UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE ALIMENTOS

ÁLIDA JANINE SOARES

QUALIDADE E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA ADICIONADA DE PELE E/OU GORDURA ABDOMINAL

JOÃO PESSOA
2019

ÁLIDA JANINE SOARES

QUALIDADE E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA ADICIONADA DE PELE E/OU GORDURA ABDOMINAL

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Orientador: Profª. Drª. Marta Suely Madruga

Co-Orientador: Profª. Drª. Narciza Maria de Oliveira Arcanjo

JOÃO PESSOA

2019

ÁLIDA JANINE SOARES

QUALIDADE E ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA ADICIONADA DE PELE E/OU GORDURA ABDOMINAL

Trabalho de Conclusão de Curso que apresenta à Coordenação do Curso de Engenharia de Alimentos do Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro de Alimentos.

Data:
Resultado:

Banca Examinadora

_____

Profª. Drª. Marta Suely Madruga (DEA/CT/UFPB)
(Orientadora)

_____

Profª. Drª. Narciza Maria de Oliveira Arcanjo (IFRN-CN)
(Coorientadora)

_____

Profª. Drª. Rayssa Julliane de Carvalho (DTA/CTDR/UFPB)
(Examinador Externo)

_____

Profª. Drª. Taliana Kenia Alves Bezerra (DEA/CT/UFPB)
(Examinadora Interno)

À meu maior exemplo de mulher, à minha "mainha"

Ivandira de Sousa que tanto amo,

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus eu agradeço por sempre se fazer presente em cada detalhe e por ter me sustentado até hoje!

Depois de Deus a minha família é a maior razão de tudo. Então, quero agradecer a minha mãe por ter sido tão incrível, me amado e me apoiado sempre. As minhas tias Ângela e Aninha que foram fundamentais para que eu me tornasse quem sou hoje, serei eternamente grata a vocês por tudo; Tia Ângela em especial, obrigada por nunca ter me deixado desistir. Agradeço também ao meu pai Ântonio e aos meus tios Aldo e Aurélio (*in memorian*). Amo voçês!

Ao meu amigo, companheiro e esposo Edgleison, quero agradecer por tudo. Por ser meu porto seguro e acreditar em mim mais do que eu mesma! A você serei eternamente grata, te amo.

À minha orientadora Profª Drª. Marta Suely Madruga quero agradecer por ter acreditado em mim, e assim ter me dado a oportunidade de mostrar que eu era capaz. Ainda agradeço por todo conhecimento repassado, ajudas e experiências que me proporcionou. Obrigada profª!

À minha Co-orientadora Profª Drª. Narciza Arcanjo também agradeço pelos conhecimentos, ajudas e momentos de descontração. Obrigada Profª Drª. Taliana Bezerra por toda ajuda e por todos os momentos que ouviu um pouco dos meus pensamentos e desabafos. A Profª Drª. Rayssa Carvalho obrigada por aceitar fazer parte da minha banca.

Ao CNPq, pelos recursos para execussão deste Trabalho de Conclusão de Curso, atráves do projeto aprovado pelo edital NEXUS–1 (Chamada MCTIC/CNPq - Processo 441248/20179).

A Coordenação e ao Departamento do curso de Engenharia de Alimentos da UFPB pelo apoio e disponibilização de sua estrutura física.

As meninas Márcia, Rebeca, Daphne e Nathalia, obrigada por estarem comigo desde o começo de tudo, agradeço a cumplicidade e amizade de vocês. A Larissa agradeço por se fazer sempre presente, por toda força, paciência e compreensão. Obrigada por tudo! Agradeço também a Elaine, por toda paciência e amizade.

A toda equipe do LAQA eu agradeço pela ajuda, amizade e por fazer os meus dias mais divertidos (Mércia, Ana Rita, Thayse, Juliana, Lary, Lorena, Leila). Quero agradecer a Darline e a Miriane pelo suporte e amizade; Miriane obrigada por nunca ter medido esforços para me ajudar. Em especial, quero agradecer a técnica mais amada e viajada que conheço, Mercinha obrigada por ter feito meus dias mais alegres e por todo apoio emocional.

Enfim, a todos que fizeram parte dessa jornada, muito obrigada!

RESUMO

No setor avícola de frangos de corte, a criação de frango em sistema alternativo ou "free-range" constitui um nicho de mercado em crescimento. O aproveitamento de subprodutos do abate de frangos caipira na elaboração de produtos cárneos processados não constitui uma prática de mercado, observando-se que em geral comercializa-se apenas a carcaça inteira e os cortes mais nobres. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização de pele e gordura abdominal na qualidade de linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por 90 dias. Três formulações de linguiça frescal de frango caipira foram elaboradas: linguiça de frango com adição de pele (LP); linguiça de frango com adição de gordura abdominal (LG); linguiça de frango com adição de pele e gordura (1:1 m/m) (LPG). Foi avaliada a composição química, o perfil de ácidos graxos, os parâmetros físicos e a qualidade microbiológica das linguiças frescal, juntamente com sua estabilidade oxidativa ao longo do armazenamento (-20ºC; 0, 60 e 90 dias) e análise sensorial (0 e 90 dias). Os dados microbiológicos mostraram que tanto a matéria-prima quanto as linguiças não estavam de acordo com os padrões exigidos pela legislação (Brasil, 2001). Observaram-se diferenças significativas ($p < 0,05$) nos teores de umidade, proteína, colágeno e gordura das três formulações de linguiças. Para os parâmetros umidade, proteína e colágeno, a LP e LPG apresentaram valores superiores, enquanto que o teor de gordura foi maior para LG. Ressalta-se que as linguiças atenderam aos limites de umidade, gordura e proteína exigidos pela legislação em vigor (Brasil, 2000). O perfil de ácidos graxos das linguiças LP e LPG apresentaram respectivamente 17,77% e 17,91% de ácidos graxos polinsaturados, indicando uma maior susceptibilidade aos processos de oxidação. Os estudos de vida de prateleira mostraram que as linguiças apresentaram instabilidade oxidativa ao longo do armazenamento; contudo, a LPG apresentou valores de oxidação lipídica e proteica inferiores aos das demais formulações. Na avaliação da aceitação do aroma e cor das linguiças não foram detectadas diferenças estatísticas ($p < 0,05$) ao longo do congelamento. Para os julgadores, as linguiças apresentaram cor característica e os compostos gerados pela oxidação não foram percebidos pelos mesmos. Diante dos resultados, conclui-se que na elaboração de linguiças frescal de frango caipira a utilização simultânea de pele e gordura abdominal resulta em um produto com melhor qualidade.

Palavras chaves: subprodutos, frango colonial, frango de capoeira, gordura, pele, linguiça.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Delineamento experimental.....23
Figura 2. Fluxograma de elaboração da linguiça frescal de frango caipira.....25
Figura 3. Parâmetros oxidativos (Índice de Peróxido (A), Substâncias reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico - TBARS (B), Índice de P-anisidina (C), Dienos Conjugados (D) e Compostos carbonilicos (E) (medias ± desvio padrão) de linguiças frescal de frango caipira elaboradas com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura, armazenadas sob congelamento a -20ºC por 90 dias.....43
Figura 4. Teste de aceitação do aroma (A) e de degradação da cor (B) o armazenamento sob congelamento a -20 ° C por 90 dias de linguiças de frango caipira elaborada com adição de pele, gordura abdominal e sua mistura.....45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações de linguiça frescal de frango caipira elaborada com diferentes fontes lipídicas.....24
Tabela 2. Composição química (média ± desvio padrão) das fontes lipídicas (pele e gordura abdominal) e das linguiças frescais de frango caipira elaboradas com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.....34
Tabela 3. Parâmetros físico-químicos (média ± desvio padrão) de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.....35
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos (% de área) de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.....38
Tabela 5. Contagem microbiana da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.....40

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DNPH	Método Dinitrofenilhidrazina
HCl	Ácido Clorídrico
IP	Índice de Peróxido
LP	Linguiça adicionada de pele de frango caipira
LG	Linguiça adicionada de gordura abdominal de frango caipira
LPG	Linguiça adicionada de pele e gordura abdominal de frango caipira
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MDA	Malonaldeído
NaCl	Cloreto de Sódio
Na3PO4	Fosfato de Sódio
TBARS	Substâncias Reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico
TCA	Ácido Tricloroacético
TMP	1,1,3,3-Tetrametoxipropano

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 OBJETIVOS 13

2.1 OBJETIVO GERAL 13

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14

3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRANGO CAIPIRA NO BRASIL 14

3.2 SUBPRODUTOS DO ABATE DE FRANGO 17

3.3 LINGUIÇA FRESCAL 19

3.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA E PROTEÍCA EM PRODUTOS CÁRNEOS 20

4 MATERIAL E MÉTODOS 23

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 23

4.2 ELABORAÇÃO DE LINGUIÇAS FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA 24

4.3 MÉTODOS 25

4.3.1 Análise Microbiológica da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira ..25

4.3.2 Caracterização físico-química da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira 25

4.3.3 Análise do Perfil de ácidos graxos de linguiça frescal de frango caipira 27

4.3.4 Perfil de textura (TPA) e a força de cisalhamento (FC) de linguiça frescal de frango caipira 28

4.3.5 Análises de Oxidação Lipídica e Proteica linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por até 90 dias 28

4.3.6 Análise de aceitação do aroma e degradação da cor de linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por até 90 dias 30

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 32

5.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA-PRIMA (CARNE, PELE, GORDURA ABDOMINAL) E DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA 32

5.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL DE TEXTURA (TPA) E FORÇA DE CISALHAMENTO (FC) DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA 34

5.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA. 37

5.4. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA-PRIMA (CARNE, PELE E GORDURA) E DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA 39

5.5 ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA ARMAZENADAS SOB CONGELAMENTO 40

5.6 ACEITAÇÃO DO AROMA E DEGRADAÇÃO DA COR DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA, ARMAZENADA SOB CONGELAMENTO POR ATÉ 90 DIAS 44

6 CONCLUSÃO 46

REFRÊNCIAS 47

APÊNDICE 56

1 INTRODUÇÃO

Os grandes avanços científicos e tecnológicos ocorridos recentemente nas atividades agropecuárias tem possibilitado o surgimento de novos produtos, que são destinados a um público consumidor cada vez mais esclarecido e interessado em novidades que atendam às suas necessidades. Paralelamente ao interesse pelos novos produtos e tecnologias, observa-se na área de alimentos, uma tendência mundial crescente por produtos denominados naturais, ou seja, aqueles obtidos a partir de criações ou de culturas nas quais se adotam técnicas de manejo livres ao máximo de artificialismo que possam alterar de alguma forma o produto final.

No setor avícola de frangos de corte, a criação de frango em sistema alternativo ou "free-range" constitui um nicho de mercado alternativo e rentável para os pequenos e médios produtores em um mercado com um grande número de consumidores dispostos a pagar preços diferenciados por este produto.

Segundo Carrijo (2010), em busca de uma nutrição mais próxima ao natural, os consumidores buscam sistemas alternativos de produção de aves de corte criados sem o uso de quimioterápicos e ingredientes de origem animal na dieta, com destaque para o frango caipira. Dependendo da região onde se encontram, essas aves possuem terminologias distintas, sendo dita como tipo "caipira" (região Sudeste), "colonial" (região Sul) e "capoeira" (região Nordeste).

O Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA) através de seu Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA) na Divisão de Operações Industriais (DOI) estabeleceu que para o registro do Produto "Frango Caipira ou Frango Colonial" ou "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial", os seguintes critérios devem ser fielmente observados nas suas diversas fases de produção: alimentação - constituída por ingredientes, inclusive proteínas, exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente proibido o uso de promotores de crescimento de qualquer tipo ou natureza; sistema de criação/manejo - até 25 dias em galpões e após essa idade, soltos, a campo, sendo doravante sua criação extensiva, usar no mínimo $3m^2$ de pasto por ave; idade de abate - no mínimo 85 dias; linhagem - exclusivamente as raças próprias para este fim, vedadas, portanto, aquelas linhagens comerciais específicas para frango de corte. Estes critérios foram normatizados através de Oficio Circular DOI /DIPOA N° 007/99, em 19/05/99 (BRASIL, 1999).

O consumo de frango caipira apresenta-se em maior proporção através da carne, devido à oferta e comercialização da carcaça inteira. Entretanto, diversos produtos cárneos podem ser elaborados e assim disponibilizados para o consumidor em busca de maior praticidade.

Produtos oriundos do processamento de carne de frango são amplamente difundidos e apreciados pela população. Dentre a diversidade de produtos, alguns se destacam na produção e consumo, como é o caso da linguiça frescal (ÖZÜNLÜ et al., 2018). De acordo com a Instrução Normativa n.º4 de 31 de março de 2000 da Secretaria de Defesa Agropecuária do MAPA a linguiça é um 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 (BRASIL, 2000).

Por se tratar de um produto em expansão no mercado de embutidos, estudos mostram que a linguiça se destacou no ano de 2016, como um dos produtos cárneos mais consumidos, atingindo cerca de 70% dos lares brasileiros (KANTAR, 2016). Entretanto, a qualidade do produto elaborado reflete de forma clara à qualidade da matéria-prima empregada na produção e dos ingredientes adicionados (MAURIELLO et al., 2004; MOROT-BIZOT et al., 2006).

O processamento de linguiça frescal trata-se de tecnologia simples, porém atualmente a indústria cárnea brasileira vem enfrentando alguns questionamentos quanto ao uso do tipo de fonte lipídica a ser empregada, isto é o uso de pele ou de gordura abdominal. A utilização de uma fonte lipídica na elaboração de produtos cárneos contribui diretamente na sua qualidade sensorial (textura, aparência, suculência, sabor) propiciando melhor avaliação e maior aceitação pelos consumidores, além de contribuir em suas propriedades tecnológicas (capacidade de retenção de água e perda de peso por cocção) (BREWER, 2012; SOUSA et al., 2017); entretanto, os lipídios musculares da carne de aves são altamente suscetíveis à oxidação devido a presença de ácidos graxos insaturados (MOTTRAM et al., 2001). Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da utilização de pele e gordura abdominal na qualidade de linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por 90 dias.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o efeito da utilização da pele e/ou gordura abdominal do frango caipira na qualidade de linguiça frescal armazenada sob congelamento por 90 dias.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a qualidade microbiológica e físico-química da matéria-prima (carne, pele e gordura abdominal de frango caipira) utilizada na elaboração de linguiça frescal de frango caipira;

- Elaborar três formulações de linguiça frescal de frango caipira utilizando carne, pele e gordura abdominal de frango caipira;

- Analisar a qualidade microbiológica das linguiças nos tempos 0, 60 e 90 dias;

- Analisar a qualidade físico-química das linguiças nos tempos 0, 60 e 90 dias;

- Analisar o perfil de textura e a força de cisalhamento das linguiças nos tempos 0, 60 e 90 dias;

- Avaliar a aceitação do aroma e a alteração da cor das formulações das linguiças frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento nos tempos 0 e 90 dias,

- Avaliar a estabilidade oxidativa das formulações de linguiça de frango caipira, armazenada sob congelamento por até 90 dias.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 PRODUÇÃO E CONSUMO DE FRANGO CAIPIRA NO BRASIL

Os avanços na genética, nutrição e manejo propiciam a produção intensiva com períodos cada vez mais curtos de criação de frangos, resultando em alta produtividade na conversão ração/carne. Por outro lado na avicultura de frango de corte comercial, também denominado por "fast growing", o sistema de confinamento em galpões fechados e a alta concentração por área, levam a problemas de doenças e a dependência crescente de medicamentos, sejam os promotores de crescimento e/ou de controle de doenças e parasitas. As presenças de resíduos de antibióticos e dioxinas prejudiciais à saúde no frango convencional, abriram alternativas para a produção do frango caipira (CARBONE et al., 2014).

