



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

CAROLINE ZANON BELLUCO

**ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA À
BASE DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA E
APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO**

CAROLINE ZANON BELLUCO

**ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA À
BASE DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA E
APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Adriana Lourenço Soares Russo.

Coorientador: Prof. Dr. Denis Fabrício Marchi.

Londrina
2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Belluco, Caroline Zanon.

Elaboração de um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e aplicação em mortadela de frango / Caroline Zanon Belluco. - Londrina, 2020.
88 f. : il.

Orientador: Adriana Lourenço Soares Russo.

Coorientador: Denis Fabrício Marchi.

Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, 2020.

Inclui bibliografia.

1. Pectina - Tese. 2. Resíduos agroindustriais - Tese. 3. Análise sensorial - Tese. 4. Microscopia Ótica - Tese. I. Lourenço Soares Russo, Adriana. II. Marchi, Denis Fabrício. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos. IV. Título.

CDU 641.1

CAROLINE ZANON BELLUCO

**ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA
À BASE DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA E
APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, nível Mestrado, da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof^a. Dr^a. Adriana Lourenço Soares
Russo
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Andresa Carla Feihrmann
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Prof^a. Dr^a. Cleusa Inês Weber
Universidade Tecnológica Federal do Paraná –
UTFPR

Londrina, 28 de agosto de 2020

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me amparado, principalmente nos momentos mais incertos da pesquisa, e colocado no meu caminho pessoas que colaboraram para a execução deste trabalho.

À minha orientadora Prof^a. Dr^a. Adriana Lourenço Soares Russo e ao meu co-orientador Prof^o. Dr. Denis Fabrício Marchi, por todo conhecimento transmitido, pelo apoio, compreensão e companheirismo, possibilitando meu desenvolvimento tanto profissional como pessoal.

À minha família, especialmente meus pais, Ana e João, e minha irmã, Fabiana, por todo amor, incentivo e suporte dado durante a minha vida. Por terem me ensinado a não desistir dos meus objetivos. À minha avó, Carolina, e prima, Regiana, pela convivência durante parte do processo de escrita deste trabalho.

Ao meu namorado, Paulo, pela reciprocidade, paciência e apoio durante esta trajetória, especialmente nesta fase final. A você, meu carinho e desejo de muito sucesso.

Aos amigos e colegas de mestrado e doutorado, Iolanda, Andressa, Fernanda, Ana Clara, Rebeca, Natália, Luma, Daniele, Bruna, Anderson, e todos os demais colegas por todo auxílio, incentivo e conhecimentos recebidos.

Às empresas Frios Londrina, Duas Rodas e Granjeiro Alimentos pelo engajamento com a pesquisa e provimento de ingredientes para realização da mesma.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos da Universidade Estadual de Londrina, que contribuíram com conhecimentos para que pudesse desenvolver o projeto de mestrado.

À concessão da bolsa recebida pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Estadual de Londrina e Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Londrina.

Aos técnicos dos laboratórios, pela assistência e ensinamentos.

A todos, muito obrigada!

BELLUCO, C.Z. **Elaboração de um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e aplicação em mortadela de frango.** 2020. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

RESUMO

A mortadela é um produto cárneo muito apreciado no Brasil, no entanto, a demanda dos consumidores por uma alimentação mais saudável acaba restringindo o seu consumo, devido ao alto teor de gordura. Assim, pesquisas têm sido realizadas para desenvolver produtos cárneos com teores reduzidos de gordura, mediante utilização de derivados de frutas, vegetais, principalmente de subprodutos que são gerados em grande quantidade pelas indústrias e são fontes de fibras alimentares. O aproveitamento de subprodutos, como do resíduo obtido no processamento da laranja, proporciona benefícios econômicos e ecológicos, aumentando a sustentabilidade. Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver um substituinte de gordura a partir da farinha de albedo de laranja e avaliar sua aplicação em mortadelas de frango. O substituinte de gordura foi obtido por solubilização da farinha de albedo de laranja em ácido cítrico 1,25% e aquecimento a 100 °C. O substituinte apresentou pH de 3,48 e coloração clara e levemente esverdeada ($L^* = 93,38$, $a^* = -1,54$ e $b^* = 18,75$). Foram formuladas três mortadelas: C (controle), F1 e F2, com adição de 0, 4,8% e 8,4% do substituinte de gordura, respectivamente, em substituição parcial ao teor de gordura. A inclusão de 4,8% e 8,4% do substituinte de gordura promoveu uma redução no teor de gordura de 22,8% e 34%, respectivamente. A inclusão do substituinte de gordura aumentou a umidade e carboidratos, e reduziu o teor de proteínas e cinzas das mortadelas. As mortadelas F1 e F2 apresentaram redução na firmeza, mastigabilidade, coesividade e resiliência quando comparadas a mortadela C. A adição do substituinte de gordura alterou a coloração da mortadela com maiores valores de L^* e b^* e menor valor de a^* . Em relação a oxidação lipídica, a mortadela C apresentou-se mais oxidada apenas para o tempo inicial de armazenamento, nos demais tempos de 30, 60 e 90 dias, os valores de oxidação foram semelhantes para todas as formulações. A inclusão do substituinte de gordura promoveu redução no teor de ácidos graxos poli-insaturados e ω -6. Sensorialmente, não foram observadas diferenças entre as três formulações de mortadela para o teste de aceitação e intenção de compras. A microscopia ótica indicou emulsão estável em todas as mortadelas com a presença de fibras vegetais. A utilização de substituinte de gordura apresentou-se como boa alternativa para aplicação em mortadelas de frango sem comprometer as características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais do produto, sendo possível a elaboração de uma mortadela light com alto teor de fibra alimentar.

Palavras-chave: Resíduos Agroindustriais. Pectina. Análise Sensorial, Microscopia Ótica. Oxidação Lipídica.

BELLUCO, C.Z. **Elaboração de um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e aplicação em mortadela de frango.** 2020. 89 f. Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2020.

ABSTRACT

Mortadella is a meat product much appreciated in Brazil, however, consumer demand for healthier food restricts its consumption, due to the high fat content. Thus, research has been carried out to develop meat products with reduced levels of fat, using fruit and vegetable derivatives, mainly by-products that are generated in large quantities by industries and are sources of dietary fiber. The use of by-products, such as the residue obtained from the processing of oranges, provides economic and ecological benefits, increasing sustainability. Thus, the objective of the present work was to develop a fat replacer from orange albedo flour and to evaluate its application in chicken mortadella. The fat substitute was obtained by solubilizing the orange albedo flour in 1.25% citric acid and heating to 100 °C. The fat replacer had a pH of 3.48 and a light and slightly greenish color ($L^* = 93.38$, $a^* = -1.54$ and $b^* = 18.75$). Three mortadella were formulated: C (control), F1 and F2, with the addition of 0, 4.8% and 8.4% of the fat replacer, respectively, in partial replacement of the fat content. The inclusion of 4.8% and 8.4% of the fat replacer promoted a reduction in fat content of 22.8% and 34%, respectively. The inclusion of fat replacer increased moisture, carbohydrates and reduced the protein and ash contents. Mortadella F1 and F2 showed reduction in hardness, chewiness, cohesiveness and resilience when compared to mortadella C. The addition of the fat replacer changed the color of mortadella with higher values of L^* and b^* and lower value of a^* . Regarding lipid oxidation, mortadella C was more oxidized only for the initial storage time, as in the other times of 30, 60 and 90 days, the oxidation values were similar for formulations. The inclusion of the fat replacer promoted a reduction in the content of polyunsaturated fatty acids and ω -6. Sensorially, no differences were observed between the three mortadella formulations for the acceptance and purchase intention test. Optical microscopy indicated a stable emulsion in formulations with the presence of vegetable fibers. The use of a fat replacer proved itself as a good alternative for application in chicken mortadella without compromising the product's physical-chemical, technological and sensory characteristics, enabling to prepare a light mortadella with a high content of dietary fiber.

Keywords: Agro-Industrial Waste. Pectin. Sensory Analysis, Optical Microscopy. Lipid Oxidation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Representação de uma laranja em corte equatorial	18
Figura 2 -	Representação do ácido α -galacturônico	21
Figura 3 -	Estrutura Química da Cadeia de Pectina	23
Figura 4 -	Diagrama esquemático de emulsão óleo em água Diagrama esquemático de emulsão óleo em água (lado esquerdo, A) e água em óleo (lado direito, B), consistindo em gotículas revestidas de emulsificante dispersas na fase contínua	24
Figura 5 -	Interface entre gordura e água em uma emulsão O quadro inferior direito mostra os sítios hidrofóbicos e hidrofílicos de uma proteína, proposto por Bailey e Light (1989)	27
Figura 6 -	Microfotografia de uma emulsão cárnea, corada pelo método Eosina, mostrando Matriz, Glóbulo de Gordura e Filme Proteico Interfacial (FPI).....	27
ARTIGO		
Figura 1 -	Microscopia ótica das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0 (1a), 4,8% (1b) e 8,4% (1c) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja, com aumento de 20 vezes.....	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Formulações das mortadelas de frango com adição de 0, 4,8 e 8,4% de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja	39
-------------------	--	----

ARTIGO

Tabela 1 -	Média dos valores de composição química aproximada e parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*) avaliados em farinha de albedo de laranja e média dos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*), pH e Atividade de Água (Aa) avaliados no substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.....	64
Tabela 2 -	Média dos valores de composição química aproximada, capacidade de retenção de Água (CRA), pH, atividade de água (Aa) parâmetros de textura, parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*) e diferença de cor (ΔE) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4 % (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.	67
Tabela 3 -	Média dos valores da oxidação lipídica (em mg de TBARS.kg-1 de amostra) de mortadelas de frango elaboradas com adição 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4 % (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.....	70
Tabela 4 -	Perfil de ácidos graxos identificados em mortadelas de frango elaboradas com adição 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4% (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.	71
Tabela 5 -	Médias das notas obtidas da aceitação sensorial e intenção de compra das mortadelas de frango elaboradas com adição 0, 4,8 e 8,4% de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.	73

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL.....	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1	LARANJA	16
3.1.1	Morfologia e Composição da Laranja.....	17
3.2	PECTINA	19
3.2.1	Nomenclatura e Estrutura Química	21
3.2.2	Grau de Metilação e Mecanismos de Gelificação	23
3.3	EMULSÕES CÁRNEAS.....	24
3.3.1	Estabilidade das Emulsões	25
3.4	SUBSTITUINTES DE GORDURA.....	28
3.4.1	Fibras Alimentares em Produtos Cárneos.....	29
3.5	MORTADELA	33
4	MATERIAL E MÉTODOS	36
4.1	MATERIAL	36
4.2	ELABORAÇÃO DA FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA.....	36
4.2.1	Composição Química Aproximada da Farinha de Albedo de Laranja	37
4.2.2	Medida de Cor da Farinha de Albedo de Laranja.....	37
4.3	ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA.....	37
4.3.1	Medida de Cor, pH e Atividade de água (Aa) do Substituto de Gordura	38
4.4	PROCESSAMENTO DAS MORTADELAS DE FRANGO	38
4.4.1	Composição Química Aproximada das Mortadelas de Frango	39
4.4.2	Medida de Cor das Mortadelas de Frango	40
4.4.3	Determinação de pH e Atividade de Água das Mortadelas de Frango.....	40

4.4.4	Medida da Capacidade de Retenção de Água (CRA) das Mortadelas de Frango	40
4.4.5	Análise do Perfil de Textura das Mortadelas de Frango.....	41
4.4.6	Análise de Oxidação Lipídica das Mortadelas de Frango	41
4.4.7	Perfil de Ácidos Graxos das Mortadelas de Frango	41
4.4.8	Análise Sensorial das Mortadelas de Frango.....	43
4.4.9	Microscopia Ótica das Mortadelas de Frango	43
4.4.10	Análise Estatística	44

REFERÊNCIAS.....	45
-------------------------	-----------

6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
6.1	ARTIGO CIENTÍFICO	55
6.1.1	Introdução	56
6.1.2	Material e Métodos.....	57
6.1.2.1	Matéria-prima	57
6.1.2.2	Obtenção da farinha de albedo de laranja	57
6.1.2.3	Elaboração do substituinte de gordura.....	58
6.1.2.4	Análises físico-químicas da farinha de albedo de laranja e do substituinte de gordura.....	58
6.1.2.5	Processamento das mortadelas de frango.....	59
6.1.2.6	Análises físico-químicas das mortadelas de frango	60
6.1.2.7	Oxidação lipídica das mortadelas de frango	61
6.1.2.8	Perfil de ácidos graxos das mortadelas de frango	61
6.1.2.9	Análise Sensorial	61
6.1.2.10	Microscopia Ótica.....	62
6.1.2.11	Análise estatística	63
6.1.3	Resultados e Discussão.....	63
6.1.3.1	Análises físico-químicas da farinha de albedo de laranja e do substituinte de gordura.....	63
6.1.3.2	Análises físico-químicas das mortadelas de frango	65
6.1.3.3	Oxidação lipídica das mortadelas de frango	67
6.1.3.4	Perfil de ácidos graxos.....	70
6.1.3.5	Análise sensorial das mortadelas de frango.....	72

6.1.3.6	Microscopia ótica	73
6.1.4	Conclusão	75

REFERÊNCIAS	75
--------------------------	----

ANEXOS	83
---------------------	----

Anexo A – Parecer Consubstanciado do CEP	83
--	----

Anexo B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)	87
---	----

Anexo C – Ficha de Avaliação Sensorial: Teste de aceitação e teste de intenção de compra.....	88
--	----

1 INTRODUÇÃO

As carnes frescas e derivados têm grande importância nas dietas do mundo inteiro, sobretudo pela alta densidade, variedade e biodisponibilidade de nutrientes - como aminoácidos e ácidos graxos essenciais, ferro, cálcio, vitaminas do complexo B e lipossolúveis, caracterizando-os como uma boa fonte nutricional para seus consumidores (DAMODARAN e PARKIN, 2019). A carne de frango, em particular, tornou-se hábito na alimentação brasileira, por oferecer elevado valor nutricional a um preço acessível (UBABEF, 2012) e não apresentar restrição quanto a consumo por diferentes religiões. No ano de 2019, o consumo da carne de frango no Brasil atingiu 42,84 kg por habitante (ABPA, 2020).

A industrialização de produtos cárneos é uma forma de agregar valor aos cortes menos nobres das carnes e propiciar aumento da vida útil deste tipo de produto (RANKEN, 2000). Além disso, frequentemente estes produtos possibilitam que uma parcela populacional com menores condições econômicas tenha acesso à proteína cárnea (OLIVO, 2006).

Por outro lado, a percepção positiva dos consumidores de que as carnes representam boa fonte nutritiva está gradualmente cedendo espaço a uma visão negativa, principalmente para produtos cárneos industrializados, o que têm levado as indústrias a investirem em novas tecnologias de processamento e novos sistemas alimentícios (WEISS et al., 2010). Uma possível solução consiste em desenvolver produtos cárneos que, além de fornecerem os nutrientes essenciais, reduzam os riscos à saúde dos consumidores (KUMAR, 2019). Os polissacarídeos são ingredientes com propriedades físico-químicas específicas, e que podem ser utilizados para melhorar aspectos nutricionais e tecnológicos de produtos cárneos (KAUR, SHARMA, 2019).

Dentre os produtos cárneos industrializados, destaca-se a mortadela, um embutido emulsionado altamente apreciado no Brasil, sendo o segundo mais consumido cujo no país entre 2017 e 2018 (IBGE, 2019). A ampla aceitação deste produto deve-se aos aspectos sensoriais atrativos que ele oferece, como aroma, sabor e textura, os quais são conferidos, em grande parte, pela gordura presente em sua composição (HYGREEVA, PANDEY, RADHAKRISHNA, 2014). O alto teor de lipídios presente, no entanto, restringe o consumo pela população, em virtude das doenças cardiovasculares e sobrepeso que estão associados à uma dieta com excesso de

gordura (SCHÖNBACH, NUSSELDER, LHACHIMI, 2019).

Simultaneamente, a demanda dos consumidores em relação aos produtos cárneos também tem se modificado, já que estes têm adquirido mais consciência a respeito dos malefícios que a ingestão de gorduras e colesterol podem trazer à saúde. Neste sentido, o setor responsável pelo desenvolvimento e elaboração de produtos à base de carne, atento à essas mudanças e inserido no contexto de crescente concorrência global, vem adotando novas tecnologias de processamento e novos ingredientes para suprir a necessidade do mercado e fornecer alimentos mais saudáveis (VERBEKE et al., 2010; JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2010).

Em decorrência disso, têm sido realizadas pesquisas para desenvolver produtos cárneos com teores reduzidos de gordura, mediante utilização de derivados naturais de frutas, vegetais, ervas e especiarias (HYGREEVA, PANDEY, RADHAKRISHNA, 2014). Entre estes produtos, as fibras alimentares apresentam-se como uma alternativa para substituição de gordura, pois são ingredientes funcionais com habilidade de incrementar as propriedades nutricionais e tecnológicas dos alimentos, como formação de géis e/ou emulsificação, aumento da viscosidade e da capacidade de retenção de água e de óleo, resultando em menor perda por cocção e textura melhorada (FURLÁN, PADILLA, CAMPDERRÓS, 2014; ELLEUCH et al., 2011).

As fibras alimentares são classificadas como polissacarídeos não-amido, oligossacarídeos, lignina e outros compostos associados às plantas resistentes à digestão pelo intestino delgado, e com fermentação completa ou parcial no intestino grosso, que são obtidas a partir de frutas, legumes e cereais. De acordo com sua solubilidade em água, podem ser classificadas em insolúveis, como a lignina e celulose e em solúveis, como pectina e gomas e mucilagens (MUDGIL, BARAK, 2013; KALYANI NAIR, KHARB, THOMPSON, 2010).

As fibras alimentares solúveis são conhecidas por aumentarem a viscosidade de alimentos, formando géis e atuando como emulsificante e, por isso, são frequentemente adicionadas aos alimentos com esta finalidade (ELLEUCH et al., 2011). Dentre estas fibras, destaca-se a pectina, um polissacarídeo solúvel em água encontrado na parede celular de frutas e vegetais, principalmente na casca de citros, e que vem sendo usada como aditivo alimentar, devido às suas propriedades de gelificação e estabilização de emulsões (BUTTRISS, STOKES, 2008; LEROUX et al., 2003).

Subprodutos de frutas e vegetais, gerados em grande quantidade pelas indústrias alimentícias, são boas fontes de fibras alimentares e podem ser recuperados e usados para agregar valor aos alimentos, proporcionando benefícios econômicos e ecológicos. Um exemplo representativo é o resíduo obtido do processamento industrial de citros, especialmente a laranja (HYGREEVA, PANDEY, RADHAKRISHNA, 2014; ELLEUCH et al., 2011).

Em 2015, a produção de laranja no mundo atingiu 68.600.700 toneladas, sendo 16.716.000 toneladas somente no Brasil, das quais 68,8% foram destinadas ao processamento em derivados, principalmente em suco (FAO, 2017). Após obtenção do suco, cerca de 50% da fruta é descartada na forma de bagaço, composto por casca, sementes e polpa, gerando quantidades elevadas de material residual. Estes resíduos têm potencial para serem utilizados como subprodutos na indústria alimentícia, em virtude das propriedades funcionais e nutricionais que a laranja possui, como antioxidantes, compostos fenólicos e fibras (CYPRIANO et al., 2017).

Assim, torna-se importante elaborar um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e aplicá-lo na elaboração de mortadela de frango, a fim de contribuir para elaboração de produtos derivados de carne mais saudáveis e aproveitar os subprodutos das indústrias alimentícias, diminuindo o descarte de resíduos ricos em nutrientes no meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e aplicar em mortadela de frango.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Avaliar a composição química e cor da farinha de albedo de laranja.

