB foi 28% maior do que o N, ou seja, apresentou uma maior resistência ao corte do que o peito de frango N. Estas diferenças, possivelmente, ocorreram devido ao acúmulo do tecido conjuntivo intersticial (Sihvo *et al.*, 2014). A FC maior no peito WB estão consistentes com os dados descritos por Mudalal *et al.*, (2015); Charttejee *et al.*, (2016); Sanchez-Brambila *et al.*, (2017); Geronimo, (2017) e Dalle Zotte *et al.*, (2017).

Os parâmetros de análise instrumental de textura (TPA) medidos pela dureza, adesividade, gomosidade e mastigabilidade (Tabela 2) de peitos de frango WB apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$) em relação ao peito de frango N. Em relação ao peito de frango N, os peitos de frango WB apresentaram maior dureza (39,44 WB e 26,82 N), maior adesividade (-8,02 WB e -5,84 N), maior gomosidade (22,82 WB e 16,40 N) e maior mastigabilidade (13,4 WB e 10,3 N). No entanto, os parâmetros de elasticidade, coesividade e resiliência de peitos de frango W e N não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Utilizando uma técnica similar para medir a textura Mudalal *et al.* (2015) e Chatterjee *et al.* (2016) também observaram uma dureza maior em peitos de frango WB quando comparado com peito de frango N e ainda, observaram que a miopatia WB pode afetar significativamente as propriedades de textura instrumental de peitos de frango.

3.2 Características físico-químicas das linguças frescal elaboradas com peitos de frango WB e N

As três formulações de linguças frescal elaboradas com peitos de frango WB e N (Tabela 3) apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) quanto aos parâmetros de CRA, a^* , b^* , umidade, proteína, colágeno e TBARS.

A CRA da linguça frescal formulada com peito de frango WB (Tabela 3) foi inferior em relação à formulação mista. O menor valor na CRA pode ser atribuído à degeneração das fibras musculares pelos processos de fibrose e lipidose que ocorre no peito de frango WB (Soglia, Mudalal *et al.*, 2016). Em produtos cárneos, a CRA influencia nas características sensoriais, afeta o aspecto visual da carne crua e exerce efeito negativo na palatabilidade devido a alterações na textura e suculência (Sarcinelli, Venturini, Silva, 2007; Alves, Albuquerque, Batista, 2016).

A PPC de linguiça frescal de peitos de frango WB e N não apresentou diferença significativa entre as três formulações. O uso da carne WB em produtos processados cozidos, corroboram com estes resultados (Sanchez-Brambila *et al.*, 2017; Qin, 2013), no qual pode ser justificado pelos defeitos nas proteínas miofibrilares ou sarcoplasmáticas, alterações histológicas que ocorrem na carne e consequente redução das PPC dos produtos processados.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram detectadas nos valores de a^* e b^* das linguiças frescal cruas com peito de frango WB, N e misturas (WB+N). A homogeneidade da cor nas linguiças frescal cozidas pode ser resultado da adição dos sais de cura (nitrito e nitrato) que intensificaram suas ações e da aplicação do calor durante o cozimento.

O teor de umidade da linguiça de peito de frango WB foi maior e seguiu a tendência da adição da matéria-prima. O teor de gordura não apresentou diferenças quanto à utilização dos peitos de frango WB, N ou misturas (WB+N). O teor de proteína da linguiça de peito de frango WB também foi menor e exibiu uma tendência similar a utilização da matéria-prima. Linguiça frescal elaborada com o peito WB ou misturas (WB+N) apresentou maior teor de colágeno comparada com a linguiça frescal elaborada com peitos de frango N.

Os valores de TBARS das linguiças frescal de frango (Tabela 3) indicaram que a oxidação lipídica foi baixa ($< 0,20$ mg de MDA/kg) devido a adição de aditivos e por tratar-se de um produto do tipo frescal. Campo *et al.* (2006), Greene e Cumuze (1982) evidenciaram que os valores de TBARS devem situar-se entre 2 e 3 mg/kg de produto, para que seja percebida a presença de ranço pelo consumidor. Os acréscimos nos valores de TBARS das linguiças frescal cozidas resultaram provavelmente das mudanças na estrutura da membrana proteica, da liberação de ferro da proteína transportadora, o qual reage com o oxigênio acelerando assim, a taxa de oxidação (Adeyemi & Olorunsanya, 2012). A presença de aroma requeijado (WOF) na linguiça frescal foi também consideravelmente baixa ($< 0,60$ mg MDA/kg) e estão de acordo com os valores de TBARS e não diferindo entre as três formulações.

3.3 Características sensoriais e perfil de textura instrumental (TPA) das linguiças frescal elaboradas com peitos de frango WB e N

As linguiças frescal de frango elaboradas com peito WB, N e misturas (WB+N) apresentaram-se em conformidade com a legislação brasileira quanto aos padrões microbiológicos para alimentos (Brasil, 2001). Estas linguiças frescal não apresentaram

diferenças perceptíveis para os descritores avaliados na ADQ (Figura 1). Dentre os onze atributos avaliados, apenas o atributo “cor rosada” foi apontado pelos provadores com diferença significativa ($p < 0,05$) entre as três formulações, sendo que a linguiça com peito de frango WB apresentou intensidade de cor rosada menor em relação às linguiças com peito de frango N.

O aroma e sabor de frangos grelhados foram pontuados com valores entre 2,93 e 4,65 indicando uma intensidade moderada. Avaliando o aroma de ranço destas linguiças grelhadas observou-se que o mesmo não foi evidenciado conforme previsto, uma vez que trata-se de um produto do tipo frescal e está de acordo com os resultados obtidos de TBARS e WOF (Tabela 3).

A suculência (5,43 a 5,89), dureza (3,87 a 5,2), coesividade (3,66 a 4,41) e mastigabilidade (3,75 a 3,92) indicaram que as linguiças frescal independente do peito de frango utilizado para a sua elaboração, apresentaram uma textura macia e com suculência.

Os resultados da ADQ demonstraram um potencial de utilização do peito de frango WB na elaboração de linguiças do tipo frescal, uma vez que os provadores treinados não foram capazes de detectar as diferenças nas características sensorial destas linguiças elaboradas com o peito de frango WB, N e sua mistura (WB + N).

Em acordo com a ADQ observou-se que as medidas da TPA instrumental também não evidenciaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as três formulações de linguiças para os parâmetros avaliados. Independente da utilização ou não do peito WB na formulação da linguiça, os parâmetros de FC, dureza, adesividade, flexibilidade, coesividade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência foram semelhantes.

Os parâmetros avaliados do teste de aceitabilidade (Figura 2A), com provadores não treinados, também não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$). Os índices de aceitação para os parâmetros de aparência, aroma, sabor, textura e impressão global foram superiores a 70%, indicando que as três formulações foram aceitas sensorialmente. Para a textura todas as linguiças frescal tiveram uma boa aceitação global, pontuadas positivamente em 7,2 (gostei moderadamente). A diferença entre as amostras para a cor rosada, apesar de perceptível para provadores treinados, apresentou um bom índice de aceitação, sendo superior a 73% para as três formulações de linguiças frescal.

O teste de intenção de compra (Figura 2B) obteve índice superior a 76% para as três formulações de linguiça frescal de frango, com média de notas para cada formulação de

linguiça frescal pontuada em 3,9, em escala hedônica de 0 a 5, se aproximando de “provavelmente compraria”.

3.4 Correlação de Pearson e Análise de Componentes Principais (PCA) das linguiças frescal

Entre as correlações de Pearson significativas ($p < 0,05$) foi identificada uma forte correlação ($r = 0,999$) entre o valor de pH e teor de colágeno das linguiças frescal. O pH elevado foi uma das características de linguiças frescal elaboradas com o peito de frango WB e indicou uma degeneração muscular. A FC apresentou alta correlação ($r = 0,999$) com a mastigabilidade; a coesão entre as partículas variou de maneira conjunta com a gomosidade ($r = 1,00$). A adesividade apresentou uma correlação negativa ($r = -1,00$) com a umidade e também uma correlação positiva ($r = 0,999$) com a elasticidade.

A ACP foi aplicada para auxiliar na avaliação da utilização do peito de frango WB na elaboração de linguiças frescal, quanto aos atributos sensoriais e parâmetros de perfil de textura (Figura 3). Os dois componentes principais CP1 e CP2 representam 56% e 44% de variância, respectivamente.

As formulações de linguiça elaboradas com peito de frango WB, N e sua mistura (WB+N) encontram-se posicionadas em agrupamentos em quadrantes diferentes no gráfico (Figura 3), desta forma indicou diferentes comportamentos em relação aos atributos avaliados. A intensidade de cada atributo está simbolizada pelo comprimento do vetor e quanto mais próximos estiverem às amostras, maiores serão as influências proporcionadas.

Analisando os agrupamentos, pode-se verificar que a linguiça frescal elaborada com o peito de frango WB apresentou maior coesividade, mastigabilidade, resiliência, gomosidade e fibrosidade. Este comportamento está coerente, uma vez que o peito de frango WB exibe essas características. Outra característica observada para esta formulação é a oleosidade e maior proporção do aroma de ranço. Após avaliação físico-química, não foi verificada diferenças no teor de lipídeos das três formulações. A linguiça elaborada com peitos de frango WB+N encontra-se na região intermediária das formulações que foram elaboradas com os respectivos peitos individuais, indicando coerência dos resultados. Entretanto, avaliando a linguiça frescal elaborada com o peito N, pode-se observar que esta formulação apresentou maior influência na suculência e adesividade da linguiça frescal de frango.

4 Conclusão

O peito de frango WB apresentou um grande potencial para ser utilizado na elaboração de linguiça frescal, uma vez que os parâmetros físico-químicos e sensoriais do produto não foram influenciados pela adição da carne WB. A ADQ não discriminou sensorialmente as três formulações de linguiças frescal. Adicionalmente, as análises de aceitação e intenção de compra indicaram que o consumidor aprovou as linguiças frescal, independente do tipo de peito utilizado em sua formulação. Os resultados apontam que o peito de frango WB pode ser utilizado na indústria para elaboração de produtos processados do tipo frescal (linguiça), de forma combinada ou não com o peito de frango N e diminuir as perdas econômicas causadas por essa miopatia.

Declaração interesse entre as partes: nenhuma

Agradecimentos

Os autores agradecem a Empresa Guaraves na pessoa de seu Diretor Técnico Sr. Arnoud Clementino Neto, que possibilitou a realização da presente pesquisa, seja doando o material do estudo ou abrindo as portas para a realização dos experimentos. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico - CNPq pelo financiamento do Projeto (Processo 430832/2016-8) e bolsa PQ da pesquisadora MSM, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por bolsa concedida aos discentes TCR, LMC.

Referências

Adeyemi, K. D., & Olorunsanya, A. O. (2012). Comparative analysis of phenolic composition and antioxidant effect of seed coat extracts of four cowpea (*Vigna unguiculata*) varieties on broiler meat. *Iranian Journal of Applied Animal Science*, 2(4), 343-349.

Alves, M. G. M., Albuquerque, L. F., & Batista, A. S. M. (2016). Qualidade da Carne de Frangos de Corte. *Ciências Agrárias*, 17(2), 64-86.

Associação Brasileira de Normas Técnicas (1998). NBR 14140: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise qualitativa descritiva (ADQ).

Abpa. Associação Brasileira de Proteína Animal. *Relatório Anual*. (2016). <http://abpa-br.com.br/setores/avicultura/publicacoes/relatorios-anuais>. Accessed 28 October 2017.

Association of Official Analytical Chemists (2000). Official methods of analysis of AOAC (17th ed.). Washington, DC, USA: AOAC.

Bailey, R. A., Watson, K. A., Bilgili, S.F., & Avendano. S. (2015). The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poultry Science*. 94(12), 2870-2879.

Barbut, S. (1996). Estimates and detection of PSE problem in young turkey breast meat. *Canadian Journal of Animal Science*, 76(3), 455-457.

Barbut, S., Sosnicki, A. A., Lonergan, S. M., Knapp, T., Ciobanu, D. C., Gatcliffe, L. J., Huff-Lonergan, E., & Wilson, E. W. (2008). Progress in reducing the pale, soft and exudative (PSE) problem in pork and poultry meat. *Meat Science*, 79(1), 46-63.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1998). *Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico da inspeção tecnológico e higiênico-sanitária de carne de aves*. Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1 (p 226).

Brasil. Ministério da Saúde. (2001). *Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos*. Diário Oficial da União, Brasília, Seção 1, (pp. 1-54).

Brasil. Ministério da Saúde. (2012). Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Diretrizes e Normas regulamentadoras de pesquisa envolvendo seres humanos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasil, Seção 1, (p. 59).

Campo, M. M., Nute, G. R., Hughes, S. I., Enser, M., Wood, J.D., & Richardson, R. I. (2006). Flavour perception of oxidation in beef. *Meat Science*, 72(2), 303-311.

Charttejee, D., Zhuang, H., Browker, B. C., Rincon, A. M, & Sanchez-Brambila, G. (2016). Instrumental texture characteristics of broiler pectoralis major with the wooden breast condition, *Poultry Science*, 95, 2449-2454.

Commission Internationale de l'Eclairage. (1986). *CIE Publication 15.2*. Vienna

Dalle Zotte A., Cecchinato M., Quartesan A., Bradanovic J., Tasoniero G., & Puolanne E. (2014). How does “Wooden Breast” myodegeneration affect poultry meat quality? *Archivos Latinoamericanos de Produccion Animal*, 22, 476-479.

Dalle Zotte, A., Tasoniero, G., Puolanne, E., Remignon, H., Cecchinato, M., Catelli, E., & Cullere, M. (2017). Effect of “Wooden Breast” Appearance on Poultry Meat Quality, Histological Traits, and Lesions Characterization. *Animal Science*. 62(2), 51–57.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Statistical Databases*.

Livestock Primary. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em 10 Fev. 2017.

Feiner, G. (2006). *Meat products handbook: practical science and technology*. Inglaterra: Cambridge.

Folch, J., Lees, M., & Sloane-Stanley, G. H. (1957). A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *The Journal of Biological Chemistry*, 22, 497-509.

Geronimo, B. C. (2017). *Identificação e classificação de wooden breast em frangos de corte por métodos não destrutivos*. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Paraná, Brasil.

Greene, B. E., & Cumuze, T. H. (1982). Relationship between TBA numbers and inexperienced panelists' assessments of oxidized flavor in cooked beef. *Journal of Food Science*, 47(1), 52-54.

Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. *Meat Science*, 49(4), 447-457.

Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: the role of post mortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 79(1), 194-204.

Kindlein, L. L. M., Lorscheitter, T. Z., Ferreira, R., Sesterhen, S., Rauber, P., Soster, S., & Vieira. (2015). Occurrence of white striping and wooden breast in broiler breast fillets slaughtered at 35 and 42 d of age. *Poultry Science*, 94-160 (Abstract).

Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Apple, J. K., Waldroup, P.W., & Owens, C. M. (2012). Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry Science*, 91(10), 2677–2685.

Kuttappan, V. A., Shivaprasad, H. I., Shaw, D. P., Valentine, B. A., Hargis, B. M., Clark, F. D., Mckee, S. R., & Owens, C. M. (2013). Pathological changes associated with white striping in broiler breast muscles. *Poultry Science*, 92 (2), 331-338.

Le Bihan Duval, E., Debut, M., Berri C.M.; Sellier N., Santelhoutellier V., Jego Y., & Beaumont, C. (2008). Chicken meat quality: genetic variability and relationship with growth and muscle characteristics. *BMC Genetics*, 9,53.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (1999). *Sensory evaluation techniques*. (3th Ed), Boca Raton: CRC Press.

Mudalal S., Lorenzi, M., Soglia, F., Cavani, C., & Petracci, M. (2015). Implications of White striping and Wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat. *Animal*. 9(4), 728-734.