A crescente preocupação dos consumidores com relação à origem e à qualidade dos alimentos fez com que surgisse o nicho de mercado do frango caipira. Esta realidade, também impulsionou a demanda por produtos oriundos de empresas que se preocupam com o bem-estar animal e com a produção de alimentos com características diferenciadas. No setor avícola de frangos de corte, a criação de frango em sistema alternativo ou "free-range" constitui um mercado alternativo e rentável para os pequenos e médios produtores em um mercado com um grande número de consumidores dispostos a pagar preços diferenciados por este produto (LIMA FILHO et al., 2004).

Na avicultura caipira ou alternativa as aves podem ser criadas em sistemas intensivo, semi-intensivo ou extensivo, mas a caraterização dos seus produtos em orgânico ou caipira é feita por meio de leis e normativas (TEIXEIRA, 2017).

O Ofício Circular Nº 007/99 da Divisão de Operações Industriais (DOI), do Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA), do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA) regulamenta a criação de frangos caipira no Brasil e estabelece que a alimentação desse tipo de frango deve ser constituída por produtos exclusivamente de origem vegetal, sendo totalmente proibido o uso de promotores químicos de crescimento. A criação deve ser intensiva até os 25 dias de idade, sendo posteriormente, soltos a campo (criação extensiva), disponibilizando no mínimo 3 metros quadrados de piquete por ave. O abate deve ser no mínimo com 85 dias de idade e as aves devem ser de linhagens específicas para este fim, sendo vedadas as linhagens de frango de corte industrial (CARBONE et al., 2014). Adicionalmente, Silva et al. (2003) defendem que os parâmetros ambientais do local de produção do frango caipira devem ser considerados para seleção de linhagens mais

adaptadas, de forma a facilitar o manejo e aumentar a eficiência da criação em sistema semi-intensivo.

Segundo Morikawa (2015), o Ofício Circular Nº 007/99, ressaltava somente quesitos básicos da criação de aves caipiras. Para atender as demandas deste mercado a Associação Brasileira de Avicultura Alternativa (AVAL) juntamente com o MAPA, o MDA, a ABPA e a ABNT, empreenderam esforços para a normatização do sistema de produção caipira. Dessa forma, a norma intitulada AVICULTURA – PRODUÇÃO, ABATE, PROCESSAMENTO E IDENTIFICAÇÃO DO FRANGO CAIPIRA, COLONIAL OU CAPOEIRA (ABNT/CEE 214) foi publicada em 27 de agosto de 2015 estabelece que, para serem consideradas caipiras, as aves terão que seguir os procedimentos do marco regulatório, o que facilita a realização de auditorias e adequações em programas de conformidade de instituições, como o INMETRO, além da biosseguridade e controle sanitário das granjas dos produtores de frangos e ovos caipira (DEMATTÊ FILHO; PEREIRA, 2017).

Existe uma parcela de mercado com preferência para as aves caipiras, mediante as diferenças (sabor e textura, por exemplo) que as aves caipiras (de crescimento mais lento) apresentam em relação as aves convencionais (de crescimento rápido). Vale enfatizar que a avicultura industrial, por sua vez, gerou alterações significativas principalmente em relação aos hábitos do consumo popular; pois, anteriormente, as famílias criavam as aves em casa para o consumo próprio; observando-se uma tendência e valorização por este sistema de produção (BELUSSO; HESPANHOL, 2010).

A avicultura alternativa tem ganhado espaço no cenário nacional, seja permitindo acesso à alimentação ou até mesmo complementando a renda dos produtores rurais. Dados do Ministério do Desenvolvimento Agrário – MDA mostram que 80% da produção de aves caipira é destinada ao próprio sustento, e que 53% desses utilizam parte da produção para gerar renda complementar (AVEWORLD, 2015). Logo, para atender este mercado, várias linhagens coloniais são criadas no Brasil, destacando-se as linhagens denominadas por Pescoço Pelado Label Rouge, de origem francesa, a Embrapa 041, produzida pelo Centro Nacional de Pesquisa em Suínos e Aves da Embrapa, em ConcórdiaSC, a Paraíso Pedrês, produzida pela Granja Aves do Paraíso, de Itatiba/SP, a linhagem Caipirinha produzida pela ESALQ/USP dePiracicaba/SP (TAKAHASHI, 2006).

Vários trabalhos têm sido realizados sobre o desempenho e a qualidade da carne de frangos caipira produzido no Brasil. Carrijo et al. (2002) avaliando o desempenho de quatro linhagens de frango tipo caipira (Paraíso Pedrês (PAPE), Vermelho Pesado (VEPE), Carijó Pesado (CAPE) e Pescoço Pelado (PEPE), criadas em sistemas semi-intensivo, alimentadas

com uma dieta vegetal, isenta de antibióticos, coccidicidas e promotores de crescimento, verificaram que a linhagem PAPE obteve peso final significativamente superior ($p<0,05$) aos das linhagens CAPE, PEPE, não diferenciando de VEPE. Com relação ao ganho de peso, os autores verificaram que a linhagem PEPE apresentou resultados significativamente inferiores ($p<0.05$), não encontrando diferenças entre as demais linhagens, e também menor consumo de ração ($p<0,05$). Com relação à conversão alimentar, não houve diferenças significativas entre as linhagens de frango de corte, como tipo caipira.

Takahashi et al. (2006) trabalharam com linhagens coloniais (Caipirinha, Pescoço Pelado e Paraíso Pedrês), confinadas ou em semi-confinamento, e verificaram que o desempenho das aves das linhagens coloniais não foi afetado pelo sistema de produção. Entretanto, compararam as linhagens e observaram que a Paraíso Pedrês apresentou melhor resultado de desempenho e rendimento. Todavia, a escolha da linhagem depende do mercado, devido às diferenças entre elas.

Fanatico et al. (2007), ao avaliar o efeito do genótipo e das dietas de frangos percebeu que a dieta das aves apresentou pouco impacto na qualidade da carne, apesar das aves de crescimento lento terem apresentado uma redução do ganho de peso ao serem submetidas a dieta de baixo teor de nutrientes, o que não ocorreu nas aves de crescimento rápido. Além disso, verificaram que o sistema de produção externo (ao ar livre) fez com que a carne e a pele das aves de crescimento lento apresentassem coloração mais amareladas e contivessem mais proteínas, α-tocoferol e metade da quantidade de gordura, quando comparadas as aves em sistema de produção interno.

Hang et al. (2018), em seus estudos sobre a influência da suplementação com curcuminoides e óleo de atum na dieta de frangos de crescimento lento, constataram que o aumento dos níveis de curcuminoide tende a melhorar a taxa de conversão alimentar desses frango e propicia um aumento na proporção dos filés de peito de frango, além de apresentar propriedade antioxidante.

3.2 SUBPRODUTOS DO ABATE DE FRANGO

A medida em que a indústria de frango se desenvolve, o número de subprodutos aumenta de forma considerável. Estudos apontam que cerca de 37% do peso vivo do animal abatido é subproduto, no entanto a carcaça ainda vem sendo o principal objeto de comercialização da indústria avícola. Entre os subprodutos subutilizados estão a cabeça, pele, penas, crista, barbela, ossos, aparas de carne, sangue, tecidos adiposos (pele e gordura abdominal), pé e órgãos internos, que apresentam excelente composição química, com potencial para conversão em produtos úteis de alto valor (MARTÍNEZ-ALVAREZ; CHAMORRO; BRENES, 2015; TOLDRÁ et al., 2012).

Araújo et al. (2018) em seus estudos de obtenção de um isolado de colágeno em pés de frango, observaram que este possuia um elevado conteúdo de aminoácidos, além de terem apresentado características tecnológicas importantes (maior solubilidade em água e retenção de água), indicando assim seu potencial para aplicação na industria alimentícia.

De acordo com Mora e Toldrá (2012), com a finalidade de extrair e/ou obter produtos com funcionalidades específicas (tecnológicas ou biológicas) as indústrias estão aplicando métodos de transformação desses subprodutos, levando em consideração as elevadas quantidades de proteínas e lipídeos de alto valor biológico. Este fato faz com que a pele subproduto gerado durante o abate se mostre como possível potencial na agregação e elaboração de novos produtos, já que é composta de 85 a 90% de proteína (LASEKEN; BAKAR; HASHIM, 2013), assim como a gordura abdominal, que dispõe de altos teores de lipídios (LEE; FOGLIA, 2000).

A gordura abdominal corresponde a, aproximadamente, 2 a 2,5% do peso do animal vivo (PERDIGÃO AGROINDUSTRIAL, 2000). Alguns fatores como: origem genética, idade da ave e sexo influenciam na quantidade de gordura presente na carcaça, salientando que as fêmeas são propicias a terem uma maior quantidade de gordura em relação aos machos (RODRIGUES et al., 2005).

Cada vez mais, as aves estão sendo trabalhadas para obterem um rápido ganho de peso e deposição proteica, contudo qualquer desbalanço no fornecimento dos nutrientes faz com que a deposição de gordura abdominal seja aumentada mediante a hipertrofia e hiperplasia das células adiposas (RODRIGUES et al., 2005). Além de reduzir o rendimento da carcaça e a eficiência alimentar das aves, essa deposição excessiva da gordura abdominal não é tão interessante, podendo gerar certa rejeição por parte dos consumidores que cada vez mais se mostram adeptos ao consumo de carnes magras (GAYA, 2003).

Para Chiu e Gioielli (2002), essa gordura gerada pela indústria e que na maioria das vezes é descartada juntamente com as vísceras, penas e sangue, pode ser utilizada na produção de sabão, rações, biocombustível e até mesmo na produção de embutidos por ter em sua composição altos teores de ácido oléico, palmítico e linoléico.

A gordura de frango apresenta em sua composição cerca de 60% de ácidos graxos insaturados, entre estes estão os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), principalmente o ácido oleico e seus isômeros, que são considerados os mais desejáveis por estarem relacionados aos benefícios que podem trazer a saúde. Assim, a gordura de frango é considerada fonte de AGMI, pois apresenta cerca de 45 a 50% desses ácidos graxos (LEE; FOGLIA, 2000). Contudo, mesmo sendo gerada em grandes quantidades, e dispondo de um rico potencial nutricional, ainda não existe uma legislação que regulamente a utilização dessa gordura abdominal.

A pele constitui outro subproduto gerado em grandes quantidades durante o abate das aves. França e Waszczynskyj (2002) relataram que, após submissão a um processo térmico industrial adequado a pele pode ser utilizada no processamento de produtos cárneos destinados ao consumo humano. Diante disto, a indústria vem fazendo uso deste subproduto no processamento de alguns embutidos como salsichas, mortadelas e linguiças (BISWAS et al., 2007; FARIA et al., 2015; ROCHA, 2018).

A pele possui aproximadamente 32% de lipídeos, no qual cerca de 20% são lipídeos insaturados (TAVARES, 2016). Estudo realizado por Dalziel et al. (2015) constatou a presença de ácidos do grupo ómega 3 (poli-insaturados), como o ácido linoleico (18:2), ácidos ecosapentanóico (EPA) e ácido docosahexaenoico (DHA). Além disto, a pele se destaca como sendo uma rica fonte de proteínas e colágeno. A pele se apresenta como fonte de peptídeos bioativos obtidos através da produção de hidrolisados, além de apresentar altos teores de aminoácidos hidrofóbicos e aminoácidos ácidos como glutamato e asparagina (TAVARES, 2016; ONUH et al., 2014). Os elevados teores de proteínas e gorduras faz com que a pele de aves apresente potencialidade de reaproveitamento através da aplicação na estabilização de emulsões, as quais podem ser utilizadas como matéria-prima em diversos produtos cárneos processados (TAVARES, 2016).

Apesar de possuírem potenciais nutricionais e possibilidade de aproveitamento, os altos teores de ácidos graxos insaturados presentes tanto na pele quanto na gordura abdominal, principalmente os ácidos oléico (C18:1) e linoleico (C18:2) fazem com que estes subprodutos sejam mais susceptíveis as reações de oxidações (TAVARES, 2016).

3.3 LINGUIÇA FRESCAL

O avanço da avicultura brasileira nas últimas três décadas permitiu um grande aumento no consumo per capita da carne de aves, proporcionando também o desenvolvimento dos mais variados tipos de produtos derivados, como por exemplo, a linguiça de frango, aos quais são agregados valor, maior conveniência e praticidade para o consumidor (MALAVOTA et al., 2006).

Milani et al. (2003) relatam que a linguiça é um dos produtos cárneos mais produzidos no Brasil, e este feito pode estar relacionado ao fato da produção da linguiça não exigir tecnologias sofisticadas, além de utilizar poucos aparelhos sendo a maioria de baixo custo.

De acordo com a Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000, da Secretaria de Defesa Agropecuária do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) a linguiça é um 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).

As linguiças são compostas por ingredientes obrigatórios e opcionais. As carnes de diferentes espécies de animais de açougue e o sal são ditos como ingredientes obrigatórios, já os ingredientes opcionais englobam a 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.

O Anexo III da Instrução Normativa nº 4 de 31 de março de 2000 do MAPA estabelece os limites de parâmetros físico-químicas das linguiças frescais como sendo: Umidade máximo de 70%; Gordura máximo de 30%; Proteína mínimo de 12%; Cálcio máximo de 0,1% (BRASIL, 2000).

Assim, visto as caraterísticas fisico-químicas apresentada pela linguiça frescal, é possivél perceber a suceptibilidade deste produto a oxidações.

3.4 OXIDAÇÃO LIPÍDICA E PROTEÍCA EM PRODUTOS CÁRNEOS

Os lipídios são amplamente distribuídos tanto no espaço intra e extracelular da carne, na forma de triacilglicerídeos, fosfolipídios e esteróis. No entanto, são moléculas quimicamente instáveis e, portanto, facilmente propensos à oxidação, especialmente durante o manuseio *post-mortem* e armazenamento da carne. Assim, após a degradação microbiana a oxidação é o principal mecanismo de deterioração de produtos cárneos (FALOWO et al., 2014).

Os mecanismos de oxidação podem ocorrer por várias vias, em função do meio e dos agentes catalizadores. Nos sistemas biológicos, os lipídeos sofrem oxidação por três principais vias: fotoxidação, auto oxidação e oxidação enzimática (WÓJCIAK; DOLATOWSKI, 2012).

A oxidação lipídica ocorre em três fases simultâneas: iniciação, propagação e terminação, iniciando-se através da reação entre radical livre e ácido graxo insaturado. As duas primeiras fases formam radicais primários como hidroperóxidos e dienos conjugados que são posteriormente decompostos formando os produtos secundários da oxidação lipídica como pentanal, hexanal e malonaldeído (GUYON; MEYNIER; LAMBALLERIE, 2016). Portanto, a oxidação lipídica caracteriza-se sendo uma reação em cadeia de radical livre que gera diversos subprodutos da oxidação, como aldeídos, cetonas e alcanos, e entre eles, os aldeídos estão intimamente associados à deterioração da cor e do sabor da carne, bem como à perda de massa muscular, estabilidade e funcionalidade de proteínas (FALOWO et al., 2014).