Utilizar a farinha de albedo de laranja para elaborar um substituinte de gordura.

Avaliar formulações de mortadela de frango com redução de 40 e 70% no teor de gordura, através da adição do substituinte de gordura nas concentrações de 4,8% e 8,4%.

Avaliar as mortadelas de frango desenvolvidas com relação à composição química, cor, pH, atividade de água, capacidade de retenção de água, perfil de textura e oxidação lipídica.

Verificar as alterações estruturais promovidas pela adição do substituinte de gordura na emulsão cárnea por meio de microscopia ótica.

Analisar, sensorialmente, a aceitação e intenção de compra das mortadelas desenvolvidos.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 LARANJA

As laranjas doces, cientificamente denominadas *Citrus sinensis* (L) Osbeck, e pertencentes à família das Rutáceas (Rutaceae), estão entre as espécies de citros mais produzidas para consumo humano (SIDDIQ et al., 2012), contribuindo significativamente com o desenvolvimento econômico do Brasil (NEVES et al., 2010). As variedades “pêra”, “bahia” (sem sementes), “moro” (sanguínea) e a laranja “lima” (sem acidez) fazem parte desta categoria (SANTOS FILHO, MAGALHÃES, COELHO, 2005).

O gênero *Citrus* compreende muitas espécies, e como cada um originou-se é motivo de controvérsias na história. Registros indicam que o primeiro cultivo ocorreu no sul asiático, provavelmente na China, há cerca de 4 mil anos. O comércio mundial e as guerras colaboraram com o cultivo dos citros, e estima-se que foi introduzida no Brasil logo no início da colonização, encontrando no país melhores condições para vegetar e ser produzida, expandindo-se por todo o território nacional (NEVES et al., 2010).

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2020a), a produção mundial de laranja foi superior a 75,5 milhões de toneladas no ano de 2018, o Brasil colaborando com mais de 16,7 milhões de toneladas, e o Paraná ocupando o terceiro lugar no ranking nacional, com mais de 8,3 milhões de toneladas (EMBRAPA, 2020b). Ainda, de acordo com o boletim estatístico de frutas cítricas da *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO), no período de 2008 a 2015, o Brasil se consolidou como líder mundial na produção e processamento laranja. No ano de 2015, 16,7 milhões de toneladas foram produzidas, sendo que 11,51 milhões foram destinadas ao processamento de laranja, principalmente para fabricação de suco (FAO, 2017). Estima-se que 70% da produção nacional da fruta seja destinada à produção de suco, gerando elevadas quantias de subprodutos, os quais podem ser utilizados para obter fibra de laranja (VIDAL, 2018).

A laranja brasileira é conhecida por ser pouco ácida, tornando-a ideal para a produção de suco. A qualidade da fruta, aliada à produção em larga escala e de baixo custo de processamento, coloca o país como maior fornecedor global desse produto (FRANCO, 2016). Segundo Neves e Trombin (2017), o país responde por

aproximadamente 76% de participação no comércio mundial de suco de laranja.

Após processamento da fruta para obtenção de suco, cerca de 50% da mesma é descartada na forma de bagaço, composto por casca, sementes e polpa, gerando quantidades significativas de resíduos, que, se não forem adequadamente destinadas, representam um risco ao meio ambiente (CYPRIANO et al., 2017).

No processo de produção de suco, podem ser obtidos diversos subprodutos em paralelo, como óleos essenciais e essências aromáticas, D-Limoneno e celulose. Ainda, é comum os resíduos de citros serem empregados como matéria-prima na fabricação de alimentação para gados (SANTANA, 2005; GOODRICH, BRADDOCK, 2006).

Estes resíduos por serem ricos em açúcares solúveis, celulose, hemicelulose, pectina e óleos essenciais, poderiam ser melhor explorados e aproveitados. As estratégias de valorização incluem: a extração de óleos essenciais e pectina, produção de enzimas, bioetanol, ácidos orgânicos, antioxidantes naturais, probióticos, fibras dietéticas ou como adsorventes de metais pesados (MAMMA, CHRISTAKOPOULOS, 2014).

Estes resíduos também representam uma fonte potencial para agregar valor aos produtos alimentícios, devido às propriedades funcionais e nutricionais que a laranja possui, como antioxidantes, compostos fenólicos e fibras (CYPRIANO et al., 2017).

A pectina, em particular, é um polissacarídeo solúvel em água encontrado na parede celular de frutas e vegetais, principalmente na casca de citros, e que vem sendo usada como aditivo alimentar, devido às suas propriedades de gelificação e estabilização de emulsões (BUTTRISS e STOKES, 2008; LEROUX et al., 2003).

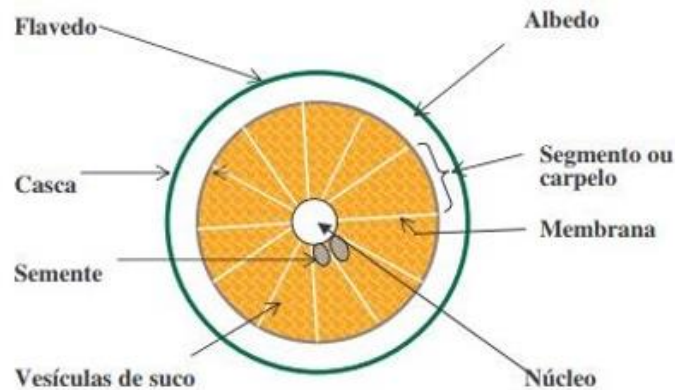
As cascas de laranja contêm os açúcares solúveis glicose, frutose e sacarose, e também são ricas nos polissacarídeos celulose, hemicelulose e pectina. Desta forma, os resíduos da laranja têm potencial para serem aplicados como subprodutos e agregar valor às preparações alimentícias (MAMMA, KOURTOGLOU, CHRISTAKOPOULOS, 2008).

3.1.1 Morfologia e composição da laranja

A laranja é um fruto cítrico (*Citrus*), do tipo baga, denominada hesperídio: casca dura e oleosa que envolve a polpa (STARR, TAGGART, EVERS, 2012). Sendo

composta, basicamente, por três partes morfológicas: epicarpo, mesocarpo e endocarpo. A Figura 1 ilustra a anatomia de uma laranja em corte equatorial.

Figura 1. Representação de uma laranja em corte equatorial.



Fonte: Santana (2005).

O epicarpo (ou flavedo) é a parte colorida externa da casca, composto por uma camada cerosa que protege o fruto do meio ambiente, e por glândulas de óleo que contém óleos essenciais, majoritariamente o terpeno D-limoneno. O aroma característico da laranja é atribuído aos terpenos oxigenados (terpenóides), em quanto a coloração da casca é atribuída aos carotenóides presentes (BRADDOCK, 1999; LINDANIYA, 2008). O epicarpo também possui células com plastídeos contendo cloroplastos (clorofila), que, durante o processo de amadurecimento, gradualmente se transformam em cromoplastos, que contém pigmentos carotenóides (THOMPSON, 1969; apud LINDANYIA., 2008).

O mesocarpo (ou albedo) é a porção esponjosa branca, interior à casca, e consiste de células despigmentadas. Contém elevada quantidade de pectina, fibra à qual atribui-se propriedades espessantes; flavononas e outros polissacarídeos. Juntos, flavedo e albedo, formam o que se denomina a casca do fruto, porções que apresentam maior concentração de pectina (BRADDOCK, 1999). De acordo com Siddiq et al. (2012), o amargor excessivo nos frutos é causado pelos flavonóides e limonenos presentes.

O endocarpo (segmentos ou gomos), parte comestível do fruto, é constituído por um conjunto de segmentos (ou carpelos), geralmente, entre 8 e 16 carpelos, agrupados em torno do eixo, formando o núcleo do fruto. Os seguimentos são

separados pelas membranas, e, dentro de cada um deles, encontram-se as sementes e as vesículas do suco, também denominadas de polpa (BRADDOCK, 1999; LADANIYA, 2008).

Diversas substâncias vistas como aliadas à promoção da saúde, como flavonoides e fibras alimentares, estão presentes nas frutas cítricas. As fibras desempenham papel importante, em particular, nas dietas ricas em carboidratos refinados, que dificultam o trânsito intestinal (LADANIYA, 2008).

Os polissacarídeos celulose, hemicelulose, lignina e pectina são fibras que podem ser encontradas no albedo das frutas cítricas. Ressalta-se que o conteúdo de fibras alimentares das frutas depende do estágio de maturação da mesma. Ocorre perda na firmeza de frutos a partir da degradação da protopectina em pectina e ácidos pécticos mais solúveis (LADANIYA, 2008).

A laranja é considerada uma excelente fonte de vitamina C (ácido ascórbico), ácido fólico (ou vitamina B9), tiamina e potássio, baixa em gordura saturada e sódio. Em geral, a maior fonte energética da laranja provém dos açúcares (SIDDIQ et al., 2012).

De acordo com Mamma, Kourtoglou e Christakopoulos (2008), cascas secas de laranja contém grandes quantias de açúcares solúveis, 41,1% em base seca, distribuídos entre glicose, frutose e sacarose, e também são ricas em pectina, celulose e hemicelulose.

Rivas et al. (2008), detectaram a pectina como o componente predominante em casca de laranja, sendo 42,5%, e frações de 16,9% de açúcares solúveis, 9,21% de celulose e 10,5% de hemicelulose.

A pectina é principalmente encontrada no albedo das cascas de frutos cítricos. Geralmente, a pectina é extraída, por apresentar muitas aplicações em produtos que requerem estruturas semelhantes a um gel, como as geleias (SIDDIQ et al., 2012).

As propriedades nutricionais dos componentes encontrados nas cascas de citros, como pectinas, flavonóides e carotenóides, têm estimulado o aproveitamento e o desenvolvimento de produtos utilizando as mesmas (CHÁFER et al., 2001).

3.2 PECTINA

As pectinas constituem um grupo complexo de polissacarídeos, que atuam

como importantes componentes estruturais nas plantas, e que podem ser encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares (lamela média) das células vegetais (JOSLYN; 1970; RAVEN, EVERT, EICHHORN, 1996). Em conjunto com a celulose e hemicelulose, compõem o material estrutural das paredes celulares dos vegetais. As pectinas são denominadas de fibras alimentares solúveis e vêm sendo utilizadas como aditivo alimentar, em virtude de suas propriedades gelificantes e estabilização de emulsões (BUTTRISS e STOKES, 2008; LEROUX et al., 2003).

O conceito de fibras alimentares tem evoluído ao longo da história, sendo propostas diversas definições, dependendo do país e órgãos regulamentadores de alimentos (PHILIPPI, 2014). Trowell (1972) definiu as fibras alimentares como constituintes não digeríveis derivados da parede celular de plantas. Em 1976, esta definição foi ampliada, incorporando todos os polissacarídeos e lignina que não são digeríveis pelas enzimas do trato digestivo (TROWELL et al., 1976).

De acordo com o Codex Alimentarius Commission (2009), as fibras alimentares consistem em polímeros de carboidratos, contendo uma ou mais unidades monoméricas, que não são digeríveis pelas enzimas no intestino delgado humano. A American Dietetic Association (2002) define fibra alimentar como a porção de plantas ou carboidratos análogos que são resistentes à digestão e absorção no intestino delgado de humanos, com fermentação completa ou parcial no intestino grosso, capazes de promover benefícios fisiológicos. No Brasil, conforme a resolução RDC nº360/2003 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, fibra alimentar é qualquer material comestível não digerível pelas enzimas endógenas do trato digestório (BRASIL, 2003).

Inclui-se como fibras alimentares os polissacarídeos não-amido, como celulose, hemicelulose, gomas, mucilagens e pectinas; os oligossacarídeos (frutanos); carboidratos análogos (amido resistente e maldodextrina resistente); a lignina e outros componentes associados aos polissacarídeos não-amido, como compostos fenólicos, oxalatos, fitatos e ceras. Também são incluídas as fibras de origem animal – quitina, quitosana, colágeno e condroitina (CHAMP et al., 2003; TUNGLAND, MAYER, 2002).

As fibras alimentares podem ser classificadas em fibras insolúveis e solúveis. As fibras insolúveis, como a celulose, lignina e algumas hemiceluloses, são encontradas principalmente em farelos e grãos de cereais integrais, e também em vegetais, nozes e cascas de frutas. Às fibras solúveis, estão associadas a maioria das

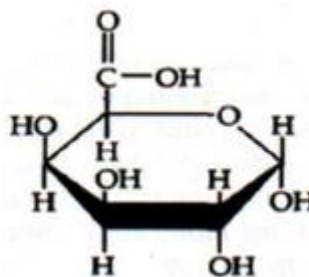
pectinas, gomas, mucilagens e hemiceluloses, as quais são obtidas de frutas, leguminosas, cevada e farelo de aveia (KALYANI NAIR, KHARB, THOMPSON, 2010; JENKINS et al., 1981; DREHER, 1999). As fibras alimentares solúveis são capazes de incrementarem a viscosidade de alimentos, formando géis e atuando como emulsificante e, por isso, são frequentemente adicionadas aos alimentos com esta finalidade (ELLEUCH et al., 2011).

As pectinas desempenham papel importante nos alimentos, devido às suas habilidades como agente gelificante e espessante, como em geleias e sucos de frutas, e também como estabilizantes em emulsões, juntamente com as proteínas (LEROUX et al., 2003; THAKUR, SINGH, HANDA, 1997; GANCZ, ALEXANDER, CORREDIG., 2006).

3.2.1 Nomenclatura e estrutura química

As substâncias pécticas podem ser classificadas em: protopectina, ácidos pécticos, ácidos pectínicos e pectina. O termo “substâncias pécticas” refere-se ao nome designado ao grupo, e são constituídas por ácidos α -galacturônicos, derivados de glicose (Figura 2) (RAVEN, EVERT, EICHHORN, 1996). Essas substâncias estão presentes como os principais componentes da lamela média, atuando como agentes de união entre as paredes celulares adjacentes, na forma de pectato de cálcio e pectato de magnésio (RASTOGI, 1998; RAVEN et al., 1996).

Figura 2. Representação do ácido α -galacturônico.



Fonte: Raven, Evert e Eichhorn (1996)

As protopectinas consistem em substâncias pécticas insolúveis, naturalmente encontradas nas frutas imaturas, e que, durante o amadurecimento, são convertidas em pectinas solúveis pela ação de enzimas. Durante a maturação, sua hidrólise libera

pectinas e ácidos pectínicos (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010; ESKIN, SHAHID, 2015). A pectina pode ser extraída da protopectina por meio de ácidos diluídos. A pectina liberada é formada por cadeias de ácido D-galacturônico unidas em α -1,4 (BOBBIO, BOBBIO, 1992).

Os ácidos pectínicos são polímeros de ácido galacturônico em que, grande número de seus grupos carboxílicos não estão metilados, e por isso, não gelificam. Enquanto os ácidos pectínicos apresentam número mais elevado de grupos carboxílicos metilados, e, portanto, formam géis (BOBBIO, BOBBIO, 1992).

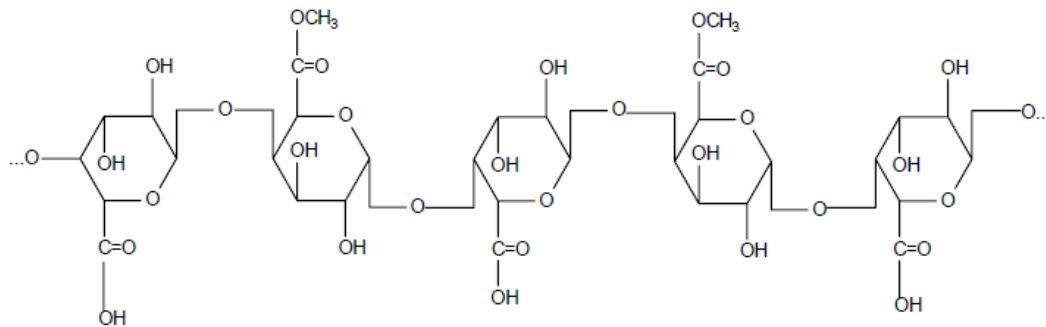
O termo “pectina” abrange uma família de compostos, usualmente empregado para denominar as preparações poli galacturonoglicanas solúveis em água, com capacidade de formar géis, e variáveis conteúdos de éster metílico e graus de neutralização. Isto significa que, nas pectinas naturais, alguns grupos carboxilas estão presentes na forma de éster metílico, e, dependendo da forma de obtenção, os ácidos carboxílicos restantes podem ser parcialmente ou totalmente neutralizados, ou seja, presentes como sódio, potássio ou grupos carboxilato de amônio, encontrando-se sob a forma de sal de sódio na maioria das vezes (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

As pectinas são constituídas de uma cadeia principal linear de unidades repetidas de ácido α -D-galactopiranosilurônico unidas por ligações 1 \rightarrow 4. ácido galacturônico, sendo que parte destas unidades se apresenta esterificada, como éster metílico (DAMODARAN et al., 2010; HWANG, PYUN, KOKINI, 1993), conforme representado na Figura 3. Em geral, o ácido D-galacturônico é o principal açúcar constituinte das substâncias pectínicas, porém, proporções variadas de outros açúcares também podem ser encontrados, tais como D-galactose, L-arabinose, D-xilose, L-ramnose, L-fucose e traços de 2-O-metilfucose (HWANG, PYUN, KOKINI, 1993).

Nas cadeias polissacarídicas das pectinas estão inseridas moléculas de ramnose (unidades de α -L-ramnopiranosil) em intervalos bastante regulares, e, nesses pontos, há uma quebra na linearidade da estrutura molecular. Estas irregularidades ocasionadas pelas unidades de α -L-ramnopiranosil podem limitar o tamanho das zonas de junção e, assim, prejudicar a gelificação efetiva (BOBBIO, BOBBIO, 1992; DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010). Outro fator que limita a extensão da associação de cadeias são as arabinogalactanas ramificadas e/ou pequenas cadeias laterais compostas de unidades D-xilosil, presentes em algumas

pectinas, unidas por ligações covalentes (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

Figura 3. Estrutura Química da Cadeia de Pectina.



Fonte: Bobbio, Bobbio (1989)

3.2.2 Grau de metilação e mecanismos de gelificação

A fração de grupos carboxila esterificados com metanol estabelece o grau de esterificação ou grau de metoxilação das pectinas. Convencionalmente, são caracterizadas como pectinas de alto teor de metoxilação (ATM), quando mais da metade dos grupos carboxilas apresentam-se sob a forma de éster metílico ($-\text{COOCH}_3$), e o grupos carboxilas remanescentes como uma mistura de formas de ácido livre ($-\text{COOH}$) e de sal (p.ex., $-\text{COO}^-\text{Na}^+$). E denominadas pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM), quando menos da metade dos grupos carboxila encontram-se sob a forma de éster metílico (BOBBIO, BOBBIO, 1992; DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

As soluções de pectina ATM gelificam na presença de ácido e açúcar, que são responsáveis pela protonação dos grupos carboxílicos ionizados e desidratação da micela de pectina. Isto ocorre porque, abaixando-se o pH de uma solução coloidal de pectina até 2,8-3,5, os grupos carboxilato (COO^-), altamente carregados e hidratados, perdem algumas de suas cargas, permitindo que as moléculas poliméricas se aproximem e formem “zonas de junção”, que aprisionam a solução aquosa de moléculas de soluto. A adição de alta concentração de açúcar (aproximadamente 65%, pelo menos 55%) favorece essas zonas de junção, uma vez que o açúcar compete com as moléculas de pectina pelas moléculas de água, desidratando as cadeias e permitindo a interação delas entre si (BOBBIO, BOBBIO, 1992;

DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010). O açúcar atua como estabilizante das “zonas de junção”, viabilizando interações hidrofóbicas entre os grupos metil esterificados (WILLATS et al., 2006).