Mutryn, M. F., Brannick, E. M., Fu, W., Lee, W. R., & Abasht, B. Characterization of a novel chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-sequencing. *BMC Genomics*, .16, (1), 399, 2015.

Petracci, M., Mudalal, S., Bonfiglio, A., & Cavani, C. (2013). Occurrence of white striping and its impact on breast meat quality in broiler chickens. *Poultry Science*, 92(6), 1670-1675.

Qin, N. (2013). The Utilization of Poultry Breast Muscle of Different Quality Classes. Thesis: Department of Food and Environmental Sciences, University of Helsinki.

Rosmini, M. R., Perlo, F., Pérez-Alvarez, J. A., Pagin-Moreno, M. J., Gago-Gage, A., Lopez-Santoveii, F., & Aranda-Cata, V. (1996). TBA Test byan Extractive Method Applied to 'Paté. *Meat Science*, 42(1), 103-110.

Sanchez-Brambila, G., Chatterjee, D., Bowker, B., & Zhuang, H. (2017). Descriptive texture analyses of cooked patties made of chicken breast with the woody breast condition. *Poultry Science*, 96(9), 3489-3494.

Sarcinelli, M. F., Venturini, K. S., & Silva, L. C. (2007). Estrutura da carne. *Boletim Técnico*. Universidade Federal do Espírito Santo - UFES, Pró-Reitoria de Extensão - Programa Institucional de Extensão Boletim Técnico:01807.

SAS Institute (2014). SAS/STAT Guide for Personal Computers. Version 11.0 ed. Cary, NC: SAS Inst.Inc.

Sihvo, H. K., Immonen, K., & Puolanne, E. (2014). Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology*, 51(3), 619-623.

Silva, F. A. S., & Azevedo, C. A. V. (2016). The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African journal of agricultural research*. 11(39), 3733-3740.

Soares, A. L., Olivo, R., Shimokomaki, M., & Ida, E. I. (2004). 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*, 47(1), 57-62.

Soglia, F., Laghi L., Canonico, L., C. Cavani, C., & Petracci, M. (2016). Functional property issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. *Food Research International*, 89(3), 1071-1076.

Soglia, F., Mudalal, S., Barbini, E., Di Nunzio, M., Mazzoni, M., Sirri, F., Cavani, C. & Petracci, M. (2016). Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected by *wooden breast* abnormality. *Poultry Science*, 95(3), 651-659.

Soultos, N., Tzikas, Z., Abraham, A., Georgantelis, D., & Ambrosiadis, I. (2008). Chitosan effects on quality properties of Greek style fresh pork sausages. *Meat Science*, 80(4), 1150-1156.

Stone, H., & Sidel, J. (1993). *Sensory evaluation practices*. New York: Academic Press.

Tijare, V. V., Yang, F. L., Kuttappan, V.A., Alvarado, C.Z., Coon, C.N., & Owens, C. M. (2016) Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. *Poultry Science*, 95(9), 2167-2173.

Tijare, V. V., Yang, F. L., Kuttappan, V.A., Alvarado, C.Z., Coon, C.N., & Owens, C. M. (2016) Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies. *Poultry Science*, 95(9), 2167-2173.

Trocino, A., Piccirillo, A., Birolo, M., Radaelli, G., Bertotto, D.; Filiou, E., Petracci, M., & Xiccato, G. (2015). 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*, 94(12), 2996-3004.

Velleman, S. G. (2015). Relationship of skeletal muscle development and growth to breast muscle myopathies: a review. *Avian Diseases*, 59(4), 525-531.

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)

Ingredientes (%)	N	WB	N+WB
Peito de frango normal	52	52	26
Peito de frango WB	-	-	26
Pele de frango	30	30	30
Água	13	13	13
Proteína de soja	2,5	2,5	2,5
Sal	1,99	1,99	1,99
Aditivos	0,510	0,510	0,510

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos e de textura de peitos de frango N e WB

Parâmetros	N	WB	Sig (p) ¹
pH	5,79 ± 0,12	5,91 ± 0,15	**
CRA (%)	33,84 ± 1,66	17,3 ± 0,27	**
PPC (%)	15,71 ± 0,68	25,72 ± 3,10	**
L*	50,43 ± 2,06	53,78 ± 1,55	**
a*	0,98 ± 0,65	2,12 ± 1,28	ns
b*	5,19 ± 1,67	6,31 ± 0,78	ns
Umidade (g/100g)	72,53 ± 0,14	74,91 ± 0,20	**
Gordura (g/100g)	3,42 ± 0,06	3,51 ± 0,21	ns
Proteína (g/100g)	21,77 ± 0,32	20,92 ± 0,37	*
Colágeno (g/100g)	0,52 ± 0,03	0,51 ± 0,04	ns
FC (N)	23,89 ± 4,42	30,53 ± 2,82	**
Dureza (N)	26,82 ± 4,56	39,44 ± 5,40	**
Adesividade (g/sec)	-5,84 ± 1,05	-8,02 ± 1,87	*
Elasticidade	0,62 ± 0,04	0,59 ± 0,03	ns
Coesividade	0,60 ± 0,03	0,59 ± 0,05	ns
Gomosidade	16,40 ± 2,91	22,82 ± 3,74	**
Mastigabilidade	10,30 ± 2,02	13,40 ± 2,40	**
Resiliência	0,28 ± 0,03	0,28 ± 0,03	ns

* $p \leq 0,05$ há diferença significativa de 5% entre os produtos; ** $p \leq 0,01$ há diferença significativa de 1% entre os produtos; ns - não há diferença significativa entre os produtos.

Tabela 3. Parâmetros físico-químicos de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)

Parâmetros	N	WB	N+WB	Sig (p) ¹
pH	6,20 ± 0,02	6,30 ± 0,02	6,30 ± 0,02	ns
CRA (%)	29,69 ± 3,24 ^{ab}	27,29 ± 2,14 ^b	32,98 ± 0,64 ^a	*
PPC (%)	7,13 ± 1,31	9,53 ± 2,38	7,37 ± 1,87	ns
L* cru	69,78 ± 5,32	72,68 ± 3,11	67,87 ± 2,44	ns
a* cru	4,16 ± 0,92 ^b	3,95 ± 0,53 ^b	4,93 ± 0,60 ^a	*
b* cru	20,67 ± 2,62 ^{ab}	21,12 ± 1,91 ^a	19,22 ± 1,40 ^b	*
L* coz	74,94 ± 1,67	75,55 ± 0,76	74,12 ± 2,71	ns
a* coz	3,71 ± 0,82	3,77 ± 1,24	3,65 ± 0,88	ns
b* coz	14,40 ± 1,59	14,60 ± 0,45	13,60 ± 0,66	ns
Umidade (g/100g)	71,39 ± 0,36 ^b	73,43 ± 0,66 ^a	73,21 ± 0,88 ^a	*
Gordura (g/100g)	7,36 ± 0,89	7,55 ± 1,32	6,41 ± 1,04	ns
Proteína (g/100g)	16,31 ± 0,88 ^a	16,05 ± 0,31 ^b	17,48 ± 0,54 ^a	*
Colágeno (g/100g)	0,34 ± 0,01 ^c	0,44 ± 0,00 ^b	1,03 ± 0,01 ^a	*
TBARS cru (mg MDA/kg)	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,02	0,14 ± 0,01	ns
TBARS coz (mg MDA/kg)	0,38 ± 0,03 ^{ab}	0,44 ± 0,05 ^a	0,26 ± 0,02 ^b	*
WOF (mg MDA/kg)	0,57 ± 0,09	0,50 ± 0,04	0,51 ± 0,08	ns

N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast

¹ * p ≤ 0,05 há diferença significativa de 5% entre as três formulações; ns - não há diferença significativa entre as formulações.

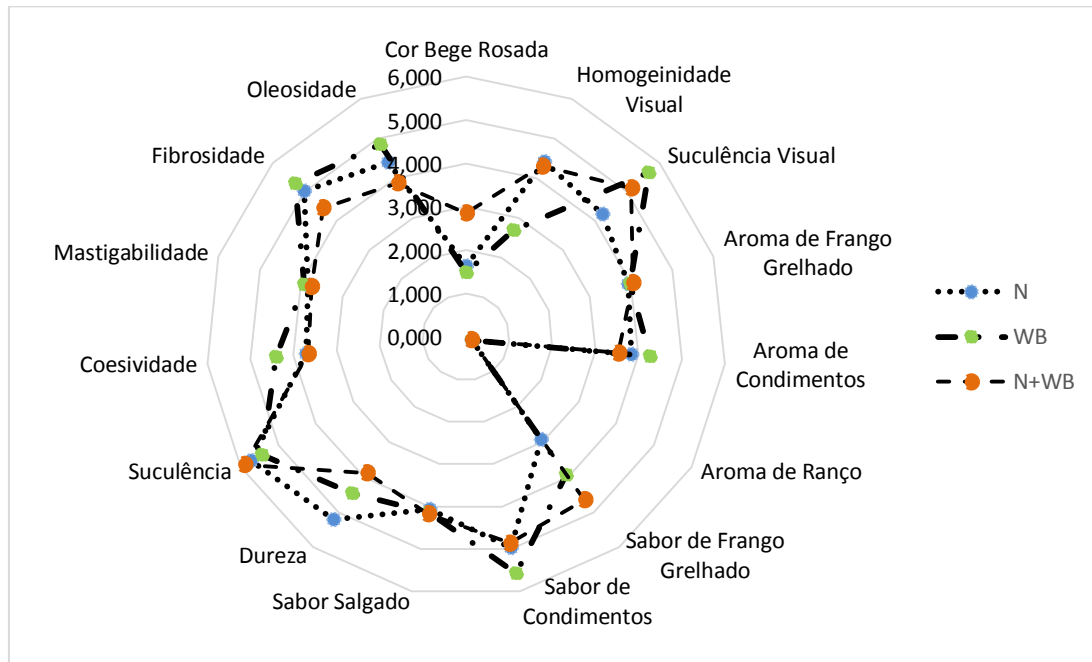
Tabela 4. Perfil de textura de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)

Atributos	N	WB	N+WB	Sig (p) ¹
FC (N)	122,95±11,65	144,56±17,72	122,56±21,56	ns
Dureza (N)	41,55±3,37	41,57±3,06	38,19±4,21	ns
Adesividade (g/s)	-2,97±1,84	-3,78±1,45	-3,69±0,95	ns
Flexibilidade	0,86±0,03	0,88±0,02	0,88±0,03	ns
Coesividade	0,66±0,02	0,68±0,03	0,67±0,04	ns
Gomosidade	25,99±2,26	28,19±2,29	26,51±3,24	ns
Mastigabilidade	23,55±2,34	25,43±1,92	23,43±3,10	ns
Resiliência	0,31±0,03	0,33±0,04	0,32±0,04	ns

N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast. ¹

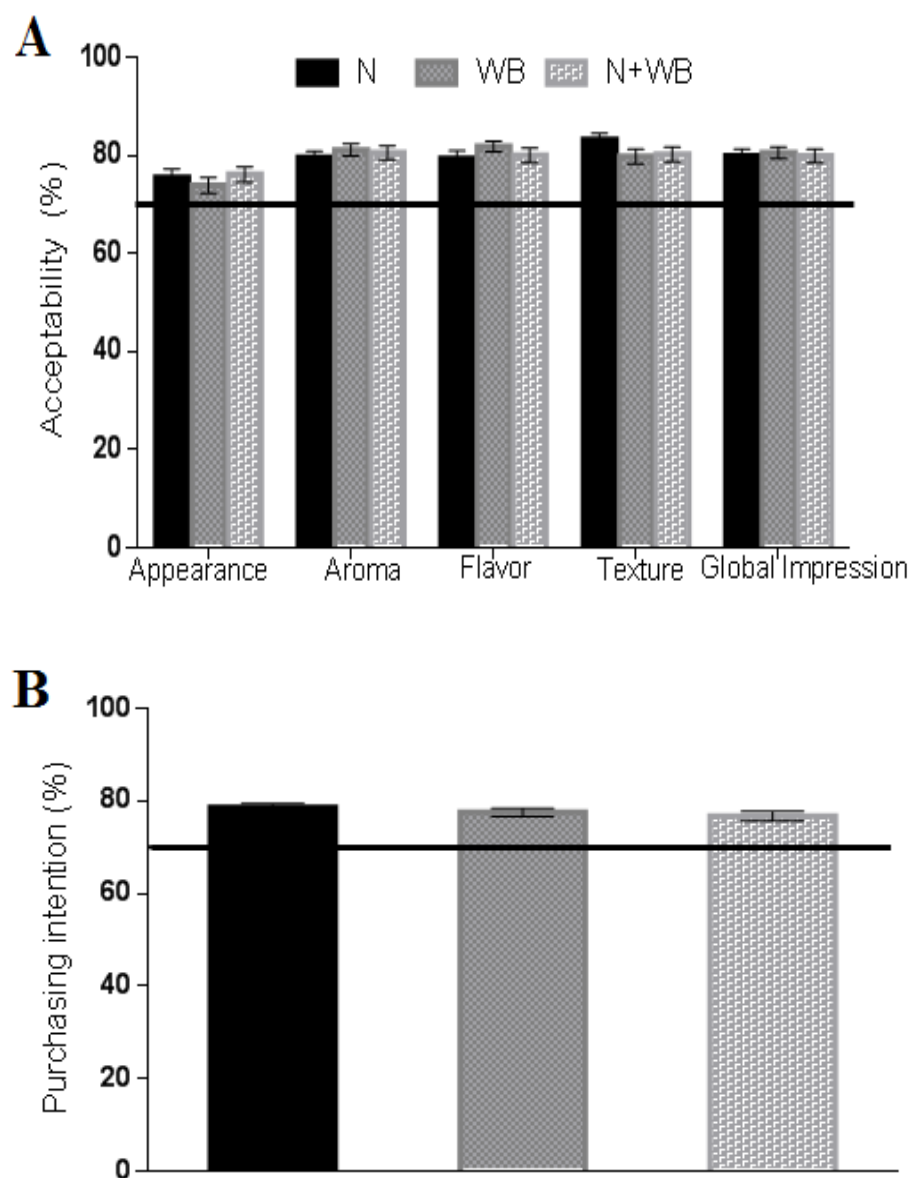
* $p \leq 0,05$ há diferença significativa de 5% entre as três formulações; ns - não há diferença significativa entre as formulações.