A oxidação lipídica da carne pode ser derivada de fatores endógenos como ação de enzimas como as lipases, de íons metálicos, grupos heme presentes no músculo e outros fatores determinantes para os processos oxidativos (MIN et al., 2008; PONNAMPALAM et al., 2012).

O teor lipídico e o perfil de ácidos graxos existentes na carne são os principais responsáveis pela evolução das reações oxidativas (MURAKAMI, 2009). De acordo com Garcia et al. (2002), a elevada concentração de ácidos graxos insaturados, íons ferro, presença de oxigênio, transformações usadas como a moagem e cocção, corroboram para a auto-oxidação das carnes, além da utilização de cloreto de sódio identificado como acelerador desta reação.

A oxidação na carne é geralmente avaliada pela medição da quantidade de peróxido (VP), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), grupo sulfidrila e carbonila gerados durante o processo (Falowo, 2014). Para quantificação da oxidação lipídica utiliza-se usualmente o método de TBARS, no qual quantifica-se o composto malonaldeido que ao reagir com o ácido 2-tiobarbitúrico forma complexo de cor vermelha, que é avaliado espectrofotometricamente no comprimento de onda de 500 a 550 nm, sendo os resultados

normalmente expressos em mg de malonaldeído por kg de produto carneo (OSAWA et al., 2005).

Bonin e Sartor (2011) ao avaliarem em seus estudos a atividade antioxidante do ácido fítico e do farelo de arroz em linguiça de frango, durante um período de armazenamento de 5 dias a 7ºC, concluiram que apesar de ambos terem apresentado efeito antioxidante, o ácido fíticio purificado se mostrou mais promissor ao controle da oxidação, pois proporcionou uma diminuição na velocidade da oxidação lipídica, demonstrando melhor eficiência na atividade antioxidante durante a vida de prateleira das linguiças de frango.

Cagdas e Kumcuoglu (2015) constataram que o pó de semente de uva (GSP) se apresentou como um bom inibidor da oxidação lipídica em nuggets de frango pré-cozidos, reduzindo os valores de peróxidos, p-anisidina, TBARS e dienos conjugados.

Semelhante aos lipídios, as proteínas podem sofrer reação de oxidação. As proteínas musculares podem ser atacadas por espécies reativas de oxigênio (ROS) e subprodutos secundários do estresse oxidativo, resultando na oxidação de proteínas (ZHANG et al., 2013). Para Estévez (2011) as oxidações lipídicas e proteicas têm correlação potencial entre si. Vários produtos de oxidação lipídica são ROS para oxidação de proteínas. Contudo, além do sistema oxidativo lipídico, a oxidação das proteínas da carne pode ser influenciada por outro sistema gerador de EROs (espécies reativas ao oxigeênio), como o sistema de oxidação catalisado por metais e o sistema de oxidação mediado pela mioglobina.

A oxidação de proteínas leva a alterações nas propriedades físicas e químicas das proteínas da carne o que pode influenciar a qualidade da carne fresca, além de gerar modificações na solubilidade e funcionalidade das proteínas em aspectos como o poder de geleificação e emulsificação e/ou capacidade de retenção de água (LUND et al., 2011; ZHANG et al., 2013).

A oxidação proteica tem demonstrado ter efeitos negativos sobre a qualidade sensorial, o valor nutricional (perda de aminoácidos essenciais) e a digestibilidade dos produtos carneos (POMÉLIE et al., 2018). Estévez e Luna (2017), afirmam que além de afetar a qualidade dos produtos à base de proteínas, a oxidação proteica também trás riscos silenciosos para a saúde humana, podendo está relacionada a doenças como alzheimer, parkinson, doença inflamatória do intestino, diabetes e caractogênese.

De modo geral, a deterioração oxidativa das carnes manisfesta-se em forma de descoloração, desenvolvimento de sabor desagradável, formação de compostos tóxicos, redução da vida de prateleira, perdas por nutrientes e por gotejamento (CONTINI et al., 2014; PALMIERI e SBLENDORIO, 2007).

A intensidade dos processos oxidativos depende de fatores do próprio alimento (teor de água e a presença de substância pró-oxidantes) e das condições de processamento e armazenamento, como sua exposição a atmosferas gasosas e à luz (TABEE et al., 2008), sendo os métodos de congelamento e os períodos de estocagem em baixas temperaturas fatores determinantes para estabilidade oxidativa das carnes (DE LIMA JÚNIOR, 2013). Entretanto, segundo Faustman et al. (2010) e Lund et al. (2011) a ocorrência, extensão e consequências do início da oxidação de proteínas na carne permanecem incertas.

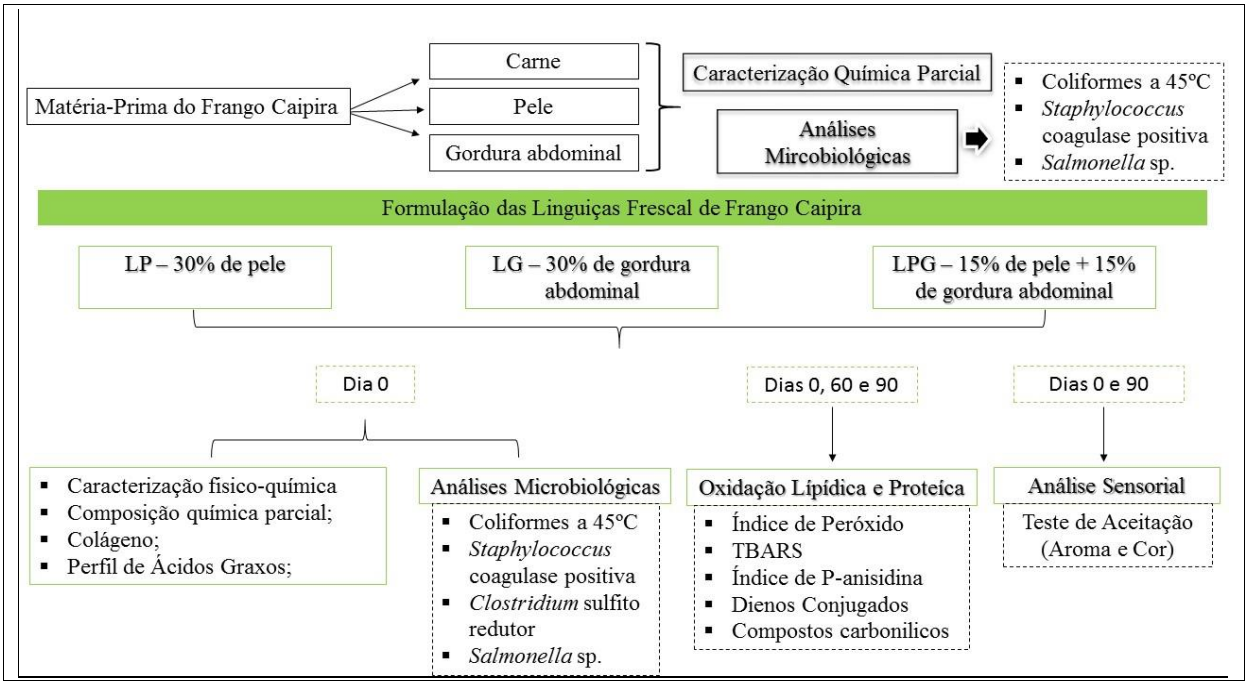
4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os frangos caipiras da linhagem pesadão vermelho (CPK), com idade de 90 dias, utilizados no presente estudo, foram provenientes do abatedouro da Cooperativa de Avicultores de Frango Caipira (Copeaves), localizado no município de Monteiro no Estado da Paraíba, contendo Selo de Inspeção Estadual (SIE).

As carcaças de frangos caipiras congeladas foram trazidas em caixas isotérmicas para o Laboratório de Pesquisa e Desenvolvimento de Produtos Cárneos da UFPB – Campus III (Bananeiras), onde se procedeu com a desossa, separação da gordura abdominal, pele e subsequente elaboração das linguiças. No Laboratório de Análises Microbiológicas de Alimentos e no Laboratório de Análise Sensorial da UFPB – Campus III foram realizadas as análises microbiológicas da matéria prima e das linguiças caipiras processadas, assim como a análise sensorial, respectivamente. As demais análises (físicas, químicas, textura) foram realizadas no Laboratório de Análise Química de Alimentos (LAQA), Laboratório de Análise de Flavour (LAF) e Laboratório de Ácidos Graxos (LAG) do Departamento de Engenharia de Alimentos, pertencente ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba – Campus I. Um detalhamento do Planejamento experimental está apresentado na Figura 1.

Figura1: Delineamento experimental.



4.2 ELABORAÇÃO DE LINGUIÇAS FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA

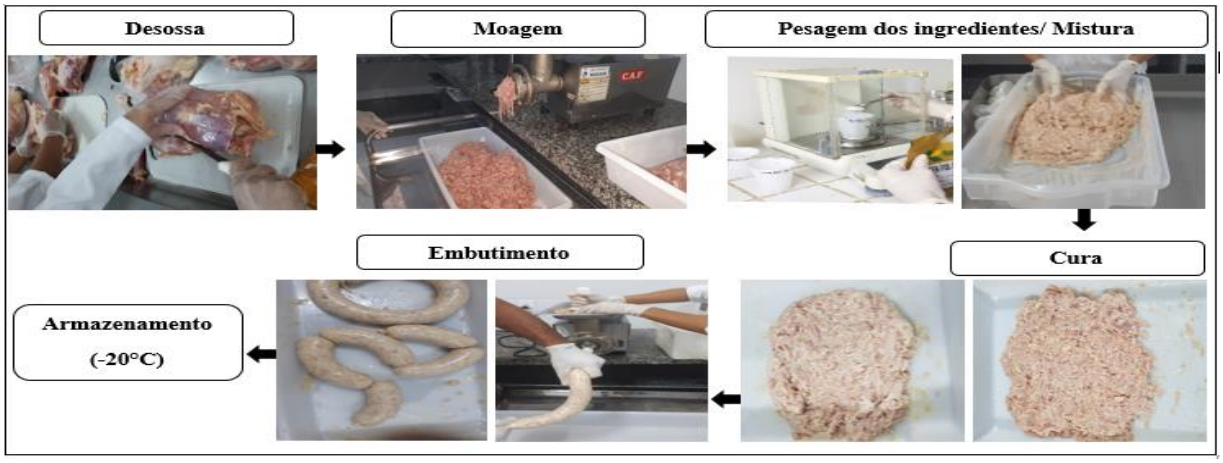
Foram elaboradas três formulações de linguiça frescal de frango caipira: linguiça de frango caipira com adição de pele de frango (LP); linguiça de frango caipira com adição de gordura abdominal de frango (LG); linguiça de frango caipira com adição de pele e gordura abdominal de frango na proporção 1:1 (LPG). As formulações estão devidamente descritas na Tabela 1.

Tabela 1 – Formulações de linguiça frescal de frango caipira elaborada com diferentes fontes lipídicas.

Ingredientes (%)	LP	LG	LPG
Carne de frango caipira	52	52	52
Gordura abdominal de frango caipira	-	30	15
Pele de frango caipira	30	-	15
Água	13	13	13
Proteína de soja	2,5	2,5	2,5
Sal	1,99	1,99	1,99
Aditivos (nitrito, nitrato, fosfatos, eritorbato de sódio, glutamato monossódico, especiarias)	0,510	0,510	0,510

A carne de frango resfriada, a pele e a gordura abdominal foram inicialmente trituradas/cominuídas em moinho e pesadas. Posteriormente, os demais ingredientes foram pesados e misturados manualmente com a carne e a fonte lipídica, procedendo-se com o preparo da massa cárnea até a obtenção de um material homogêneo. Em seguida, a massa foi submetida ao processo de cura sob armazenamento em câmara refrigerada à 4 °C por 1 hora. Finalizando o processamento efetuou-se o embutimento da massa cárnea em tripa natural de suíno. As linguiças foram então embaladas, e em seguida congeladas e armazenadas a -20 °C em freezer, até o momento das análises, realizadas nos tempos determinados de 0, 60 e 90 dias. Todo o processamento (Figura 2) foi replicado três vezes em lotes de produção independentes.

Figura 2: Fluxograma de elaboração da linguiça frescal de frango caipira.



4.3 MÉTODOS

4.3.1 Análise Microbiológica da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira

- *Microbiologia da matéria-prima:* As matérias-primas (carne, pele e gordura abdominal) utilizadas na elaboração das linguiças frescais caipira foram submetidas a análises microbiológicas quanto a presença de *Coliformes* a 45ºC, *Staphylococcus* Coagulase Positiva, *Salmonella* sp., de acordo com a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). Enfatizando que a legislação exige a análise de coliformes 45° para carne de aves e as análises de *Staphylococcus* e *Salmonella* sp. para gordura e pele.

- *Microbiologia das linguiças:* Após o processamento as três formulações de linguiças frescal caipira (LP, LG e LPG) foram submetidas as análises microbiológicas de *Coliformes* a 45ºC, *Staphylococcus* Coagulase Positiva, *Clostridium* Sulfito Redutor e *Salmonella* sp., mediante a RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

Todas as análises microbiologicas foram realizadas segundo as metodologias descritas pela American Public Health Association (APHA, 2015).

4.3.2 Caracterização físico-química da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira

- *Determinação da cor instrumental (cru e assado):* 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 Comission Internationale de L'éclairage (CIE, 2004).

- *Determinação da atividade de água (Aa):* A atividade de água foi mensurada de acordo com o método 978.18, descrito pela AOAC (2000), utilizando-se aparelho AQUALAB CX2 (Decagon Devices).

- *Determinação de pH:* Foi realizado conforme procedimento nº 947.05 descrito pela AOAC (2000). Foi pesado 10g da amostra triturada e adicionado 100 mL de água destilada a temperatura ambiente, seguida de homogeneização da amostra. Posteriormente realizou-se as leituras do valor de pH, utilizando um eletrodo de vidro acoplado a um potenciômetro digital (Modelo Q400 AS, Quimis Aparelhos Científicos Ltda., Diadema, São Paulo/SP, Brasil).

- *Medida da perda de peso por cocção (PPC):* Para essa análise, foram usadas as linguiças inteiras. As amostras foram grelhadas em forno tipo grill elétrico e monitoradas por um termopar (Modelo Tipo Espeto, Incoterm, Porto Alegre/RS, Brasil) até que o centro geométrico da amostra atingisse a temperatura interna de 75ºC, em seguida foram resfriadas até temperatura ambiente de 30 ºC. Assim, as amostras foram 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, conforme equação apresentada a seguir:

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

Pi = Peso da amostra antes do cozimento;
Pf = Peso da amostra após o cozimento.

- *Capacidade de retenção de água (CRA):* A determinação da capacidade de retenção de água seguiu a metodologia de Hamm (1960). Em uma folha de papel filtro, pesou-se 2 g da amostra e colocou-se posteriormente outra folha de papel de filtro por cima da amostra. Em seguida, o conjunto foi colocado entre duas placas de acrílico, sob um peso de 10 kg por um período de 5 minutos. Retirou-se a amostra do papel de filtro e pesou novamente. A CRA foi realizada segundo equação apresentada a seguir:

$$\%CRA = 100 - \left[\frac{(P_i - P_f)}{P_f} \times 100\right]$$

P_i = Peso da amostra antes da prensagem;

Pt = Peso da amostra após a prensagem.

- *Composição químical parcial:* Os teores de umidade, proteínas e cinzas foram determinados utilizando a metodologia descrita nos itens nº 950.46.41, 928.08 e 920.153, respectivamente, da AOAC (2000). A concentração de lipídeos foi determinada seguindo-se os procedimentos descritos por Folch; Less; Stanley (1957).