Nas pectinas BTM, a gelificação ocorre pelas ligações entre íons carboxílicos e íons de cálcio, ou de outros cátions divalentes, que ligam-se covalentemente aos grupos hidroxila (OH). No caso de preparações alimentícias, emprega-se apenas o íon de cálcio, adicionando-se entre 0,1-0,5 % do mesmo, em relação ao peso do gel (BOBBIO, BOBBIO, 1992; DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

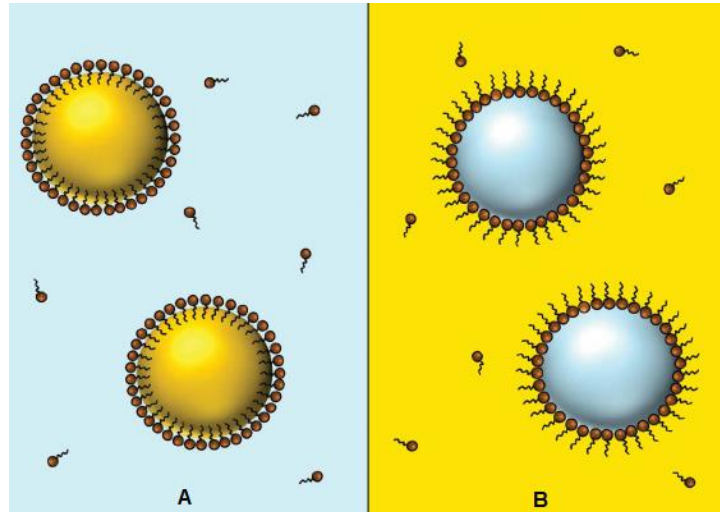
3.3 EMULSÕES CÁRNEAS

Uma emulsão consiste em uma suspensão coloidal de dois líquidos imiscíveis, de modo que um dos líquidos (fase dispersa) se encontre na forma de pequenas gotículas esféricas no interior do segundo (fase contínua). Quando a gordura entra em contato com a água, ocorre uma alta tensão entre essas duas fases. Para reduzir esta tensão, são adicionados agentes emulsificantes, como surfactantes, fosfolípidios, proteínas e polissacarídeos, que possibilitam a formação de emulsão com menor energia interna e concedem estabilidade à emulsão (LEAL-CALDERON, SCHMITT, BIBETTE, 2007; MCCLEMENTS, 2015).

As emulsões podem ser classificadas conforme sua fase contínua em: emulsão água em óleo (a/o), quando as gotículas de água estão dispersas na fase contínua (óleo), ou emulsão óleo em água (o/a), quando as gotículas de óleo estão dispersas na fase contínua (água) (Figura 4) (LEAL-CALDERON, SCHMITT, BIBETTE, 2007).

Muitos autores consideram as emulsões cárneas como sendo uma emulsão óleo em água, no entanto, não são consideradas emulsões verdadeiras por não possuírem as propriedades clássicas, como o tamanho da fase dispersa. A emulsão cárnea é definida como uma suspensão coloidal complexa, não totalmente homogênea e suas partículas dispersas possuem tamanho de 10 a 50 μ . As partículas de gordura, fibras musculares, aditivos, farináceos, entre outros, constituem a fase dispersa; enquanto a água, sal, proteínas hidrossolúveis e outros elementos solúveis representam a fase contínua (SHIMOKOMAKI, OLIVO, TERRA, 2006).

Figura 4. Diagrama esquemático de emulsão óleo em água (lado esquerdo, A) e água em óleo (lado direito, B), consistindo em gotículas revestidas de emulsificante dispersas na fase contínua.



Fonte: Adaptado de Chung et al. (2016)

3.3.1 Estabilidade das emulsões

A instabilidade termodinâmica entre as duas fases (água e óleo) das emulsões advém, primeiramente, do fato de que o contato entre as moléculas de óleo e água é energeticamente desfavorável, levando o sistema a reduzir a área de contato entre elas (MCCLEMENTS, 2002). A estabilidade das emulsões é afetada por diversos fatores, incluindo temperatura, pH, tamanho das gotículas na fase dispersa, viscosidade da fase contínua, diferença entre as densidades das fases dispersa e contínua, tipo e quantidade de agente emulsificante utilizado (FELLOWS, 2019; ORDÓÑEZ, 2005).

De acordo com Ordóñez (2005), durante o processo de emulsificação, temperaturas acima de 15 a 20 °C ocasionam rompimento da emulsão. Alguns fatores podem explicar o efeito da temperatura sob a estabilidade das emulsões, os quais serão descritos a seguir. A viscosidade do sistema decresce como consequência de temperaturas acima dessa faixa, provocando uma diminuição da estabilidade da emulsão. Com a elevação da temperatura, as gotículas de gordura tendem a fundir-se e, portanto, aumentarem de tamanho, provocando aumento na área superficial crítica e, conseqüentemente, a necessidade por proteínas emulsificantes. Além disso, temperaturas maiores favorecem a desnaturação das proteínas, o que reduz a

capacidade emulsificante das mesmas, e também favorecem a coalescência (reagregação) das gotículas de gordura.

A estabilidade das emulsões é afetada pelo pH devido ao efeito que este exerce sob as proteínas miofibrilares. Segundo Ordóñez (2005), as proteínas miofibrilares atingem seu potencial de emulsificação quando o pH da emulsão encontra-se perto da neutralidade. Ainda, de acordo com Sun e Holley (2010), as propriedades gelificantes das proteínas miofibrilares são altamente afetadas pelo pH, observando-se que no ponto isoelétrico dessas proteínas (pH 5,3) a formação de gel é inibida ou é formado um gel fraco, sendo o pH de 6 reportado como um ótimo pH para a gelatinização.

São formadas emulsões estáveis quando o tamanho das gotículas é pequeno (entre 1 e 10 μm , na prática). Os óleos normalmente apresentam menor densidade do que as soluções aquosas, levando-os à flotação, enquanto a água tende a sedimentar. Por isso, para possibilitar a estabilidade da emulsão a densidade entre as duas fases não pode ser discrepante. Em relação à viscosidade, uma fase contínua com maior viscosidade favorece a estabilidade da emulsão (FELLOWS, 2019; MCCLEMENTS, 2000).

Os agentes emulsificantes colaboram na estabilização da emulsão devido à sua característica anfipática, ou seja, são capazes de se ligarem às partes hidrofílicas (polares) e lipofílicas (apolares), formando micelas em torno das gotículas da fase dispersa, reduzindo a energia necessária para estabilizar o sistema. Emulsificantes contendo maior quantidade de grupos polares se ligam à água, estabilizando emulsões o/a, e os que contém mais grupos apolares ligam-se aos óleos, estabilizando emulsões a/o (FELLOWS, 2019).

A proteína atua como agente emulsificante ou estabilizante em emulsões devido à sua porção hidrofílica (polar) e hidrofóbica (apolar), que interagem com a água e a gordura, respectivamente, o que evita a saída e coalescência da gordura, conforme representado na Figura 5 (SHIMOKOMAKI, OLIVO, TERRA, 2006). Em produtos cárneos, as proteínas miofibrilares são os principais agentes emulsificantes, especialmente a miosina, e respondem por 75% da capacidade emulsificante (OLIVO, 2006). A Figura 6 mostra a microscopia ocular de uma emulsão cárnea (salsicha), corada pela técnica de Eosina, onde pode-se observar um glóbulo de gordura circundado por um filme proteico, que está estabilizando a gordura (SHIMOKOMAKI

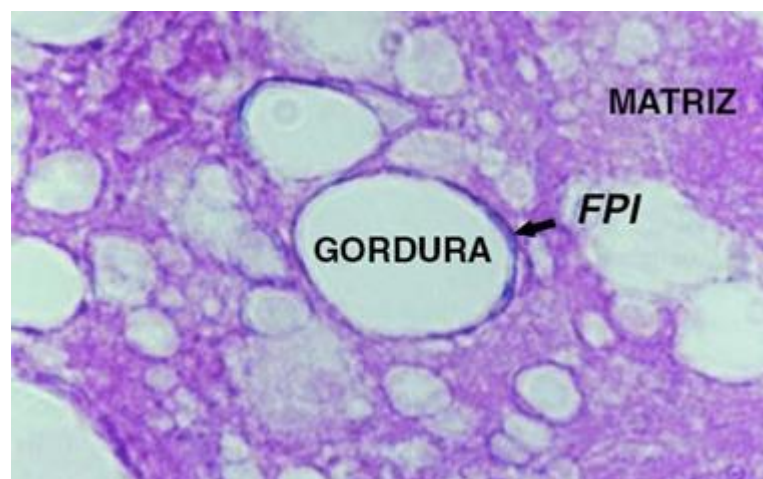
et al., 2006).

Figura 5. Interface entre gordura e água em uma emulsão. A proteína forma um filme entre que une a água e a proteína. O quadro inferior direito mostra os sítios hidrofóbicos e hidrofílicos de uma proteína, proposto por Bailey e Light (1989).



Fonte: Shimokomaki, Olivo e Terra (2006)

Figura 6 Microfotografia de uma emulsão cárnea, corada pelo método Eosina, mostrando Matriz, Glóbulo de Gordura e Filme Proteico Interfacial (FPI).



Fonte: Shimokomaki, Olivo e Terra (2006)

Os polissacarídeos, quando adicionados às emulsões óleo em água, atuam

como estabilizantes, pois se dissolvem na água e aumentam a viscosidade da fase aquosa, formando soluções viscosas ou géis. Estes ingredientes formam uma rede tridimensional de interação entre as moléculas, retendo as gotículas e evitando que elas se agrupem, e dessa forma, estabilizando a emulsão (DICKINSON, 1992; FELLOWS, 2019).

3.4 SUBSTITUINTES DE GORDURA

A gordura representa uma importante fonte de energia e de nutrientes na alimentação humana, como proteínas, vitaminas e ácidos graxos essenciais, e, particularmente em produtos cárneos, contribui para o sabor, maciez, suculência, aparência e textura. Contudo, existe uma recorrente preocupação, principalmente nos países mais desenvolvidos, em relação ao consumo excessivo de produtos ricos em gordura, pois a ingestão de energia via alimentação tem sido maior do que a requerida fisiologicamente pelo corpo humano, o que vem sendo associado a um aumento da incidência de doenças crônicas, como obesidade, diabetes e doenças coronarianas (CHUNG et al., 2016; ZHANG et al., 2010, WEISS et al., 2010; BAYARRI et al., 2007; BELITZ, GROSCH, SCHIEBERLE, 2009).

Os consumidores, por sua vez, estão mais conscientes dos efeitos prejudiciais que o elevado consumo de gordura representa para a saúde. Consequentemente, as indústrias alimentícias têm investido no desenvolvimento de produtos com redução no teor de gordura, mas que mantenham propriedades tecnológicas e sensoriais desejáveis (JOSQUIN, LINSSEN, HOUBEN, 2012). O que tem sido um desafio, uma vez que a gordura desempenha funções muito importantes na determinação da qualidade geral dos produtos alimentícios, influenciando a aparência, textura, estabilidade, sensação na boca, perfil de sabor e saciedade (BAYARRI et al., 2007; CHUNG et al., 2016).

Assim, a substituição direta de gordura por água em produtos cárneos emulsionados não é viável, uma vez que esta medida pode comprometer a qualidade final do produto. Logo, a viabilidade de produtos com redução de gorduras depende de vários fatores, que abrangem o teor de gordura requerido, a natureza do produto e o tipo de processamento necessário, sendo por vezes vantajoso combinar diferentes estratégias de substituição de gorduras a fim de se obter o resultado esperado (CHUNG et al., 2016).

As principais estratégias envolvidas no desenvolvimento de produtos cárneos baixos em gordura consistem na seleção de cortes mais magros, adição de ingredientes que podem atuar como substituintes de gordura, juntamente com a adição de água, com o intuito de se assemelharem às funções exercidas pelas gorduras, evitando assim a perda de qualidade nestes alimentos, no que diz respeito às suas propriedades tecnológicas e sensoriais (COLMENERO, 1996; SANCHEZ-ZAPATA et al., 2010; CHOI et al., 2009; JALAL et al., 2013).

Os ingredientes comumente utilizados como substituintes de gordura nas formulações cárneas podem ser classificados em três categorias: proteínas não-cárneas (proteínas da soja e do leite, por exemplo); baseados em carboidratos (como celulosas, amidos, inulinas e pectinas) ou pela combinação de ingredientes que atuam na redução de gordura (OLIVEIRA et al., 2013).

Pesquisadores da área de ciência de alimentos têm se dedicado ao desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de gordura, enriquecidos com fibras alimentares, pois são ingredientes funcionais capazes de reter a água, resultando em menor perda por cozimento e, conseqüentemente, textura desejada ao produto final (HYGREEVA et al., 2014; FURLÁN, PADILLA, CAMPDERRÓS, 2014., 2014).

Neste sentido, as indústrias alimentícias podem explorar as propriedades físico-químicas de subprodutos ricos em fibras para incrementar a viscosidade, textura e características sensoriais de produtos reduzidos de gordura, além de melhorar a qualidade nutricional dos mesmos e fornecer alimentos mais saudáveis aos consumidores (HYGREEVA, PANDEY, RADHAKRISHNA, 2014).

3.4.1 Fibras alimentares em produtos cárneos

Fibras alimentares provenientes de diversas fontes, isoladas ou combinadas com outros ingredientes, têm sido avaliadas como substituintes parciais de gordura ou como ingredientes funcionais em produtos cárneos, a fim de incrementar características tecnológicas específicas do produto e também propiciar melhorias nutricionais e sensoriais.

Diversos estudos reportaram que a inclusão de fibras alimentares em produtos cárneos contribuiu com a capacidade de retenção de água e diminuição da perda de

peso por cozimento. Han e Bertram (2017) observaram estes efeitos ao empregarem 2% de inulina, celulose, carboximetilcelulose, quitosana ou pectina, separadamente, em um sistema de emulsão cárnea reduzido em gordura.

Song et al. (2016) verificaram que fibras comerciais de citros, nas concentrações de 0,1, 2 e 3%, promoveram aumento da capacidade de retenção de água e diminuição da perda de peso por cozimento em salsichas frankfurt com teor reduzido de gordura (10%), ao compararem com a formulação de salsicha controle (20% de gordura). Segundo os autores, estes efeitos são atribuídos ao aumento nas interações hidrofóbicas das proteínas miofibrilares e às mudanças na microestrutura da emulsão - rede proteica mais compacta e contínua, com habilidade de retenção de água - que ocorreram com a adição das fibras.

Coksever e Saricoban (2010) demonstraram que linguiças de fermentação turca (sucuks), elaboradas com 1, 2,5 ou 5% de albedo de laranja, apresentaram redução na perda de peso por cozimento e no teor lipídico, principalmente na concentração de 5%, na qual apresentou aproximadamente 12% menos gordura e 3% menos perda de peso por cozimento.

Outros estudos demonstram a influência das fibras sob a viscosidade, estabilidade da emulsão e capacidade emulsificante de produtos cárneos, as quais geralmente contribuem com esses parâmetros. O efeito sob os atributos de textura também foi avaliado por alguns autores, não havendo consenso nas respostas, dependendo da fibra aplicada e do produto cárneo estudado.

Sariçoban et al. (2008) analisaram albedo de limão (cru e desidratado) em cinco proporções (0, 2,5, 5, 7,5 e 10%) em um sistema de emulsão cárnea, verificando aumento da capacidade emulsificante até 5% de albedo cru e cozido, porém decrescendo nos níveis subsequentes. Efeito semelhante ocorreu para a estabilidade de emulsão., o albedo desidratado levou à uma maior capacidade emulsificante e estabilidade de emulsão do que o albedo cozido. Também observaram que a viscosidade da emulsão foi proporcional ao aumento da concentração de albedo.

Shan et at. (2015) adicionaram albedo de pomelo em salsichas frankfurt em seis níveis diferentes: 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10 e 12,5%. Houve aumento da capacidade emulsificante, especialmente ao usar 5% do albedo; redução da perda de peso por cozimento, principalmente ao empregar 7,5% de albedo, concentração na qual também foi obtida melhor estabilidade da emulsão. Quanto à textura, o albedo de

laranja promoveu aumento da dureza e diminuição da mastigabilidade no produto.

Choi et al. (2009) elaboraram cinco formulações de emulsões cárneas com teor reduzido de gordura animal por meio da inclusão de 10% de óleos vegetais (oliva, milho, soja, canola ou semente de uva) e 20% de fibra de farelo de arroz. Essa substituição mostrou-se eficiente para reduzir a gordura do produto, além de conferir menor perda de peso por cozimento e maior viscosidade e estabilidade de emulsão. Os valores de umidade, proteínas, cinzas, dureza, coesividade, gomosidade e mastigabilidade foram superiores em todas as amostras contendo óleo vegetal e fibra, quando comparadas ao controle.

Henck et al. (2019) demonstraram a viabilidade em utilizar alfa-ciclodextrina e fibra de trigo como substituintes parciais de gordura em linguiças de frango do tipo frankfurt, sem afetar a qualidade sensorial no produto. A partir dessa substituição, observaram aumento na estabilidade da emulsão, na dureza e mastigabilidade e diminuição na coesividade das linguiças. A análise de microscopia eletrônica por varredura mostrou que a alfa-ciclodextrina colaborou com a retenção dos glóbulos de gordura pela microestrutura.

Em estudo conduzido por Henning, Tshalibe e Hoffman (2016), três tipos de fibras alimentares comerciais de abacaxi (NSP60, NSP100 e NSP200) foram verificadas como potenciais substituintes de gordura em salsichas suínas, na concentração de 1% cada, reduzindo o teor de gordura e colaborando com incremento no teor de fibras do produto. Por outro lado, não houve redução na perda de peso por cozimento, notando-se, inclusive, aumento deste parâmetro quando utilizada a fibra NSP60. Nos atributos de textura, as amostras contendo fibras apresentaram menores valores de mastigabilidade, gomosidade e elasticidade e também valor inferior de pH.

Méndez-Zamora et al. (2015) utilizaram diferentes concentrações de inulina e pectina como substituintes de gordura em salsichas frankfurt, elaborando dois tratamentos sem adição de fibras: controle (T0), controle reduzido em gordura (T1), e quatro reduzidos em gordura com inclusão de fibras: 15% de inulina (T2), 30% de inulina (T3), 7,5% de inulina com 7,5% de pectina (T4) e 15% de inulina com 15% de pectina (T5). A firmeza e mastigabilidade de T3 e T5 foram superiores a T0, enquanto a coesividade foi inferior em T5, comparando-se ao controle.

Melhorias nutricionais, sensoriais e no cozimento pelo uso de fibras foi relatado por Eldemery (2010), que empregou albedo de laranja em hambúrgueres de carne.

Neste estudo, foram elaborados três tipos de hambúrgueres, os quais continham albedo de laranja cru, albedo de laranja cozido ou a combinação de ambos, incluídos nas concentrações de 0% (controle) 5%, 10 e 15%. Os resultados indicaram que o albedo de laranja propiciou aumento no teor de fibras, maior porcentagem de rendimento no cozimento e na capacidade de retenção de água e óleo em todas as condições testadas, quando comparados ao controle. As propriedades sensoriais e de textura foram aprimoradas ao empregar 5% de albedo de laranja cru, cozido ou combinados.

Diversos estudos sugerem que a inclusão de fibras de frutas cítricas, associadas ou não à outras matérias-primas, são ingredientes com potencial de realçar as propriedades funcionais de produtos cárneos. Fibras de laranja (resíduos do processamento da laranja em suco, compostos principalmente por flavedo, albedo e polpa, submetidas à secagem e moagem) aumentaram o teor de fibras, diminuíram os níveis de nitrato e retardaram o processo de oxidação lipídica em mortadelas Bologna, quando aplicada nos níveis de 0,5, 1, 1,5 e 2%, e em salsichas curadas suínas, nas proporções de 5, 10, 15 e 20% (FERNÁNDEZ-GINÉS et al., 2003; FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 2007).