Figura 1. Perfil de ADQ de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)



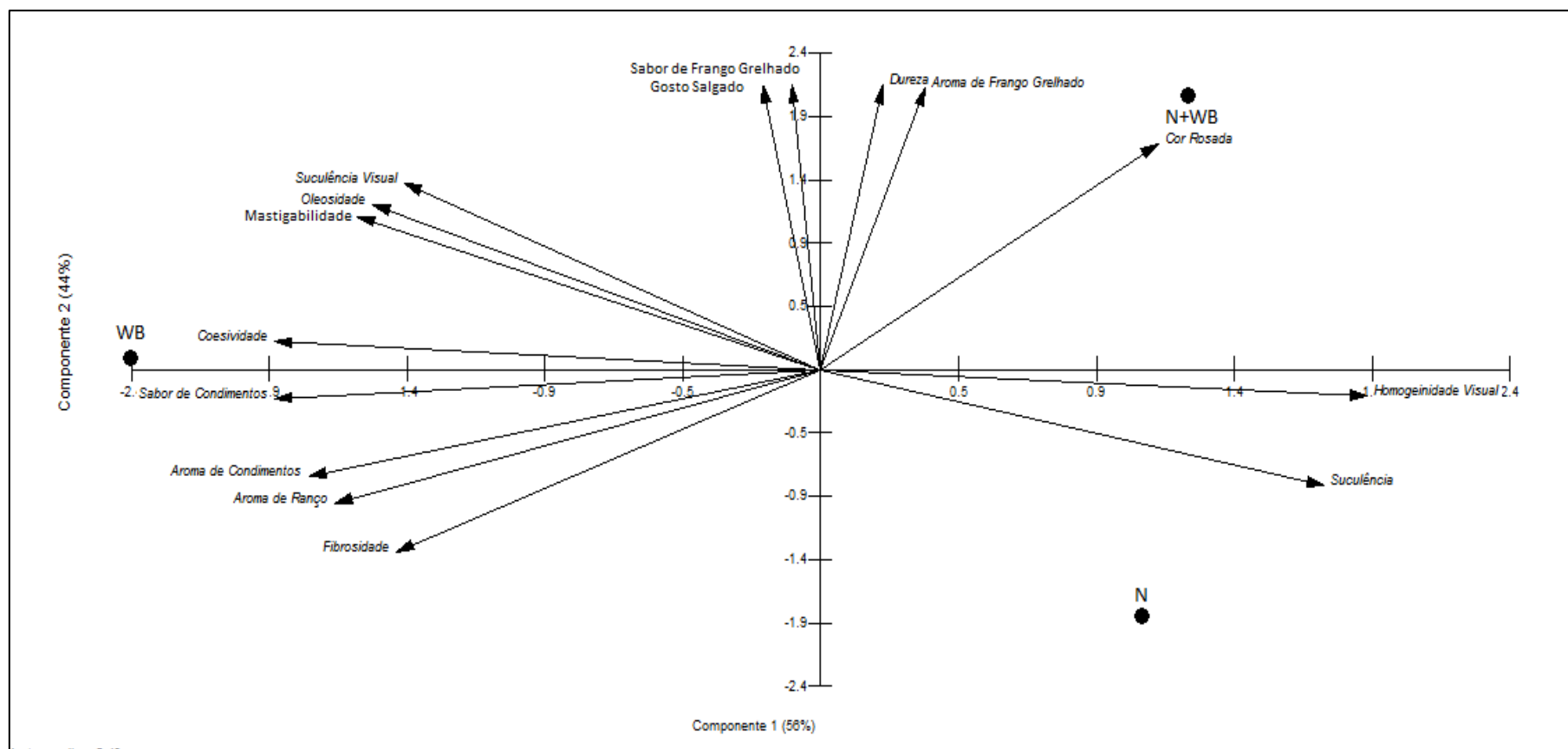
N= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast

Figura 2. Teste de aceitabilidade (A) e de intenção de compra (B) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)



N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast. Percentual de 70%= indica que um produto é bem aceito sensorialmente pelos julgadores.

Figura 3. PCA com os parâmetros sensoriais de ADQ e TPA de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB)



N= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast

ARTIGO 2

EFEITO DO TEMPO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE DE LINGUIÇAS DE FRANGO PRODUZIDAS COM PEITO AMADEIRADO

Destaques (Highlights):

- Armazenamento a -20 °C por 180 dias resultou em decréscimo na CRA, a* e b* de linguiças de frango;
- Linguiças elaboradas com 100% peito de frango WB apresentam maior estabilidade oxidativa.
- Linguiças elaboradas com peito de frango WB podem ser armazenadas sob congelamento a -20 °C por até 190 dias sem que haja percepção do ranço.
- Independente do tipo de peito utilizado, se WB ou mistura de WB+N, linguiças de frango apresentaram estabilidade oxidativa durante o armazenamento.
- O peito de frango WB pode ser utilizado na indústria avícola na formulação de produtos processados frescal (linguiças).
- Linguiças produzidas com peito de frango WB reduzem as perdas econômicas na indústria avícola.

Resumo: O estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar o efeito do armazenamento na qualidade de linguças de frango preparadas com peito WB quando submetida ao congelamento a -20 °C por 180 dias. Foram elaboradas linguças de frango com 100% do peito de frango N, 100% de peito de frango WB, e 50% do peito N e 50% de WB (N+WB). Linguças elaboradas com peito WB apresentaram maior PPC, L*, umidade, colágeno, além de menor CRA e intensidade de vermelho (a*) dentre as formulações. Foi observado decréscimo da CRA, a* e b* ao longo do armazenamento sob congelamento comercial das linguças de frango. Linguças WB apresentaram maior FC, dureza mastigabilidade, coesividade, adesividade e resiliência; além de redução mais acentuada da CRA. Ao longo do armazenamento das linguças de frango, independente da formulação, observou-se aumento nos valores de TBARS, os quais ultrapassaram o limite de detecção do ranço. No entanto, durante os 180 dias de armazenamento, observou-se que a incorporação do peito WB não causou mudanças no perfil de ácidos graxos das linguças. Os resultados apontam que linguças WB apresentam maior estabilidade oxidativa podendo ser armazenadas comercialmente a -20 °C por 190 dias; ou 200 dias quando formulada com peito WB+N. Linguças formuladas com peito N poderão ser armazenadas por até 171 dias sem apresentar rancidez nas condições do presente estudo. Logo, linguça frescal elaborada com peito de frango WB reduz as perdas econômicas na indústria avícola.

Palavras chave: Armazenamento, Frango, Miopatia, Linguça frescal, Qualidade, *Wooden Breast*.

1 Introdução

O frango brasileiro tem chegado à mesa dos mercados mais exigentes, tendo como principais importadores de carne de frango do Brasil a Comunidade Européia, EUA, Oriente Médio, África, Oceania e Ásia. O Brasil destaca-se como líder na exportação de carne de frango (34% de sua produção) e ocupa a segunda posição mundial com taxa de abate de 12,9 milhões de toneladas em 2016 (APBA, 2017). O sucesso da produção e exportação da carne de frango resulta das medidas adotadas pela indústria avícola com alta taxa de crescimento, maior taxa de conversão alimentar e elevada produção de carne (Tijare *et al.*, 2016), as quais satisfazem as necessidades do mercado.

Nos últimos anos, a ocorrência de anomalias em frangos de corte vem sendo observada, dentre as quais a miopatia Wooden Breast (WB) tem sido associada ao rápido crescimento e desenvolvimento de peitos de frangos, cuja etiologia ainda não foi completamente elucidada (Sihvo, Immonen, e Puolanne, 2014; Mudalal, Lorenzi, Soglia, Cavani, e Petracci, 2015; Mutryn, Brannick, Fu, Lee, e Abasht, 2015). Os peitos de frango WB têm maior peso e espessura do que o peito normal e apresentam de forma parcial ou integral, regiões endurecidas do músculo, com superfície coberta por um líquido turbido e viscoso, podendo apresentar hemorragias nos casos mais graves (Sihvo et al., 2014; Dalle Zotte et al., 2014).

A miopatia WB na cadeia avícola é estimada entre 5 a 10%, sendo reportada em diversos países, como Brasil, Itália, Finlândia, Estados Unidos e Reino Unido (KUTTAPPAN et al., 2012b; PETRACCI et al., 2013a; FERREIRA et al., 2014; SIHVO et al., 2014; DE BROT et al., 2016); e por acometer a parte mais nobre e valorizada da carcaça, pode representar uma perda em torno de US\$ 200 milhões a US\$ 1 bilhão (Gee, 2016). Colocando esta realidade em dados brasileiros, a perda por Wooden Breast pode ser estimada em torno de 1,29 milhão de toneladas de frango em 2016, que poderiam ser destinadas à exportação ou consumo interno.

Em consequência das mudanças macroscópicas, observa-se um grande interesse em desvendar a etiologia dessas alterações com objetivos de reduzir sua incidência e diminuir as perdas econômicas do setor avícola (Sihvo et al., 2014). Peitos afetados pela anomalia WB são rejeitados pelos consumidores e, por isso, são encaminhados para a fabricação de produtos processados como nuggets e salsichas (Qin, 2013; Mudalal et al., 2015), hambúrgueres (Sanchez-Brambila, Chatterjee, Bowker, e Zhuang, 2017), ração ou são descartados como subprodutos (Mazzoni et al., 2015; Mudalal et al., 2015; Trocino et al., 2015) gerando perdas econômicas significativas para a indústria.

A linguiça frescal apresenta-se como opção para o aproveitamento tecnológico do peito de frango WB considerando-se seu valor comercial. No entanto, a legislação brasileira não prevê o aproveitamento de peitos WB na produção de produtos cárneos tipo frescal. Em estudo anterior foram elaboradas linguiças frescal de frango utilizando o peito de frango WB, observando-se que peito WB pode ser aproveitado na formulação de linguiças frescal na forma combinada ou não com o peito N (Madruga et al., 2018). Apesar disso, ressalta-se a ausência de dados de armazenamento de linguiça de frango elaborada com peito WB. Nesse âmbito, estudos envolvendo o efeito do tempo e das condições de armazenamento de produtos cárneos são fatores

essenciais no processamento deste tipo de produto, uma vez que problemas relacionados à estabilidade do armazenamento são comuns (Kožačins *et al.*, 2012). Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito do tempo de armazenamento nas propriedades físico-químicas de linguças elaboradas com peito WB, quando submetida ao congelamento a -20 °C por 180 dias. Este estudo poderá fornecer informações tecnológicas, viabilizando a produção de linguça em escala industrial.

2 Material e métodos

2.1 Material

Peitos de frango da linhagem comercial Cobb®, machos e fêmeas, com idade entre 36 a 44 dias foram obtidos de um abatedouro comercial localizado no Estado da Paraíba, Brasil. As aves seguiram o procedimento de abate obedecendo aos critérios estabelecidos pela Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998 do Mapa (Brasil, 1998). Os peitos de frango foram selecionados por um profissional experiente em: peito Normal (N) e peito Wooden Breast (WB), conforme critérios descrito por Kuttappan *et al.* (2013), Sihvo *et al.* (2014) e Bailey, Watson, Bilgili, Avendano (2015). O peito Normal apresentava coloração rosada comum, macio, sem áreas estriadas ou endurecidas; o peito WB foi identificado, pela avaliação visual e apalpação, com regiões endurecidas, algumas vezes cobertas por um líquido turbido e viscoso, com coloração esbranquiçada e hemorragia superficial.

2.2 Formulação de linguça de frango

O processamento das linguças de frango foi realizado de acordo com a formulação base e metodologia da planta comercial do abatedouro, conforme descrição apresentada por Madruga *et al.* (2018), com a produção de linguças de frango contendo 100% do peito de frango N, 100% de peito de frango WB, e 50% do peito N e 50% de WB (N+WB) (Tabela 1). Após processamento as linguças foram armazenadas sob congelamento a -20 °C em câmara comercial, por um período de 180 dias, com coletas em intervalos de 30 dias, isto é: 0, 30, 60, 90, 120, 150 e 180 dias e avaliadas quanto a sua estabilidade físico-química.

2.3 Análises físico-químicas das linguiças de frango

O teor de umidade, proteína e colágeno foram determinados de acordo com a AOAC (2000), descritos nos itens nº 950.46, 928.08 e 990.26, respectivamente. O teor de lipídeos foi quantificado conforme descrito por Folch, Less, e Sloane-Stanley (1957). As substâncias reativas ao ácido tiobartúrico (TBARS) e aroma requeijado (WOF) foram quantificados nas linguiças seguindo a metodologia de Rosmini *et al.* (1996) adaptada; e Soares, Olivo, Shimokomaki, e Ida (2004), respectivamente. O pH foi determinado usando um potenciômetro digital (Modelo Q400 AS, Quimis Aparelhos Científicos Ltda., Diadema, SP, Brasil), conforme procedimento nº 981.12 (AOAC, 2000).

A Capacidade de Retenção de Água (CRA) foi adaptada de Barbut (1996) utilizando 5 g da amostra e adição de 8 mL de solução 0,6 mol/L de NaCl. Esta solução foi aquecida em banho-maria (Modelo TE 054, Tecnal, Piracicaba/SP, Brasil) a 70 °C por 30 min, seguida de centrifugação a 7000 g por 15 min a 4 °C e incubação a 4 °C por 30 min. O sobrenadante foi descartado e o precipitado pesado. A porcentagem de CRA foi calculada utilizando-se a equação (1): $\%CRA = \frac{[(P_{t+p} - P_t) - P_a]}{P_a} \times 100$, onde P_{t+p} = peso do precipitado; P_t = peso do tubo de Falcon; P_a = peso da amostra.

A porcentagem de Perda de Peso por Cozimento (PPC) foi mensurada conforme metodologia descrita por Honikel (1998) e calculada pela equação (2): $\%PPC = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$, onde P_i = Peso da amostra antes do cozimento; P_f = Peso da amostra após o cozimento.

Os parâmetros de L^* , a^* e b^* foram medidos na região cranial do peito de frango inteiro e nas linguiças de frango cruas e cozidas. Foi utilizado o colorímetro Konica Minolta (Modelo CR-400, Osaka, Japão), operando conforme indicações da CIE (1986): iluminante C, ângulo de visão 8°, ângulo padrão do observador 10° e especular incluída.

2.4 Análise Instrumental de textura (TPA) e Força de cisalhamento (FC) das linguiças de frango

A análise de TPA foi realizada pelas medidas de dureza, adesividade, coesividade, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência nas linguiças cozidas a 75 °C, resfriadas e cortadas em rodela de 20 mm de altura. As medidas foram realizadas com Texturômetro TA-

TX2i, acoplado com probe cilíndrico (P/25) de 25 mm e nas seguintes condições: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 2,0 mm/s; velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão 8,0 mm e força de disparo: 5 g.

A FC foi determinada em linguças de frango cozidas a 75 °C e cortadas com 20 mm de altura. A FC foi expressa em Newton (N), e para as medidas foram utilizadas em Texturômetro Universal Texture Analyser TA-TX2i (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) utilizando célula de carga de 5 kg, equipado com lâmina Warner Bratzler e regulado com velocidade de descida e de penetração de 10 mm/s, profundidade de penetração de 20 mm e força de contato de 10 g, conforme metodologia descrita por Cavitt, Youm, Meullenet, Owens e Xiong (2004).

Os resultados de FC e do TPA foram analisados com o uso do software Texture Expert for Windows 1.20 (Stable Micro Systems\TE32L\versão 6.1.4.0 Inglaterra).

2.5 Análise Estatística

Os resultados das medidas físico-químicas, FC e TPA das linguças de frango foram comparados aplicando-se a ANOVA two-way para indicar diferenças entre os fatores formulação da linguça e tempo de armazenamento, aplicando-se o teste de Tukey, através do software Statistical Analysis System versão 11.0 (SAS, 2014). Os gráficos foram gerados utilizando-se o GraphPad Prism versão 6.01 para Windows, GraphPad Software, La Jolla California USA, www.graphpad.com.

A Análise de Componentes Principais (ACP) foi utilizada para visualizar a variação entre os parâmetros analisados, as formulações das linguças e o tempo de armazenamento, utilizando o programa Multi-Variate Statistical Package versão 3.13, Kovach Computing Services

3 Resultados e Discussão

3.1 Efeito do armazenamento a -20 °C sobre os parâmetros físico-químicos de linguças elaboradas com peitos de frango WB e N

O pH da linguça formulada com a mistura de peito de frango N+WB (Tabela 2) foi superior em relação às demais formulações durante o armazenamento sob congelamento no período de 0 e 150 dias; com similaridade entre as três formulações nos demais intervalos estudados, com variação de 6,23 a 6,58. Durante, o período de armazenamento, houve efeito do tempo, nas formulações estudadas, observando-se também efeito das formulações no parâmetro de pH.