- *Determinação do teor de colágeno:* 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 3,6 μg/ml) de hidroxiprolina, sendo multiplicado pelo fator de conversão 8,0 (AOAC, 2000) para expressão dos resultados em colágeno total (%).

4.3.3 Análise do Perfil de ácidos graxos de linguiça frescal de frango caipira

Inicialmente a gordura foi extraída pelo método de Folch et al (1957). Após preparados os extratos, seguiu-se a metodologia de Hartman e Lago (1973), para esterificação dos ácidos graxos presente na gordura extraída. Uma alíquota de 5 mL do extrato lipídico com 4 mL da solução de hidróxido de potássio 2 mol/L foi aquecida em refluxo sob agitação por 4 minutos a partir do início da fervura. Após os 4 minutos, adicionou-se 7,5 mL da solução de esterificação (cloreto de amônio em álcool métilico e ácido sulfúrico), conectou-se novamente ao refluxo, a partir da fervura contou-se mais 3 minutos. Em seguida, ocorreram sucessivas lavagens do conteúdo esterificado com éter etílico e água destilada para eliminação da composição aquosa e obtenção do extrato lipídico esterificado. Os ésteres de ácidos graxos foram separados e identificados por cromatografia gasosa, utilizando-se um Cromatógrafo a gás VARIAN (430-CG, California, USA) acoplado a um detector de ionização de chama (DIC) e coluna capilar de sílica fundida (SP^{TM} – 2560, Supelco, Bellefonte, EUA) com dimensões de 100 m x 0,25 mm e 0,20 μm de espessura do filme. As vazões dos gases para o detector foram de 30 mL.min^{-1} para o hidrogênio, 25 mL.min^{-1} para o hélio e 300 mL.min^{-1} para o ar sintético. A temperatura da coluna foi programada para 100°C, seguindo para uma rampa de 2,5 °C.min^{-1} até atingir 245

°C, permanecendo por 30 minutos. O tempo total de análise foi de 88 minutos; a temperatura do detector foi mantida em 250 °C. Alíquotas de 1,0 μL do extrato esterificado foram injetadas em injetor tipo Split/Splitless (Split 1:100). 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) e os resultados expressos em (%) de área.

4.3.4 Perfil de textura (TPA) e a força de cisalhamento (FC) de linguiça frescal de frango caipira

- *Força de cisalhamento (FC):* Foi determinada nas linguiças frescais caipiras assadas a 75 °C e cortadas com 10 mm de altura. A FC foi expressa em Newton (N), onde utilizou-se o Texturômetro Universal Texture Analyser TA-TX2i (Stable Microsystems, Godalming, Surrey, UK) com célula de carga de 50 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 5 g, conforme metodologia descrita por Cavitt et al. (2004). Os dados foram analisados através do software Texture Expert for Windows 1.20 (Stable Micro Systems\TE32L\versão 6.1.4.0 Inglaterra).

- *Perfil de textura (TPA)*: Foi realizado nas linguiças frescais caipiras assadas a 75 °C e cortadas com 10 mm de altura. As medidas foram obtidas utilizando o Texturômetro TA-TX2i, acoplado com probe cilíndrico (P/25) de 6 mm nas seguintes condições: velocidade de pré-teste: 2,0 mm/s; velocidade de teste: 1,0 mm/s; velocidade de pós-teste: 5,0 mm/s; distância de compressão 5,0 mm e força de disparo: 5 g. Obteve-se assim determinações dos parâmetros de dureza, adesividade, coesividade, flexibilidade, gomosidade, mastigabilidade e resiliência, onde as medidas 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.

4.3.5 Análises de Oxidação Lipídica e Proteica linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por até 90 dias

- *Índice de Peróxido (IP):* Foi quantificado de acordo com Carvalho et al. (2002). Inicialmente foi necessário extrair gordura pelo método de Folch et al. (1957). Após anotar o volume inferior

na proveta, transferiu a mistura para um funil de separação de 150 mL. Em seguida, deixou verter a camada (clorofórmio + lipídios) para um funil pequeno com papel de filtro qualitativo contendo um pouco de sulfato de sódio anidro. Assim, 15 mL do filtrado juntamente com 22,5 mL de ácido acético concentrado e 0,75 mL da solução de iodeto de potássio foram misturados em erlenmeyer, onde agitou-se e deixou em repouso por 1 minuto em local escuro. Após este tempo, adicionou 22,5 mL de água destilada e 3 mL de solução de amido 1%. O procedimento foi finalizado com a titulação da mistura com tiossulfato de sódio. O índice de peróxido foi expresso em $mEqO_2/kg$.

- *Substâncias Reativas ao Ácido 2-Tiobarbitúrico (TBARS):* O número de TBARS foi medido utilizando-se o método proposto por Rosmini et al. (1996) com adaptações. Foi adicionado às amostras (2,5 g) 5 mL de ácido tricloroacético (TCA) 10% e 2,5 mL de água destilada em tubos tipo Falcon de 15 mL. Os tubos foram agitados durante 5 minutos para promover a extração das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS). Em seguida, os tubos foram centrifugados por mais 5 minutos a 3500 G. O sobrenadante foi filtrado e adicionado a 5 mL de ácido tiobarbitúrico (TBA) 0,02 M. A mistura foi aquecida em banho maria a 100 ºC durante 35 min. Em seguida, os tubos foram resfriados e a absorbância da mistura foi lida a 532 nm contra um branco contendo 5 mL de TCA 10% e 5 mL de TBA 0,02 M. Uma curva padrão de 1,1,3,3-tetrametoxipropano (TMP) foi utilizada para quantificação do número de TBARS, variando a concentração de 0,3 a 2,1 μg/mL. Os resultados foram expressos em miligramas de malonoaldeído (MDA) por quilogramas de amostra.

- *Índice de P-anisidina (IpA):* O índice de para-anisidina foi determinado conforme método adaptado determinado pela IUPAC (1987). As frações lipídicas foram diluídas em iso-octano. A primeira absorbância (A_1) foi verificada a 350 nm utilizando o iso-octano como branco. 1 mL de para-anisidina (2,5 $mg.mL^{-1}$) foi adicionada à 5 mL da mistura (amostra + iso-octano), seguida de homogeneização e repouso em local escuro durante 10 minutos. Foi realizado uma segunda leitura de absorbância (A_2) a 350 nm, utilizando a mistura iso-octano + para-anisidina como branco. O índice de para-anisidina (IpA) foi calculado a partir da Equação: $[IpA = 25*[1,2*(A_2 - A_1) / m]$, onde "m" é a massa lipídica.

- *Dienos conjugados:* Para quantificação de dienos conjugados utilizou-se a metodologia da IUPAC (1992). A princípio pelo método de Folch; Less; Stanley (1957) obteve-se extratos lipídicos que foram transferidos para um balão de 50 mL completando o volume com Iso-

octano. Em seguida transferiu-se as amostras para as cubetas de quartzo e realizou-se as leituras em espectrofotômetro a 234 nm, utilizando o iso-octano como **Branco** para zerar o espectrofotômetro. O valor de dienos conjugados foi obtido através da equação E (234) = (A_λ/(C*d)) onde A_λ = Absorbância da amostra no comprimento de onda de 234 nm, C = Concentração da amostra g/100 mL e d = distância do caminho ótico da cubeta.

- *Quantificação dos Compostos Carbonílicos:* As carbonilas totais foram determinadas por meio do método dinitrofenilhidrazina (DNPH) descrito por Oliver (1987). Alíquota de 1,0 g de amostra foi homogeneizado com 10,0 mL de tampão Na3PO4 (fosfato de sódio) 20 mols/L e NaCl (cloreto de sódio) 0,6 mol/L, pH 6,5 (1:10). A partir deste homogeneizado, duas alíquotas de 150 μL de cada amostra foram colocadas em tubos Eppendorf de 2 mL correspondentes: uma foi tratada para a quantificação de proteínas e a outra para a quantificação de carbonilas. As proteínas foram então precipitadas pela adição de 1 mL de ácido tricloroacético a 10% (TCA) frio, seguido de centrifugação a 4 ° C durante 5 minutos a 5000 G e os sobrenadantes foram rejeitados. Para a determinação dos compostos carbonilas, adicionou-se 1 mL da solução de HCl 2 mol/L com 0,2% de DNPH aos sedimentos. Para a determinação de proteínas, adicionou-se 1 mL de HCl 2 mols/L às pastilhas. Após incubação à temperatura ambiente por 1 h, as proteínas foram novamente precipitadas com 1 mL de TCA a 10% frio, seguido de centrifugação a 4 ° C durante 10 minutos a 10000 G e lavadas duas vezes com 1 mL de etanol/acetato de etila (1:1 v / v) e evaporado o resíduo de solvente com gás nitrogênio a baixa pressão, sendo os sedimentos dissolvidos em 1,5 mL de tampão Na3PO4 20 mmol/L, pH 6,5, adicionado com hidrocloreto de guanidina 6 mol/L. A quantidade de carbonílicos foi expressa em nmoles de carbonílicos por mg de proteína, usando um coeficiente de extinção molar de hidrazonas (21,0 nM^{-1} cm^{-1}) com leituras da absorbância a 370 nm. A leitura foi realizada em espectrofotômetro (Q798U, Quimis, São Paulo, Brasil) com comprimento de onda de 370 nm para compostos carbonílicos e 270 nm para concentração de proteína.

4.3.6 Análise de aceitação do aroma e degradação da cor de linguiça frescal de frango caipira, armazenada sob congelamento por até 90 dias

As linguiças de frescal de frango caipira congeladas foram analisadas sensorialmente em relação aos parâmetros de aroma e cor, para tanto foi utilizado o teste de aceitação, cuja ficha se encontra no Apêndice 1.

A avaliação contou com a participação de 87 julgadores não treinados, sendo alunos e funcionários da Universidade Federal da Paraíba, Campus III. Na aplicação do teste de aceitação, avaliou-se os atributos de cor e aroma utilizando uma escala hedônica de nove pontos, sendo o número 1 “desgostei extremamente” e o número 9 “gostei extremamente”.

A linguiça frescal de frango caipira foi submetida a tratamento térmico em chapa (CKSTGR 3007, Oster, China) previamente aquecida a 175 °C durante 12 minutos aproximadamente, até atingir 75 °C no seu interior.

Para aceitação do aroma, 5 g de cada amostra triturada foram dispostas em tubos envoltos por papel alumínio selados de acordo com método descrito por Ferreira et al. (2016).

Em relação ao atributo cor, cilindros de linguiças (2,5 cm de diâmetro e 1,0 cm de altura) foram apresentados aos provadores para avaliação visual, sendo servidos em copos plásticos de 50 mL identificados aleatoriamente com 3 dígitos.

As amostras foram oferecidas, juntamente com um recipiente contendo grãos de café para limpar o olfato.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O software utilizado para realizar os testes estatísticos foi o IBM SPSS Statistics 2.3. Para avaliar os efeitos entre as fontes lipídicas (pele e gordura abdominal) aplicou-se o teste t de Student, já para avaliar os efeitos das formulações das linguiças utilizou-se Análise de Variância (ANOVA) unidirecional. A ANOVA bidirecional foi utilizada para avaliar o efeito do tempo *versus* formulação nas linguiças e os dados das análises sensorial. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey considerando um nível de significância de $p < 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA MATÉRIA-PIMA (CARNE, PELE E GORDURA ABDOMINAL) E DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA

Os Na Tabela 2 estão apresentados os dados referentes às análises de composição química da pele, gordura abdominal e linguiças frescais de frango caipira. Observou-se diferença significativa ($p < 0,05$) na composição centesimal das fontes lipídicas utilizada para elaboração das linguiças frescais de frango caipira. No entanto, os teores de cinzas não apresentaram diferença estatística significativa ($p > 0,05$).

A carne de frango caipira apresentou valores numéricos médios de 76,35 g/100g para umidade, 0,78 g/100g para cinzas, 17,81 g/100g para proteína, 4,22 g/100g para gordura e 0,33 g/100g para colágeno, no qual se destacou nos elevados teores de proteína e gordura; enquanto que a pele é uma excelente fonte de colágeno, com valores intermediários de proteína e umidade. A gordura abdominal se destacou com valores superiores a 70% no teor de gordura.

Takahashi et al. (2012) estudando a composição química de carne de frango caipira de 4 linhagens (tipo colonial de linhagens Ross, Pescoço Pedrês, Pescoço Pelado e Caipirinha) submetidos a dois tipos de criação, observou teores de umidades inferiores (71,61 e 72,73%) aos encontrados na carne do frango pesadão vermelho do presente estudo. Semelhante comportamento foi reportado por Faria et al. (2009) e Faria et al. (2012) analisando os efeitos entre linhagens (pescoço pelado e paraíso pedrês), sexo, idade de abate (65, 75, 85 e 95 dias) e do uso de alimentos alternativos em rações de frangos caipira, reportando valores de umidade inferiores (73,4 a 74,6 g/100g) aos do presente estudo (76,35 g/100g); estes autores relataram um efeito direto da alimentação e idade de abate na umidade da carne de frango caipira.

Wen et al (2017) pesquisando o efeito do uso da metionina na qualidade química de peitos de frangos caipira e peitos de frango comercial, observaram que os teores de umidade (72,5 a 73,5 g/100g), cinzas (2,57 a 2,61 g/100g) e proteínas (23, 5 a 23,9 g/100g) não variaram entre as duas linhagens (caipira e comercial); comportamento este também observado por Fanatico et al. (2005) ao estudar o peito de frango caipira e comercial. Fanatico et al. (2007) reportaram também que frango criados em sistemas abertos apresentaram peito com maior teor de proteínas em relação a frangos criados em galpões (sistema fechados), em decorrência do exercício de sistemas abertos que contribuem a um maior desenvolvimento de músculos e consequentemente maiores teores de proteínas musculares.

Em geral, observa-se que os valores de composição da carne de frango caipira variam entre os parâmetros estudados; no presente estudo a carne de frango caipira apresentou valores de proteína, cinzas e gorduras próximos aos reportados por Fanatico et al. (2007) que avaliaram o efeito do genótipo e das dietas de frangos caipiras e comerciais. No entanto, as concentrações do presente estudo, foram superiores aos teores de gordura e umidade reportados por Faria et al. (2009), Faria et al. (2012) e Wen et al. (2017), os quais pesquisaram a composição de peitos de frangos caipiras; apenas os teores de cinzas de peitos de frango caipira utilizados na elaboração de linguiças foram inferiores aos da literatura.

No que diz respeito à composição química das linguiças frescal de frango caipira (Tabela 2), observa-se que as formulações adicionadas de pele sobressaíram-se significativamente ($p < 0,05$) nos teores de umidade, proteína e colágeno; a formulação adicionada de gordura abdominal (LG) apresentou maior teor de lipídios, o que era aguardado.

O maior percentual de umidade nas formulações com pele apresenta tendências que estão em acordo com estudos realizados por Lima (2016), ao constatar que a adição de colágeno em linguiças de frango como substituto de gordura favoreceu a uma menor perda de umidade.

Observou-se ainda que as três formulações de linguiças frescal de frango caipira apresentaram teores de umidade em acordo com a legislação brasileira, isto é abaixo do máximo de 70% permitido (BRASIL, 2000).