Os mesmos efeitos foram mencionados por Fernández-Ginés et al. (2004) em mortadelas bologna contendo albedo de limão, cru ou cozido, nas seguintes concentrações: 0%, 2,5%, 5%, 7,5% e 10%, e por Viuda-Martos et al. (2010) ao associarem óleos essenciais de tomilho e alecrim às fibras de laranja, também em mortadela bologna.

A inclusão de fibras alimentares em mortadelas mostrou-se uma boa alternativa no que diz respeito à qualidade sensorial das mortadelas. Segundo Fernández-Ginés et al. (2003), mortadelas elaboradas com até 1,5% de fibra de laranja tiveram qualidade sensorial semelhante ao produto controle. Fernández-Ginés et al. (2004) relataram que mortadelas formuladas com 2,5 e 5% de albedo de limão cru e 2,5, 5 e 7,5% do cozido apresentaram propriedades sensoriais similares ao produto controle (0% albedo de limão). Enquanto mortadela elaborada com fibra de laranja e óleo essencial de alecrim foi a mais aceita sensorialmente entre os avaliadores de acordo com Viuda-Martos et al. (2010).

Alguns autores estudaram os impactos de se adicionar fibras alimentares em produtos cárneos do tipo mortadela diretamente como substituintes parciais de

gordura. Mortadelas bologna reduzidas em gordura foram elaboradas por Barretto, Pacheco e Pollonio (2015), pela combinação de fibras de aveia (1%), inulina (5%) e níveis variáveis de fibra de trigo (0-4%), obtendo boa aceitação sensorial quando aplicado 6,58% de fibras – 5% de inulina, 1% de aveia e 0,58% de fibra de trigo.

Bortoluzzi (2009) utilizou fibra obtida da polpa de laranja, nas concentrações de 1 e 3%, para reduzir a gordura de mortadelas de frango em 4 e 16%, respectivamente, e comparou com mortadela controle contendo 24% de gordura. Os resultados demonstraram que a substituição parcial de gordura por fibra de laranja propiciou redução ($p < 0,05$) no teor de gordura e no valor calórico; valores de pH, atividade de água e aspectos microbiológicos estáveis no decorrer da estocagem, e formação de emulsão cárnea estável, sendo a formulação contendo 1% de fibra de laranja a mais aceita sensorialmente.

Auriema et al (2019), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o efeito da farinha de Moringa oleífera como substituinte parcial de gordura em mortadela de frango, elaborando para isso quatro formulações de mortadela: com 0% (controle), 1%, 3% e 5% da farinha de Moringa. Os resultados confirmaram a aplicabilidade da mesma em reduzir o teor lipídico das mortadelas, principalmente quando inserida na concentração de 5%, em que reduziu mais de 18% a quantidade de gordura, e em diminuir desenvolvimento da oxidação lipídica quando aplicada nas concentrações de 3% e 5%. Os autores mencionam a aplicação de 3% de farinha de moringa como a ideal para mortadela de frango, pois nesta foi atingiu-se redução de gordura, melhor estabilidade lipídica sem causar alterações de cor perceptíveis, durante os 90 dias de estocagem.

3.5 MORTADELA

A mortadela é um dos principais produtos emulsionados cárneos, é muito consumido no Brasil e apresenta grande aceitação pelos consumidores. O consumo médio *per capita* de mortadela no Brasil entre 2017 e 2018 foi de 581 g por ano (IBGE, 2019). Dentre os embutidos cárneos emulsionados, as mortadelas representam significativa parcela no volume total comercializado, devido à sua excelente relação custo-benefício, permitindo que um conjunto populacional com poucas condições de suprir a quantidade mínima diária recomendada de proteína consumindo carne *in natura*, tenha acesso à proteína cárnea (OLIVO, 2006).

Segundo a Instrução normativa nº4, de 31/03/2000 (BRASIL, 2000), que aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade, define-se mortadela como:

Entende-se por mortadela, o produto cárneo industrializado, obtido de uma emulsão das carnes de animais de açougue, acrescido ou não de toucinho, adicionado de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, em diferentes formas, e submetido ao tratamento térmico adequado.

As mortadelas são classificadas de acordo com a composição da matéria-prima e das técnicas de fabricação. As mortadelas de carne de ave devem conter carne de ave, no máximo 40% de carne mecanicamente separada (CMS) e até 5% de miúdos comestíveis de ave (fígado, moela e coração) e gordura (BRASIL, 2000).

Os ingredientes de adição obrigatória em mortadelas são a carne e o sal. Enquanto água, gordura animal e/ou vegetal, proteína vegetal e/ou animal, aditivos intencionais, agentes de liga, açúcares, aromas, especiarias e condimentos, vegetais, queijos e proteínas não cárneas (4%, no máximo) podem ser adicionados como ingredientes opcionais (BRASIL, 2000).

O regulamento técnico de identidade e qualidade das mortadelas também dispõe características físico-químicas requeridas para este tipo de produto. Em relação à composição das mortadelas, são estipulados os seguintes teores máximos para o produto: 10% para os carboidratos totais, 5% para amidos, 65% de umidade e 30% de gordura, com exceção das mortadelas bologna e italiano, cujo teor máximo é de 35%. Enquanto que para a proteína exige-se um mínimo de 12% (BRASIL, 2000).

A RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001, estabelece os seguintes padrões microbiológicos para as mortadelas: Coliformes a 45°C < 3 UFC/g ; Estafilococos Coagulase Positiva <100 UFC/g; Clostridium Sulfito Redutor a 46 °C <10 UFC/g e ausência de Salmonella sp em 25 g de amostra (BRASIL, 2001).

A elaboração da mortadela inicia-se pela moagem da matéria-prima cárnea (carne, gordura, outros tecidos). Este processo é realizado em equipamentos específicos, como o cutter e os emulsificadores contínuos (ou moinhos coloidais), os quais são responsáveis pela fragmentação da carne, também conhecida como cominuição, e pela mistura da carne com gordura, água, sal e demais ingredientes (SHIMOKOMAKI, OLIVO, TERRA, 2006).

A cominuição é essencial pois é quando as proteínas miofibrilares são

extraídas das células das fibras musculares. Este processo também proporciona maior uniformidade à massa, facilita a mistura homogênea com os demais ingredientes e promove o amaciamento da carne (ORDÓÑEZ, 2005)

A trituração e mistura dos ingredientes começa inserindo as carnes magras em pedaço, juntamente com o cloreto de sódio, sais de cura e fosfatos, que são mantidos até a mistura adquirir uma aparência homogênea. Em seguida, é adicionada a água em forma de gelo, preferencialmente em escamas, para evitar que a temperatura da massa aumente e facilitar a solubilização das proteínas. Depois, acrescenta-se a fonte de gordura (carne gorda) e o restante dos ingredientes, até que se obtenha uma massa homogênea. É importante que a temperatura final não ultrapasse 15 °C (ORDÓÑEZ, 2005). Bailey e Light (1986) mencionam a temperatura de 7°C como a ideal, pois auxilia a solubilidade das proteínas e evita a liquefação das gorduras.

O cloreto de sódio (NaCl) exerce função muito importante na textura da mortadela, pois atua facilitando a solubilização das proteínas miofibrilares, pelo aumento da força iônica (ORDÓÑEZ, 2005; DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010). O sal contribui na capacidade de retenção de água, na formação de gel, no sabor e palatabilidade do produto (TOLDRÁ, 2010). Porém, deve ser inserido em quantidade suficiente, caso contrário a textura característica do produto é perdida durante a cocção. A literatura indica que a solubilização das proteínas miofibrilares em 0,5 M favorece suas propriedades emulsificantes (DAMODARAN, PARKIN, FENNEMA, 2010).

Além disso, o NaCl apresenta efeito no controle microbiano – 10% do mesmo é capaz de inibir o crescimento da maioria das bactérias (ORDÓÑEZ, 2005).

A capacidade de retenção de água do sistema é potencializada pelo uso de fosfatos, que também agem incrementando a cor e aroma do produto. Os nitritos e nitratos desempenham ação principalmente na manutenção da cor da mortadela, mas também contribuem no desenvolvimento do aroma característico da carne, inibem o crescimento de algumas bactérias, principalmente o *Clostridium botulinum*, e retardam o processo de rancificação (ORDÓÑEZ, 2005).

Embora a mortadela seja um alimento com valor proteico agregado, também é uma fonte de gordura, uma vez que as mortadelas tradicionais apresentam de 15 a 30 % de gordura em sua composição (JIMÉNEZ-COLMENERO et al., 2010).

As reformulações em produtos cárneos buscam reduzir a gordura e manter a qualidade sensorial dos produtos, para tal, podem ser incorporados ingredientes

funcionais, como fibras alimentares (MÉNDEZ-ZAMORA et al., 2015). Neste sentido, a busca por opções para diminuir e/o substituir lipídios adicionados à mortadela e que sejam capazes de reter água e reduzir as perdas por cozimento é uma necessidade crescente.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAL

As laranjas utilizadas foram da variedade pêra (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), adquiridas no comércio local de Paranaíba.

Os filés de peito de frango, envoltórios artificiais para mortadelas e proteína concentrada de soja foram gentilmente doados pela Frios Londrina, (Londrina, PR, Brasil). A pele de frango (empregada como fonte de gordura) e a Carne Mecanicamente Separada (CMS) foram gentilmente cedidas pela Frango Granjeiro, (Rolândia, PR, Brasil). Eritorbato de sódio, sal de cura, tripolifosfato de sódio, e os condimentos em pó: alho, cebola e pimenta branca, foram gentilmente providos pela empresa Duas Rodas. Os demais ingredientes foram adquiridos no comércio local de Londrina.

4.2 ELABORAÇÃO DA FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA

A farinha de albedo de laranja foi elaborada nos Laboratórios de Química e Alimentos do Instituto Federal do Paraná/Campus Paranaíba (IFPR). Inicialmente, as laranjas foram lavadas em água corrente, com detergente neutro, e sanitizadas por meio de imersão em água corrente clorada por 15 minutos. Após a higienização, as laranjas foram enxaguadas em água corrente e secas manualmente. A parte externa da casca da laranja (flavedo) foi removida até ser atingida a parte branca (albedo). Posteriormente, a laranja foi partida em quatro pedaços iguais, sendo o albedo removido manualmente. O albedo obtido foi submetido ao processo de branqueamento, o qual consistiu em tratamento térmico em água em ebulição por 3 minutos, seguido de choque térmico em banho de gelo até o seu resfriamento. Em seguida, o material obtido foi transferido para peneiras para retirada do excesso de água presente, sendo posteriormente submetidos à secagem em estufa com

circulação de ar, à uma temperatura de 45 °C, por um período de 12 a 15 horas. Sequencialmente, o material foi moído em moinho de faca até a obtenção de uma farinha, com granulometria de aproximadamente 60 mesh. A farinha obtida foi armazenada em recipiente devidamente fechado e mantida em refrigeração a 4 °C.

4.2.1 Composição química aproximada da farinha de albedo de laranja

A composição química aproximada da farinha de albedo de laranja foi determinada seguindo metodologias descritas pela AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000). A umidade foi determinada por secagem a 105 °C até peso constante. As cinzas quantificadas por incineração em forno tipo mufla, a 550 °C. Os lipídios foram extraídos em Soxhlet com éter de petróleo. As proteínas quantificadas pelo método de micro-Kjeldahl, utilizando fator de 6,25. A determinação de fibras total, solúvel e insolúvel foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico. E os carboidratos foram calculados por diferença.

4.2.2 Medida de cor da farinha de albedo de laranja

Os parâmetros de cor da farinha de albedo de laranja foram determinados utilizando colorímetro Minolta® CR-400, iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELab: L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde); b* (componente amarelo-azul).

4.3 ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA

Elaborou-se um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja, a fim de empregá-lo nas formulações de mortadela. A preparação do mesmo foi realizada com base em metodologia proposta por Santos (2003). Primeiramente, preparou-se uma solução com aproximadamente 2,5 mg de ácido cítrico anidro 99% P.A. (Alphatec) em 200 mL de água destilada, de modo que o pH da solução se mantivesse entre 3,2-3,5, o qual foi mensurado com auxílio do potenciômetro digital Mettler Toledo FE20 Five Easy™. Em seguida, homogeneizou-se 10 g de farinha de albedo de laranja em 100 mL desta solução a 100 °C por 20 minutos, após

resfriamento, o produto obtido foi mantido em refrigeração a 4 °C até sua aplicação no produto cárneo (24h).

4.3.1 Medida de cor, pH e atividade de água (Aa) do substituinte de gordura

Os parâmetros de cor, pH e atividade de água (a_a) do substituinte de gordura foram determinados em triplicata, logo após sua elaboração. Para a cor, utilizou-se colorímetro Minolta® CR-400, iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELab: L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde); b* (componente amarelo-azul). O pH foi mensurado com um potenciômetro digital (Mettler Toledo FE20 Five Easy™), e a atividade de água (a_a) foi mensurada usando o equipamento Aqualab.

4.4 PROCESSAMENTO DAS MORTADELAS DE FRANGO

Foram elaboradas três formulações de mortadelas de frango, com diferentes níveis de inclusão do substituinte de gordura: controle, com 0% (C); com inclusão de 4,8% (F1); com inclusão de 8,4% (F2), visando à substituição parcial de 0, 40 e 70% de gordura, respectivamente, conforme apresentado na Tabela 1.

Para a elaboração das mortadelas, primeiramente, os peitos de foram resfriados (0 °C), cortados em pedaços e levados ao *cutter*, juntamente com a carne mecanicamente separada (CMS). Ao iniciar a cominuição, adicionou-se o gelo em escamas. Após a homogeneização da massa, foram adicionados os demais ingredientes descritos na Tabela 1. Finalizada homogeneização, a massa foi mantida em repouso sob refrigeração por aproximadamente 3h (4 °C), e embutida em tripa artificial de poliamida, em unidades de aproximadamente 300 g cada. O cozimento das mortadelas foi realizado em banho-maria Dubnoff, de acordo com a seguinte programação: 45 °C por 20 min.; 55 °C por 20 min.; 65 °C por 20 min, 75 °C por 20 min e 85 °C, até que a temperatura interna da massa atingisse 72 °C, quando foram retiradas e submetidas ao choque térmico em água corrente. As mortadelas foram armazenadas a 4 °C, por 90 dias.

4.4.1 Composição química aproximada das mortadelas de frango

A composição química aproximada das mortadelas de frango: conteúdos de umidade, proteínas, lipídios, fibras e cinzas, foram determinados pelas metodologias da AOAC (Association of Official Analytical Chemists, 2000), conforme descritas no item 4.2.1.

Tabela 1 – Formulações das mortadelas de frango com adição de 0, 4,8 e 8,4% de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Ingredientes	Formulações		
	C	F1	F2
Filé de Frango	43,00	43,00	43,00
CMS	23,53	23,53	23,53
Gordura	12,00	7,20	3,60
Gelo	11,00	11,00	11,00
Fécula de Mandioca	3,00	3,00	3,00
Proteína de Soja	4,00	4,00	4,00
Substituinte de Gordura	0	4,80	8,40
Eritorbato de Sódio	0,10	0,10	0,10
Sal	2,00	2,00	2,00
Sal de Cura	0,10	0,10	0,10
Tripolifosfato de Sódio	0,25	0,25	0,25
Açúcar	0,60	0,60	0,60
Alho em pó	0,20	0,20	0,20
Cebola em pó	0,06	0,06	0,06
Pimenta Branca em pó	0,08	0,08	0,08
Páprica em pó	0,08	0,08	0,08
Total	100	100	100

C= mortadela controle, F1= mortadela com adição de 4,8% de substituinte de gordura e redução de 40% de gordura; F2=mortadela com adição de 8,4% de substituinte de gordura e redução de 70% de gordura.

4.4.2 Medida de cor das mortadelas de frango

Os parâmetros de cor das mortadelas foram determinados após 1 dia e 90 dias da elaboração das mesmas, em triplicata, na parte interna, tomando seis pontos diferentes, utilizando colorímetro Minolta® CR400, iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELab, sendo L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul). Foi calculada a diferença de cor (ΔE) entre o período de estocagem (1 a 90 dias), para todas as formulações de mortadela de acordo com a equação 1.

$$\Delta E^* = [(L^*_{t_0} - L^*_t)^2 + (a^*_{t_0} - a^*_t)^2 + (b^*_{t_0} - b^*_t)^2]^{1/2} \quad (1)$$

Onde t_0 indica a mortadela armazenada 24 horas após o processamento e t indica o tempo de 40, 60 e 90 dias de armazenamento das mortadelas.

4.4.3 Determinação de pH e atividade de água das mortadelas de frango

O pH e a atividade de água das mortadelas de frango foram mensurados em triplicata, após 24h de armazenamento a 4 °C. Para medição do pH utilizou-se potenciômetro de inserção portátil da marca Testo (Modelo 205 AG Germany), e para medição da atividade utilizou-se o aparelho Aqualab.

4.4.4 Medida da capacidade de retenção de água (CRA) das mortadelas de frango

A capacidade de retenção de água foi realizada no tempo de 24h de armazenamento a 4 °C, seguindo o método de Troy, Desmond e Buckley (1999). Pesou-se 10 g de amostra de cada tratamento em um tubo de centrífuga de 50 mL, estes foram aquecidos a 90 °C durante 10 min em banho-maria. Após o aquecimento, as amostras foram cuidadosamente removidas dos tubos com auxílio de uma pinça, e resfriadas em temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram envolvidas por uma gaze e colocadas novamente nos tubos de centrífuga de 50 mL com algodão na base. As amostras foram centrifugadas durante 10 min a 9.000 x g e 4 °C. Os resultados foram expressos em porcentagem de área retida.

4.4.5 Análise do perfil de textura das mortadelas de frango

O perfil de textura foi realizado no tempo de 24h após a elaboração das mortadelas, em um Texturômetro Universal TAX-T2i, com auxílio do probe metálico P035. Os parâmetros utilizados para analisar as propriedades mecânicas das mortadelas foram definidos por Bourne (1978): dureza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade e resiliência (mastigabilidade = dureza x coesividade x elasticidade). As amostras foram cortadas em formato cilíndrico de 3 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura e comprimidas em 50 %, as velocidades de pré-teste, teste e pós-teste foram de 5 mm.s^{-1} e a força de compressão de 0,98 N.

4.4.6 Análise de oxidação lipídica das mortadelas de frango

A oxidação lipídica das mortadelas de frango foi acompanhada nos tempos de 24h, 30, 60 e 90 dias de armazenamento a 4 °C, utilizando a metodologia descrita por Tarladgis, Pearson e Dugan Júnior (1964) e modificada por Crackel et. al. (1988).

Neste procedimento, foram pesadas 10 g de amostra trituradas e acrescentadas de 15 mL de ácido tricloroacético 7,5% , homogeneizadas em turrax a 7000 rpm por 1 min, e, então, centrifugadas a 6000 rpm em centrífuga refrigerada (Eppendorf, 5810 R, Germany) a 20°, por 10 min, e em seguida filtrados em papel filtro. Em 5 mL do sobrenadante foram adicionados 5 mL de ácido tiobarbitúrico 0,02 mol.L⁻¹. Os tubos foram colocados em banho-maria a 85°C durante 35 minutos. Em seguida, foram resfriadas e a absorbância lida em espectrofotômetro (Libra S22, Biochrom, England) a 532 nm. Foi utilizada uma curva padrão com solução de 1,1,3,3,-tetraetoxipropano em ácido sulfúrico 1%, de $4 * 10^{-10}$ a $4,40 * 10^{-9}$ mol.L⁻¹. Os resultados foram expressos em mg de malonaldeído por quilograma de amostra (CRACKEL et. al, 1988).