A variação do pH justifica-se pela utilização de peitos WB com diferentes graus de severidade, resultando em uma matriz heterogênea e com pH próximo ao peito N. Qin (2013) observou diminuição do pH de nuggets de acordo com o aumento do percentual de peito WB na formulação. Soglia, Mudalal *et al.* (2016) e Mudalal *et al.* (2015) reportaram valores de pH superiores em peito WB em comparação com peito N, os quais podem estar relacionados com um maior consumo de glicose das aves com peito WB, levando a uma maior depleção de glicogênio ou a modificação do início da acidificação durante o *post mortem*.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram detectadas nos valores de CRA das linguças elaboradas com peito de frango WB, N e misturas (WB+N). A CRA da linguça formulada com peito de frango WB (Tabela 2) foi menor em relação à formulação elaborada com peito N, estando em acordo com dados reportados por Dalle Zotte *et al.* (2017) e Soglia, Mudalal *et al.* (2016), que evidenciaram menor CRA em peitos WB. Soglia, Laghi, Canonico, Cavani, e Petracci (2016) evidenciaram que redução da CRA da linguça WB resulta dos processos de degeneração das fibras musculares (fibrose) que afetam a habilidade das proteínas miofibrilares se ligarem a molécula de água através de forças capilares; alterações na integridade da membrana da fibra muscular também contribuem para a perda de líquido durante o processamento das linguças.

Decréscimo da CRA foi observado a partir do tempo 30 dias de armazenamento independente da formulação de linguça elaborada, com um acréscimo no período de 120 dias. Maior redução da CRA foi observada nas linguças elaboradas com peito WB (38% na linguça

mista WB+N e 32% na linguiça WB) em comparação com a linguiça de peito N (24% de redução da CRA). Houve efeito do tempo, da formulação e interação tempo e formulação durante os 180 dias de armazenamento.

Mazzoni *et al.* (2015) reportaram que a decréscimo do número de fibras musculares, as quais exercem um papel primordial na ligação das moléculas de água durante o processamento e o armazenamento, podem contribuir diretamente para a redução da CRA dos produtos cárneos, justificando-se a diminuição da CRA das linguiças WB durante o armazenamento sob congelamento.

A PPC das linguiças formuladas com peitos de frango WB e N apresentou diferença significativa ($p < 0,05$) entre as três formulações em diferentes intervalos de armazenamento 0, 120 e 150 dias (Tabela 2), com maior PPC nas linguiças WB. Ao término do armazenamento (180 dias) observa-se um aumento médio na PPC de 7 a 10% entre as três formulações. Incremento na perda de peso em peitos WB pode ser justificado pelos defeitos nas proteínas miofibrilares ou sarcoplasmáticas, alterações histológicas que ocorrem na carne e consequente inibição das PPC dos produtos processados (Sanchez Brambila *et al.*, 2017; Soglia *et al.*, 2016a, b; Mudalal *et al.*, 2015). Qin (2013) observou que em produtos cominuídos, tipo nuggets, e salsichas processadas com peito WB que as perdas de cozimento foram reduzidas e próximas aos produtos elaborados com peito N, em consequência da formação de uma rede tridimensional entre as proteínas e a gordura da carne picada.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram detectadas nos valores de L^* , a^* e b^* nas linguiças elaboradas com peito de frango WB, N e misturas (WB+N) ao longo do armazenamento por 180 dias (Tabela 2). Linguiças processadas com peito WB apresentaram em geral, maior luminosidade e menor intensidade de vermelho (a^*) quando comparadas as outras formulações. Valores de b^* (intensidade de amarelo) não variaram entre as formulações das linguiças cruas. Linguiças formuladas com peito WB e com sua mistura (WB+N) apresentaram maior luminosidade nos intervalos de 30 e 180 dias de congelamento e menor intensidade de vermelho nos períodos de 0, 60, 90, 120 e 180 dias de congelamento. Observou-se redução na intensidade de a^* e b^* ao longo do armazenamento por 180 dias. Em produtos processados, como as linguiças que sofreram adição de sais de cura, é comum uma melhor uniformidade da cor, pois o processo de cura em produtos cárneos reduz o valor de a^* , aumenta o valor de b^* e pode ou não alterar o L^* , formado um produto que sofre descoloração para uma cor castanha ou marrom

(Ramos, Gomide, 2007). A homogeneidade da cor nas linguças de frango cozidas ($p>0,05$) para os parâmetros de L^* , a^* e b^* , possivelmente resultou da aplicação do calor durante o cozimento, juntamente com a adição do nitrito e nitrato que intensificaram suas ações na cocção.

O teor de umidade da linguça de peito de frango WB e N apresentou variação significativa ($p<0,05$) nos sete intervalos do armazenamento (Tabela 2), sendo a linguça formulada com peito WB a de maior umidade, seguindo a tendência da adição da matéria-prima (Wold, Veiseth-Kent, Høst, e Løvland, 2017; Soglia *et al.*, 2016a; Zambonelli *et al.*, 2016). A formulação elaborada com mistura de peito WB+N apresentou valores de umidade intermediários aos das formulações de peito WB e N durante o armazenamento sob congelamento. Sihvo *et al.* (2014) justificam que o aumento de umidade no peito WB pode resultar da presença de edemas fluídos no peito como consequências de processos inflamatórios. Carvalho, Lopes Filho, Hoffman, e Romanelli (2010) enfatizam que o aumento da umidade em produtos cárneos processados pode estar relacionado à adição de polifosfato com finalidade de retenção de umidade, observando em linguça frescal de frango valores de 70% para o teor de umidade.

O teor de proteínas nas linguças de frango elaboradas com peito WB e N variaram de 15,48 g/100g a 17,55 g/100g (Tabela 2) durante o período de armazenamento por 180 dias. O efeito da utilização de peito WB nas proteínas da linguça foi observado apenas no intervalo de 0 e 120 dias, com tendência de variação não muito claras entre as três formulações. Peitos WB tem apresentado teor de proteínas menores em comparação com peitos N (Soglia, Mudalal *et al.*, 2016; Wold *et al.*, 2017) em consequência da miodegeneração das fibras musculares. O efeito da degradação proteica que ocorre no peito WB provavelmente foi contrabalançado na linguça de frango pela adição da pele e da proteína de soja, juntamente com o efeito do processamento nas etapas de moagem, mistura e cura.

A utilização de peito WB afetou significativamente ($p<0,05$) o teor de colágeno das linguças de frango (Tabela 2) ao longo do armazenamento sob congelamento. Linguças elaboradas com peitos WB apresentaram teor de colágeno maior em relação a linguças elaboradas com peito N; como resultado da matéria-prima utilizada, que sofre processo de fibrose, o qual induz a um aumento nos teores dos glicosaminoglicanos da matriz extracelular (Dalle Zotte *et al.*, 2017; Soglia, Mudalal *et al.*, 2016;; Velleman e Clark, 2015).

O teor de gordura nas três formulações de linguças de frango apresentou oscilação ao longo dos 180 dias de armazenamento, com percentuais variando de 4,48 a 10,43% (Tabela 2).

Variações do percentual de gordura em linguças podem estar relacionadas com a não uniformidade do produto; no entanto, observa-se uma tendência de menor teor de gordura nas linguças elaboradas com peito WB.

3.2. Influência do armazenamento na Força de Cisalhamento (FC) e Textura Instrumental (TPA) das linguças elaboradas com peitos de frango WB e N

Os valores da FC e TPA das linguças de frango armazenadas por 180 dias estão apresentados na Figura 1. Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas nos valores da FC das formulações de linguças a partir de 90 dias de armazenamento sob congelamento. Os valores do TPA das linguças indicaram diferenças significativas ($p < 0,05$) para os parâmetros de dureza, mastigabilidade, coesividade, adesividade e resiliência; apenas a elasticidade e gomosidade não variaram ao longo do congelamento.

A partir dos 30 dias de armazenamento foi observada maior dureza nas linguças elaboradas com peito WB (29,16 a 45,45 N) e sua mistura WB+N (33,90 a 44,58 N) em relação à linguça de peito N (29,49 a 41,55 N). Em consequência da menor dureza, a linguça formulada peito N apresentou menor mastigabilidade (18,53 a 23,55) e coesividade (0,66 a 0,71) em comparação a linguça WB (18,03 a 25,43 e 0,65 a 0,71 respectivamente) e linguça mista WB+N (19,37 a 26,53 e 0,66 a 0,71 respectivamente). Dentre os parâmetros da TPA, a dureza destaca-se com grande importância para o consumidor, uma vez que este parâmetro determina o valor comercial dos produtos cárneos (Nurul, Lin, Ping, e Nurkhoeriyati, 2010). Paralelamente, durante a produção e armazenamento, em produtos como a linguça, os parâmetros de aderência e coesão se destacam, uma vez que linguças excessivamente adesivas ou coesivas não podem ser facilmente cortadas (Nowak, Von Mueffling, Grotheer, Klein, e Watkinson, 2007).

3.3. Oxidação lipídica das linguças elaboradas com peitos de frango WB e N armazenadas sob congelamento

A oxidação lipídica das linguças de frango avaliadas pelos parâmetros de TBARS e WOF, ao longo dos 180 dias de armazenamento, estão apresentados na Figura 2. Durante o armazenamento, diferenças significativas foram observadas no teor de malonaldeído, e

acréscimos significativos ($p<0,05$) nos valores de TBARS cru (0,14 a 2,64 mg de MDA/kg) e de TBARS cozido (0,26 a 1,59 mg de MDA/kg) foram observados entre as formulações, ressaltando-se claramente o processo de oxidação lipídica das linguiças congeladas.

Ao longo do armazenamento sob congelamento, a formulação de linguiça elaborada com peito N apresentou um aumento significativo ($p<0,05$) nos valores de TBARS do produto cru (0,16 a 2,64), os quais excederam o limite de detecção sensorial (1,0 a 2,0 mg de MDA/kg de produto) da percepção do ranço, e consequentemente da oxidação lipídica de alimentos (Ahmad e Srivastava, 2007). As formulações cruas elaboradas com peito WB apresentaram menores índices de TBARS durante o armazenamento, os quais variaram de 0,17 a 2,00 mg de MDA/kg e de 0,14 a 1,82 mg de MDA/kg para a linguiça WB e linguiças mista (WB+N).

Aumentos nos valores de TBARS em produtos cárneos armazenados sob diversas condições foram reportados: Lerasle *et al.* (2014) ao estudar linguiças cruas de frango durante o armazenamento a 4 °C durante 22 dias, observaram incremento nos valores de TBARS de 2,21 e 3,09 mg de MDA/kg de linguiça, respectivamente. Zamudio-Flores *et al.* (2015) observaram um incremento superior a 3,0 mg de MDA/kg no TBARS de linguiças Frankfurt de peru armazenadas por 20 dias a 4 °C. Silva *et al.* (2018) avaliaram hambúrgueres de frango armazenados a – 20 °C por 120 dias observando um aumento significativo em todos os produtos, com valores maiores para as amostras controle. O aumento nos valores de TBARS de produtos elaborados com carne de frango resulta da maior suscetibilidade da carne de frango que contém quantidades maiores de ácidos graxos insaturados.

A partir de equações polinomiais dos gráficos de oxidação e tomando-se como valor máximo de TBARS de 2 mg/kg de MDA para percepção de rancidez, sugere-se um armazenamento sob congelamento por 171 dias para as linguiças elaboradas com peito N e de 190 e 200 dias para linguiças produzidas com peito WB e WB+N, respectivamente, sem que se observe o aparecimento do ranço.

Os valores de TBARS das linguiças cozidas apresentam um incremento no início do armazenamento e decréscimo aos 180 dias de congelamento, isto é: linguiças elaboradas com peito N (0,38 a 1,45), com peito WB (0,44 a 1,56) e com mistura de WB+N (0,26 a 1,33 mg de MDA/kg), apresentando diferenças significativas até o tempo 120.

O aumento do TBARS ao longo do armazenamento reflete o teor de gordura das linguiças de frango, observando-se que linguiças elaboradas com peito N apresentaram maior

valor de TBARS e de gordura (2,57 % de gordura; linguiças WB 1,48 % de gordura). Soglia *et al.* (2016) reportaram valores maior de TBARS em peitos WB, diferentemente do que foi observado nas linguiças formuladas com peito WB no presente estudo. Justifica-se este comportamento pelo fato de que as linguiças são produtos heterogêneos, processados, moídos e adicionados de pele, diluindo assim o efeito da anomalia WB no processo de oxidação lipídica. Wójciak, Karwowska, e Dolatowski, (2015) não encontraram diferenças nos valores de TBARS ao longo do armazenamento a 4 °C por 180 dias de linguiça suína fermentada, mas os valores excederam 2 mg de MDA/kg; Silva, José, Franco, e Silva, (2014) ao avaliar a validade comercial de formulações de linguiça toscana, encontraram valores de 0,5 a 1,7 mg malonaldeído/kg durante o período de armazenamento de 40 dias/ 4 °C.

Diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas para o WOF de linguiças elaboradas com peito N e WB durante o armazenamento sob congelamento (Figura 2). O processo de cozimento e reaquecimento após 48 horas da linguiça de frango resultaram em um incremento na produção de malonaldeído. Linguiças formuladas com peito N apresentaram valores de WOF maior durante o armazenamento (0,57 a 4,09 mg de MDA/kg); apenas no tempo de 180 dias a formulação elaborada com peito WB apresentou valor superior de WOF (5,55 mg de MDA/kg). Bonin e Sartor (2011) ao avaliar linguiça de frango elaborada com farelo de arroz e ácido fólico purificado, observaram um incremento de WOF ao longo dos cinco dias de armazenamento a 7 °C (de 0,112 para 0,334 mg MDA/kg). O WOF se caracteriza por ser um fator limitante na validade dos produtos cárneos, uma vez que o desenvolvimento do WOF resulta em aromas oxidados em carnes cozidas refrigeradas e congeladas, onde a rancidez torna-se aparente após de 48 h sob-refrigeração (Canan, 2010).

Vale ressaltar que a incorporação do peito WB na linguiça não afetou o perfil de ácidos graxos das linguiças de frango (Figura 3) ao longo do armazenamento sob congelamento. No geral, não foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) no total de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI). No entanto, o total de ácidos graxos saturados (AGS) foi superior nas linguiças elaboradas com 100% WB. Soglia *et al.* (2016) avaliando as propriedades funcionais de peito de frango WB e sua relação com o perfil de ácidos graxos não encontrou diferenças para AGMI e AGPI, mas apenas para os AGS. No geral, a linguiça de frango, apresentou ao longo do armazenamento maior porcentagem de AGMI (35,75-39,70%) e AGPI (31,57-34,04%) entre as três formulações. Asmaa, Zzaman, e Tajul, (2015)

reportaram também valores superiores de AGMI em linguiça de frango crua. Kuttappan, Brewer, Apple, Waldroup e Owens (2012) relataram comportamento semelhante de maior quantidade de AGS em peitos WB/WS (White stripping) e semelhança para os AGPI de peitos WB/WS e N. Os referidos autores, encontraram diferenças significativas para os ácidos EPA e DPA, e outros produtos intermediários de alongamento e dessaturação, diferenças estas que podem estar relacionadas a uma redução global em $\Delta 5$ e $\Delta 6$ atividade dessaturase para amostras WS/WB. Nas linguiças formuladas não foi encontrado diferença para EPA ao longo do armazenamento sob congelamento.

No que diz respeito ao perfil de ácidos graxos insaturados, observou-se diferença significativa aos 120 dias de armazenamento, tendo as linguiças elaborada com peito N e sua mistura (WB+N) apresentando valores superiores para o ácido linoleico. Os ácidos linoléico e α -linolênico, e seus derivados de PUFA de cadeia longa, são os principais componentes das membranas celulares e atuam como precursores para vários eicosanóides associados a doenças inflamatórias (Simopoulos, 2000, 2008). Kuttappan et al. (2011) reportaram que talvez, possa haver uma relação entre os danos musculares nas aves com miopatia WB e seu perfil de ácidos graxos dos peitos de frango. Kuttapan *et al.* (2012) relatam que todas essas observações sugerem que há diferenças no perfil de ácidos graxos entre os peitos N e os peitos afetados pela miopatia WS, mas a fonte da variação permanece obscura.