Os elevados teores de proteínas nas formulações LP e LPG resultaram provavelmente da adição da pele em sua formulação (TAVARES, 2016). Segundo Li et al. (2013), 30% da composição proteica da pele de frango é representado por colágeno; o que justifica a maior concentração desse componente nas linguiças adicionadas de pele em sua formulação (LP: 0,65 g/100g e a LPG: 0,34. g/100g). No que diz respeito aos teores de proteínas, observou-se que apenas as formulações elaboradas atenderam ao limite mínimo preconizado pela legislação, isto é, de 12% de proteína (BRASIL, 2000).

O conteúdo de cinzas não apresentou variação entre as três formulações de linguiça frescal de frango caipira, não sendo significativamente diferentes ($p > 0,05$).

Os teores de gordura apresentaram discrepância nos resultados, ocasionando diferença significativa ($p < 0,001$) entre as três formulações. As formulações LG e LPG alcançaram valores de 22,98 g/100g e 16,75 g/100g, respectivamente. Para os teores de gordura as três formulações atenderam a legislação, isto é, valores abaixo do máximo de 30% (BRASIL, 2000); as formulações LP e LPG apresentaram aproximadamente teores de gordura 50% inferior ao máximo permitido. O valor de gordura obtido pela linguiça LP, se mostrou próximo aos resultados reportados por Polizer Rocha et al. (2019), que ao avaliar os efeitos da substituição

da carne de frango comercial por carne de galinha poedeira na elaboração de linguiças frescal, encontrou teor de 13,17% para a formulação que continha 100% de carne de galinha poedeira.

Comparando os valores de linguiça frescal de frango caipira com linguiças frescal de frango comercial, reportados por Madruga et al (2019); Araújo et al. (2018) observaram que linguiças produzidas com frango caipira apresentaram maior teor de lipídeos (frango caipira: 18,2 g/100g e frango comercial: 7,1 g/100g) e menor teor de proteínas (frango caipira: 12,25 g/100g e frango comercial: 16,6 g/100g).

Tabela 2: Composição química (média ± desvio padrão) das fontes lipídicas (pele e gordura abdominal) e das linguiças frescais de frango caipira elaboradas com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura

Matéria-prima	Umidade[1*]	Cinzas*	Proteínas*	Gordura*	Colágeno*
Pele	36,85 ± 2,57^{a}	0,28 ± 0,64	8,16 ± 1,25^{a}	44,59 ± 2,25^{b}	1,31 ± 0,03^{a}
Gordura abdominal	25,21 ± 4,59^{b}	0,19 ± 0,10	2,51 ± 0,57^{b}	72,32 ± 1,62^{a}	0,52 ± 0,01^{b}
Linguiças de frango					
LP	62,94 ± 0,46^{b}	1,91 ± 0,06	12,89 ± 0,88^{a}	14,24 ± 0,71^{c}	0,65 ± 0,17^{a}
LG	57,66 ± 0,27^{c}	2,20 ± 0,17	11,60 ± 0,33^{b}	23,43 ± 0,99^{a}	0,21 ± 0,01^{c}
LPG	64,23 ± 0,37^{a}	1,98 ± 0,28	12,26 ±0,36^{ab}	16,92 ± 0,64^{b}	0,34 ± 0,01^{b}

[1]Médias com letras diferentes dentro de uma mesma coluna apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), pelo Teste de Tukey; * = g/100g; LP = Linguiça com adição de pele de frango caipira; LG = Linguiça com adição de gordura abdominal de frango caipira; LGP = Linguiça com adição de pele e gordura abdominal de frango caipira.

5.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA, PERFIL DE TEXTURA (TPA) E FORÇA DE CISALHAMENTO (FC) DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA

Na Tabela 3 estão apresentados os dados físico-químicos das linguiças de frango caipira, juntamente com os dados da linguiça de frango comercial/padrão, analisados em conjunto com as demais formulações durante a pesquisa. As três formulações de linguiças de frango caipira apresentaram diferenças significativas ($p < 0,001$) quanto aos parâmetros físico-químicos de PPC, L_{cru}*, b_{cru}*, a_{assado}* e b_{assado}*. Os parâmetros de pH, Aa e CRA não apresentaram diferenças significativas ($p > 0,05$) entre as formulações de linguiça frescal de frango caipira.

Tabela 3: Parâmetros físico-químicos (média ± desvio padrão) de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.

Parâmetros	LP[1]	LG	LPG	Sig.[2]
pH	6,38 ± 0,03	6,34 ± 0,04	6,35 ± 0,02	ns
Aa	0,97 ± 0,00	0,96 ± 0,00	0,96 ± 0,00	ns
PPC (%)	32,32 ± 1,00^{b}	41,14 ± 1,68^{a}	40,17 ± 1,07^{a}	***
CRA (%)	27,81 ± 1,68	30,97 ± 0,93	28,87 ± 1,85	ns
L_{cru}*	74,17 ± 0,37^{a}	65,14 ± 0,87^{c}	68,34 ± 0,72^{b}	***
a_{cru}*	1,96 ± 0,75	1,76 ± 0,25	2,16 ± 0,46	ns
b_{cru}*	16,23 ± 0,46^{a}	14,90 ± 0,57^{b}	16,44 ± 0,24^{a}	***
L_{assado}*	54,30 ± 3,15	51,96 ± 0,49	54,84 ± 0,56	ns
a_{assado}*	12,48 ± 0,82^{a}	9,28 ± 0,63^{b}	8,40 ± 0,87^{b}	***
b_{assado}*	25,57 ±0,40^{ab}	26,26 ± 1,88^{a}	23,37 ± 0,88^{b}	**
FC (N)	9,82 ± 0,58	9,28 ± 0,36	9,41 ± 0,62	ns
Dureza (N)	60,37 ± 10,82	50,02 ± 16,41	61,35 ± 6,28	ns
Adesividade (g.sec)	-0,43 ± 0,52	-0,46 ± 0,46	-0,38 ± 0,45	ns
Elasticidade	0,88 ± 0,14	0,87 ± 0,01	0,90 ± 0,003	ns
Coesividade	0,67 ± 0,03	0,65 ± 0,03	0,72 ± 0,04	ns
Gomosidade	40,48 ± 8,73	39,80 ± 2,84	35,86 ± 2,25	ns
Mastigabilidade	35,92 ± 8,16	34,56 ± 2,85	32,69 ± 12,00	ns
Resiliência	0,24 ± 0,02	0,21 ± 0,02	0,30 ± 0,02	ns

[1]LP: linguiça adicionada de pele de frango caipira; LG: linguiça adicionada de gordura de frango caipira; LPG: linguiça adicionada de pele e gordura de frango caipira;
** $p \leq 0,01$ existe uma diferença significativa a 1% de diferença entre os produtos; *** $p \leq 0,001$ existe uma diferença significativa a 0,1% de diferença entre os produtos; ns não existe diferença significativa entre os produtos.

As linguiças frescal de frango caipira adicionadas de gordura abdominal apresentaram valores de PPC superiores (LG:41,14% e LPG:40,17%), aos da formulação adicionada apenas de pele (32,32%) que teve menor perda devido provavelmente a maior quantidade de proteina e colágeno presentes em sua composição, o que promoveu uma maior interação e retenção da água livre com os componentes proteicos. Fanatico et al. (2007) reportaram que PPC foram mais intensas em files de frango caipira, comparados com files de frango comercial.

Berri et al. (2005) encontraram que frango de crescimento lento (tipo caipira) em comparação com frangos de crescimento rápido (comercial), quando abatidos nas mesmas

condições apresentava melhor CRA (caipira), medido pela perda por gotejamento, do que o frango comercial. Os autores concluíram que peitos de frango comercial (de maior peso) apresentavam baixa qualidade para o processamento.

De acordo com Mantovani et al. (2011), os valores de pH para produtos cárneos situam-se entre 5,2 a 6,2. Dessa forma, as linguiças de frango caipira do presente estudo apresentaram valores acima dos referenciados na literatura (6,34 a 6,38). Ressalta-se que o valor do pH tem grande importância nos produtos cárneos, pois, influencia diretamente na microbiota do produto, no estado de conservação, além de ser um importante fator para determinação da cor (ALMEIDA, 2005).

Em geral o pH afeta diretamente a CRA, e valores de pH baixos em carne são associados com baixa CRA e funcionalidade (Fanatico et al., 2007), enquanto que um pH elevado é associado a uma vida de prateleira reduzida, assim os valores de pH das linguiças frescal de frango caipira por apresentarem valores de pH > 6,3 podem contribuir com um maior crescimento microbiano nas linguiças.

Os valores de Aa foram constantes (0,96 a 0,97) não apresentaram diferença significativa ($p>0,05$) entre as linguiças analisadas, o que era esperado por trata-se de um produto não cozido ou submetido a algum processamento que alterasse a água livre ou fracamente ligada do produto.

A cor é um dos parâmetros que influencia diretamente na escolha do produto pelo consumidor, as linguiças foram avaliadas quanto aos parâmetros de cor nas condições de produto cru e cozido, isto é após o processo de cocção. Nas linguiças cruas uma maior luminosidade foi detectada na LP (74,17). O parâmetro b* apresentou uma tendência para tonalidade amarela mais intensa nas formulações adicionadas de pele (LP: 16,23 e LPG: 16,44). O parâmetro a*, que indica coloração vermelha, não apresentou diferença significativa entre as formulações ($p > 0,05$), porém apresentaram maior intensidade de vermelho, justificada provavelmente pela maior presença de mioglobina da carne de frango caipira; mesmo comportamento foi observado para a intensidade de amarelo (bcru*).

Após serem submetidas ao processo de cocção as linguiças apresentaram valores de luminosidade decrescidos, embora as intensidades de vermelho e amarelo tenham se mostrado superiores aos das linguiças cruas. Nas linguiças assadas observou-se tendência à coloração vermelha e tonalidade mais intensa na formulação LP. O tratamento térmico pode ter desencadeado reações que formaram compostos de coloração escura, como a reação de Maillard, e associado com o sal de cura pode ter intensificado a formação de nitrosohemocromo. De acordo com Estévez e Cava (2004) e Ganhão et al. (2010), fatores como a perda de

cozimento e concentração de outros componentes da carne, além da desnaturação/oxidação de pigmentos heme e outras proteínas de carne, também podem desencadear alterações dos parâmetros de cor.

A textura dos alimentos é um parâmetro sensorial que possui atributos primários e secundários. Dentre todos os atributos, a maciez é considerada o fator mais importante para o consumidor, para julgar a qualidade da carne. Os resultados da FC e dos parâmetros do perfil de textura (TPA) não apresentaram diferenças significativas ($p>0,05$) entre as formulações (Tabela 3). Contudo é possível observar que as linguiças de frango caipira necessitam de uma menor aplicação de força para o processo de rompimento (FC), quando comparadas a linguiça padrão.

Diversos outros fatores são capazes de influenciar o TPA e FC de um produto, como por exemplo, a idade de abate do animal, métodos de cozimento empregados, reações de oxidação ou ainda redução no teor de umidade (SCHNEIDER et al., 2012; FERREIRA et al., 2018). Sabendo que as aves foram abatidas em idade adequada (BRASIL, 1998), o método de cocção foi igual para todos os tratamentos e que a composição química variou entre as três formulações (umidade, gordura e proteína) era esperado que houvesse diferença significativa nos parâmetros de FC e TPA das linguiças analisadas.

5.3. PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA.

Foram identificados nas linguiças frescal de frango caipira 11 ácidos graxos, sendo 3 saturados, 2 monoinsaturados e 6 polinsaturados (Tabela 4). No geral, as linguiças frescais de frango caipira apresentaram teores de ácidos graxos semelhantes. Os ácidos graxos que apresentaram maiores % de área foram os ácidos palmítico (C16: 0), esteárico (C18:0), palmitóleico (C16:1n7), oléico (C18:1n9) e linoléico (C18:2n6), onde juntos representam aproximadamente 80% da área total dos ácidos graxos. Os ácidos palmítico, oléico, y-linolênico, dihomo-γ-linolênico e linoleico, foram os ácidos graxos que demonstraram diferenças estatísticas entre as três formulações de linguiça, porém apenas os ácidos oleico, y-linolênico e DHA mostraram porcentagens de áreas iguais estatisticamente na LP e LG.

Dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) detectados, o ácido oléico (C18:1n9) destacou-se entre os demais, apresentando uma porcentagem de área média de aproximadamente 40%. Lee e Foglia (2000b) enaltecem que os ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), principalmente o ácido oléico e seus isômeros são os desejáveis devido aos benefícios que podem trazer a saúde. Entre os polinsaturados (PUFA) o linoléico (C18:2n6) se apresentou

em maior abundância, cerca de 16%, sendo a linguiça LPG adicionada de pele e gordura quem obteve maior porcentagem de área para os ácidos oléico (41,16%) e linoléico (16,70%). Yashodhara et al. (2009) relataram que ácidos graxos polinsaturados tem propiciado efeitos benéficos na aterosclerose, trombose, diabetes, hiperlipidemias e pressão arterial.

Tabela 4: Perfil de ácidos graxos (% de área) de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.

Ácido Graxo		LP	LG	LPG	Sig (p)
C 14:0	Mirístico	0,88±0,00	0,80±0,17	1,00±0,03	ns
C16:0	Palmítico	27,05±0,04^{b}	27,93±0,05a	25,19±0,20^{c}	***
C18:0	Esteárico	6,39±0,13	6,80±0,05	6,49±0,10	ns
C16:1n7	Palmitoleico	6,32±0,06	6,17±0,05	6,18±0,07	ns
C18:1n9	Oleico	39,79±0,38^{b}	39,99±0,15^{b}	41,16±0,07^{a}	*
C18:2n6	Linoleíco	16,57±0,19^{a}	15,48±0,02^{b}	16,70±0,07^{a}	**
C18:3n6	γ-linolênico	0,14±0,00^{ab}	0,14±0,00^{b}	0,16±0,01^{a}	*
C18:3n3	α- linolênico	0,71±0,00	0,65±0,03	0,73±0,16	ns
C20:4n6	Aracdônico	0,01±0,00	0,02±0,00	0,02±0,02	ns
C20:3n6	dihomo-γ-linolênico	0,14±0,01^{b}	0,12±0,00^{b}	0,17±0,01^{a}	*
C22:6n3	DHA	0,04±0,00	0,04±0,00	-	ns
Σ AGS		35,17±0,09^{b}	36,32±0,20^{a}	33,67±0,20^{c}	***
Σ AGMI		47,02±0,28^{b}	47,06±0,20^{b}	48,39±0,05^{a}	**
Σ AGPI		17,77±0,19^{a}	16,59±0,01^{b}	17,91±0,14^{a}	**

Médias com letras diferentes dentro de uma mesma linha apresentaram diferença significativa ($p<0,05$), pelo Teste de Tukey. *$p \leq 0,05$ existe uma diferença significativa a 5% de diferença entre os produtos; ** $p \leq 0,01$ existe uma diferença significativa a 1% de diferença entre os produtos; *** $p \leq 0,001$ existe uma diferença significativa a 0,1% de diferença entre os produtos; ns não existe diferença significativa entre os produtos.Σ AGS=Somatório dos ácidos graxos saturados; Σ AGMI=Somatório dos ácidos graxos monoinsaturados; Σ AGPI= Somatório dos ácidos graxos polinsaturados.

A maior quantidade de ácidos graxos polinsaturados (PUFA) estão contidos nas formulações de linguiças que possui pele (LP e LPG), o que as tornam mais susceptíveis a oxidação (DALZIEL et al., 2015). Tavares (2016) em seus estudos relata que a maior quantidade de ácidos graxos insaturados principalmente os ácidos oléico (C18:1) e linoleico (C18:2) propicia a ocorrência dessas reações oxidativas.