4.4.7 Perfil de ácidos graxos das mortadelas de frango

O perfil de ácidos graxos foi determinado nas formulações C, F1 e F2 das mortadelas por cromatografia gasosa com coluna capilar e detector de chama. A extração de lipídios foi realizada em triplicata conforme metodologia de Bligh e Dyer

(1959). Neste procedimento, uma porção de 40 g da amostra foi homogeneizada em 80 mL de clorofórmio e 40 mL de metanol, e agitada por 1 hora. Posteriormente, adicionou-se 40 mL de clorofórmio e 40 mL de água destilada, submetendo-se novamente à agitação por 20 minutos. O material foi filtrado em funil de buchner com papel filtro, empregando vácuo. O filtrado foi transferido para um funil de separação e acrescentado de solução aquosa de NaCl 0,9%, equivalente a 1/5 do volume filtrado. Após a separação de fases, recolheu-se a fase contendo clorofórmio e a matéria graxa total em um balão volumétrico de fundo chato, para que o solvente fosse evaporado em um rotaevaporador com temperatura controlada de 33-34°C. A hidrólise e transesterificação dos ácidos graxos seguiu o método 5509 da ISO (1978). Em 200 mg da matéria graxa adicionou-se 2 mL de n-heptano, agitando-se rigorosamente até completa solubilização dos lipídios. Em seguida, adicionou-se 2 mL de solução de NaOH/ metanol 2 mol L⁻¹ e agitou-se novamente. A solução permaneceu em repouso até completa separação das fases. A fase superior, contendo n-heptano e ésteres metílicos de ácidos graxos, foi extraída com auxílio de um pipetador automático e transferida para um vial âmbar, onde foi armazenada a -18 °C até o momento da análise. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados utilizando cromatógrafo Shimadzu modelo 17A Gas Chromatograph, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar (100m x 0,25 mm) com 0,25 µm de cianopropil polisiloxano CP SII 88. A rampa de temperatura da coluna foi programada para: 65°C por 15 minutos; 10°C.min⁻¹ até 165°C e mantido por 2 minutos; 4°C.min⁻¹ até 185°C e mantido por 8 minutos; 4°C.min⁻¹ até 235° e mantido por 5 minutos. O detector e o injetor foram mantidos a 260 °C, foi utilizado Split de 1/100. O fluxo de gases foi de 1,2 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂), 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂), 30 e 300 mL.min⁻¹ para os gases da chama, H₂ e ar sintético, respectivamente. Para a identificação dos ácidos graxos, foi realizada uma comparação dos tempos de retenção relativos dos picos das amostras com padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma FAME 189191). Os resultados foram expressos em percentagem de área normalizada dos ácidos graxos. Os picos foram integrados utilizando a área e os resultados foram expressos em percentagem relativas de cada ácido graxo identificado.

4.4.8 Análise sensorial das mortadelas de frango

Para analisar os impactos sensoriais da substituição parcial de gordura das mortadelas de frango, foram aplicados os testes de aceitação e intenção de compra. Previamente à análise sensorial, foi realizada avaliação microbiológica das mortadelas, a fim de assegurar a inocuidade do produto, de acordo com a resolução RDC nº12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina (CAE nº 08631219.7.0000.5231) (Anexo A).

A equipe de avaliadores foi composta por 100 indivíduos não treinados, maiores de 18 anos, sendo 70% mulheres e 30% homens, os quais foram convidados para participar da análise, receberam esclarecimento sobre o teste e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Anexo B). As amostras, de aproximadamente 20 g cada, foram apresentadas para cada um dos 100 avaliadores, em cabines individuais do laboratório de análise sensorial da Universidade Estadual de Londrina (Londrina/PR), devidamente codificadas com número de três dígitos, para cada teste. Os testes de aceitação e intenção de compra foram aplicados no mesmo dia, utilizando a mesma ficha de avaliação (Anexo C). As amostras C, F1 e F2 foram entregues para os avaliadores juntamente com a ficha de avaliação, e eles foram orientados a provar as amostras da esquerda para a direita.

As formulações C, F1 e F2 foram avaliadas pelo teste de aceitação, por escala hedônica de 9 pontos (1= desgostei extremamente e 9= gostei extremamente), para os atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e avaliação global. E pela intenção de compra, por escala de 5 pontos (1= certamente não compraria e 5 = certamente compraria) (ZENEON, PASCUET, TIGLEA, 2008). A partir das médias dos parâmetros avaliados, calculou-se o índice de aceitação (IA) por meio da equação $IA (\%) = A \times 100/B$, em que A é a nota média obtida para o atributo e B é a nota máxima dada ao atributo.

4.4.9 Microscopia ótica das mortadelas de frango

A microscopia ótica das formulações Controle, F1 e F2 das mortadelas de

frango foi realizada após 15 dias da elaboração das mesmas. As amostras de mortadela foram cortadas em 1,5 cm cúbicos e fixadas em solução de formol tamponado a 10% por 48 horas. Posteriormente, permaneceram em álcool 70% até o momento da clivagem macroscópica. Em seguida, foram submetidas à desidratação, diafanização e parafinização em processador automático de tecidos utilizando banhos progressivos de álcool, xilol e parafina em estado líquido, respectivamente. As amostras foram então incluídas em parafina e os blocos mantidos sob refrigeração para posterior clivagem em micrótomo com espessura de 5 μm . As amostras foram deitadas em lâminas histológicas e permaneceram em estufa por 4 horas para o derretimento da parafina, sendo então mantidas em temperatura ambiente. Então, foi realizada a coloração com hematoxilina e eosina (HE) e a montagem com lamínula e resina sintética. A avaliação foi realizada em microscópio ótico Opticam 0500R com aumento de 20 vezes.

4.4.10 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados pelo software Statistica 7.0 (StatSoft), utilizando o teste de médias Tukey a 5% de probabilidade, para comparações entre as formulações de mortadela e entre o período de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. **Relatório Anual 2020**. Disponível em: <http://abpa-br.org/wp-content/uploads/2020/05/abpa_relatorio_anual_2020_portugues_web.pdf>. Acesso em: dia 03 de junho de 2020.
- AMERICAN DIETETIC ASSOCIATION. Position of the American Dietetic Association: health implications of dietary fiber. **J. Am. Diet. Assoc.**, v.102, p.993-1000, 2002.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS **Official Methods of Analysis of the AOAC International**. 17^a ed. Gaithesburg: Association of Official Analytical Chemists. 2000.
- AURIEMA, B. E.; DINALLI, V. P.; KATO, T.; YAMAGUCHI, M. M.; MARCHI, D. F.; SOARES, A. L. Physical and chemical properties of chicken mortadella formulated with *Moringa oleifera* Lam. seed flour. **Food Science and Technology**, v. 39, p. 504-509, 2019.
- BAILEY, A. J.; LIGHT, N. D. **Connective tissue in meat and meat products**. Barking: Elsevier applied science, p.355 1989.
- BARRETTO, A. C. S.; PACHECO, M. T. B.; POLLONIO, M. A. R. Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 100-107, 2015.
- BAYARRI, S.; SMITH, T.; HOLLOWOOD, T.; HORT, J. The role of rheological behaviour in flavour perception in model oil/water emulsions. **European Food Research and Technology**, v. 226, n. 1-2, p. 161-168, 2007.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. Food Chemistry 4th revised and extended edition. Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Cooking Properties of Raw and Baked patties from Goat Meat. **Journal Food Engineering**, v. 53, p. 377-385, 2009.
- BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry Physiology**, v. 37, n. 8, p. 911-917, 1959.
- BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução a Química de Alimentos**. 2^a Ed. São Paulo: Livraria Varela, 1989.
- BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**: 2^a ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992.
- BORTOLUZZI, R. C. **Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango**. 2009. 83f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo, São Paulo.

BOURNE, M.C. Texture profile analysis. **Food Technology**, v.7, n. 32, p. 62- 66, 72, 1978.

BRADDOCK, R.J. **Handbook of citrus by-products and processing technology**. New York: John Wiley. 1999.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 2003.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. **Aprova Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha**. Anexo II. Diário Oficial da União. Brasília, 2000.

BUTTRISS, J. L.; STOKES, C. S. Dietary fibre and health: an overview. **Nutrition Bulletin**, v. 33, n. 3, p. 186-200, 2008.

CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; ORTOLÁ, M. D.; CHIRALT, A., FITO; P. Kinetics of osmotic dehydration in orange and mandarin peels. **Journal of Food Process Engineering**, v. 24, n. 4, p. 273-289, 2001.

CHAMP, M., LANGKILDE, A. M., BROUNS, F., KETTLITZ, B., COLLET, Y. L. B. Advances in dietary fibre characterisation. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. **Nutrition Research Reviews**, v. 16, n. 1, p. 71-82, 2003.

CHOI, Y. S.; CHOI, J. H.; HAN, D. J.; KIM, H. Y.; LEE, M. A.; KIM, H. W.; KIM, C. J. Characteristics of low-fat meat emulsion systems with pork fat replaced by vegetable oils and rice bran fiber. **Meat science**, v. 82, n. 2, p. 266-271, 2009.

CHUNG, C., SMITH, G., DEGNER, B., & MCCLEMENTS, D. J. **Reduced fat food emulsions: Physicochemical, sensory, and biological aspects**. Critical reviews in food science and nutrition, v. 56, n. 4, p. 650-685, 2016.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. Report of the 30th session of the Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses. **Codex Alimentarius Commission**, v. 30, 2009.

COKSEVER, E.; SARICOBAN, C. Effects of bitter orange albedo addition on the quality characteristics of naturally fermented Turkish style sausages (sucuks). **J Food Agr Environ**, v. 8, n. 1, p. 34-37, 2010.

COLMENERO, F. J. Technologies for developing low-fat meat products. **Trends in Food Science & Technology**, v. 7, n. 2, p. 41-48, 1996.

CRACKEL, R.L.; GRAY, J.I.; PEARSON, A.M.; BOOREN, A. M.; BUCKLEY, D.J. Some further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. **Food chemistry**, v. 28, n. 3, p. 187-196, 1988.

CYPRIANO, D. Z., DA SILVA, L. L., MARIÑO, M. A., TASIC, L. A Biomassa da Laranja e seus Subprodutos. **Revi. Virtual Quim.**, v. 9, n. 1, p. 176-191, 2017.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**: 4ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L. **Química de alimentos de Fennema**: 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2019.

DICKINSON, Eric. **Introduction to food colloids**. Oxford university press, 1992.

DREHER, M. Food Sources and uses of Dietary Fiber. In: CHO, S.S; PROSKY, L.; DREHER., M. **Complex Carbohydrates in Foods**. Nova Iorque: Marcel Dekker, 1999, 327-372.

ELDEMERY, M. E. Effect orange albedo as a new source of dietary fiber on characteristics of beef burger. In: **The 5th Arab and 2nd International Annual Scientific Conference on: Recent Trends of Developing Institutional and Academic Performance in Higher Specific Education Institutions in Egypt and Arab World. Mansoura University–Egypt**. 2010. p. 2406-2433.

ELLEUCH, M.; BEDIGIAN, D.; ROISEUX, O.; BESBES, S.; BLECKER, C.; ATTIA, H. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. **Food chemistry**, v. 124, n. 2, p. 411-421, 2011.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Laranja no mundo**. Cruz das Almas, 2020a. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/mundo/laranja/w1_laranja.pdf>. Acesso em: dia 30 de julho de 2020.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Laranja: Produção Brasileira**. Cruz das Almas, 2020b. Disponível em: <http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/laranja/b1_laranja.pdf>. Acesso em: dia 30 de julho de 2020.

ESKIN, M.; SHAHIDI, F. **Bioquímica de alimentos**: 3ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2015.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Citrus Fruit - Fresh and Processed Statistical Bulletin 2016. ROMA, 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/a-i8092e.pdf>>. Acesso em: dia 03 de junho de 2020.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Prática**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2019.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. **Meat science**, v. 67, n. 1, p. 7-13, 2004.

FERNÁNDEZ-GINÉS, J. M.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SAYAS-BARBERÁ, E.; SENDRA, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of storage conditions on quality characteristics of bologna sausages made with citrus fiber. **Journal of food science**, v. 68, n. 2, p. 710-714, 2003.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; VIUDA-MARTOS, M.; SENDRA, E.; SAYAS-BARBERÁ, E.; NAVARRO, C.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Orange fibre as potential functional ingredient for dry-cured sausages. **European Food Research and Technology**, v. 226, n. 1-2, p. 1-6, 2007.

FRANCO, A. M. O suco de laranja brasileiro no mercado global. **Análise Conjuntural**, v. 38, n. 11/12, p. 11-12, 2016.

FURLÁN, L. T. R.; PADILLA, A. P.; CAMPDERRÓS, M. E. Development of reduced fat minced meats using inulin and bovine plasma proteins as fat replacers. **Meat Science**, v. 96, n. 2, p. 762-768, 2014.

GANCZ, K.; ALEXANDER, M.; CORREDIG, M. In situ study of flocculation of whey protein-stabilized emulsions caused by addition of high methoxyl pectin. **Food hydrocolloids**, v. 20, n. 2-3, p. 293-298, 2006.

GOODRICH, R.; BRADDOCK, R. Major By-Products of the Florida Citrus Processing Industry. **EDIS**, v. 2006, n. 1, 2006.

HAN, M.; BERTRAM, H. C. Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. **Meat Science**, v. 133, p. 159-165, 2017.

HENCK, J. M.; BIS-SOUZA, C. V.; POLLONIO, M. A.; LORENZO, J. M.; BARRETTO, A. C. Alpha-cyclodextrin as a new functional ingredient in low-fat chicken frankfurter. **British poultry science**, v. 60, n. 6, p. 716-723, 2019.

HENNING, S. S. C.; TSHALIBE, P.; HOFFMAN, L. C. Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. **LWT**, v. 74, p. 92-98, 2016.

HWANG, J.; PYUN, Y. R.; KOKINI, J. L. Sidechains of pectins: some thoughts on their role in plant cell walls and foods. **Food hydrocolloids**, v. 7, n. 1, p. 39-53, 1993.

HYGREEVA, D.; PANDEY, M. C.; RADHAKRISHNA, K. Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. **Meat science**, v. 98, n. 1, p. 47-57, 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2019a). **Pesquisa de orçamentos familiares 2017-2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/24786-pesquisa-de-orcamentos-familiares-2.html?edicao=25578&t=downloads>>. Acesso em: dia 09 de julho de 2020.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and vegetable fats and oils-Preparation of methyl esters of fatty acids. **ISO Geneve, Method ISO**, v. 5509, p. 1-6, 1978.

JALAL, H.; MIR, S.; WANI, S. A.; SOFI, A. H.; PAL, M. A.; RATHER, F. Development of low fat meat products. **International Journal of Food Nutrition and Safety**, v. 4, p. 98-107, 2013.

JENKINS, D. J.; WOLEVER, T. M.; TAYLOR, R. H.; BARKER, H.; FIELDEN, H.; BALDWIN, J. M.; GOFF, D. V. Glycemic index of foods: a physiological basis for carbohydrate exchange. **The American journal of clinical nutrition**, v. 34, n. 3, p. 362-366, 1981.

JIMÉNEZ-COLMENERO, F.; COFRADES, S.; LÓPEZ-LÓPEZ, I.; RUIZ-CAPILLAS, C.; PINTADO, T.; SOLAS, M. T. Technological and sensory characteristics of reduced/low-fat, low-salt frankfurters as affected by the addition of konjac and seaweed. **Meat Science**, v. 84, n. 3, p. 356-363, 2010.

JOSLYN, M. A. **Methods in food analysis. Physical, chemical, and instrumental methods of analysis**: 2 ed. Nova Iorque: Academic Press Inc, 1970.

JOSQUIN, N. M.; LINSSEN, J. P.; HOUBEN, J. H. Quality characteristics of Dutch-style fermented sausages manufactured with partial replacement of pork back-fat with pure, pre-emulsified or encapsulated fish oil. **Meat Science**, v. 90, n. 1, p. 81-86, 2012.

KALYANI NAIR, K.; KHARB, S.; THOMPSON, D. K. Inulin dietary fiber with functional and health attributes - a review. **Food Reviews International**, v. 26, n. 2, p. 189-203, 2010.

KAUR, R.; SHARMA, M. Cereal polysaccharides as sources of functional ingredient for reformulation of meat products: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 62, p. 103527, 2019.

KUMAR, Yogesh. Development of low-fat/reduced-fat processed meat products using fat replacers and analogues. **Food Reviews International**, p. 1-17, 2019.

LEAL-CALDERON, F.; SCHMITT, V.; BIBETTE, J. **Emulsion science: basic principles**: 2ª ed. Nova Iorque: Springer Science & Business Media, 2007.

LEROUX, J.; LANGENDORFF, V.; SCHICK, G.; VAISHNAV, V.; MAZOYER, J. Emulsion stabilizing properties of pectin. **Food Hydrocolloids**, v. 17, n. 4, p. 455-462, 2003.

LIDANIYA, M. S. **Citrus fruit: biology, technology and evolution**. Academic Press. 2008

MAMMA, D.; CHRISTAKOPOULOS, P. Biotransformation of citrus by-products into value added products. **Waste and Biomass Valorization**, v. 5, n. 4, p. 529-549, 2014.

MAMMA, D.; KOURTOGLOU, E.; CHRISTAKOPOULOS, P. Fungal multienzyme production on industrial by-products of the citrus-processing industry. **Bioresource technology**, v. 99, n. 7, p. 2373-2383, 2008.

MCCLEMENTS, D. J. Comments on viscosity enhancement and depletion flocculation by polysaccharides. **Food Hydrocolloids**, v. 14, n. 2, p. 173-177, 2000.

MCCLEMENTS, D.J. Theoretical prediction of emulsion color. **Advances in colloid and interface science**, v. 97, n. 1-3, p. 63-89, 2002.

MCCLEMENTS, David Julian. **Food emulsions: principles, practices, and techniques**. CRC press, 2015.

MÉNDEZ-ZAMORA, G.; GARCÍA-MACÍAS, J. A.; SANTELLANO-ESTRADA, E.; CHÁVEZ-MARTÍNEZ, A.; DURÁN-MELÉNDEZ, L. A.; SILVA-VÁZQUEZ, R.; QUINTERO-RAMOS, A. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. **Food Science and Technology**, v. 35, n. 1, p. 25-31, 2015.

MUDGIL, D.; BARAK, S. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. **Int J Biol Macromol**, v. 61, p. 1-6, 2013.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G. Anuário da citricultura. CitrusBR. São Paulo: CitrusBR, p. 60, 2017. Disponível em: <http://www.citrusbr.com/download/biblioteca/CitrusBR_Anuario_2017_alta.pdf>. Acesso em: dia 03 de junho de 2020.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; MILAN, P.; LOPES, F. F.; CRESSONI, F.; KALAKI, R. O retrato da citricultura brasileira. **Ribeirão Preto: CitrusBR**, p. 137, 2010. Disponível em: <http://www.citrusbr.com.br/download/biblioteca/o_retrato_da_citricultura_brasileira_baixa.pdf>. Acesso em: dia 13 de junho de 2020.

OLIVEIRA, D. F. D.; COELHO, A. R.; BURGARDT, V. D. C. D. F.; HASHIMOTO, E. H.; LUNKES, A. M.; MARCHI, J. F.; TONIAL, I. B. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: uma revisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 163-174, 2013.

OLIVO, R. **O mundo do frango**. Criciúma: Editora do Autor, 2006.

ORDÓÑEZ, J.A. **Tecnologia de Alimentos: alimentos de origem animal**. Porto Alegre: Artmed, 2005. Vol. 2.

PHILIPPI, S. T. **Pirâmide dos alimentos: fundamentos básicos da nutrição**: 2ª ed. Barueri: Editora Manole, 2014.

RANKEN, M. D. **Handbook of meat product technology**. Oxford: Blackwell Science, 2000.