3.4 Análise de Componentes Principais (PCA) das linguiças frescal elaboradas com peitos de frango WB e N armazenadas sob congelamento

A ACP foi aplicada para auxiliar na avaliação da utilização do peito de frango WB na elaboração de linguiças de frango, quanto aos atributos físico-químicos e parâmetros de perfil de textura (Figura 3A e 3B). Os dois componentes principais dos parâmetros físico-químicos CP1 e CP2 representam 56% e 26% de variância, respectivamente.

É possível observar que em termos dos parâmetros de oxidação, as três formulações de linguiças elaboradas com peito de frango encontram-se posicionadas bem perto dos vetores

relacionados a esses atributos a partir do tempo 120, com maior intensidade para a formulação N, evidenciando assim que a oxidação lipídica se intensificou durante o armazenamento e principalmente para a formulação N, uma vez que apresentou maior percentual de gordura. Os atributos de proteínas e umidade se destacaram mais para amostras WB no período 120, e 150 e amostra N+WB no tempo 150.

Os dois componentes principais dos parâmetros físico-químicos CP1 e CP2 (Figura 3B) representam 47% e 25% de variância, respectivamente.

Pode-se observar nos parâmetros de textura que a linguiça N, se torna mais adesiva ao final do armazenamento. As formulações WB e N+ WB mostraram uma maior força de cisalhamento a partir do tempo 150 de acordo com a proximidade com o vetor. A dureza, mastigabilidade, gomosidade, e elasticidade se intensificaram para formulação mista e formulação N+WB no período de 60 dias de armazenamento, enquanto a formulação N se manteve em lados opostos aos vetores.

4 Conclusão

Linguiças de frango elaboradas com 100% de peito WB apresentaram maior PPC, L*, umidade, colágeno, além de menor CRA e intensidade de vermelho (a*) dentre as formulações elaboradas. Foi observado decréscimo da CRA, a* e b* ao longo do armazenamento sob congelamento por 180 dias das linguiças de frango. Além disso, linguiças produzidas com 100% de peito WB apresentaram ao longo dos 180 dias de congelamento maior FC, dureza mastigabilidade, coesividade, adesividade e resiliência; além de redução mais acentuada da CRA. Ao longo do armazenamento as linguiças de frango, independente da formulação, apresentaram aumento nos valores de TBARS, os quais ultrapassaram o limite de detecção do ranço. Os resultados apontam que linguiças com 100% de peito WB apresentam maior estabilidade oxidativa podendo ser armazenadas comercialmente a -20 °C por 190 dias ou 200 dias quando formulada com peito WB+N, sem que houvesse percepção do ranço. Linguiças formuladas com peito N devem ser armazenadas por até 171 dias nas condições do presente estudo. Esses resultados abrem um caminho para indústria avícola utilizar o peito WB em produtos frescal, tendo em vista que a anomalia WB afeta um corte nobre da carcaça de frango, gerando

consequentemente perdas econômicas para indústria avícola com a rejeição do produto por parte do consumidor.

Agradecimentos:

Os autores agradecem a Empresa Guaraves na pessoa de seu Diretor Técnico Sr. Arnoud Clementino Neto, que possibilitou a realização da presente pesquisa, seja doando o material do estudo ou abrindo as portas para a realização dos experimentos. Agradecem também ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico - CNPq pelo financiamento do Projeto (Processo 430832/2016-8) e bolsa PQ da pesquisadora MSM, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES por bolsa concedida aos discentes TCR, LMC.

Referências

- Ahmad, S., & Srivastava, P. K. (2007). Quality and shelf life evaluation of fermented sausages of buffalo meat with different levels of heart and fat. *Meat Science*, 75(4), 603-609.
- Asmaa, A. A., Zzaman, W., & Tajul, A. Y. (2015). Effect of superheated steam cooking on fat and fatty acid composition of chicken sausage. *International Food Research Journal*. 22(2), 598-605.
- Associação Brasileira de Proteína Animal (2017). *Relatório Anual 2016*. Recuperado em 28 Outubro, 2017, de http://abpa-br.com.br/storage/files/3678c_final_abpa_relatorio_anual_2016_portugues_web_reduzido.pdf
- Association of Official Analytical Chemists, AOAC. (2000). Official methods of analysis. Washington, DC: AOAC. 1018 p.
- Bailey, R. A., Watson, K. A., Bilgili, S.F., & Avendano. S. (2015). The genetic basis of pectoralis major myopathies in modern broiler chicken lines. *Poultry Science*. 94(12), 2870-2879.

- 442
 443 Barbut, S. (1996). Estimates and detection of PSE problem in young turkey breast meat.
 444 *Canadian Journal of Animal Science*, 76(3), 455-457.
 445
- 446 Bonin, E., & Sartor, S. *Avaliação da atividade antioxidante do ácido fítico e do farelo de arroz*
 447 *em linguiça de frango*. Trabalho de conclusão de curso. Tecnologia em Alimentos, Universidade
 448 Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, Paraná, Brasil.
 449
- 450 Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (1998). *Portaria nº 210, de 10 de*
 451 *novembro de 1998. Aprova o regulamento técnico da inspeção tecnológico e higiênico-sanitária*
 452 *de carne de aves*. Diário Oficial da União, Brasília. Seção 1 (p 226).
 453
- 454 Canan, C. (2010). *Purificação do ácido fítico do farelo de arroz: propriedades antioxidantes e*
 455 *aplicação em produtos cárneos*. Tese de Doutorado, Ciência de Alimentos - Centro de Ciências
 456 Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil 2010.
- 457 Carvalho, C. C. P., Lopes Filho, F., Hoffmann, F. L., & Romanelli, P. F. (2010). Histórico e
 458 aspectos tecnológicos do processamento da linguiça cuiabana. *Instituto. Adolfo Lutz*, 69(3), 428-
 459 433.
- 460 Cavitt, L. C., Youm, G. W., Meullenet, J. F., Owens, C. M., & Xiong, R. (2004). Prediction of
 461 poultry meat tenderness using razor Blade Shear, Allo-Kramer Shear, and sarcomere length.
 462 *Journal of Food Science*, 69(1), 11-15.
 463
- 464 Commission Internationale de l'Eclairage. (1986). *CIE Publication 15.2*. Vienna.
 465
- 466 Dalle Zotte A., Cecchinato M., Quartesan A., Bradanovic J., Tasoniero G., & Puolanne E. (2014).
 467 How does “Wooden Breast” myodegeneration affect poultry meat quality? *Archivos*
 468 *Latinoamericanos de Produccion Animal*, 22, 476-479.
 469

- 470 Dalle Zotte, A., Tasoniero, G., Puolanne, E., Remignon, H., Cecchinato, M., Catelli, E., &
 471 Cullere, M. (2017). Effect of “Wooden Breast” Appearance on Poultry Meat Quality,
 472 Histological Traits, and Lesions Characterization. *Animal Science*. 62(2), 51–57.
 473
- 474 FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Statistical Databases*. Livestock
 475 Primary. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>>. Acesso em 10 Fev.
 476 2017.
 477
- 478 Folch, J., Less, M., & Sloane Stanley, G. H. (1957). Simple method for the isolation and
 479 purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226, 497–509.
- 480 Honikel, K. O. (1998). Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat.
 481 *Meat Science*, 49(4), 447-457.
 482
- 483 Gee, K. (2016). Poultry’s tough new problem: “Wooden Breast”. Wall Street Journal. Sect.
 484 Business and Tech. Mar. 29, 2016.
- 485
- 486 Kindlein, L, L. M., Lorscheitter, T. Z., Ferreira, R., Sesterhen, S., Rauber, P., Soster, S., &
 487 Vieira. (2015). Occurrence of white striping and wooden breast in broiler breast fillets
 488 slaughtered at 35 and 42 d of age. *Poultry Science*, 94-160 (Abstract).
 489
- 490 Kozačins, L., Fleck, Ž. C., Filipović, I., Mitak, M., Bratulić, M., & Mikuš, T. (2012). Evaluation
 491 of shelf life of pre-packed cut poultry meat. *Veterinarski Arhiv*. 82(1), 47-58.
 492
- 493 Kuttappan, V. A., Brewer, V. B., Apple, J. K., Waldroup, P.W., & Owens, C. M. (2012).
 494 Influence of growth rate on the occurrence of white striping in broiler breast fillets. *Poultry*
 495 *Science*, 91(10), 2677–2685.
 496
- 497 Kuttappan, V. A., Shivaprasad, H. I., Shaw, D. P., Valentine, B. A., Hargis, B. M., Clark, F. D.,
 498 Mckee, S. R., & Owens, C. M. (2013). Pathological changes associated with white striping in
 499 broiler breast muscles. *Poultry Science*, 92 (2), 331-338.

500

501 Kuttappan, V. A., Shivaprasad, H. L., Hargis, B. M., Clark, F. D., McKee, S. R., & C. M. Owens.
 502 (2011). Histopathological changes associated with white striping in broiler breast muscles.
 503 *Poultry Science*. (Abstract.)

504

505 Lerasle M., Guillou, S., Simonin, H., Anthoine, V, Chéret, R., Federighi, M., Membré, J. M.
 506 (2014). Assessment of Salmonella and Listeria monocytogenes level in ready-to-cook poultry
 507 meat: effect of various high pressure treatments and potassium lactate concentrations.
 508 *International Journal of Food Microbiology*, 1(186), 74-83.

509

510 Mazzoni, M., Petracci, M., Meluzzi, A., Cavani, C., Clavenzani, P., & Sirri, F. (2015).
 511 Relationship between pectoralis major muscle histology and quality traits of chicken meat.
 512 *Poultry Science*. 94(1), 123-130.

513

514 Mudalal S., Lorenzi, M., Soglia, F., Cavani, C., & Petracci, M. (2015). Implications of White
 515 striping and Wooden breast abnormalities on quality traits of raw and marinated chicken meat.
 516 *Animal*. 9(4), 728-734.

517

518 Mutryn, M. F., Brannick, E. M., Fu, W., Lee, W. R., & Abasht, B. Characterization of a novel
 519 chicken muscle disorder through differential gene expression and pathway analysis using RNA-
 520 sequencing. *BMC Genomics*, .16, (1), 399, 2015.

521

522 Nowak, B., Von Mueffling, T., Grotheer, J., Klein, G., & Watkinson, B. M. (2007). Energy
 523 content, sensory properties, and microbiological shelf life of German Bologna-type sausages
 524 produced with citrate or phosphate and with inulin as fat replacer. *Journal of Food Science*,
 525 72(9), 629-638.

526

527 Nurul, H., Lin, O. J., Ping, Y. C., & Nurkhoeriyati, T. (2010). Effect of chicken and duck meat
 528 ratio on the properties of sausage. *International Journal of Poultry Science* 9(6), 550-555.

529

- Qin, N. (2013). *The Utilization of Poultry Breast Muscle of Different Quality Classes*. Master Thesis, Department of Food and Environmental Sciences, University of Helsinki, Helsinki, Finlândia.
- Ramos, E. M., & Gomide, L. A. M. (2007) *Avaliação da qualidade de carnes – Fundamentos e metodologias*: Textura e maciez da carne. Viçosa: UFV.
- Rosmini, M. R., Perlo, F., Pérez-Alvarez, J. A., Pagin-Moreno, M. J., Gago-Gage, A., Lopez-Santovei, F., & Aranda-Cata, V. (1996). TBA Test byan Extractive Method Applied to 'Paté. *Meat Science*, 42(1), 103-110.
- Sanchez-Brambila, G., Chatterjee, D., Bowker, B., & Zhuang, H. (2017). Descriptive texture analyses of cooked patties made of chicken breast with the woody breast condition. *Poultry Science*, 96(9), 3489-3494.
- SAS Institute (2014). *SAS/STAT Guide for Personal Computers*. Version 11.0 ed. Cary, NC: SAS Inst.Inc.
- Sihvo, H. K., Immonen, K., & Puolanne, E. (2014). Myodegeneration with fibrosis and regeneration in the pectoralis major muscle of broilers. *Veterinary Pathology*, 51(3), 619-623.
- Silva, R. X. A.; José, K. F. C., Franco, R. M., & Silva, T. J. P. (2014). Sodium lactate, nisin and their combination in the shelf life of pork sausage vacuum packed and stored at 4 °C. *Ciência Rural*, 44(4), 746-751.
- Silva, S. L., Marangoni, C., Brum, D. S., Vendruscolo, R. G., Silva, M. S., de Moura, H. C., Rampelotto, C., Wagner, R., Menezes, C. R., Barin, J. S., Campagnol, P. C. B., & Cichoski, A. J. (2018). Effect of dietary olive leaves on the lipid and protein oxidation and bacterial safety of chicken hamburgers during frozen storage. *International Food Research Journal*, 25(1), 383-391.

- 560 Simopoulos, A.P. (2000). Human requirement for N-3 polyunsaturated fatty acids. *Poultry*
 561 *Science*, 79(7), 961-970.
- 562
- 563 Simopoulos, A.P. (2008). The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in
 564 cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233(6),
 565 674-688.
- 566
- 567 Soares, A. L., Olivo, R., Shimokomaki, M., & Ida, E. I. (2004). Synergism between dietary
 568 vitamin E and exogenous phytic acid in prevention of warmed-over flavour development in
 569 chicken breast meat, Pectoralis major m. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 47(1),
 570 57-62.
- 571
- 572 Soglia, F., Laghi L., Canonico, L., C. Cavani, C., & Petracci, M. (2016). Functional property
 573 issues in broiler breast meat related to emerging muscle abnormalities. *Food Research*
 574 *International*, 89(3), 1071-1076.
- 575
- 576 Soglia, F., Mudalal, S., Barbini, E., Di Nunzio, M., Mazzoni, M., Sirri, F., Cavani, C. & Petracci,
 577 M. (2016). Histology, composition, and quality traits of chicken Pectoralis major muscle affected
 578 by wooden breast abnormality. *Poultry Science*, 95(3), 651-659.
- 579
- 580 Tijare, V. V., Yang, F. L., Kuttappan, V.A., Alvarado, C.Z., Coon, C.N., & Owens, C. M. (2016)
 581 Meat quality of broiler breast fillets with white striping and woody breast muscle myopathies.
 582 *Poultry Science*, 95(9), 2167-2173.
- 583
- 584 Trocino, A., Piccirillo, A., Birolo, M., Radaelli, G., Bertotto, D.; Filiou, E., Petracci, M., &
 585 Xiccato, G. (2015). Effect of genotype, gender and feed restriction on growth, meat quality and
 586 the occurrence of white striping and wooden breast in broiler chickens. *Poultry Science*, 94(12),
 587 2996-3004.
- 588
- 589 Velleman, S. G. & Clark, D. L. (2015). Histopathologic and Myogenic Gene Expression Changes
 590 Associated with Wooden Breast in Broiler Breast Muscles. *Avian Diseases*, 59(3), 410-418.

- Wójciak K.M., Karwowska, M., & Dolatowski Z.J., (2015). Fatty acid profile, color and lipid oxidation of organic fermented sausage during chilling storage as influenced by acid whey and probiotic strains addition. *Scientia Agricola*. 72(2), 124-131.
- Wold, J. P., Veiseth-Kent, E., Høst, V., & Løvland, A. (2017). Rapid on-line detection and grading of wooden breast myopathy in chicken fillets by near-infrared spectroscopy. *PLoS One* 12(3):e0173384. doi:10.1371/journal.pone.0173384.
- Zambonelli, P., Zappaterra, M., Soglia, F., Petracci, M., Sirri, F., Cavani, C., & Davoli, R. (2016). Detection of differentially expressed genes in broiler pectoralis major muscle affected by White Striping – Wooden Breast myopathies, *Poultry Science*, 95(12), 2771–2785.
- Zamudio-Flores, P. B., Ochoa-Reyes, E., Ornelas-Paz, J. D. J., Aparicio-Saguilán, A., Vargas-Torres, A., Bello-Pérez, L. A., et al. (2015). Effect of storage time on physicochemical and textural properties of sausages covered with oxidized banana starch film with and without betalains. *CyTA - Journal of Food*, 13(3), 456–463.