5.4. QUALIDADE MICROBIOLÓGICA DA MATÉRIA-PRIMA (CARNE, PELE E GORDURA) E DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA

Os valores referentes às contagens microbiológicas da matéria-prima e das linguiças frescais de frango caipira, mostram que carne, pele, gordura abdominal e linguiças não se apresentaram em conformidade com os limites estabelecidos pela RDC N° 12, de 2 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001), conforme reportado na Tabela 5.

Os resultados microbiológicos da carne, pele e gordura abdominal de frango caipira apresentaram elevadas contagens para Coliformes a 45°, *Staphylococcus* Coagulase Positiva, além de confirmar a presença de *Salmonella* sp.

É importante salientar, que durante o processo de abate, as carcaças de frango são imersas em água com o intuito de reduzir o índice de crescimento bacteriano, contudo, este procedimento também é responsável por gerar contaminação cruzada entre as carcaças, podendo este ser um dos motivos mais prováveis para a contaminação da matéria-prima do frango caipira. A não aplicação de práticas de biossegurança no campo, durante a criação e manejo das aves, também pode ter contribuído com a elevada contagem microbiana da matéria-prima, fazendo-se necessário a aplicação de um diagnóstico junto aos produtores.

Nas análises microbiológicas das linguiças frescais de frango caipira observaram-se também resultados superiores aos permitidos pela legislação vigente para Coliformes a 45°, *Staphylococcus* Coagulase Positiva e presença de *Salmonella* sp. Apenas os valores de *Clostridium* Sufito Redutor mostraram-se dentro dos padrões legais vigentes para as linguiças frescal de frango caipira (Tabela 5). Enfatiza-se que a presença de *Salmonella* sp. nas matérias-primas e também nas linguiças elaboradas é um fato a se preocupar, devido a patogenicidade da bactéria. Os resultados microbiológicos indicam uma necessidade urgente de aplicação de boas práticas de processamento na unidade de abate do frango caipira.

Tabela 5: Contagem microbiana da matéria-prima e de linguiça frescal de frango caipira elaborada com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura.

Microbiologia da Matéria-prima do frango caipira				
Parâmetros	RDC Nº12/2001	Carne de frango	Pele de frango	Gordura Abdominal de frango
Coliformes a 45º (NMP/g)	10^{4*}	>1100	>1100	>1100
Staphylococcus Coagulase Positiva (UFC/g)	3 x 10^{3}**	1,79 x 10^{5}	4,5 x 10^{6}	3,4 x 10^{6}
Salmonella sp.	-	pre	pre	pre
Microbiologia das Linguiças Frescais de Frango Caipira				
Parâmetros	RDC Nº12/2001	LP	LG	LPG
Coliformes à 45° (NMP/g)	5 x 10^{3}	>1100	>1100	>1100
Staphylococcus Coagulase Positiva (UFC/g)	5 x 10^{3}	1,06 x 10^{6}	7,5 x 10^{5}	8,1 x 10^{5}
Clostridium Sufito Redutor (UFC/g)	5 x 10^{3}	<1 x 10^{3}	<1 x 10^{3}	<1 x 10^{3}
Salmonella sp.	-	pre	pre	pre

NMP/g = número mais provável; UFC/g = unidades formadoras de colônia/g; (–): ausente; (pre): presença.
LP = Linguiça caipira com adição de pele de frango; LG = Linguiça caipira com adição de gordura abdominal de frango; LPG = Linguiça caipira com adição de pele e gordura abdominal de frango.

5.5 ESTABILIDADE OXIDATIVA DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA ARMAZENADAS SOB CONGELAMENTO

A oxidação é um processo que compromete à qualidade sensorial e à segurança dos produtos cárneos podendo afetar tanto os lipídios quanto as proteínas (ESTÉVEZ, 2011). O processo da oxidação lipídica e proteica avaliada nas linguiças ao longo dos 90 dias de armazenamento sob congelamento estão apresentados na Figura 3.

Os valores de índice de peróxidos (≤ 4 mEqO2/kg) nas linguiças frescal de frango caipira, apresentaram-se abaixo do nível de percepção da rancidez ao longo do período de armazenamento (Figura 3A); Cagdas e Kumcuoglu (2015) referenciam este limite como sendo ≥ 10 mEqO2/kg. Observou-se que no primeiro dia de armazenamento a formulação LG apresentou maiores quantidades de peróxidos (3,93 mEq/kg), as quais foram significativamente diferentes dos valores encontrados nas formulações adicionadas de pele (LPG: 2,64 mEq/kg e

LP 2,60 mEq/kg), observando-se que estas não diferiram significativamente entre si ($p > 0,05$). Ao longo do armazenamento houve um decréscimo na concentração de peróxidos nas três formulações; no entanto, não foram observadas diferenças estatísticas ($p > 0,05$) nos valores de índice de peróxido a partir do 60° dia de vida de prateleira. Este decréscimo pode estar relacionado à degradação dos hidroperóxidos em produtos secundários da oxidação. Zago (2018) em seu estudo sobre a estabilidade oxidativa de linguiça toscana adicionada com extrato liofilizado de romã armazenado sob refrigeração a 5°C durante trinta dias, reportou valores de índices de peróxidos que variaram entre 1,02 e 10,16 mEq/kg. Soares (2012) verificou não haver tendência à estabilização do índice de peróxidos (11,04 a 13,61 mEq/kg da amostra) no 28° dia de armazenamento, ao avaliar a linguiça tipo Toscana armazenada em diferentes embalagens.

Os valores de TBARS (Figura 3B) que indicam que a presença do malonaldeído, composto secundário formado do processo de oxidação dos lipídeos (ALMEIDA-COUTO; CESTARI, 2017), variaram de 0,33 a 1,01 mg/kg de produto, estando de acordo com os limites pré estabelecidos para que não haja percepção da rancidez; Campo et al. (2006) definem que tais limites variam entre 2 e 3 mg/kg de produto para percepção do ranço.

A Figura 3B, mostra que aos 60 dias de armazenamento as fontes lipídicas (pele e gordura abdominal) empregadas não apresentaram influência na formação do malonaldeído (MDA). Entretanto, aos 90 dias as formulações apresentaram um incremento significativo na concentração do MDA, onde a formulação LG apresentou maior valor deste composto diferindo significativamente ($p < 0,05$) das demais linguiças. A linguiça LP não sofreu um processo oxidativo intenso em relação as formulações adicionadas de gordura, provavelmente devido ao colágeno presente na pele, que apresentou ação protetora à molécula de gordura, reduzindo esse processo de oxidação lipídica.

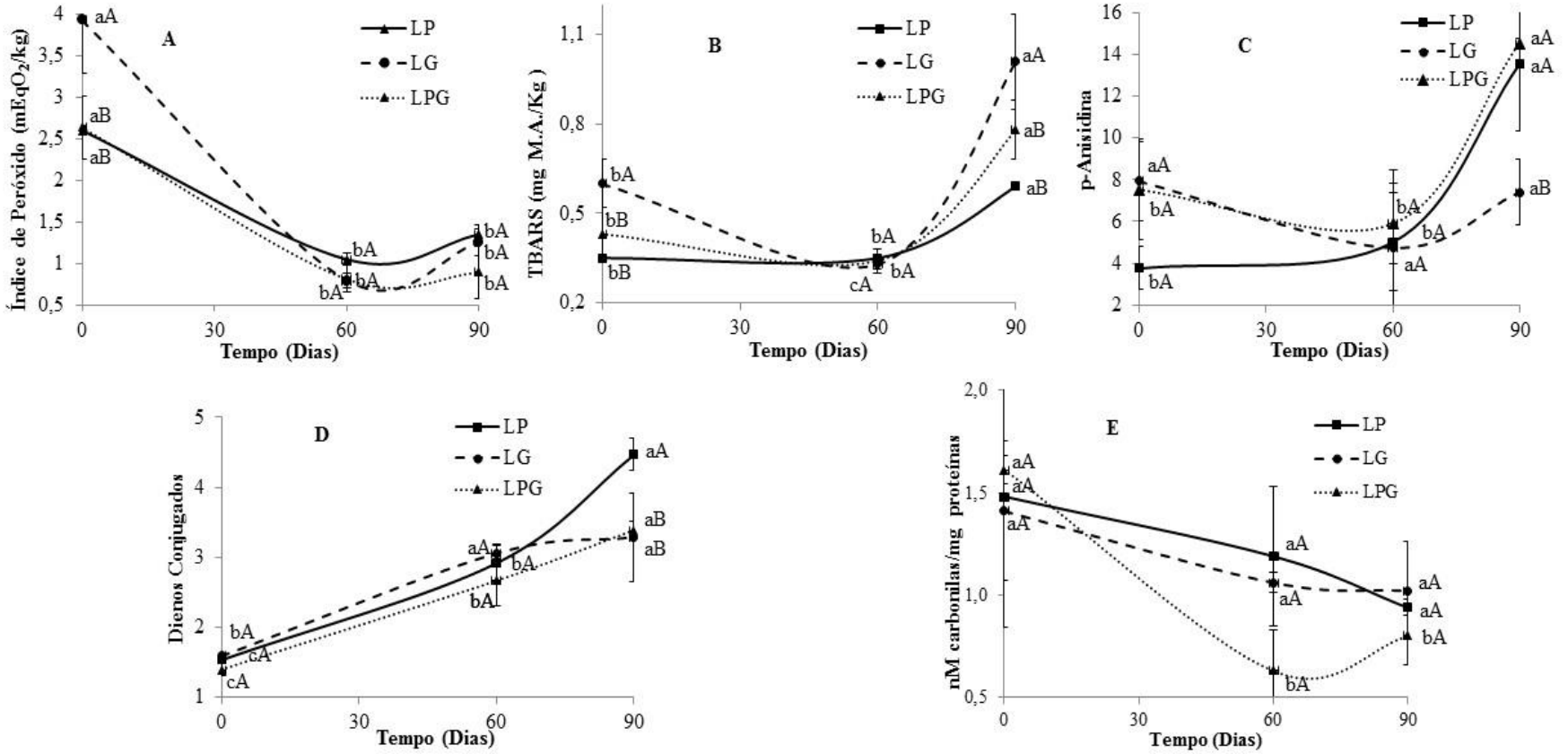
A linguiça LP mostrou-se mais susceptível a formação p-anisidina (Figura 3C) e de dienos conjugados (Figura 3D) do que a formação de malonaldeído (Figura 3B), no entanto, um comportamento inverso foi observado pela linguiça LG. Este fato ocorreu devido à composição de ácidos graxos que a pele e a gordura abdominal apresentam, uma vez que a pele dispõe de um maior conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados (DALZIEL et al., 2015).

Na análise de índice de p-anisidina, também utilizada para quantificação de compostos secundários formados da oxidação dos lipídeos, observou-se que nos tempos 0 e 60 dias as formulações de linguiças frescal caipira não diferiram significativamente ($p > 0,05$) (Figura 3C). Aos 90 dias, a formação de aldeído aumentou consideravelmente e a formulação LG mostrou-se estatisticamente diferente das demais. Logo, este aumento da formação de

compostos secundários pode estar atrelado à redução dos compostos primários que se mostrou menor neste mesmo tempo (90 dias). Estudos realizados por Cagdas e Kumcuoglu (2015), mostraram que o período em que ocorre a oxidação lipídica pode variar de acordo com a composição do produto cárneo, onde obtiveram crescente formação de aldeídos ao longo de cinco meses de armazenamento a -18 °C.

Na Figura 3E estão apresentados os resultados de avaliação do processo de oxidação das proteínas nas três formulações elaboradas. Aminoácidos alcalinos como a lisina, arginina e prolina são muito suscetíveis a espécies reativas de oxigênio. A formação de compostos carbonílicos tem sido descrita como uma das maiores alterações nas proteínas oxidadas (SOLADOYE et al., 2015). Esses compostos são formados em carnes e produtos cárneos com aplicação de tratamento térmico como resultado da desaminação oxidativa dos aminoácidos supracitados na presença de metais de transição como o ferro (ESTÉVEZ, 2011; ARCANJO et al, 2019). De modo geral, neste estudo no primeiro dia de armazenamento não foram detectadas diferenças significativas entre as linguiças; porém, uma redução foi observada ao longo do armazenamento, onde aos 90 dias a linguiça LPG (0,80 nM carbonila/mg proteínas) mostrou-se ter uma maior estabilidade nesse processo oxidativo quando comparada as linguiças LP (0,94 nM carbonila/mg proteínas) e LG (1,02 nM carbonila/mg proteínas). Possivelmente esta redução dos compostos carbonílicos pode estar atrelada a formação de outros compostos considerados marcadores de oxidação de proteínas, como as bases de Schiff, pois são formadas como resultado da reação entre proteínas carbonilas e grupos amino livres de aminoácidos alcalinos (isto é, lisina) (ESTÉVEZ, 2011).

Figura 3: Parâmetros oxidativos - Índice de peróxido (A), Substâncias reativas ao ácido 2-Tiobarbitúrico - TBARS (B), índice de p-anisidina (C), dienos conjugados (D), compostos carbonílicos (E) (média ± desvio padrão) de linguiças de frango caipira elaborado com adição de gordura abdominal, pele e sua mistura, armazenadas sob congelamento a -20 ° C por 90 dias.



5.6 ACEITAÇÃO DO AROMA E DEGRADAÇÃO DA COR DE LINGUIÇA FRESCAL DE FRANGO CAIPIRA, ARMAZENADA SOB CONGELAMENTO POR ATÉ 90 DIAS

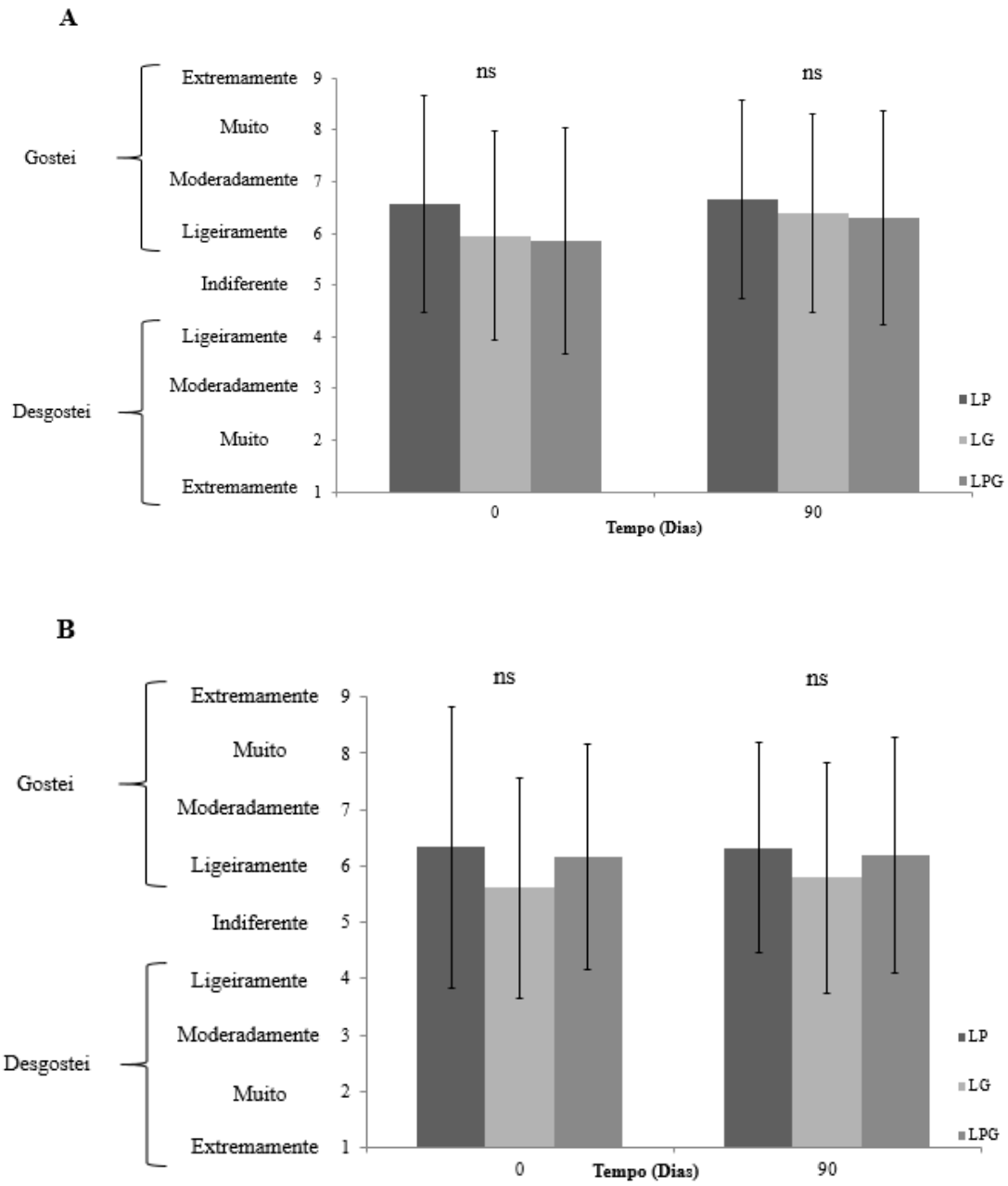
A contagem microbiana elevada na matéria-prima e nas três formulações de linguiças frescal caipira resultou na reprovação das mesmas frente aos padrões exigidos pela legislação brasileira (BRASIL 2001), limitando assim a realização da avaliação sensorial do produto. Em consequência, optou-se por avaliar a aceitação do aroma e da cor durante o armazenamento sob congelamento das linguiças frescal de frango caipira, análises estas que não envolviam diretamente o consumo das linguiças.