RASTOGI, G. **Vishal's objective botany**. India: Vishal Publishers, 1998.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia Vegetal**: 5ª Ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S. A. 1996.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E.; MUÑOZ, C. M.; FUENTES, E.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; SENDRA, E.; SAYAS, E.; PÉREZ-ALVAREZ, J. A. Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**, v. 85, n. 1, p. 70-76, 2010.

Santana, M. D. F. S. D. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá. 2005. 188f. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos. Campinas, SP.

SANTOS FILHO, H. P.; MAGALHÃES, AF de J.; COELHO, Y. da S. Citros: o produtor pergunta, a Embrapa responde. **Área de Informação da Sede-Col Criar Plantar ABC 500P/500R Saber (INFOTECA-E)**, 2005.

SANTOS, R. **Imobilização de lipases em gel de Pectina**. 2003. 77f. Dissertação (Mestrado Interinstitucional em Química) – Universidade Regional de Blumenau, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis e Blumenau.

SARIÇOBAN, C.; ÖZALP, B.; YILMAZ, M. T.; ÖZEN, G.; KARAKAYA, M.; AKBULUT, M. Characteristics of meat emulsion systems as influenced by different levels of lemon albedo. **Meat science**, v. 80, n. 3, p. 599-606, 2008.

SCHÖNBACH, J.K.; NUSSELDER, W.; LHACHIMI, S. K. Substituting polyunsaturated fat for saturated fat: A health impact assessment of a fat tax in seven European countries. **PloS one**, v. 14, n. 7, p. 1-16, 2019.

SHAN, B.; LI, X.; PAN, T.; ZHENG, L.; ZHANG, H.; GUO, H.; REN, F. Effect of shaddock albedo addition on the properties of frankfurters. **Journal of food science and technology**, v. 52, n. 7, p. 4572-4578, 2015.

SHIMOKOMAKI, M.; OLIVO, R.; TERRA, N. N.; Franco, B. D. G. M. **Atualidades em ciência e tecnologia de carnes**. São Paulo: Varela, 2006.

SIDDIQ, M. AHMED, J.; LOBO, M. G.; OZADALI, F. **Tropical and subtropical fruits: postharvest physiology, processing and packaging**. Ames: Wiley-Blackwell, 2012.

SONG, J.; PAN, T.; WU, J.; REN, F. The improvement effect and mechanism of citrus fiber on the water-binding ability of low-fat frankfurters. **Journal of food science and technology**, v. 53, n. 12, p. 4197-4204, 2016.

STARR, C.; TAGGART, R.; EVERS, C. **Biologia - Unidade e diversidade da vida - Vol. 1.** São Paulo: Cengage Learning Brasil, 2012.

SUN, X. D.; HOLLEY, R. A. Factors influencing gel formation by myofibrillar proteins in muscle foods. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 10, n. 1, p. 33-51, 2011.

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

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin – a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v.37, n. 1, p.47-73, 1997.

TOLDRÁ, F. **Handbook of meat processing.** Ames: Wiley-Blackwell, 2010.

TROWELL, H. Crude fibre, dietary fibre and atherosclerosis. **Atherosclerosis**. v. 16, n. 1, p. 138-140, 1972.

TROWELL, H., SOUTHGATE, D. A. H., WOLEVER, T. M. S., LEEDS, A. R., GASSULL, M. A. & JENKINS, D. A. Letter: Dietary fibre redefined. **Lancet**, v. 1, p. 967, 1976.

TROY, D. J.; DESMOND, E. M.; BUCKLEY, D. J. Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 79, n. 4, p. 507-516, 1999.

TUNGLAND, B. C.; MEYER, D. Nondigestible oligo- and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. **Comprehensive reviews in food science and food safety**, v. 1, n. 3, p. 90-109, 2002.

UBABEF. União Brasileira de Avicultura. **Revista Avicultura Brasil**, n.1. 2012.

Disponível em:

<<https://www.bibliotecaagptea.org.br/zootecnia/avicultura/livros/REVISTA%20AVICULTURA%20BRASIL.pdf>>. Acesso em: dia 03 de junho de 2020.

VERBEKE, W.; PÉREZ-CUETO, F. J.; DE BARCELLOS, M. D.; KRYSTALLIS, A.; GRUNERT, K. G. European citizen and consumer attitudes and preferences regarding beef and pork. **Meat science**, v. 84, n. 2, p. 284-292, 2010.

VIDAL, M. F. Citricultura na área de atuação do Banco do Nordeste. **Caderno Sensorial Etene**, n° 41, p. 13.

VIUDA-MARTOS, M.; RUIZ-NAVAJAS, Y.; FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J.; PÉREZ-ÁLVAREZ, J. A. Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. **Meat science**, v. 85, n. 3, p. 568-576, 2010.

WEISS, J.; GIBIS, M.; SCHUH, V.; SALMINEN, H. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat science**, v. 86, n. 1, p. 196-213, 2010.

WILLATS, W.G.T.; KNOX, J.P.; MIKKELSEN, J.D. Pectin: new insights into an old polymer are starting to gel. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, p. 97-104, 2006.

ZENEBON, O.; PASCUET, N. S.; TIGLEA, P. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. **Instituto Adolfo Lutz. Edição IV, 1ª Edição Digital. Versão Eletrônica.** São Paulo, 2008.

ZHANG, W.; XIAO, S.; SAMARAWEERA, H.; LEE, E. J.; AHN, D. U. Improving functional value of meat products. **Meat science**, v. 86, n. 1, p. 15-31, 2010.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram redigidos na forma de artigo científico, a ser submetido ao periódico Journal of Food Science and Technology.

6.1 ARTIGO CIENTÍFICO

APLICAÇÃO DE SUBSTITUINTE DE GORDURA À BASE DE ALBEDO DE LARANJA EM MORTADELA DE FRANGO

MORTADELA DE FRANGO REDUZIDA EM GORDURA

RESUMO: O objetivo deste estudo foi elaborar um substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja e avaliar os efeitos do mesmo em mortadelas de frango por meio de três formulações: C (controle), F1 e F2, com adição de 0, 4,8 e 8,4% do substituinte de gordura, respectivamente, em substituição parcial ao teor de gordura. A inclusão de 4,8% e 8,4% do substituinte de gordura promoveu redução no teor de gordura de 22,8% e 34%, respectivamente. O substituinte de gordura ocasionou aumento da umidade e carboidratos e redução no teor de proteínas e cinzas das mortadelas. F1 e F2 apresentaram redução na firmeza, mastigabilidade, coesividade e resiliência, quando comparadas a C. A adição do substituinte de gordura alterou a coloração das mortadelas com maiores valores de L* e b* e menor valor de a*. As mortadelas apresentaram boa estabilidade oxidativa ao longo de 90 dias de estocagem. A inclusão do substituinte de gordura promoveu redução no teor de ácidos graxos poli-insaturados e ω -6. Todas formulações obtiveram boa aceitação sensorial para o teste de aceitação e intenção de compra, não sendo observadas diferenças ($p > 0,05$) entre si. A microscopia ótica indicou emulsão estável em todas as formulações. O substituinte de gordura apresentou-se como boa alternativa para aplicação em mortadelas de frango sem comprometer a qualidade do produto, possibilitando a elaboração de uma mortadela light.

Palavras-chave: resíduos agroindustriais; pectina; análise sensorial, microscopia ótica, oxidação lipídica.

6.1.1 Introdução

Os produtos cárneos exercem função importante na alimentação humana, especialmente pelo provimento de nutrientes necessários para a manutenção da saúde, como aminoácidos essenciais, ferro e cálcio (Damodaran & Kirk, 2019). Dentre eles, destaca-se a mortadela, um produto emulsionado muito apreciado pelos seus atributos sensoriais agradáveis, como aroma, sabor e textura, conferidos, em grande parte, pela gordura presente em sua composição (Hygreeva et al., 2014).

Entretanto, a demanda dos consumidores em relação ao consumo de produtos cárneos tem se alterado, em decorrência dos possíveis riscos à saúde associados à uma dieta rica em gordura, como sobrepeso e doenças cardiovasculares (Schönbach et al., 2019). Neste sentido, as indústrias alimentícias vêm adotando novas tecnologias de processamento e novos ingredientes, com o intuito de fornecer alimentos mais saudáveis ao consumidor (Weiss et al., 2010).

As fibras alimentares têm se apresentado como uma alternativa viável para substituição de gordura, pois são ingredientes capazes de incrementar propriedades funcionais aos alimentos, como formação de gel e/ou emulsificação, aumento da viscosidade e capacidade de retenção de água, resultando em menor perda por cocção e textura melhorada, principalmente em produtos cárneos (Elleuch et al., 2011). Entre as fibras, é importante destacar a ação da pectina, caracterizada como fibra solúvel em água, encontrada principalmente na casca de frutos cítricos e que vem sendo utilizada como aditivo alimentar, devido às suas propriedades de gelificação e estabilização de emulsões (Leroux et al., 2003).

Geralmente, o processamento de frutos cítricos gera resíduos em abundância, principalmente a região do fruto denominada albedo, rico em pectina e que pode ser recuperado

e aplicado em formulações alimentícias para agregar valor à elas, resultando em benefícios tanto econômicos quanto ecológicos ao setor alimentício (Hygreeva et al., 2014).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo utilizar o albedo de laranja para elaboração de um substituinte de gordura e aplicá-lo em mortadelas de frango, avaliando as características físico-químicas, tecnológicas, sensoriais e microscopia ótica.

6.1.2 Material e métodos

6.1.2.1 Matéria-prima

O albedo utilizado neste trabalho foi obtido de amostras de laranjas, da variedade pêra (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck), adquiridas em comércio local do município de Paranavaí (PR). Os frutos foram higienizados e submetidos à separação do albedo para processamento, secagem e obtenção de farinha para elaboração do substituinte de gordura.

6.1.2.2 Obtenção da farinha de albedo de laranja

A farinha de albedo de laranja foi elaborada no Instituto Federal do Paraná (IFPR), Campus Paranavaí (Paranavaí, PR, Brasil). As laranjas foram lavadas em água corrente com detergente neutro e sanitizadas por meio de imersão em água corrente clorada por 15 min., e então enxaguadas. Extraíu-se manualmente a parte externa da casca da laranja (flavedo) até o aparecimento da parte branca (albedo) do fruto, sendo o albedo removido e submetido ao processo de branqueamento, em água em ebulição por 3 min., seguido de choque térmico em banho de gelo. O material obtido foi submetido à secagem em estufa com circulação e renovação de ar a 45 °C por 12 a 15 horas. O material seco foi submetido à moagem em moinho de facas até a obtenção de uma farinha com granulometria de aproximadamente 60 mesh.

6.1.2.3 Elaboração do substituinte de gordura

O desenvolvimento do substituinte de gordura baseou-se em metodologias descritas por Santos (2003). Primeiramente, preparou-se uma solução com 2,5 mg de ácido cítrico anidro 99% P.A.(Alphatec) em 200 mL de água destilada, de modo que o pH da solução permanecesse entre 3,2-3,5, mensurado com auxílio do potenciômetro digital Mettler Toledo FE20 Five Easy™. Em seguida, foram adicionados 10,0 g de farinha de albedo de laranja para cada 100 mL desta solução, submetendo-se a mistura ao aquecimento a 100°C, sob agitação constante, por 20 minutos. Em seguida, a mistura foi resfriada à temperatura ambiente (aproximadamente 25 °C) e armazenada sob refrigeração (4 °C) até sua utilização.

6.1.2.4 Análises físico-químicas da farinha de albedo de laranja e do substituinte de gordura

A farinha do albedo de laranja elaborada foi analisada, em triplicata, quanto à composição química aproximada, conforme metodologias descritas pela AOAC (2000). A umidade foi determinada por secagem em estufa a 105 °C, até peso constante. O percentual de cinzas foi quantificado através do método de incineração em forno tipo mufla a 550 °C. O teor de lipídios foi obtido por Soxhlet utilizando éter de petróleo. As proteínas foram quantificadas pelo método de micro-Kjeldahl, com fator de conversão de 6,25. A determinação de fibras total, solúvel e insolúvel foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico. O teor de carboidratos foi calculado por diferença.

Os parâmetros de cor foram determinados em triplicata, tanto na farinha de albedo de laranja quanto no substituinte de gordura, utilizando colorímetro Minolta® CR400, iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELab: L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde); b* (componente amarelo-azul). A atividade de água (Aa) foi mensurada apenas em amostras de substituinte de gordura, usando o

equipamento Aqualab.

6.1.2.5 Processamento das mortadelas de frango

As mortadelas de frango foram elaboradas na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Londrina (Londrina, PR, Brasil). Os filés de peito de frango, envoltórios artificiais e proteína concentrada de soja foram gentilmente doados pela empresa Frios Londrina (Londrina, PR, Brasil). A pele de frango e a Carne Mecanicamente Separada (CMS) foram gentilmente cedidas pela empresa Frango Granjeiro (Rolândia, PR, Brasil). Eritorbato de sódio, sal de cura, tripolifosfato de sódio, os condimentos em pó e pimenta branca foram gentilmente providos pela empresa Duas Rodas.

Foram elaboradas três formulações de mortadela de frango: C - controle, F1 e F2 com inclusão de 0%, 4,8% e 8,4% de substituinte de gordura, respectivamente. Primeiramente, os filés de peito de frango (43,0%) resfriados (0 °C) foram cortados e levados ao *cutter*, juntamente com o gelo (11,0%), ao iniciar a cominuição, adicionou-se CMS (23,53%). Após homogeneização da massa, foram adicionados a pele de frango como fonte de gordura (12,0% para o C, 7,20% para F1 e 3,60% para F2) e o substituinte de gordura (0% para o controle, 4,80% para F1 e 8,40% para F2), e, em seguida, adicionou-se proteína concentrada de soja (4,00%), fécula de mandioca (3,00%), sal (2,00%), açúcar (0,60%), tripolifosfato de sódio (0,25%), alho (0,20%), sal de cura (0,10%), eritorbato de sódio (0,10%), pimenta branca (0,08%), páprica (0,08%) e cebola (0,06%). Após cerca de 3h de repouso, a massa foi embutida em tripa artificial de poliamida, em unidades de aproximadamente 300 g cada. O cozimento foi realizado em banho-maria Dubnoff, de acordo com a seguinte programação: 20 min a 45 °C; 20 min a 55 °C; 20 min a 65 °C; 20 min a 75 °C e mantidas a 85 °C até a temperatura interna da massa atingir 72 °C. Posteriormente, as mortadelas foram resfriadas em água corrente e estocadas a 4 °C.

6.1.2.6 Análises físico-químicas das mortadelas de frango

A composição química aproximada das mortadelas de frango foi avaliada em triplicata, conforme metodologias descritas pela AOAC (2000), de acordo com o descrito no item 6.1.2.4.

Os parâmetros de cor foram determinados em triplicata na parte interna da mortadela, tomando-se seis pontos diferentes por amostra, utilizando colorímetro Minolta® CR400, iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os resultados foram expressos no sistema CIELab, sendo L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul). Foi calculada a diferença de cor (ΔE) entre o período de estocagem (1 a 90 dias), para todas as formulações de mortadela de acordo com a equação $\Delta E^* = [(L^*_{t_0} - L^*_t)^2 + (a^*_{t_0} - a^*_t)^2 + (b^*_{t_0} - b^*_t)^2]^{1/2}$, onde t_0 indica a mortadela armazenada 24 horas após o processamento e t indica o tempo de 40, 60 e 90 dias de armazenamento das mortadelas

O pH das amostras de mortadela de frango foi mensurado em triplicata, usando o potenciômetro Metter Toledo. A atividade de água das formulações (Aa) foi avaliada usando o equipamento Aqualab,

A capacidade de retenção de água foi realizada em triplicata, seguindo o método descrito por Troy et al. (1999), baseado na diferença de peso após aquecimento (90° C) e centrifugação das amostras (9000 x g a 4 °C por 10 min.). Os resultados foram expressos por diferença de peso em porcentagem de água retida.

Os parâmetros de textura firmeza, elasticidade, coesividade, mastigabilidade (mastigabilidade = dureza x coesividade x elasticidade) e resiliência foram avaliados, em triplicata, no Texturômetro Universal TA.XT2i, com auxílio do probe metálico P035, conforme metodologia descrita por Bourne (1978). As amostras foram cortadas em formato cilíndrico de 3 cm de diâmetro e 2,2 cm de altura. A compressão foi em 50%, as velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 5 mm.s⁻¹, e a força de compressão foi 0,98 N.

6.1.2.7 Oxidação lipídica das mortadelas de frango

A oxidação lipídica foi avaliada em triplicata, nas amostras de mortadelas processadas após 24 horas e 30, 60 e 90 dias estocadas a 4 °C, utilizando o método de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (Tarladgis et al., 1964), modificada por Crackel et. al. (1988), expressas em mg TBARS.kg⁻¹.

6.1.2.8 Perfil de ácidos graxos das mortadelas de frango

A extração de lipídios foi realizada em triplicata com 3 pela metodologia de Bligh & Dyer (1959). A hidrólise e transesterificação dos ácidos graxos seguiu o método 5509 da ISO (ISO, 1978), usando 2 mol.L⁻¹ de NaOH em metanol e n-heptano. Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados usando o Cromatógrafo Gasoso Shimadzu 17A, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (100 m x 0,25 mm) com 0,25 µm de CP Sil-88. A coluna foi programada para aquecimento de 65 °C por 15 minutos; 10 °C.min⁻¹ até 165 °C e mantido por 2 minutos; 4 °C.min⁻¹ até 185 °C e mantido por 8 minutos; 4 °C.min⁻¹ até 235 °C e mantido por 5 minutos. O detector e o injetor foram mantidos a 260 °C. O gás de arraste foi o hidrogênio com vazão de 1,2 mL. min⁻¹ com Split de 1/100. O fluxo de gases foi de 1,2 mL.min⁻¹ para o gás de arraste (H₂), 30 mL.min⁻¹ para o gás auxiliar (N₂), 30 e 300 mL.min⁻¹ para os gases da chama, H₂ e ar sintético, respectivamente. A identificação dos ácidos graxos foi baseada no padrão de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma FAME 189191). Os picos foram integrados utilizando a área e os resultados foram expressos em percentagem relativas de cada ácido graxo identificado.

6.1.2.9 Análise Sensorial

A análise sensorial das mortadelas foi conduzida na Universidade Estadual de Londrina (Londrina, PR, Brasil). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética envolvendo seres humanos

da UEL (CAE n° 08631219.7.0000.5231). Primeiramente, as mortadelas foram avaliadas quanto à sua inocuidade, de acordo com a resolução RDC n°12, de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001). A equipe de avaliadores foi composta por 100 indivíduos não treinados, sendo 70% mulheres e 30% homens. A análise sensorial foi realizada em cabines individuais, onde os participantes receberam as 3 amostras simultaneamente, de aproximadamente 20 g de cada, as quais estavam codificadas de forma aleatória com 3 dígitos, e foram instruídos a experimentar da esquerda para a direita e a preencherem a ficha da avaliação.

As formulações C, F1 e F2 foram avaliadas pelo teste de aceitação, utilizando-se a escala hedônica de 9 pontos (1 = desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente), para os atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e avaliação global, e pela intenção de compra, utilizando uma escala de 5 pontos (1 = certamente não compraria e 5 = certamente compraria), para refletirem sua intenção de compra (Zenebon et al., 2008). A partir das médias dos parâmetros avaliados, calculou-se o índice de aceitação (IA) por meio da equação $IA (\%) = A \times 100/B$, em que A é a nota média obtida para o atributo e B é a nota máxima dada ao atributo.