609 Tabela 1. Formulações de linguiça de frango elaboradas com peito de frango N, WB e sua
610 mistura (N e WB)

Ingredientes (%)	N	WB	N+WB
Peito de frango normal	52	52	26
Peito de frango amadeirado	-	-	26
Pele	30	30	30
Água	13	13	13
Proteína de soja	2,5	2,5	2,5
Sal	1,99	1,99	1,99
Aditivos	0,510	0,510	0,510

611

612

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.

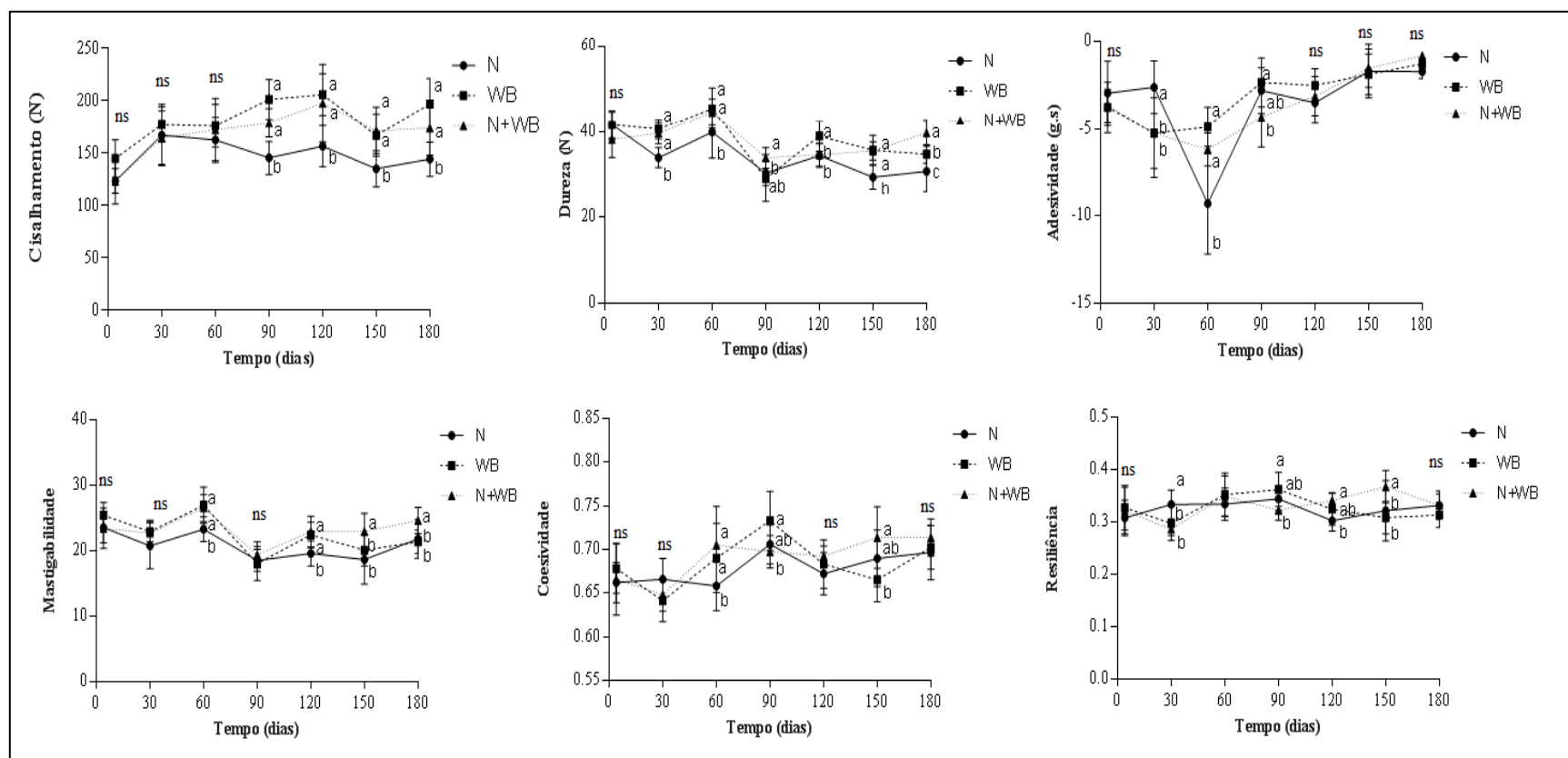
Parâmetros	Formulação	Tempo de armazenamento (dias)							p formulação	p tempo armazen.	p f*t.
		0	30	60	90	120	150	180			
pH	N	6,23 ^b	6,41 ^a	6,38 ^a	6,44 ^a	6,36 ^a	6,47 ^b	6,26 ^a			
	WB	6,25 ^b	6,42 ^a	6,38 ^a	6,44 ^a	6,36 ^a	6,45 ^b	6,27 ^a	<,0001	<,0001	<,0001
	N+WB	6,34 ^a	6,43 ^a	6,36 ^a	6,43 ^a	6,37 ^a	6,58 ^a	6,29 ^a			
CRA	N	29,69 ^{ab}	32,57 ^b	28,75 ^a	26,64 ^a	30,98 ^a	20,67 ^a	21,54 ^a			
	WB	27,29 ^b	49,94 ^a	18,75 ^b	18,66 ^b	22,99 ^b	15,73 ^b	18,66 ^a	<,0001	<,0001	<,0001
	N+WB	32,98 ^a	52,99 ^a	18,53 ^b	23,37 ^a	25,98 ^b	22,42 ^a	20,44 ^a			
PPC	N	7,13 ^b	12,08 ^a	14,08 ^a	13,43 ^a	15,29 ^a	12,91 ^b	16,94 ^a			
	WB	9,53 ^a	13,20 ^a	15,40 ^a	15,29 ^a	12,37 ^{ab}	17,00 ^a	16,80 ^a	0,0317?	<,0001	0,0002
	N+WB	7,37 ^b	12,42 ^a	12,87 ^a	15,25 ^a	11,70 ^b	16,17 ^a	16,35 ^a			
Cor L* _(cru)	N	69,78 ^a	55,51 ^b	64,41 ^a	67,38 ^a	63,72 ^a	63,58 ^a	61,68 ^b			
	WB	72,68 ^a	70,32 ^a	68,39 ^a	56,07 ^b	67,71 ^a	66,24 ^a	68,72 ^a	0,0004	<,0001	<,0001
	N+WB	67,87 ^a	69,66 ^a	63,86 ^a	55,89 ^b	67,87 ^a	61,97 ^a	70,93 ^a			
Cor a* _(cru)	N	4,16 ^b	3,65 ^a	3,28 ^a	3,23 ^{ab}	2,43 ^a	2,93 ^a	3,56 ^a			
	WB	3,95 ^b	3,22 ^a	2,08 ^b	3,00 ^b	1,55 ^b	2,14 ^b	1,81 ^c	<,0001	<,0001	<,0001
	N+WB	4,93 ^a	3,47 ^a	2,43 ^b	3,79 ^a	2,34 ^a	2,02 ^b	2,72 ^b			

Cor b* _(cru)	N	20,67 ^{ab}	17,02 ^a	16,57 ^b	16,43 ^a	16,35 ^a	14,88 ^a	16,98 ^a	0,0207	<,0001	0,0064
	WB	21,12 ^a	18,08 ^a	18,98 ^a	16,41 ^a	17,45 ^a	15,57 ^a	16,74 ^a			
	N+WB	19,22 ^b	18,70 ^a	18,74 ^a	14,89 ^a	17,72 ^a	15,89 ^a	16,95 ^a			
Cor L* _(cozido)	N	74,94 ^a	73,94 ^a	72,52 ^a	72,07 ^a	73,58 ^b	71,78 ^b	72,79 ^a	<,0001	0,0347?	0,2403
	WB	75,55 ^a	75,00 ^a	74,48 ^a	74,85 ^a	76,55 ^a	74,87 ^a	73,85 ^a			
	N+WB	74,12 ^a	75,35 ^a	73,89 ^a	74,39 ^a	73,75 ^b	74,53 ^a	73,63 ^a			
Cor a* _(cozido)	N	3,71 ^a	3,88 ^a	3,76 ^a	3,65 ^a	3,23 ^a	3,26 ^a	3,28 ^a	0,0031?	0,0002?	0,2799
	WB	3,77 ^a	2,54 ^b	2,81 ^a	3,50 ^a	1,86 ^b	3,33 ^a	3,12 ^a			
	N+WB	3,65 ^a	3,33 ^a	3,15 ^a	3,49 ^a	2,43 ^{ab}	3,18 ^a	3,01 ^a			
Cor b* _(cozido)	N	14,40 ^a	14,60 ^a	14,60 ^a	14,48 ^a	15,12 ^a	14,32 ^a	15,49 ^a	<,0001	<,0001	0,2815
	WB	14,60 ^a	15,69 ^a	16,16 ^a	15,55 ^a	16,18 ^a	15,60 ^a	16,20 ^a			
	N+WB	13,60 ^a	15,07 ^a	15,95 ^a	15,47 ^a	15,42 ^a	15,58 ^a	15,56 ^a			
Umidade	N	71,39 ^b	74,29 ^a	71,56 ^b	70,92 ^b	73,29 ^b	72,96 ^b	73,02 ^b	<,0001	<,0001	<,0001
	WB	73,43 ^a	72,54 ^b	73,38 ^a	74,33 ^a	74,60 ^a	75,38 ^a	74,49 ^a			
	N+WB	73,21 ^a	71,67 ^b	73,72 ^a	71,36 ^b	73,59 ^{ab}	74,19 ^a	71,99 ^b			
Proteínas	N	16,31 ^b	15,83 ^a	16,01 ^a	15,79 ^a	17,55 ^a	16,59 ^a	16,88 ^a	0,6467	<,0001	0,0002
	WB	16,05 ^b	15,77 ^a	16,17 ^a	16,14 ^a	17,17 ^{ab}	16,43 ^a	16,84 ^a			
	N+WB	17,48 ^a	15,48 ^a	16,34 ^a	15,90 ^a	16,82 ^b	16,93 ^a	16,33 ^a			

Colágeno	N	0,34 ^c	0,42 ^c	0,48 ^c	0,79 ^c	0,46 ^b	2,11 ^c	0,43 ^c	<,0001	<,0001	<,0001
	WB	0,44 ^b	0,68 ^a	1,02 ^b	0,86 ^b	0,50 ^b	2,33 ^a	0,63 ^b			
	N+WB	1,03 ^a	0,64 ^b	1,52 ^a	1,05 ^a	1,12 ^a	2,24 ^b	1,25 ^a			
Lipídeos	N	7,36 ^a	5,08 ^b	7,50 ^a	9,35 ^a	9,05 ^a	6,32 ^a	6,14 ^b	<,0001	<,0001	0,0001
	WB	7,55 ^a	4,77 ^b	5,99 ^b	6,21 ^b	4,95 ^c	4,48 ^b	5,43 ^b			
	N+WB	6,41 ^a	8,22 ^a	5,50 ^b	8,84 ^a	6,95 ^b	5,25 ^{ab}	8,11 ^a			

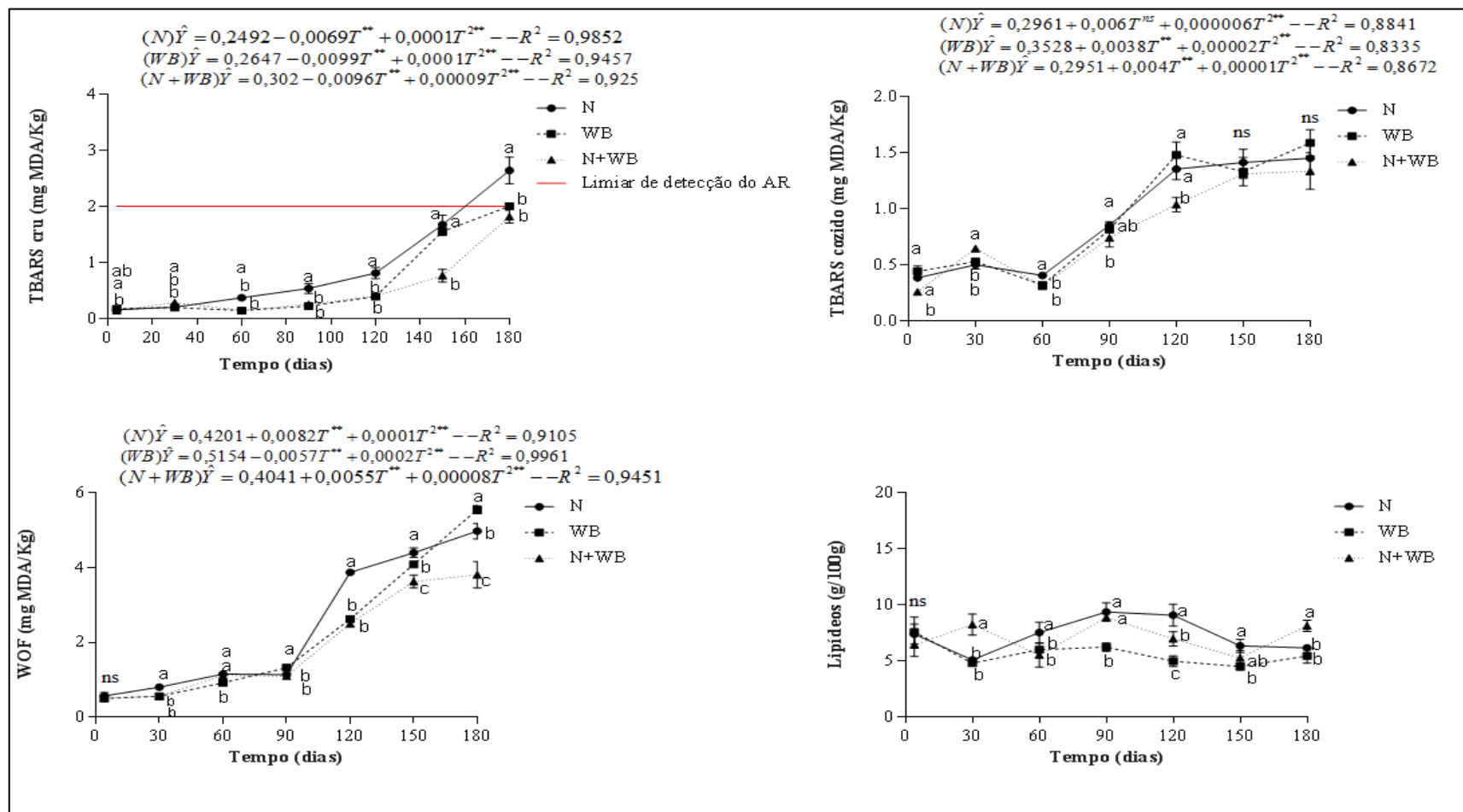
¹ Letras diferentes para um mesmo atributo na coluna indicam que há diferença significativa entre os produtos, * $p \leq 0,05$ há diferença significativa de 5% entre os produtos. N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast.

Figura 1. Força de cisalhamento (FC) e do perfil de textura instrumental (TPA) de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (-20 °C) por 180 dias.