Os julgadores não identificaram diferença significativa no aroma e na cor das linguiças de frango caipira armazenadas sob congelamento por 90 dias. Para o aroma (Figura 4A), os valores variaram entre o "gostei ligeiramente" (6) e o "gostei moderadamente" (7), indicando que após 90 dias de congelamento as linguiças não apresentavam índices de mudança no parâmetro aromático, provavelmente os compostos formados durante a oxidação não estavam presentes em níveis suficientes para detecção do olfato.

Na análise do parâmetro cor (Figura 4B) os valores atribuídos variaram na escala entre o "indiferente" (5) e o "gostei moderadamente" (7). As pontuações atribuídas para este parâmetro (5,61 a 6,34) indicaram que as linguiças apresentaram intensidade de cor acima da média, comprovando-se que as linguiças assadas apresentaram cor característica do produto. Logo, esta avaliação indicou que a adição dos subprodutos pele, gordura abdominal ou sua mistura não interfere na qualidade aromática e na cor da linguiça de frango caipira armazenada sob congelamento por até 90 dias.

Os julgadores não perceberam aroma de ranço nas linguiças de frango caipira, pois além de se tratar de um produto do tipo frescal a análise de TBARS (Figura 3B) mostrou que ao fim do armazenamento apesar de ter ocorrido um acréscimo na concentração do malonaldeído, a quantidade do composto formado não foi suficiente para que houvesse a detecção do aroma rançoso, já que o limite para a detecção varia entre 2 e 3 mg M.A/kg de produto (CAMPO et al. 2006) e os valores alcançados pelas linguiças foram $\leq 1{,}01$ mg M.A/kg.

Figura 4: Teste de aceitação do aroma (A) e de degradação da cor (B) o armazenamento sob congelamento a -20 ° C por 90 dias de linguiças de frango caipira elaborada com adição de pele, gordura abdominal e sua mistura.



6 CONCLUSÃO

A matéria prima (carne, pele e gordura abdominal) e consequentemente as linguiças frescal de frango caipira apresentaram inconformidade com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação, demonstrando a necessidade de uma melhor qualidade higiênico sanitária, além da aplicação mais efetiva das boas práticas de fabricação durante a linha de produção do frango caipira.

As linguiças elaboradas atenderam os padrões da legislação quanto aos limites de umidade, gordura e proteínas. A utilização de pele, gordura abdominal ou sua mistura afetou a composição química, a PPC e os parâmetros de cor das linguiças; no entanto, não foram observadas diferenças entre as linguiças nos parâmetros de pH, Aa, CRA, perfil de textura, força de cisalhamento. As formulações adicionadas com pele (LP e LPG) apresentaram melhores resultados para os parâmetros químicos e físico-químicos.

O tipo de fonte lipídica (pele e gordura abdominal) utilizada assim como o armazenamento sob congelamento influenciaram na estabilidade oxidativa das linguiças frescal de frango caipira. Foi observada cor característica das linguiças e a oxidação não gerou compostos em níveis perceptíveis pelo olfato. A linguiça LPG apresentou taxas de oxidação lipídica favoráveis e menor oxidação proteíca ao fim do armazenamento.

Diante do exposto, conclui-se que na elaboração de linguiças frescais±0,00 de frango caipira a utilização simultânea de pele e gordura abdominal resulta em um produto com melhor qualidade.

REFRÊNCIAS

ALMEIDA, O.C. Avaliação físico-química e microbiológica de linguiça toscana porcionada e armazenada em diferentes embalagens, sob condições de estocagem similares às pratica das em supermercados. 2005. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 80 p., 2005.

ALMEIDA-COUTO, J. M. F.; CESTARI, L. A. Estabilidade oxidativa e microbiológica de empanados de frango em embalagens ativas. **Revista Uningá Review**, v. *30*, *n.* 1, p. 26-30, 2017.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. Washington, D.C: AOAC, p. 1018, 2000.

APHA. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20ª ed. Washington: APHA, p. 937, 2015.

ARAÚJO, Í. B. S.; BEZERRA, T. K. A.; NASCIMENTO, E. S. D.; GADELHA, C. A. D. A.; SANTI-GADELHA, T.; MADRUGA, M. S. Optimal conditions for obtaining collagen from chicken feet and its characterization. **Food Science and Technology**, v. 38, p. 167-173, 2018.

ARAÚJO, M. K.; GUMIELA, A. M.; BORDIN, K.; LUCIANO, F. B., ERNLUND, R.; MACEDO, F. DE. Combination of garlic essential oil, allyl isothiocyanate, and nisin Z as biopreservatives in fresh sausage. **Meat Science**, v. 143, p. 177–183, 2018.

ARCANJO, N.M.O.; VENTANAS, S.; GONZÁLEZ-MOHÍNO, A.; MADRUGA, M.S.; ESTÉVEZ, M. Benefits of wine-based marination of strip steaks prior to roasting: inhibition of protein oxidation and impact on sensory properties. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 99, n. 3, p. 1108-1116, 2019.

BELUSSO, D.; HESPANHOL, A. N. A evolução da avicultura industrial brasileira e seus efeitos territoriais. **Revista Percurso – Nemo**, v.2, n.1, p.25-51, 2010.

BERRI, C.; LE BIHAN-DUVAL, E.; BAÉZA, E.; CHARTRIN, P.; PICGIRARD, L.; JEHL, N.; QUENTIN, M.; PICARD, M.; DUCLOS, M. J. Further processing characteristics of breast and leg meat from fast-, medium-and slow-growing commercial chickens. **Animal Research**, v. 54, n. 2, p. 123-134, 2005.

BISWAS, S.; CHAKRABORTY, A.; SARKAR, S.; BARPUZARI, R. N.; BARPUZARI, T. Effect of incorporation of chicken fat and skin on the quality of chicken sausages. **The Journal of Poultry Science**, v. 44, p. 111-115, 2007.

BONIN, E.; SARTOR, S. Avaliação da atividade antioxidante do ácido fítico e do farelo de arroz em linguiça de frango. 2011. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2011.

BRASIL. Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Resolução RDC Nº 12, de 02 de janeiro de 2001. Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. **Diário Oficial**, 2001.

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. Ofício circular DOI/DIPOA Nº 007/99, de 19 de maio de 1999. Normatização e comercialização do frango Caipira ou frango Colonial, também denominado "Frango Tipo ou Estilo Caipira" ou "Tipo ou Estilo Colonial". **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 maio 1999.
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.

BREWER, M. Susan. Reducing the fat content in ground beef without sacrificing quality: A review. **Meat Science**, v. 91, n. 4, p. 385-395, 2012.

CAGDAS, E.; KUMCUOGLU, S. Effect of grape seed powder on oxidative stability of precooked chicken nuggets during frozen storage. **Journal of food science and technology**, v.52, n. 5, p. 2918-2925, 2015.

CAMPO, M. M.; NUTE, G. R.; HUGHES, S. I.; ENSER, M.; WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I. Flavour perception of oxidation in beef. **Meat Science**, v. 72, n. 2, p. 303-311, 2006.

CARBONE, G. T.; SATO, G. S.; MOORI, R. G. Cadeia produtiva de frango caipira no interior do estado de São Paulo: uma alternativa de microempresa de agronegócio. **Revista Sebrae**, 2014.

CARRIJO, A. S.; FASCINA, V. B.; SOUZA, K. M. R. D.; RIBEIRO, S. D. S.; ALLAMAN, I. B.; GARCIA, A. M. L.; HIGA, J. A. Níveis de farelo da raiz integral de mandioca em dietas para fêmeas de frangos caipiras. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 1, 2010.

CARRIJO, A.S.; MENEZES, G.P.; SILVA, M. J; OLIVEIRA, M. S. S.; ONSELEN, V. J. Avaliação de linhagens alternativas na criação de frango tipo caipira. **Revista Brasileira de Ciência Avícola**, v.4, supl.1, p.84, 2002.

CARVALHO, H. H.; JONG, E. V.; BELLÓ, R. M.; SOUZA, R. B.; TERRA, M. F. **Alimentos: métodos físicos e químicos de análise.** Porto Alegre: Ed. Universidade. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul, p. 180, 2002.

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.

CHIU, M. C.; GIOIELLI, L. A. Conteúdo de gordura sólida da gordura abdominal de frango, de suas estearinas e de suas misturas binárias com toucinho. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.22, n.2, p.151- 157, 2002.

CIE. **ComissionInternationale de L'éclairage**. Technical Report. Viena, Austria: CIE v.15, n.2, 2004.

CONTINI, C.; ÁLVAREZ, R.; O'SULLIVAN, M.; DOWLING, D. P.; GARGAN, S. Ó.; MONAHAN, F. J. Effect of an active packaging with citrus extract on lipid oxidation and sensory quality of cooked turkey meat. **Meat Science**, v. 96, n. 3, p. 1171-1176, 2014.

DALZIEL, C.J.; KLIEM, K.E.; GIVENS, D.I. Fat and fatty acid composition of cooked meat from UK retail chickens labelled as from organic and non-organic production systems. **Food Chemistry**, v. 179, p.103-108, 2015.

DE LIMA JÚNIOR, D. M.; RANGEL, A. H. N.; URBANO, S. A.; MORENO, G. M. B.; Oxidação lipídica e qualidade da carne ovina. **Acta Veterinaria Brasilica**, v. 7, n. 1, p. 14-28, 2013.

DEMATTÊ FILHO, L.C; PEREIRA, G. V. O mercado de frangos e ovos orgânicos e caipira-Potencial de mercado. *In***: PALESTRA PROFERIDA NO XXI SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA – PECNORDESTE**, Ceará-Fortaleza, 2017.

ESTÉVEZ, M. Protein carbonyls in meat systems: A review, **Meat Science**, v.89, p. 259-279, 2011.

ESTÉVEZ, M.; CAVA, R. Lipid and protein oxidation, release of iron from heme molecule and colour deterioration during refrigerated storage of liver pâté. **Meat Science**, v. 68, n. 4, p. 551-558, 2004.

ESTÉVEZ, M.; KYLLI, P.; PUOLANNE, E.; KIVIKARI, R.; HEINONEN, M. Fluorescence spectroscopy as a novel approach for the assessment of myofibrillar protein oxidation in oil-in-water emulsions. **Meat Science**, v.80, n.4, p.1290–1296, 2008.

ESTÉVEZ, M.; LUNA, C. Dietary protein oxidation: A silent threat to human health?. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 57, n. 17, p. 3781-3793, 2017.

ESTÉVEZ, Mario. Protein carbonyls in meat systems: A review. **Meat science**, v. 89, n. 3, p. 259-279, 2011.

FALOWO, A. B.; FAYEMI, P. O.; MUCHENJE, V. Natural antioxidants against lipid–protein oxidative deterioration in meat and meat products: A review. **Food Research International**, v. 64, p. 171-181, 2014.

FANATICO, A. C.; PILLAI, P. B.; EMMERT, J. L.; & OWENS, C. M. Meat quality of slow- and fast-growing chicken genotypes fed low-nutrient or standard diets and raised indoors or with outdoor access. **Poultry Science**, v. 86, n. 10, p. 2245-2255, 2007.

FARIA, M. O.; CIPRIANO, T. M.; CRUZ, A. G. SANTOS, B. A.; POLLONIO, M. A. R.; CAMPAGNOL, P. C. B. Properties of bologna-type sausages with pork back-fat replaced with pork skin and amorphous cellulose. **Meat Science**, v. 104, p. 44-51, 2015.

FARIA, P. B.; BRESSAN, M.C.; SOUZA, X.R.; RODRIGUES, E.C.; CARDOSO, G.P.; GAMA, L.T. Physical-chemical characteristics of meat in chickens of the Paraíso Pedrês and Label Rouge lines. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 12, p. 2455-2464, 2009.

FARIA, P. B.; VIEIRA, J.O; SOUZA, X.R.; ROCHA, M. F. M.; PEREIRA, A. A. Quality of broiler meat of the free-range type submitted to diets containing alternative feedstuffs. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v.64, n.2, p. 389-396, 2012.

FAUSTMAN, C.; SUN, Q.; MANCINI, R.; SUMAN, S. P. Myoglobin and lipid oxidation interactions: Mechanistic bases and control. **Meat science**, v. 86, n. 1, p. 86-94, 2010.

FERREIRA, V. C. S.; MORCUENDE, D.; MADRUGA, M. S.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, S. H.; SILVA, F. A. P.; VENTANAS, S.; ESTÉVEZ, M. Effect of pre-cooking methods on the chemical and sensory deterioration of ready-to-eat chicken patties during chilled storage and microwave reheating. **Journal of food Science and Technology**, v. 53, n. 6, p. 2760-2769, 2016.

FERREIRA, V. C. S.; MORCUENDE, D.; MADRUGA, M. S.; SILVA, F. A. P.; ESTÉVEZ, M. Role of protein oxidation in the nutritional loss and texture changes in ready-to-eat chicken patties. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 53, n. 6, p. 1518-1526, 2018.

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.

FRANÇA, J. M.; WASZCZYNSKYJ, N. Teor de hidroxiprolina em peles de frango submetidas à tratamento térmico. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 20, n. 1, p. 19-28, 2002.

GANHÃO, R.; MORCUENDE, D.; ESTÉVEZ, M. Protein oxidation in emulsified cooked burger patties with added fruit extracts: Influence on colour and texture deterioration during chill storage. **Meat science**, v. 85, n. 3, p. 402-409, 2010.