6.1.2.10 Microscopia Ótica

As amostras de mortadela foram cortadas em 1,5 cm cúbicos e fixadas em solução de formol tamponado a 10% por 48 horas. Posteriormente, permaneceram em álcool 70% até o momento da clivagem macroscópica. Em seguida, foram submetidas à desidratação, diafanização e parafinização em processador automático de tecidos utilizando banhos progressivos de álcool, xilol e parafina em estado líquido, respectivamente. As amostras foram então incluídas em parafina e os blocos mantidos sob refrigeração para posterior clivagem em micrótomo com espessura de 5 µm. As amostras foram deitadas em lâminas histológicas e permaneceram em estufa por 4 horas para o derretimento da parafina, sendo então mantidas em temperatura ambiente. Em sequência, foi realizada a coloração com hematoxilina e eosina (HE)

e a montagem com lamínula e resina sintética. A avaliação foi realizada em microscópio ótico Opticam 0500R, com aumento de 20 vezes.

6.1.2.11 Análise estatística

Os dados obtidos foram avaliados pelo software Statistica 7.0 (StatSoft) utilizando aplicando o teste de médias *Tukey*, a 5% de probabilidade, para comparação entre as formulações de mortadela e entre o período de armazenamento.

6.1.3 Resultados e discussão

6.1.3.1 Análises físico-químicas da farinha de albedo de laranja e do substituinte de gordura

O componente majoritário da farinha de albedo foram os carboidratos totais, constituindo 79,44% (Tabela 1). Valor semelhante foi obtido por Oliveira et al. (2019) em farinha de albedo de laranja sanguínea-de-mombuca (77,5%). O segundo componente presente em maior proporção foram as fibras alimentares, representando 63,92%, das quais 29,34% constituem as fibras solúveis e 34,58% as fibras insolúveis. Estes resultados indicam que a farinha de albedo de laranja apresenta elevado teor de fibras alimentares, o que a torna viável como um possível substituinte de gordura e sua aplicação em produtos cárneos.

O teor de umidade da farinha foi de 13,15%, estando de acordo com a resolução RDC nº 263, de 22/09/2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2005). Os teores de proteínas e cinzas foram semelhantes ao apresentado por Tozatti et al. (2013), que observaram 4,64% de proteínas e 2,35% de cinzas em farinha de casca e bagaço de laranja. O constituinte minoritário foi o de lipídios, sendo apenas 0,32%, próximo ao reportado por Silva et al. (2012), de 0,39%.

A análise de cor revelou que a farinha de albedo de laranja apresenta-se clara ($L^* = 90,92$), levemente esverdeada, com valor de a^* negativo ($-1,12$), e amarelada, com valor de b^* de $22,55$, resultados similares aos descritos por de Menezes Filho et al. (2019).

Tabela 1 – Média dos valores de composição química aproximada e parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*) avaliados em farinha de albedo de laranja e média dos parâmetros de cor (L^* , a^* , b^*), pH e Atividade de Água (Aa) avaliados no substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Parâmetros	Farinha de Albedo de Laranja
Umidade (%)	$13,15 \pm 0,26$
Lipídios (%)	$0,32 \pm 0,08$
Proteínas (%)	$4,78 \pm 0,43$
Cinzas (%)	$2,31 \pm 0,02$
Carboidratos Totais (%)	$79,44 \pm 0,27$
Fibras Alimentares Totais (%)	$63,92 \pm 1,53$
Fibras Alimentares Solúveis (%)	$29,34 \pm 1,04$
Fibras Alimentares Insolúveis (%)	$34,58 \pm 0,72$
L^*	$90,92 \pm 2,03$
a^*	$-1,12 \pm 0,17$
b^*	$22,55 \pm 0,32$
	Substituinte de gordura
L^*	$93,38 \pm 2,94$
a^*	$-1,54 \pm 0,09$
b^*	$18,75 \pm 1,07$
pH	$3,48 \pm 0,06$
Aa	$0,99 \pm 0,002$

Resultados expressos como média \pm desvio padrão.

O substituinte de gordura elaborado a partir da farinha mostrou-se claro ($L^* = 93,38$), levemente esverdeado ($a^* = -1,54$) e com tonalidade amarela ($b^* = 18,75$) (Tabela 1), coloração

decorrente da farinha de albedo de laranja. O substituinte apresentou um pH ácido (3,48) devido à inclusão de ácido cítrico na sua elaboração, a fim de favorecer a gelificação (Damodaran & Kirk, 2019), e apresentou alto valor de atividade de água, indicando alto teor de água livre.

6.1.3.2 Análises físico-químicas das mortadelas de frango

Verificou-se que a composição química aproximada das mortadelas de frango (Tabela 2) sofreu influência da adição do substituinte de gordura. O teor de umidade diferiu ($p < 0,05$) entre os 3 tratamentos, notando-se aumento deste parâmetro com o aumento da adição do substituinte de gordura, devido ao substituinte apresentar aproximadamente 90% de água em sua composição. Resultado similar foi reportado por Fernández-Ginés et al. (2004), que observaram incremento na umidade em mortadelas devido à incorporação de albedo de limão cru ou cozido.

A inclusão de 4,8% de substituinte de gordura (F1) possibilitou diminuição de 22,79% de gordura, enquanto que 8,4% do substituinte de gordura (F2) promoveu decréscimo de 34% de gordura ($p < 0,05$), em relação à mortadela controle. Assim, a mortadela F2 poderia ser rotulada como uma mortadela de frango light, visto que possui redução de pelo menos 25% na composição lipídica, conforme regulamenta a RDC nº 54, de 12/11/2012 (Brasil, 2012). A redução lipídica em produtos cárneos pela inclusão de fibras alimentares já foi descrita por outros autores (Henning et al., 2016, Auriema et al., 2019; Coksever e Sariçoban; 2010).

A adição do substituinte de gordura elevou ($p < 0,05$) o teor de fibra alimentar solúvel das mortadelas, devido ao elevado teor de fibras solúveis da farinha de albedo de laranja (Tabela 1), composta principalmente por pectina (Leroux et al., 2003).

As mortadelas F1 e F2 apresentaram menor teor de proteínas ($p < 0,05$) do que a mortadela controle, possivelmente, isso se deve ao maior teor de proteínas da pele de frango quando comparado ao substituinte de gordura elaborado com farinha de albedo de laranja.

Segundo Henning et al. (2016), a redução no teor de proteínas de salsichas, as quais continham fibras comerciais do abacaxi como substituinte de gordura, foi consequência do menor teor de gordura da carne na formulação. Além disso, o menor teor de proteína pode estar relacionado ao aumento da umidade do produto cárneo, como também observado por Eldemery (2010) e Coksever & Saricoban (2010).

As formulações com substituinte de gordura apresentaram maior teor de carboidratos totais que o controle ($p < 0,05$), entretanto, todos os valores encontrados para este parâmetro, bem como para os teores de lipídios e proteínas, permaneceram dentro dos requisitos estabelecidos pela Instrução Normativa nº4, de 31/03/2000 (Brasil, 2000).

O teor de cinzas foi reduzido ($p < 0,05$) conforme aumentou-se a concentração do substituinte de gordura, possivelmente devido a maior quantidade de água contida nas formulações com adição de fibras (Henning et al., 2016).

A adição de substituinte de gordura não interferiu ($p > 0,05$) na capacidade de retenção de água (CRA) das mortadelas (Tabela 2), sendo que as três formulações apresentaram valores elevados, contribuindo para o rendimento e textura do produto (Madruga et al., 2010). O valor de Aa também não sofreu influência da adição do substituinte de gordura, apesar do alto valor de Aa do substituinte (Tabela 1). Por outro lado, a adição de 8,4% de substituinte de gordura (F2) promoveu uma redução do pH da mortadela, provavelmente devido a acidez do substituinte (pH = 3,48, Tabela 1).

O substituinte de gordura promoveu redução da firmeza ($p < 0,05$) nas mortadelas F1 e F2, em relação à mortadela controle (Tabela 2), comportamento semelhante foi averiguado para a mastigabilidade, provavelmente pelo fato de ser uma medida influenciada pela firmeza do produto. Possivelmente, a diminuição da firmeza e da mastigabilidade estão relacionadas ao aumento de umidade nas formulações F1 e F2. Atenuação nos parâmetros firmeza e mastigabilidade também foi relatada por Han e Bertram (2017), em produto cárneo

emulsionado reduzido em gordura e com adição de 2% de pectina.

Tabela 2 – Média dos valores de composição química aproximada, capacidade de retenção de Água (CRA), pH, atividade de água (Aa) parâmetros de textura, parâmetros de cor (L*, a*, b*) e diferença de cor (ΔE) de mortadelas de frango elaboradas com adição de 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4 % (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Parâmetros	C	F1	F2
Umidade (%)	64,27 ^c ± 0,23	67,32 ^b ± 0,28	68,70 ^a ± 0,34
Cinzas (%)	3,62 ^a ± 0,05	3,53 ^b ± 0,02	3,45 ^c ± 0,04
Proteínas (%)	20,90 ^a ± 0,77	18,85 ^a ± 0,51	18,82 ^a ± 0,76
Lipídios (%)	8,82 ^a ± 0,31	6,81 ^b ± 0,12	5,82 ^c ± 0,49
Carboidratos totais (%)	2,39 ^b ± 0,02	3,49 ^a ± 0,04	3,21 ^a ± 0,05
Fibras Solúveis (%)	0,50 ^b ± 0,46	0,72 ^b ± 0,17	1,72 ^a ± 0,11
CRA (%)	98,09 ^a ± 0,11	98,01 ^a ± 0,12	97,96 ^a ± 0,15
pH	6,18 ^a ± 0,01	6,19 ^a ± 0,01	6,14 ^b ± 0,01
Aa	0,98 ^a ± 0,00	0,98 ^a ± 0,00	0,99 ^a ± 0,01
Firmeza (N)	99,74 ^a ± 4,97	81,80 ^b ± 2,51	78,36 ^b ± 5,39
Coabilidade	0,82 ^a ± 0,04	0,81 ^{ab} ± 0,03	0,78 ^b ± 0,01
Elasticidade	0,97 ^a ± 0,02	0,98 ^a ± 0,00	0,97 ^a ± 0,01
Mastigabilidade	87,51 ^a ± 3,09	63,17 ^b ± 1,26	60,94 ^b ± 3,25
Resiliência	0,416 ^a ± 0,05	0,397 ^{ab} ± 0,02	0,366 ^b ± 0,02
L*	63,62 ^c ± 0,70	64,52 ^b ± 0,68	65,25 ^a ± 0,91
a*	13,14 ^a ± 0,64	12,40 ^b ± 0,69	12,22 ^b ± 0,25
b*	13,46 ^a ± 0,73	12,89 ^b ± 0,67	13,04 ^{ab} ± 0,32
ΔE (0-90 dias)	2,42 ^a ± 0,89	1,20 ^b ± 0,55	1,51 ^b ± 0,60

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença a 5,0 % de probabilidade pelo teste *Tukey*.

Em relação à coabilidade e resiliência, a mortadela F2 apresentou-se aproximadamente 2,5% e 12% inferior ($p < 0,05$) à mortadela controle, respectivamente, enquanto que a elasticidade não foi afetada pela adição do substituinte de gordura. Este efeito sob a coabilidade

está em acordo com outros autores que empregaram fibras como substituintes parciais de gordura em produtos cárneos (Henck et al., 2019; Barretto et al., 2015; Méndez-Zamora, 2015).

Para os parâmetros de cor, verificou-se que a adição de substituinte de gordura promoveu um aumento ($p < 0,05$) no valor de L^* das mortadelas (Tabela 2), provavelmente decorrente da coloração do substituinte de gordura (Tabela 2). O mesmo foi observado por Fernández-Ginés et al. (2004), em mortadelas com albedo de limão cru ou cozido, e por Viudas-Matos et al. (2010), em mortadelas contendo fibra de laranja (1%), óleo essencial de alecrim (0,02%) ou a combinação de ambos.

O parâmetro a^* foi inferior ($p < 0,05$) nas formulações contendo o substituinte de gordura (F1 e F2) quando comparadas à mortadela controle, indicando que as mortadelas apresentaram-se menos avermelhadas. Fernández-Ginés et al. (2004) menciona um decréscimo de a^* ao adicionar albedo de limão cru e cozido em mortadelas bologna, e relacionam este comportamento à umidade do produto, uma vez que as amostras com umidade mais elevada correspondem a valores de a^* menores, semelhante ao observado neste estudo.

Em relação ao parâmetro b^* , a mortadela F1 apresentou valor menor ($p < 0,05$) que a mortadela C, porém, a formulação F2 não diferiu ($p > 0,05$) das demais, indicando pouca influência do substituinte neste parâmetro.

A diferença de cor (ΔE) é perceptível ao olho humano quando ΔE é maior que 2 (Moarefian, Barzegar, Sattari, 2013) Logo, após o período de armazenamento de 90 dias, observa-se que apenas a diferença de cor observada na formulação Controle ($\Delta E = 2,42$) seria notada pelos consumidores, enquanto as formulações contendo o substituinte de gordura (F1 e F2) apresentaram ΔE inferior ($p < 0,05$) ao Controle e menores que 2.

6.1.3.3 Oxidação lipídica das mortadelas de frango

A formulação com adição de 8,4% do substituinte de gordura (F2) apresentou menor

oxidação lipídica ($p < 0,05$) no primeiro dia de estocagem (Tabela 3), quando comparada à mortadela controle, não diferindo significativamente da mortadela F1. Entretanto, nos períodos de 30, 60 e 90 dias de estocagem, os valores de TBARS mantiveram-se semelhantes entre todas formulações de mortadela. Este comportamento de maior oxidação no primeiro dia de estocagem deve-se provavelmente ao maior percentual de gordura da formulação controle, porém, a medida que o produto ficou armazenado sob refrigeração, os antioxidantes utilizados na formulação, como o eritorbato e nitrito de sódio, foram capazes de controlar as reações de oxidação lipídica.

Verificou-se também um aumento nos valores de TBARS do primeiro para o 30º dia de estocagem para as três mortadelas, momento em que provavelmente se estabeleceu o pico de oxidação lipídica, quando obteve-se 0,16 mg de TBARS. Kg^{-1} de amostra. A partir do 60º dia de estocagem, verificou-se uma diminuição de 62,5% dos valores de TBARS, que mantiveram-se constantes até o 90º dia. Gray e Pearson (1987) sugerem que a rancidez oxidativa pode ser sensorialmente identificada pelos consumidores a partir de 0,5 mg/kg de malonaldeído, encontrando-se todos os valores de TBARS das mortadelas abaixo deste valor.

Destaca-se que as mortadelas apresentaram boa estabilidade oxidativa durante a estocagem, indicando que a adição do substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja não interferiu neste parâmetro de qualidade, colaborando para vida de prateleira e estabilidade sensorial.

Resultados semelhantes foram observados por Henck et al. (2016) em salsichas de frango contendo fibras de trigo e alfa-ciclodextrina por 60 dias de armazenamento. Coksever e Sariçoban (2010) demonstraram diminuição de TBARS em salsichas turcas (sucuks) ao incorporarem 1% de albedo de laranja. Para o mesmo tipo de produto, Yalınkılıç et al. (2012) observaram incremento no valor de TBARS ao empregarem como fibra os resíduos gerados por indústria de suco de laranja, nas concentrações de 2 e 4%. Auriema et al. (2019) constataram

que a adição de 3 e 5 % de farinha de semente de *Moringa Oleifera* Lam. colaborou com a redução da oxidação lipídica em mortadelas de frango.

Tabela 3 – Média dos valores da oxidação lipídica (em mg de TBARS.kg⁻¹ de amostra) de mortadelas de frango elaboradas com adição 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4 % (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Estocagem (dias)	C	F1	F2
01	0,10 ^{aB} ± 0,01	0,08 ^{abB} ± 0,02	0,07 ^{bB} ± 0,00
30	0,16 ^{aA} ± 0,03	0,16 ^{aA} ± 0,01	0,16 ^{aA} ± 0,02
60	0,10 ^{aB} ± 0,02	0,09 ^{aB} ± 0,01	0,08 ^{aB} ± 0,01
90	0,09 ^{aB} ± 0,02	0,10 ^{aB} ± 0,02	0,09 ^{aB} ± 0,01

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha, e letras maiúsculas diferentes na mesma coluna, indicam diferença a 5,0 % de probabilidade pelo teste *Tukey*.

6.1.3.4 Perfil de ácidos graxos

Os ácidos graxos predominantes nas mortadelas de frango de todas as formulações foram o monoinsaturado oléico (C18:1 ω-9), seguido pelo saturado palmítico (C16:0) e pelo poli-insaturado linoléico (C18:2 ω-6) (Tabela 7). Saldaña et al. (2015) encontraram os mesmos ácidos graxos principais em quantidades similares em mortadelas de frango.

Observa-se que não houve diferenças ($p > 0,05$) no conteúdo total dos ácidos graxos saturados (AGS) e monoinsaturados (AGM) entre as três mortadelas, enquanto a proporção de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e ω-6 decaiu à medida que se adicionou o substituinte de gordura, o que pode ser justificado pela diminuição no teor de gordura. A maior concentração de ácidos graxos poli-insaturados leva à maior instabilidade oxidativa (Min & Ahn, 2009), o que pode ser observado para mortadela C no tempo inicial de armazenamento (Tabela 6).

A razão entre os ácidos graxos poli-insaturados e saturados variou de 0,75 a 0,82, apresentando-se inferior somente na formulação F2, porém, todas estão acima do valor mínimo

recomendado para ingestão, de 0,4 (Wood et al., 2003). Para a razão entre ω -6 e ω -3, não houve diferenças entre as amostras, observando-se valores altos para esta relação, variando de 13:1 a 15:1, aproximadamente, devido às carnes e gordura.

A faixa ideal para esta relação está entre 10:1 a 5:1, logo, é interessante aliar à ingestão de alimentos que são fonte de ω -3, uma vez que a alimentação humana requer quantidades equilibradas de ácidos graxos (WHO, 1995).

Tabela 4 – Perfil de ácidos graxos identificados em mortadelas de frango elaboradas com adição 0 (C), 4,8 (F1) e 8,4% (F2) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Ácidos Graxos	C	F1	F2
C6:0	0,21 ^a ± 0,04	0,19 ^a ± 0,09	0,25 ^a ± 0,03
C14:0	0,52 ^a ± 0,06	0,46 ^a ± 0,06	0,48 ^a ± 0,08
C16:0	22,90 ^a ± 0,27	23,20 ^a ± 0,44	23,17 ^a ± 0,02
C16:1 ω -7	5,02 ^a ± 0,15	5,12 ^a ± 0,10	4,50 ^b ± 0,27
C18:0	6,44 ^a ± 0,16	6,16 ^a ± 0,79	7,07 ^a ± 0,22
C18:1 ω -9	39,05 ^a ± 0,13	39,53 ^a ± 0,79	40,50 ^b ± 0,23
C18:2 ω -6	22,40 ^a ± 0,38	22,06 ^a ± 0,35	21,18 ^b ± 0,25
C18:3 ω -3	1,74 ^a ± 0,04	1,59 ^{ab} ± 0,20	1,39 ^b ± 0,13
C20:4 ω -6	0,66 ^a ± 0,25	0,58 ^a ± 0,10	0,55 ^a ± 0,03
AGS	30,07 ^a ± 0,25	30,01 ^a ± 0,99	30,97 ^a ± 0,41
AGM	44,07 ^a ± 0,63	44,63 ^a ± 0,21	44,99 ^a ± 0,71
AGPI	24,80 ^a ± 0,20	24,23 ^b ± 0,54	23,13 ^c ± 0,35
ω -3	1,74 ^a ± 0,04	1,59 ^{ab} ± 0,20	1,39 ^b ± 0,13
ω -6	23,06 ^a ± 0,17	22,64 ^b ± 0,41	21,74 ^c ± 0,27
AGPI/AGS	0,82 ^a ± 0,01	0,81 ^a ± 0,03	0,75 ^b ± 0,03
ω -6/ ω -3	13,23 ^a ± 0,24	14,50 ^a ± 2,07	15,72 ^a ± 1,40

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença a 5,0 % de probabilidade pelo teste *Tukey*. AGS = (6:0 + 14:0 + 16:0 + 18:0); AGM = (16:1 ω -7 + 18:1 ω -9); AGPI = (18:2 ω -6 + 18:3 ω -3 + 20:2 + 20:3 + 20:4 ω -6); ω 3 = (18:3 ω -3); ω 6 = (18:2 ω -6 + 20:4 ω -6).