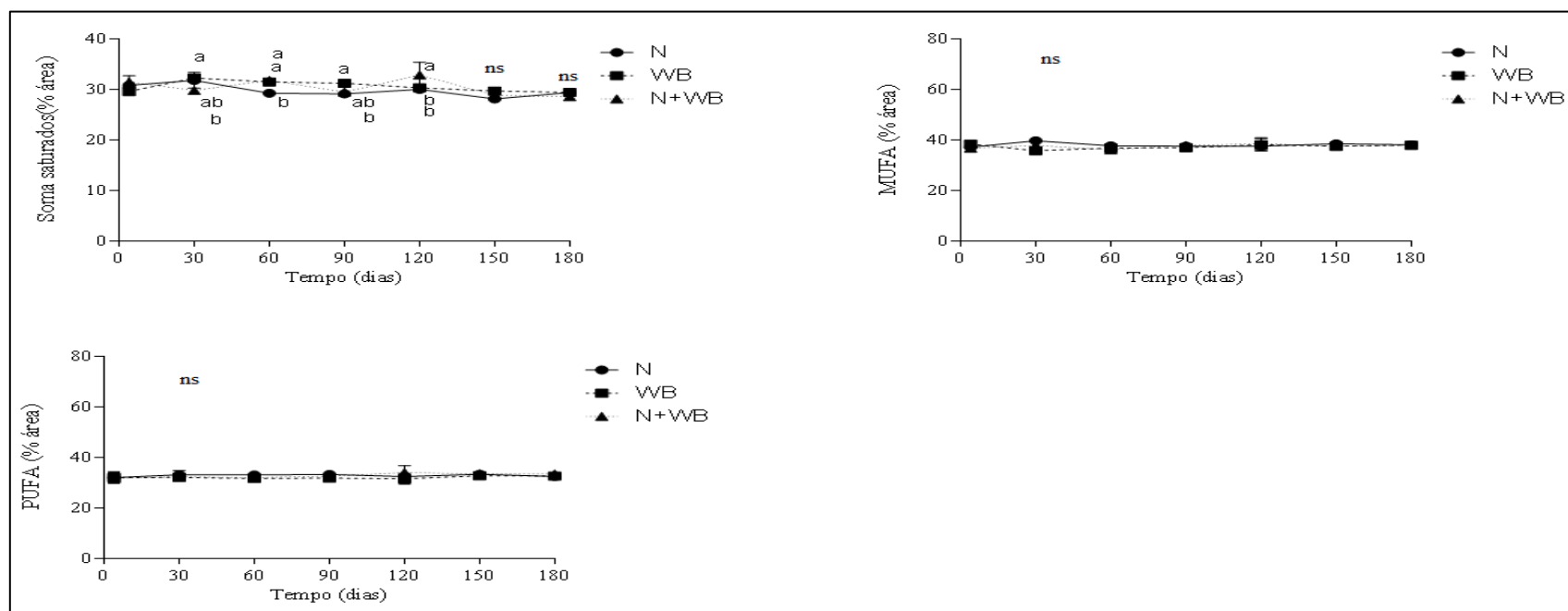
¹ Letras diferentes para um mesmo atributo indicam que há diferença significativa entre os produtos. ns= não há diferença significativa de 5% entre os produtos. N= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast.

Figura 2. Número de TBARS (mg MDA/kg), WOF (mg MDA/kg) e lipídios (g/100g) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.



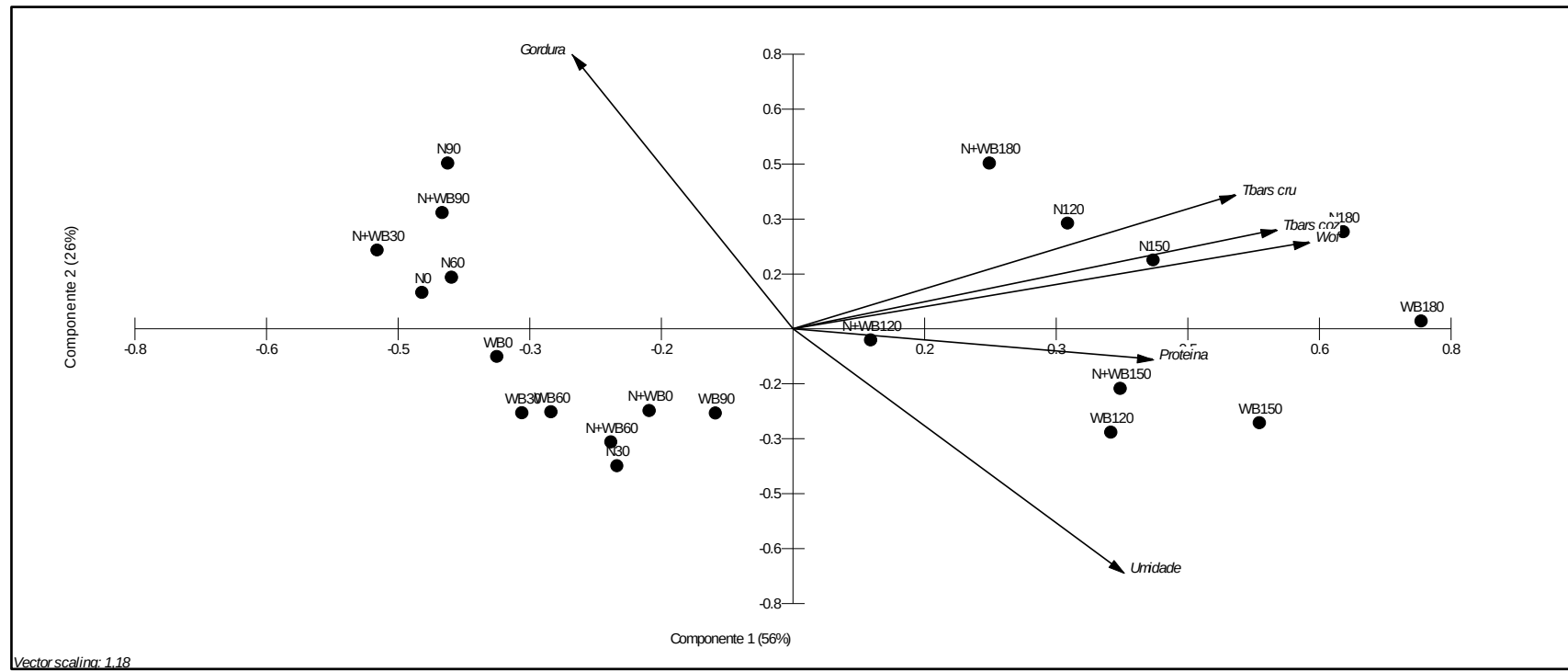
¹ Letras diferentes para um mesmo atributo indicam que há diferença significativa entre os produtos. Ns= não há diferença significativa de 5% entre os produtos. N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast. AR= aroma de ranço

Figura 3. Somatório de ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.



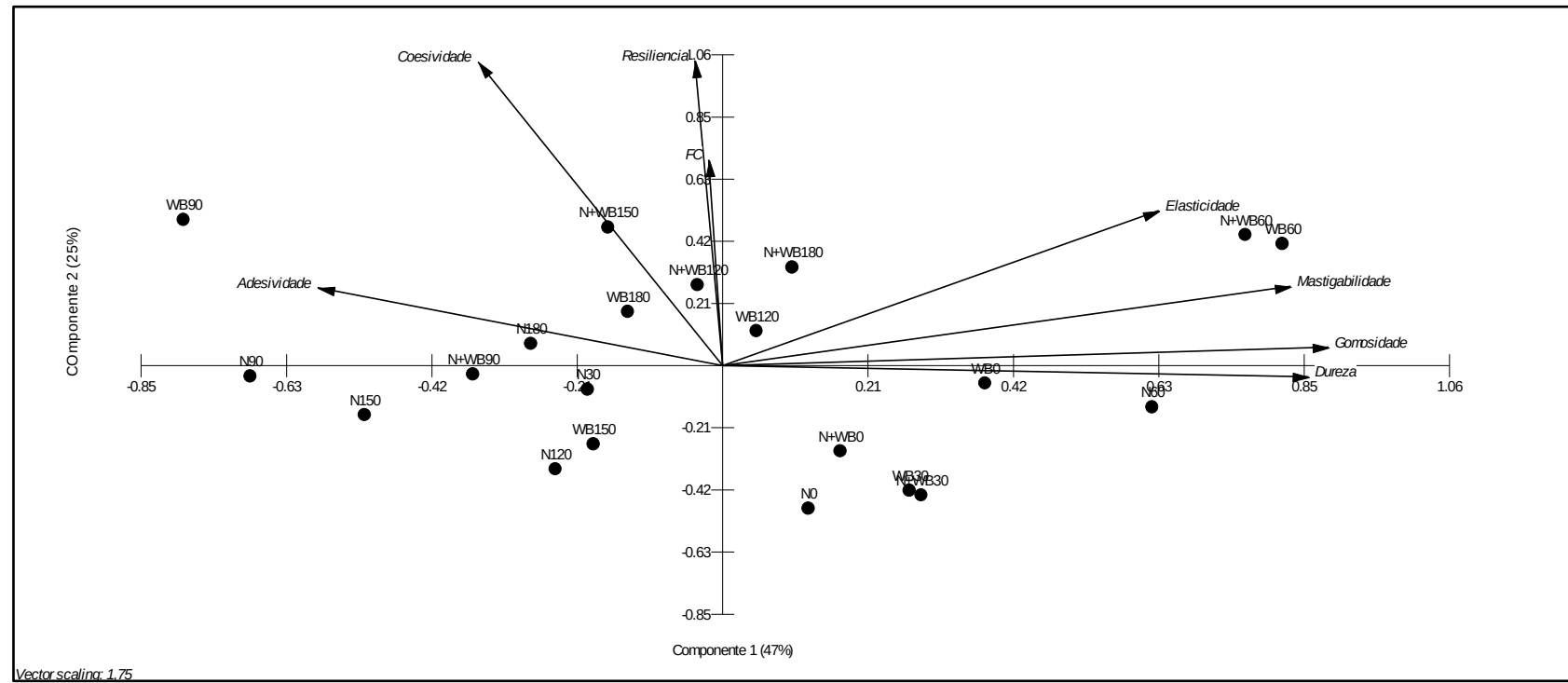
¹ Letras diferentes para um mesmo atributo indicam que há diferença significativa entre os produtos. ns= não há diferença significativa de 5% entre os produtos. N= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast.

Figura 4A: PCA com os parâmetros físico-químicos (umidade, gordura, TBARS, WOF) de linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.



N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast

Figura 4B: PCA com o TPA de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.



N= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal; WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Wooden Breast; N e WB= linguiça frescal de frango elaborada com peito Normal e peito Wooden Breast

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A anomalia WB trata-se de um problema emergente na avicultura, baseado nos resultados do presente estudo conclui-se que o peito de frango WB pode ser utilizado na elaboração de linguiça frescal, diminuindo as perdas econômicas causadas por essa miopatia.
- Linguiças de frango elaboradas com peito WB ou N apresentaram parâmetros físico-químicos e sensoriais semelhantes.
- A ADQ não discriminou sensorialmente as linguiças frescal com 100% de peito WB, com 100% de peito N e com 50% de peito WB + 50% peito N. Além disso, as análises de aceitação e intenção de compra indicaram que o consumidor aprovou as linguiças frescal, independentemente do tipo de peito utilizado em sua formulação.
- Linguiças elaboradas com 100% de peito WB apresentam maior estabilidade oxidativa podendo ser armazenadas comercialmente a -20 °C por 190 dias ou 200 dias sem a percepção do ranço quando formulada com peito WB+N.
- Esses resultados abrem um caminho para indústria avícola utilizar o peito WB em produtos frescal, tendo em vista que a anomalia WB afeta um corte nobre da carcaça de frango, gerando consequentemente perdas econômicas para indústria avícola com a rejeição dos peitos de frango por parte do consumidor.
- Estudos adicionais devem ser realizados, explorando-se os aspectos de estabilidade à oxidação proteica de linguiça frescal de frango elaborada com peito WB e sua mistura, bem como de estabilidade microbiológica.
- Observa-se lacuna no conhecimento sobre a utilização de peitos de frango WB em outros produtos cárneos processados, a exemplo do peito tangleado.

APÊNDICE 2:

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido preenchido pelos participantes da pesquisa

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Título da pesquisa: “ASPECTOS DE QUALIDADE DE LINGUIÇAS DE FRANGO ELEABORADA COM PEITO AMADEIRADO, PEITO NORMAL E SUA MISTURA”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostariamos de convidá-lo (a) a participar da pesquisa “Aspectos de qualidade de linguíças de frango elaborada com peito amadeirado, peito normal e sua mistura”, realizada na Universidade Federal da Paraíba. O objetivo da pesquisa é desenvolver linguíças de frango com peito amadeirado, peito normal e sua mistura, transformando-o em um alimento com segurança de consumo. A sua participação é muito importante e ela se dará através de uma análise sensorial e o preenchimento de um questionário em relação ao alimento avaliado. Gostariamos de esclarecer que sua participação é totalmente voluntária, podendo você recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo à sua pessoa. Informamos ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar a sua identidade.

Os benefícios esperados são: ofertar embutidos cárneos que sejam destinados às pessoas susceptíveis às doenças cardiovasculares, devido à redução de gordura e consequentemente reduzir os problemas de saúde decorrentes da ingestão demasiada de gordura na população brasileira. Informamos que o(a) senhor(a) não pagará nem será remunerado por sua participação.

Caso o(a) senhor(a) tenha dúvidas ou necessite de maiores esclarecimentos pode nos contactar:

Pesquisador responsável:

Íris Braz da Silva Araújo, Rua Severino Toscano de Brito, 101 – Apto. 110 – Cep:58051-010 – João Pessoa/PB. Telefone: (83) 99648-7131. E-mail: iris@cchsa.ufpb.br

Ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal da Paraíba, localizado no Centro de Ciências da Saúde - 1º andar, Campus I - Cidade Universitária. CEP: 58.051-900 - João Pessoa-PB. Telefone: (83) 3216 7791, e-mail: eticaccsufpb@hotmail.com. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida, assinada e entregue ao(a) senhor(a). Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido(a) e dou o meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados.

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura da Testemunha

Atenciosamente,

Assinatura do Pesquisador Responsável

João Pessoa/PB, ____ de _____ de 2017.

*Termo de Consentimento Livre Esclarecido apresentado, atendendo, conforme normas da Resolução 466/2012 de 12 de dezembro de 2012.

APÊNDICE 3:

Ficha utilizada para o Teste Triangular

Nome: _____ Data: ____/____/____

TESTE TRIANGULAR

Você está recebendo 3 amostras de salsichas. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Avalie o sabor de cada amostra atenciosamente e faça um círculo no número da amostra que você acha que é diferente.

685

492

521

Comentários: _____

APÊNDICE 4

Ficha de teste de reconhecimento de Gostos Básicos

Nome: _____

Data: ____/____/____

Prove cada amostra e identifique o gosto primário percebido. Enxágue a boca e aguarde 30 segundos entre cada amostra.

Amostra	Gosto
	() Doce () Ácido () Salgado () Amargo () Umami
	() Doce () Ácido () Salgado () Amargo () Umami
	() Doce () Ácido () Salgado () Amargo () Umami
	() Doce () Ácido () Salgado () Amargo () Umami
	() Doce () Ácido () Salgado () Amargo () Umami

APÊNDICE 5:

Ficha para teste de Reconhecimento de Odores

Nome: _____ Data: ____/____/____

TESTE DE RECONHECIMENTO DE ODORES**Instruções:**

- Avalie cada amostra na ordem apresentada;
- Passe o frasco na frente do nariz fazendo movimentos de vai-e-vem, por no máximo 2 segundos, com leves cheiradas. Não inspire profundamente;
- Identifique pelo nome o conteúdo de cada frasco;
- Quando tiver dúvida, associe ou descreva o odor percebido;
- Não utilizar os termos agradável/desagradável.
- Entre uma amostra e outra, cheire o pulso e aguarde 20 segundos.

N° da amostra**Identificador do odor**

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Muito obrigada por sua participação!