GARCIA, C. R.; YOUSSEF, E.; OLIVO, R.; SHIMOKOMAKI, M. Antioxidantes utilizados na indústria cárnea: quais são os aditivos inibidores da rancidez nos produtos cárneos. **Revista Nacional da Carne**, v.26, n. 299, p. 36- 51, 2002.

GAYA, L. G. Estudo genético da deposição de gordura abdominal e de características de desempenho, carcaça e composição corporal em linhagem macho de frangos de corte. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2003.

GUYON, C.; MEYNIER, A.; LAMBALLERIE, M. Protein and lipid oxidation in meat: A review with emphasis on high-pressure treatments. **Trends in Food Science and Technology**, v.50, p.131-143, 2016.

HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, 10: 355 – 362, 1960.

HANG, T. T. T.; MOLEE, W.; KHEMPAKA, S.; PARAKSA, N. Supplementation with curcuminoids and tuna oil influenced skin yellowness, carcass composition, oxidation status, and meat fatty acids of slow-growing chickens. **Poultry science**, v. 97, n. 3, p. 901-909, 2018.

HARTMAN, L.; LAGO, B.C. Rapid preparation of fatty methyl esters from lipids, **Laboratory Practice**, v. 22, p. 475-477, 1973.

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

IUPAC**.** Determination of the p-anisidine value (P-Av) standard Methods for the analysis of oils, fats and derivatives. **UK: Blackwell Scientific Publications**, Oxford, 1987.

IUPAC. Evidence of purity and deterioration from ultraviolet spectrophotometry standard methods for the analysis of oils, fats and derivatives. **UK: Pergamon Press**. Oxford, 7th ed, 1992.

KANTAR WORLDPANEL. **Sobe gasto com alimentos embutidos.** 2016. Disponível em: https://www.datamark.com.br/noticias/2016/7/sobe-gasto-com-alimentos-embutidos-209668/. Data de acesso: 27 de janeiro de 2019.

LASEKAN, A.; BAKAR, F. A.; HASHIM, D. Potential of chicken by-products as sources of useful biological resources. **Waste Management**, v. 33, p. 552-565, 2013.

LEE K. T.; FOGLIA T. A. Fractionation of chicken fat triacylglycerols: Synthesis of structured lipids with immobilized lipases. **Journal Food Science**, v.65, n.5, p.826-831, 2000a.

LEE K. T.; FOGLIA T. A. Synthesis, purification, and characterization of structured lipids produced from chicken fat. **Journal American Oil Chemistry Society,** v.77, n.10, p.1027-1034, 2000b.

LI, Z.; CHI, C.; ZHANG, Q.; GONG, J.; TANG, J.; LUO, H. E DING, G. Isolation and characterization of acid soluble collagens and pepsin soluble collagens from the skin and bone of Spanish mackerel (Scomberomo rousniphonius). **Food Hydrocolloids**, v.31, n. 1, p.103-113, 2013.

LIMA FILHO, D.O.; MAIA, F.S.; BISCOLA, L.A.G.; SPROESSER, R.L. Comportamento do consumidor de alimentos: um perspectiva da nova carne de galinha caipira. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ECONOMIA, ADMINISTRAÇÃO E SOCIOLOGIA RURAL, 2004, Cuiabá - MT. **Anais**. Cuiabá: SOBER, 2004.

LIMA, D. A. S. Colágeno de pé de frango como substituto de gordura em salsicha de frango tipo Frankfurt: efeito do tempo de armazenamento nas propriedades físico-químicas. **Trabalho de Conclusão de Curso** (TCC – Engenharia de Alimentos). Universidade Federal da Paraíba. Paraíba, p. 47, 2016.

LUND, M. N.; HEINONEN, M.; BARON, C. P.; ESTEVEZ, M. Protein oxidation in muscle foods: A review. **Molecular nutrition & food research**, v. 55, n. 1, p. 83-95, 2011.

MADRUGA, M. S.; ROCHA, T. C.; CARVALHO, L. M.; SOUSA, A. M. B. L.; SOUSA NETO, A. C.; COUTINHO, D. G.; FERRIEA, A. S. C.; SOARES, A. J.; GALVÃO, M. S.; IDA, E. L.; ESTÉVEZ, M. The impaired quality of chicken affected by the wooden breast myopathy is counteracted in emulsion-type sausages. **Journal of food science and technology**, v. 56, n. 3, p. 1380-1388, 2019.

MALAVOTA, L. C. M.; CONTE-JUNIOR, C. A., MACEDO, B. T., LOPES, M. M., SOUZA, V. G., STUSSI, J. S. P.; PARDI, H. S.; MANO, S. B. Análise micológica de lingüiça de frango embalada em atmosfera modificada. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 13, n. 1, 2006.

MANTOVANI, D.; CORAZZA, M.L.; CARDOZO FILHO, L. E COSTA, S.C. Avaliação higiênico-sanitária de linguiças tipo frescal após inspeção sanitária realizada por órgãos federal, estadual e municipal na região noroeste do Paraná. **Revista Saúde e Pesquisa**, v. 4, n. 3, p. 357-362, 2011.

MARTÍNEZ-ALVAREZ, O.; CHAMORRO, S.; BRENES, A. Protein hydrolysates from animal processing by-products as a source of bioactive molecules with interest in animal feeding: a review. **Food Research International**, v. 73, p. 204-212, 2015.

MAURIELLO, G.; CASABURI, A.; BLAIOTTA, G.; VILLANI, F. Isolation and technological properties of coagulase negative staphylococci from fermented sausages of Southern Italy. **Meat Science**, v. 67, n. 1, p. 149-158, 2004.

MILANI, L. I. G.; FRIES, M. L. L.; PAZ, P. B.; BELLÉ, M.; TERRA, N. N. Bioproteção de linguiça de frango. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.2, p.161-166, 2003.
MIN, B.; NAM, K.C; CORDRAY, J.; AHN, D. U. Endogenous factors affecting oxidative stability of beef loin, pork loin, and chicken breast and thigh meats. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 6, p. C439-C446, 2008.

MORA, L.; TOLDRÁ, F. Proteomic identification of small (< 2000 Da) myoglobin peptides generated in dry-cured ham. **Food Technology and Biotechnology**, v. 50, n.3, p. 343-349, 2012.

MORIKAWA, R. ABNT normatiza a criação brasileira de Frangos Caipiras. **Revista ave World**. 2015. Disponível em: http://www.aveworld.com.br/noticia/abnt-normatiza-a-criacao-brasileira-de-frangos-caipiras. Acesso em: 5 dez. 2018.

MOROT-BIZOT, S. C.; LEROY, S.; TALON, R. Staphylococcal community of a small unit manufacturing traditional dry fermented sausages. **International Journal of Food Microbiology**, v. 108, n. 2, p. 210-217, 2006.

MOTTRAM, H.R.; CROSSMAN, Z.M.; EVERSHED, R.P. Regiospecific characterisation of the triacylglycerols in animal fats using high performance liquid chromatography atmospheric pressure chemical ionization mass spectrometry. **Analyst**, v.126, n.7, p.1018- 1024, 2001.

MURAKAMI, K. T. T. Óleo de linhaça como principal fonte lipídica na dieta de frangos de corte. 2009. **Dissertação de Mestrado.** Universidade Estadual Paulista. São Paulo, 2009.

OLIVER, C. N.; AHN, B. W.; MOERMAN, E.J.; GOLDSTEIN, S.; STADTMAN, E. R. Age-related changes in oxidized proteins. **Journal of Biological Chemistry**, v. 262, n. 12, p. 5488-5491, 1987.

ONUH, J. O.; GIRGIH, A. T.; ALUKO, R. E.; ALIANI, M. In vitro antioxidant properties of chicken skin enzymatic protein hydrolysates and membrane fractions. **Food Chemistry**, v. 150, p. 366-373, 2014.

OSAWA, C. C.; FELÍCIO, P. E.; GONÇALVES, L. A. G. Teste de TBA aplicado a carnes e derivados: métodos tradicionais, modificados e alternativos. **Química Nova**, v.28, n.4, p.655-663, 2005.

ÖZÜNLÜ, O.; ERGEZER, H.; GÖKÇE, R. Improving physicochemical, antioxidative and sensory quality of raw chicken meat by using acorn extracts. **LWT**, v. 98, p. 477-484, 2018.

PALMIERI, B.; SBLENDORIO, V. Oxidative stress tests: overview on reliability and use. **European review for medical and pharmacological sciences**, v. 11, n. 6, p. 383-399, 2007.

PERDIGÃO AGROINDUSTRIAL S. A. Abatedouro de Aves, Unidade Videira. Garantia da qualidade. Santa Catarina, Comunicação Pessoal, 2000.

POLIZER ROCHA, Y. J.; LORENZO, J. M.; BARROS, J. C.; BALDIN, J. C.; TRINDADE, M. A. Effect of chicken meat replacement by spent laying hen meat on physicochemical properties and sensorial characteristics of fresh sausage. **British poultry science**, v.60, n. 2, p. 139-145, 2019.

POMÉLIE, D. L.; SANTÉ-LHOUTELLIER, V.; SAYD, T.; GATELLIER, P. Oxidation and nitrosation of meat proteins under gastro-intestinal conditions: Consequences in terms of nutritional and health values of meat. **Food chemistry**, v. 243, p. 295-304, 2018.

PONNAMPALAM, E. N.; BUTLER, K. L.; MCDONAGH, M. B.; JACOBS, J. L.; HOPKINS, D. L. Relationship between muscle antioxidant status, forms of iron, polyunsaturated fatty acids and functionality (retail colour) of meat in lambs. **Meat Science**, v. 90, n. 2, p. 297-303, 2012.

ROCHA, T. C. D. Qualidade de linguiças frescal de frango produzidas com peito amadeirado. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, p. 113, 2018.

RODRIGUES, K. F.; FRAGA, A. C.; NETO, P. C.; MACIEL, J. A. S.; LOPES, O. C. Potencialidade da gordura de frango para a produção de biodiesel. Biodiesel: o novo combustível do Brasil. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2005, Brasília. **Anais**. Brasília: ABIPTI, p. 129-132. 2005.

ROSMINI, M.R.; PERLO, F.; PÉREZ-ALVARES, A.; PAGÁN-MORENO, M.J.; GAGO-GAGO, A.; LÓPEZ-SANTOVEÑA; ARANDA-CATALÁ, V. TBA test by na extractive method applied to 'paté'. **Meat Science**, v.42, n.1, p.103-110, 1996.

SCHNEIDER, B.L.; RENEMA, R.A.; BETTI, M.; CARNEY, V.L.; ZUIDHOF, M.J. Effect of holding temperature, shackling, sex, and age on broiler breast meat quality. **Poultry Science**, v. 91, p. 468–477, 2012.

SILVA, M. A. N. ; HELLMEISTER FILHO, P., ROSARIO, M. F., COELHO, A. A. D., SAVINO, V. J. M., GARCIA, A. A. F.; SILVA, I. J. O.; MENTEN, J. F. M. Influência do sistema de criação sobre o desempenho, a condição fisiológica e o comportamento de linhagens de frangos para corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 208-213, 2003.

SOARES, J. M. Avaliação da oxidação lipídica e proteica em linguiças calabresa e toscana. **Dissertação** (Mestrado – Curso de Engenharia de Alimentos, Ciências Agrárias), Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, p. 108, 2012.

SOLADOYE, O .P.; JUÁREZ, M.L.; AALHUS, J.L.; SHAND, P.; ESTÉVEZ, M. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 14, p.106–122, 2015.

SOUSA, SAMARA C; FRAGOSO, S. P.; PENNA, C. R.; ARCANJO, N. M.; SILVA, F. A.; FERREIRA, V. C.; BARRETO, M. D. S; ARAÚJO, Í. B. Quality parameters of frankfurter-type sausages with partial replacement of fat by hydrolyzed collagen. **LWT-Food Science and Technology**, v. 76, p. 320-325, 2017.

TABEE, E.; AZADMARD-DAMIRCHI, S.; JAGESTAD, M.; DUTTA, P. C. Lipids and phytosterol oxidation in commercial French fries commonly consumed in Sweden. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 2, p. 169-177, 2008.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; MORI, C.; PIZZOLANTE, C. C.; GARCIA, R. G.; PAZ, I. C. A.; PELÍCIA, K; SALDANHA, E. S. P. B; ROÇA, J. R. O. Qualidade da carne de frangos de corte tipo colonial e industrial. **Revista científica eletrônica de medicina veterinária–ISSN**, p. 1679-7353, 2012.

TAKAHASHI, S. E.; MENDES, A. A.; SALDANHA, E. S. P. B.; PIZZOLANTE, C. C.; PELÍCIA, K.; GARCIA, R. G.; PAZ, I.C.L.A.; QUINTEIRO, R. R. Efeito do sistema de criação sobre o desempenho e rendimento de carcaça de frangos de corte tipo colonial. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, p. 624-632, 2006.

TAVARES, C. A. T. Valorização de peles de aves. 2016. 77 p. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, Caparica, 2016.

TEIXEIRA, ANA LUÍSA. Caracterização da carcaça de frangos comercializados como caipira, semicaipira e industrial. **Trabalho de conclusão de curso** (Graduação em Medicina Veterinária) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, p.27, 2017.

TOLDRÁ, F.; ARISTOY, M. C.; MORA, L.; REIG, M. Innovations in value-addition of edible meat by-products. **Meat Science**, v. 92, n. 3, p. 290-296, 2012.

WEN, C.; JIANG, X. Y.; DING, L. R.; WANG, T.; ZHOU, Y. M. Effects of dietary methionine on growth performance, meat quality and oxidative status of breast muscle in fast-and slow-growing broilers. **Poultry science**, v. 96, n. 6, p. 1707-1714, 2017.

WÓJCIAK, K. M.; DOLATOWSKI, Z. J. Oxidative stability of fermented meat products. **Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria**, v. 11, n. 2, p. 99-109, 2012.

XU, P.; ZHENG, Y.; ZHU, X.; LI, S.; ZHOU, C. L-lysine and L-arginine inhibit the oxidation of lipids and proteins of emulsion sausage by chelating iron ion and scavenging radical. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.31, n. 6, p. 905-913, 2018.

YASHODHARA, B. M.; UMAKANTH, S.; PAPPACHAN, J.M.; BHAT, S. K.; KAMATH, R.; CHOO, B. H. Omega-3 fatty acids: a 19 comprehensive review of their role in health and disease. **Postgraduate medical journal**, v. 85, n. 1000, p. 84-90, 2009.

ZAGO, G. R.. Estabilidade oxidativa de linguiça tipo Toscana com extrato liofilizado de casca de romã (punica granatum L.). **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 120 p., 2018.

ZHANG, W.; XIAO, S.; AHN, D. U. Protein oxidation: basic principles and implications for meat quality. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 53, n. 11, p. 1191-1201, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE 1: Ficha utilizada no teste de aceitação sensorial.

AVALIAÇÃO SENSORIAL DE COR E AROMA

Nome:_____Data: ___/___/____

Instruções: Voçê está recebendo uma amostra de linguiça frescal de frango caipira. Por favor, avalie a amostra utilizando a escala abaixo para descrever o quanto voçê gostou ou desgostou de cada atributo do produto. Anote a pontuação da escala que melhor reflita seu julgamento.
OBS: Não comam as amostras de linguiça!

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	**CÓDIGO**			
	415	326	060	581
Cor				
Aroma				

OBRIDAGA!