APÊNDICE 6

Ficha para Mapa de Rede utilizado na determinação dos descritores das linguças

Nome: _____ Data: ____/____/____

Instruções: Você receberá um par de amostras de linguças de frango. Por favor, avalie o par, identificando os códigos das amostras, e anote tudo o que for observado de acordo com a aparência, textura e aroma/sabor. Por favor, anote a seguir as similaridades e diferenças observadas nas amostras, em pares.

Par: Códigos _____ e _____

Aparência

Similaridades	Diferenças

Textura

Similaridades	Diferenças

Aroma/Sabor

Similaridades	Diferenças

Obrigada!!!

APÊNDICE 7

Vocabulário descritivo e material de referência, obtidos na ADQ das linguças de frango.

ATRIBUTOS	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA	
		POUCO/NENHUM	MUITO
Aparência			
Homogeneidade visual	Presença de partículas perceptíveis na superfície de corte transversal da linguça	Salame fatiado	Salsicha
Cor bege/rosada	Cor interna bege/rosada característica de linguça de frango	Leite com 0,3% de café solúvel	Linguça Toscana grelhada até 75°C
Suculência visual	Percepção visual da quantidade de líquido presente na linguça	Linguça de frango grelhada até 85°C interno	Linguça de frango grelhada até 60°C interno
Aroma			
Aroma de condimentos	Aroma relacionado com os ingredientes, principalmente pimentas, alho, cebola e noz moscada, utilizados na elaboração do produto	Água	Mix de condimentos
Aroma de ranço	Sabor de gordura oxidada	Água	Óleo de soja aquecido a 180°C por 30 min
Sabor			
Sabor de condimentos	Sabor relacionado com os ingredientes, principalmente pimentas, alho, cebola e noz moscada, utilizados na elaboração do produto	Água	Mix de condimentos
Gosto salgado	Sensação levemente percebida associada a cloreto de sódio	Água	Solução de cloreto de sódio a 2%
Textura			
Dureza	Força necessária para deformar a amostra com os dentes molares	Requeijão	Cenoura crua sem casca
Suculência	Líquido percebido durante a mastigação da carne	Bolacha Cream Craker	Tomate
Coesividade	Grau com que a amostra mastigada mantém a massa junta, coesa	Paçoca de amendoim	Marshmallow
Mastigabilidade	Tempo para mastigar a amostra a consistência adequada para deglutição	Pão de forma	Bala toffe
Fibrosidade	Presença de fibras durante a mastigação	Azeitona sem caroço	Peito de frango Woody grelhado até 85°C
Oleosidade	Sensação de recobrimento de gordura na cavidade oral e lábios após a mastigação	Tomate	Linguça de frango frita no óleo de soja

APÊNDICE 9

Modelo da ficha do teste de Aceitabilidade e Intenção de Compra

Nome: _____ Data: ____/____/____

ACEITABILIDADE

Instruções: Você está recebendo uma amostra de linguiça de frango. Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada atributo do produto. Anote o código da amostra e a pontuação da escala que melhor reflita seu julgamento.

Código: _____

- 1- Desgostei extremamente
- 2- Desgostei muito
- 3- Desgostei moderadamente
- 4- Desgostei ligeiramente
- 5- Indiferente
- 6- Gostei ligeiramente
- 7- Gostei moderadamente
- 8- Gostei muito
- 9- Gostei extremamente

ATRIBUTO	PONTUAÇÃO
Aparência	
Aroma	
Sabor	
Textura	
Impressão Global	

INTENÇÃO DE COMPRA

Instruções: Após ter avaliado as linguiças de frango, indique na escala abaixo o grau de certeza no qual você estaria disposto a comprar este produto, se o encontrasse à venda:

- () 1- Certamente não compraria
- () 2- Provavelmente não compraria
- () 3- Talvez comprasse, talvez não comprasse
- () 4- Provavelmente compraria
- () 5- Certamente compraria

Justifique sua avaliação e intenção de compra dizendo:

O que mais gostou nas linguiças de frango

E o que menos gostou:

[illegible]

APÊNDICE 11: Perfil de textura instrumental (TPA) e força de cisalhamento (FC) de linguças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias..

Parâmetros	Formulação	Tempo de armazenamento (dias) ¹							p formulação	p tempo armaz.	p f*t.
		0	30	60	90	120	150	180			
FC	N	122,95 ^a	166,80 ^a	162,11 ^a	145,01 ^b	156,20 ^b	134,71 ^b	143,79 ^b			
	W	144,56 ^a	176,91 ^a	175,83 ^a	200,75 ^a	205,36 ^a	166,52 ^a	196,45 ^a	<,0001	<,0001	0,0031
	N+W	122,56 ^a	164,24 ^a	172,05 ^a	178,49 ^a	197,25 ^a	171,25 ^a	173,74 ^a			
Dureza	N	41,55 ^a	33,94 ^b	39,84 ^b	30,41 ^{ab}	34,42 ^b	29,49 ^b	30,81 ^c			
	W	41,56 ^a	40,55 ^a	45,45 ^a	29,16 ^b	38,93 ^a	35,69 ^a	34,78 ^b	<,0001	<,0001	<,0001
	N+W	38,19 ^a	39,63 ^a	44,58 ^a	33,90 ^a	34,63 ^b	35,52 ^a	39,69 ^a			
Mastigabilidade	N	23,55 ^a	20,76 ^a	23,30 ^b	18,53 ^a	19,57 ^b	18,64 ^b	21,81 ^b			
	W	25,43 ^a	22,91 ^a	26,95 ^a	18,03 ^a	22,40 ^a	20,08 ^b	21,34 ^b	<,0001	<,0001	0,0167
	N+W	23,43 ^a	22,71 ^a	26,53 ^a	19,37 ^a	22,90 ^a	22,97 ^a	24,61 ^a			
Coesividade	N	0,66 ^a	0,67 ^a	0,66 ^b	0,71 ^{ab}	0,67 ^a	0,69 ^{ab}	0,70 ^a			
	W	0,68 ^a	0,64 ^a	0,69 ^a	0,73 ^a	0,68 ^a	0,67 ^b	0,70 ^a	0,0585	<,0001	0,0007
	N+W	0,67 ^a	0,65 ^a	0,71 ^a	0,70 ^b	0,69 ^a	0,71 ^a	0,71 ^a			
Adesividade	N	-2,97 ^a	-2,63 ^a	-9,29 ^b	-2,82 ^{ab}	-3,51 ^a	-1,70 ^a	-1,73 ^a			
	W	-3,78 ^a	-5,24 ^b	-4,90 ^a	-2,36 ^a	-2,52 ^a	-1,89 ^a	-1,28 ^a	0,0122	<,0001	<,0001
	N+W	-3,69 ^a	-5,26 ^b	-6,19 ^a	-4,35 ^b	-3,14 ^a	-1,53 ^a	-0,82 ^a			
	N	0,31 ^a	0,33 ^a	0,33 ^a	0,34 ^{ab}	0,30 ^b	0,32 ^b	0,33 ^a	0,4893	<,0001	<,0001

Resilência	W	0,33 ^a	0,30 ^b	0,35 ^a	0,36 ^a	0,32 ^{ab}	0,31 ^b	0,31 ^a			
	N+W	0,32 ^a	0,29 ^b	0,35 ^a	0,32 ^b	0,34 ^a	0,37 ^a	0,33 ^a			
Elasticidade	N	0,86 ^a	0,88 ^a	0,90 ^a	0,85 ^a	0,88 ^a	0,88 ^a	0,89 ^a			
	W	0,88 ^a	0,88 ^a	0,92 ^a	0,87 ^a	0,89 ^a	0,88 ^a	0,90 ^a	0,0090	<,0001	0,9779
	N+W	0,88 ^a	0,89 ^a	0,91 ^a	0,87 ^a	0,89 ^a	0,88 ^a	0,90 ^a			
Gomosidade	N	25,99 ^a	23,85 ^a	28,75 ^a	21,59 ^a	22,64 ^a	22,27 ^a	23,49 ^a			
	W	28,19 ^a	25,36 ^a	29,69 ^a	19,61 ^a	24,74 ^a	23,86 ^a	24,36 ^a	0,0049	<,0001	0,4999
	N+W	26,51 ^a	25,61 ^a	30,24 ^a	22,27 ^a	24,56 ^a	24,60 ^a	25,07 ^a			

¹ Letras diferentes para um mesmo atributo indicam que há diferença significativa entre os produtos, * $p \leq 0,05$ há diferença significativa de 5% entre os produtos.

APÊNDICE 12: Número de TBARS (mg MDA/kg), WOF (mg MDA/kg) e lipídios (g/100g) linguiças frescal de frango elaboradas com peito N, WB e sua mistura (N e WB) armazenadas sob congelamento (- 20 °C) por 180 dias.

Parâmetros	Formulação	Tempo de armazenamento (dias)						
		0	30	60	90	120	150	180
Lipídios	N	7,36 ^a	5,08 ^b	7,50 ^a	9,35 ^a	9,05 ^a	6,32 ^a	6,14 ^b
	W	7,55 ^a	4,77 ^b	5,99 ^b	6,21 ^b	4,95 ^c	4,48 ^b	5,43 ^b
	N+W	6,41 ^a	8,22 ^a	5,50 ^b	8,84 ^a	6,95 ^b	5,25 ^{ab}	8,11 ^a
TBARS cru	N	0,16 ^a	0,21 ^a	0,04 ^a	0,54 ^a	0,81 ^a	1,68 ^a	2,64 ^a
	W	0,17 ^a	0,20 ^a	0,15 ^a	0,22 ^b	0,39 ^b	1,55 ^a	2,00 ^b
	N+W	0,14 ^a	0,28 ^a	0,15 ^a	0,26 ^b	0,40 ^b	0,78 ^b	1,82 ^a
TBARS cozido	N	0,38 ^{ab}	0,50 ^b	0,40 ^a	0,85 ^a	1,35 ^a	1,41 ^a	1,45 ^b
	W	0,44 ^a	0,53 ^{ab}	0,32 ^a	0,81 ^a	1,48 ^a	1,33 ^a	1,59 ^a
	N+W	0,26 ^b	0,64 ^a	0,31 ^a	0,74 ^a	1,04 ^b	1,31 ^a	1,33 ^b
WOF	N	0,57 ^a	0,80 ^a	1,15 ^a	1,14 ^{ab}	3,87 ^a	4,40 ^a	4,98 ^b
	W	0,50 ^a	0,56 ^b	0,92 ^b	1,32 ^a	2,62 ^b	4,09 ^b	5,55 ^a
	N+W	0,51 ^a	0,56 ^b	1,11 ^a	1,10 ^b	2,50 ^b	3,63 ^c	3,81 ^c
C18:00	N	6,25 ^a	6,35 ^a	5,86 ^a	5,97 ^a	5,97 ^a	6,42 ^a	6,07 ^a
	W	5,94 ^a	6,07 ^a	6,18 ^a	6,00 ^a	5,94 ^a	6,30 ^a	6,25 ^a
	N+W	6,11 ^a	5,85 ^a	6,19 ^a	5,93 ^a	6,35 ^a	6,31 ^a	6,11 ^a
C18:1n9c	N	32,06 ^a	35,02 ^a	33,17 ^a	32,87 ^a	33,06 ^a	33,74 ^a	33,52 ^a
	W	33,33 ^a	31,47 ^a	32,54 ^a	32,51 ^a	33,33 ^a	32,94 ^a	33,02 ^a
	N+W	33,73 ^a	33,47 ^a	31,94 ^a	33,19 ^a	33,73 ^a	33,15 ^a	33,56 ^a
C18:2n6c	N	29,24 ^a	30,48 ^a	30,11 ^a	30,28 ^a	29,52 ^{ab}	29,90 ^a	29,21 ^a
	W	29,25 ^a	28,76 ^a	28,51 ^a	28,69 ^a	28,05 ^b	29,40 ^a	29,18 ^a
	N+W	28,95 ^a	29,58 ^a	28,87 ^a	29,74 ^a	30,85 ^a	30,19 ^a	30,36 ^a

C18:3n3	N	1,72 ^a	1,73 ^a	1,94 ^a	1,95 ^a	1,74 ^a	2,19 ^a	2,09 ^a
	W	1,70 ^a	1,72 ^a	1,70 ^a	1,73 ^a	2,33 ^a	1,81 ^a	1,94 ^a
	N+W	1,48 ^a	1,87 ^a	1,61 ^a	1,77 ^a	1,96 ^a	2,04 ^a	1,97 ^a
C20:4n6c	N	0,75 ^a	0,59 ^b	0,68 ^b	0,74 ^a	0,86 ^a	0,87 ^a	0,83 ^b
	W	0,69 ^a	1,11 ^a	1,05 ^{ab}	1,09 ^a	0,88 ^a	1,22 ^a	1,29 ^a
	N+W	0,98 ^a	0,61 ^b	1,17 ^a	0,75 ^a	0,93 ^a	1,06 ^a	0,64 ^a
C22:6n3	N	0,11 ^a	0,12 ^a	0,12 ^a	0,09 ^a	0,15 ^a	0,04 ^a	0,10 ^b
	W	0,12 ^a	0,18 ^a	0,19 ^a	0,13 ^a	0,15 ^a	0,13 ^a	0,09 ^b
	N+W	0,11 ^a	0,12 ^a	0,18 ^a	0,12 ^a	0,13 ^a	0,08 ^a	0,35 ^a
Σ SFA	N	32,82 ^a	31,79 ^{ab}	29,24 ^b	29,13 ^b	30,00 ^b	28,11 ^a	29,39 ^a
	W	29,62 ^a	32,25 ^a	31,47 ^a	31,20 ^a	30,32 ^b	29,68 ^a	29,42 ^a
	N+W	31,49 ^a	29,83 ^b	31,78 ^a	29,48 ^{ab}	32,84 ^a	28,85 ^a	28,56 ^a
Σ MUFA	N	37,15 ^a	39,70 ^a	37,68 ^a	37,55 ^a	37,54 ^a	38,51 ^a	38,13 ^a
	W	38,37 ^a	35,75 ^b	36,83 ^a	36,96 ^a	38,11 ^a	37,57 ^a	37,95 ^a
	N+W	36,73 ^a	37,83 ^{ab}	36,19 ^a	37,86 ^a	38,54 ^a	37,60 ^a	37,92 ^a
Σ PUFA	N	32,03 ^a	33,14 ^a	33,07 ^a	33,33 ^a	32,46 ^a	33,38 ^a	32,47 ^a
	W	32,00 ^a	32,07 ^a	31,69 ^a	31,83 ^a	31,57 ^a	32,75 ^a	32,63 ^a
	N+W	31,77 ^a	32,34 ^a	32,03 ^a	32,66 ^a	34,04 ^a	33,55 ^a	33,52 ^a
MUFA/SFA	N	1,21 ^{ab}	1,25 ^a	1,29 ^a	1,29 ^a	1,25 ^a	1,37 ^a	1,30 ^a
	W	1,30 ^a	1,11 ^b	1,17 ^b	1,18 ^b	1,26 ^a	1,27 ^b	1,29 ^a
	N+W	1,17 ^b	1,27 ^a	1,14 ^b	1,28 ^a	1,17 ^a	1,30 ^{ab}	1,33 ^a
PUFA/SFA	N	1,04 ^a	1,04 ^a	1,13 ^a	1,14 ^a	1,08 ^a	1,19 ^a	1,10 ^a
	W	1,08 ^a	0,99 ^a	1,01 ^b	1,02 ^b	1,04 ^a	1,10 ^a	1,11 ^a
	N+W	1,01 ^a	1,08 ^a	1,01 ^b	1,01 ^{ab}	1,04 ^a	1,16 ^a	1,17 ^a

¹ Letras diferentes para um mesmo atributo indicam que há diferença significativa entre os produtos, * $p \leq 0,05$ há diferença significativa de 5% entre os produtos. Σ SFA: Soma de ácidos graxos saturados; Σ MUFA: Soma de ácidos graxos mono-insaturados; Σ PUFA: Soma de ácidos graxos poli-insaturados;