A inclusão de 8,4% do substituinte de gordura (F2) promoveu a diminuição ($p < 0,05$) no teor dos ácidos graxos palmitoléico (C16:1 ω -7) e linoléico (C18:2 ω -6), em relação às mortadelas C e F1, e do ácido graxo C18:3 ω -3, em relação ao controle. Isto ocorreu provavelmente devido à mortadela F2 apresentar uma redução de 34% no teor de gordura (Tabela 2). Por outro lado, o ácido majoritário insaturado oléico (C18:1 ω -9) encontra-se em maior proporção nas mortadelas F2, quando comparadas à F1 e C, porém, isso não surtiu efeito no incremento da oxidação lipídica desta formulação (Tabela 3).

6.1.3.5 Análise sensorial das mortadelas de frango

Observa-se que não houve diferenças no teste de aceitação e intenção de compra e nem entre os atributos sensoriais avaliados para as três formulações de mortadela. Desta forma, pode-se inferir que a adição do substituinte de gordura não afetou as características sensoriais da mortadela (Tabela 5). As três formulações receberam médias entre 6,76 e 6,82 para avaliação global, estando próximas do ponto 7 da escala hedônica, o que indica boa aceitação pelos consumidores.

Em relação aos demais atributos, as médias mantiveram-se na faixa de 6,37 e 7,01. Estes resultados indicam ser possível o desenvolvimento de uma mortadela light com redução de 34% de gordura (F2) utilizando um subproduto da indústria de suco de laranja sem comprometimento da qualidade sensorial.

Quanto à intenção de compra, as notas atribuídas permaneceram entre os pontos 3 (talvez compraria/talvez não compraria o produto) e 4 (possivelmente compraria o produto), indicando que as mortadelas da formulação controle e com substituição parcial de gordura (F1 e F2) apresentaram possibilidade semelhante de serem escolhidas pelo consumidor.

Todos os atributos avaliados apresentaram índice de aceitabilidade superior a 70%, variando de considerado o mínimo requerido para que um produto tenha boa aceitação de mercado (Dutcosky, 2013). Boa aceitação sensorial também foi reportado por outros autores ao

incluïrem fibras de fontes vegetais em mortadelas Bologna (Fernández-Ginés et al., 2004; Barretto et al., 2015).

Tabela 5 – Médias das notas obtidas da aceitação sensorial e intenção de compra das mortadelas de frango elaboradas com adição 0, 4,8 e 8,4% de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja.

Atributos	C	F1	F2
Aparência	6,49 ^a ± 1,73	6,65 ^a ± 1,73	6,88 ^a ±1,57
Cor	6,39 ^a ± 1,75	6,37 ^a ± 1,76	6,75 ^a ±1,63
Aroma	6,50 ^a ± 1,93	6,43 ^a ± 1,77	6,56 ^a ±1,66
Sabor	6,84 ^a ± 1,40	6,86 ^a ± 1,56	6,53 ^a ±1,56
Textura	6,89 ^a ± 1,77	7,01 ^a ± 1,68	6,96 ^a ±1,50
Avaliação Global	6,76 ^a ± 1,58	6,80 ^a ±1,59	6,82 ^a ±1,37
Intenção de Compra	3,49 ^a ±0,99	3,63 ^a ± 1,07	3,53 ^a ± 1,01

Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras minúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença a 5,0

% de probabilidade pelo teste *Tukey*.

6.1.3.6 Microscopia ótica

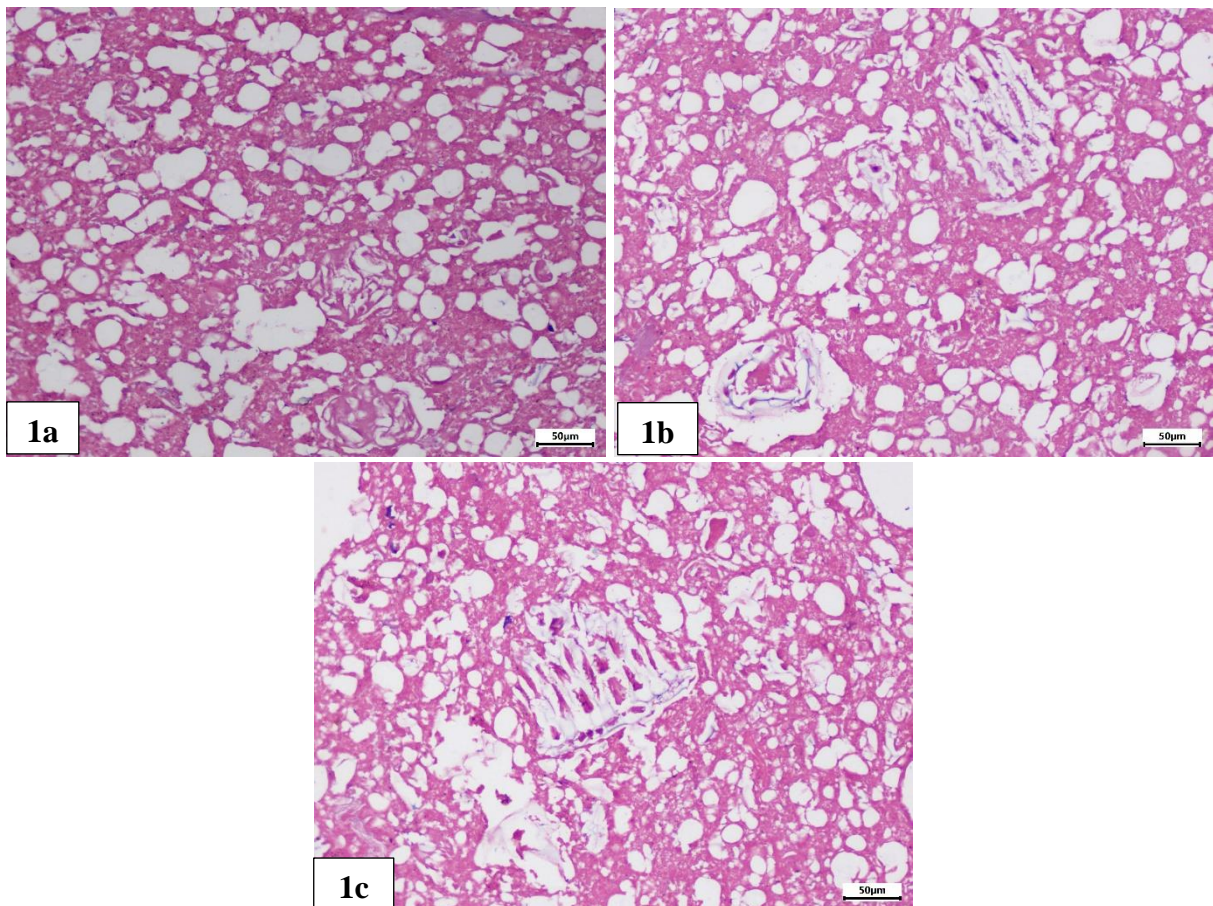
Observa-se na microscopia ótica da mortadela de frango controle, Figura 1 (1a), a predominância de glóbulos de gordura uniformes, os quais são circundados por um filme proteico, caracterizando uma emulsão estável. Na Figura 1 (1b), referente à mortadela de frango F1, com adição de 4,8% de substituinte de gordura, observa-se, além dos glóbulos de gordura, embora não tão uniformes, a presença de fibras vegetais provenientes do substituinte de gordura elaborado a partir da farinha de albedo de laranja. Estas fibras vegetais estão na fase contínua da emulsão, e há uma tendência das fibras vegetais se aproximarem às gotículas de gordura.

Enquanto que na mortadela com adição de 8,4% de substituinte de gordura (F2), Figura 1 (1c), observa-se que não há uma tendência clara de associação das fibras às gotículas de gordura, sendo possível ainda visualizar as gotículas de gordura da emulsão e a presença de

fibras vegetais maiores na fase contínua da emulsão. Imagens semelhantes foram obtidas por Bortoluzzi (2009) em mortadelas de frango com adição de fibras de polpa de laranja.

Os resultados obtidos demonstram que todas as formulações de mortadela apresentaram emulsão estável com presença de gotículas de gordura envoltas por filme proteico, mesmo a formulação F2, onde há redução de 34% de gordura, corroborando com os demais resultados apresentados de não haver perdas na qualidade tecnológica e sensorial destas mortadelas.

Figura 1. Microscopia ótica das mortadelas de frango elaboradas com adição de 0 (1a), 4,8% (1b) e 8,4% (1c) de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja, com aumento de 20 vezes.



6.1.4 Conclusão

A utilização de substituinte de gordura à base de farinha de albedo de laranja apresenta-se como boa alternativa para aplicação em mortadelas de frango sem comprometer as características físico-químicas, tecnológicas e sensoriais do produto, sendo possível a elaboração de uma mortadela light com alto teor de fibra alimentar.

Referências

Association of official analytical chemists – AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (17th ed). Gaithersburg: AOAC International.

Auriema, B. E., Dinalli, V. P., Kato, T., Yamaguchi, M. M., Marchi, D. F., & Soares, A. L. (2019). Physical and chemical properties of chicken mortadella formulated with Moringa oleifera Lam. seed flour. *Food Sci. Tech. (Campinas)* [online], 39(2), 504-509. <https://doi.org/10.1590/fst.25018>

Barretto, A. C. S., Pacheco, M. T. B., Pollonio, M. A. R. (2015). Effect of the addition of wheat fiber and partial pork back fat on the chemical composition, texture and sensory property of low-fat bologna sausage containing inulin and oat fiber. *Food Sci. Tech. (Campinas)* [online], 35(1), 100-107. <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.6496>

Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal Biochemistry Physiology*, 37 (8), 911-917. <https://doi.org/10.1139/o59-099>

Bortoluzzi, R. C. (2009). *Aplicação de fibra obtida da polpa da laranja na elaboração de mortadela de frango* (Tese de doutorado). Universidade de São Paulo, São Paulo.

Bourne, M.C. (1978). Texture profile analysis *Food Technology*, 7(32), 62-66.

<https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.1978.tb01219.x>

Brasil, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2001). Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001: Aprova o “Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos”. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2000). Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Aprova os regulamentos técnicos de identidade e qualidade de carne mecanicamente separada, de mortadela, de linguiça e de salsicha. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2005). Resolução RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005: Aprova o "Regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos". *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.

Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. (2012). Resolução da Diretoria Colegiada, RDC nº 54, de 12 de novembro de 2012. Dispõe sobre o “Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar”. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*.

Coksever, E., Saricoban, C. (2010). Effects of bitter orange albedo addition on the quality characteristics of naturally fermented Turkish style sausages (sucuks). *Journal of food, agriculture & environment*, 8(1), 34-37. <https://doi.org/10.1234/4.2010.1429>

Crackel, R. L., Gray, J. I., Pearson, A. M., Booren, A. M., & Buckley, D. J. (1988). Some

further observations on the TBA test as an index of lipid oxidation in meats. *Food chemistry*, 28(3), 187-196. [https://doi.org/10.1016/0308-8146\(88\)90050-7](https://doi.org/10.1016/0308-8146(88)90050-7)

Damodaran, S.; Parkin, K. L. *Química de alimentos de Fennema* (5^a ed). Porto Alegre: Artmed, 2019.

de Menezes Filho, A. C. P., de Souza, J. C. P., & de Souza Castro, C. F. (2019). Avaliação dos parâmetros físico-químicos e tecnológicos da farinha produzida a partir dos resíduos da agroindústria de laranja e melancia. *Agrarian*, 12(45), 399-410. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v12i45.9143>

Dutcosky, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2013.

Eldemery, M. E. (2010). Effect orange albedo as a new source of dietary fiber on characteristics of beef burger. In *The 5th Arab and 2nd International Annual Scientific Conference on: Recent Trends of Developing Institutional and Academic Performance in Higher Specific Education Institutions in Egypt and Arab World*. Mansoura University, Egypt, 2406-2433.

Elleuch, M., Bedigian, D., Roiseux, O., Besbes, S., Blecker, C., & Attia, H. (2011). Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food chemistry*, 124(2), 411-421. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.06.077>

Fernández-Ginés, J. M., Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra, E., Pérez-Alvarez, J.

A. (2004). Lemon albedo as a new source of dietary fiber: Application to bologna sausages. *Meat science*, 67(1), 7-13. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2003.08.017>

Gray, J. I.; Pearson, A. M. Rancidity and warmed-over avor. In: Pearson, A. M.; Dutson, T. R. *Advances in meat research, Vol.3., restructured meat and poultry products*. New York: Van Nostrand Reinhold Co., p. 221-269, 1987.

Han, M., & Bertram, H. C. (2017). Designing healthier comminuted meat products: Effect of dietary fibers on water distribution and texture of a fat-reduced meat model system. *Meat science*, 133, 159-165.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.07.001>

Henck, J. M., Bis-Souza, C. V., Pollonio, M. A., Lorenzo, J. M., Barretto, A. C. (2019). Alpha-cyclodextrin as a new functional ingredient in low-fat chicken frankfurter. *British poultry science*, 60 (6),716-723. <https://doi.org/10.1080/00071668.2019.1664726>

Henning, S. S. C., Tshalibe, P., Hoffman, L. C. (2016). Physico-chemical properties of reduced-fat beef species sausage with pork back fat replaced by pineapple dietary fibres and water. *LWT*, 74, 92-98. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.07.007>

Hygreeva, D., Pandey, M. C., & Radhakrishna, K. (2014). Potential applications of plant based derivatives as fat replacers, antioxidants and antimicrobials in fresh and processed meat products. *Meat science*, 98(1), 47-57. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.04.006>

ISO - International Organization for Standardization. (1978). *Animal and vegetable fats and*

oils-Preparation of methyl esters of fatty acids. ISO Geneve, Method ISO, 5509, 1-6.

Leroux, J., Langendorff, V., Schick, G., Vaishnav, V., & Mazoyer, J. (2003). Emulsion stabilizing properties of pectin. *Food Hydrocolloids*, 17(4), 455-462.

[https://doi.org/10.1016/S0268-005X\(03\)00027-4](https://doi.org/10.1016/S0268-005X(03)00027-4)

Madruga, M. S., Guerra, I. C. D., Félex, S. D. S., Meireles, B. D. A., Benevides, S. D., & BOMFIM, M. (2010). Produção de mortadelas para agregação de valor à carne caprina. *Embrapa Caprinos e Ovinos-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)*.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/880113/1/UMTCot121.pdf>. Acesso em 21 de junho de 2020.

Méndez-Zamora, G., García-Macías, J. A., Santellano-Estrada, E., Chávez-Martínez, A., Durán-Meléndez, L. A., Silva-Vázquez, R., Quintero-Ramos, A. Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35(1), 25-31. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6417>

Min, B., Ahn, D. U. (2009). Factors in various fractions of meat homogenates that affect the oxidative stability of raw chicken breast and beef loin. *Journal of Food Science*, 74(1), 41-48.

<https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2008.01003.x>

Moarefian, M., Barzegar, M., & Sattari, M. (2013). *Cinnamomum zeylanicum* essential oil as a natural antioxidant and antibacterial in cooked sausage. *Journal of Food Biochemistry*, 37(1), 62-69. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4514.2011.00600.x>

Oliveira, N. A. D. S., Winkelmann, D. O. V., & Tobal, T. M. (2019). Farinhas e subprodutos da laranja sanguínea-de-mombuca: caracterização química e aplicação em sorvete. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.24618>

Saldaña, E., Lemos, A. L. D. S. C., Selani, M. M., Spada, F. P., Almeida, M. A. D., & Contreras-Castillo, C. J. (2015). Influence of animal fat substitution by vegetal fat on Mortadella-type products formulated with different hydrocolloids. *Scientia Agricola*, 72(6), 495-503. <https://doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0387>

Santos, R. (2003). Imobilização de lipases em gel de Pectina (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis e Blumenau.

Schönbach, J.K., Nusselder, W., Lhachimi, S. K. (2019). Substituting polyunsaturated fat for saturated fat: A health impact assessment of a fat tax in seven European countries. *PloS one*, 14(7), 1-16, 2019. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0218464>

Silva, I. C. V., Santos, A. A. O., Alves, A. R., Batista, M. C. D. A., & Marcellini, P. S. (2012). Fécula de mandioca e farinha de albedo de laranja na formulação de bolos de chocolate. *Rev. Inst. Adolfo Lutz (Impr.)*, 7(1), 111-117.

Tarladgis, B., Pearson, A., Dugan Júnior, L. R. Chemistry of the 2-thiobarbituric test for determination of oxidative rancidity in foods II. Formation of the TBA-malonaldehyde complex without acid-heat treatment. *Journal of Food Science and Agriculture*, 602-604. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740150904>

Tozatti, P., Rigo, M., Bezerra, J. R. M. V., Córdova, K. R. V., & Teixeira, Â. M. (2013). Utilização de resíduo de laranja na elaboração de biscoitos tipo cracker. *RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais*, 15(1), 135-150. 10.5935/RECEN.2013.01.08

Troy D. J., Desmond, E. M., Buckley D. J. (1999). Eating quality of low-fat beef burgers containing fat-replacing functional blends. *Journal of the Science of Food Agriculture*, 79(4), 507-516. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(19990315\)79:4<507:AID-JSFA209>3.0.CO;2-6](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(19990315)79:4<507:AID-JSFA209>3.0.CO;2-6)

Viuda-Martos, M., Ruiz-Navajas, Y., Fernández-López, J., & Pérez-Álvarez, J. A. (2010). Effect of added citrus fibre and spice essential oils on quality characteristics and shelf-life of mortadella. *Meat science*, 85(3), 568-576. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.03.007>

Weiss, J., Gibis, M., Schuh, V., & Salminen, H. (2010). Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. *Meat science*, 86(1), 196-213. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2010.05.008>

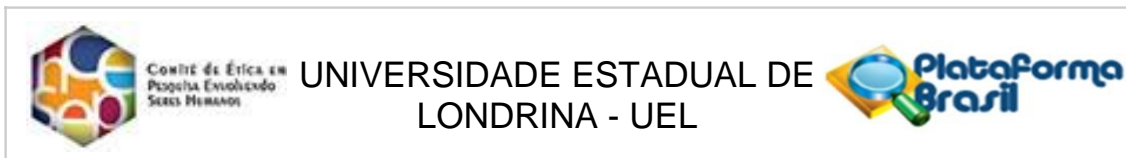
WHO - World Health Organization. (1995). Joint Consultation: fats and oils in human nutrition. *Nutr Rev*, 53(7), 202-5. 10.1111/j.1753-4887.1995.tb01552.x

Wood, J. D., Enser, M., Fisher, A. V., Nute, G. R., Whittington, F. M., & Richardson, R. I. (2003). Effects of diets on fatty acids and meat quality. *Options Méditerranéennes, Series A*, 67, 133-141. <http://om.ciheam.org/om/pdf/a67/06600032.pdf>. Acesso em 01 de agosto de 2010.

Yalınkılıç, B., Kaban, G., & Kaya, M. (2012). The effects of different levels of orange fiber and fat on microbiological, physical, chemical and sensorial properties of sucuk. *Food microbiology*, 29 (2), 255-259. <https://doi.org/10.1016/j.fm.2011.07.013>

Zenebon, O., Pascuet, N. S., & Tiglea, P. (2008). Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. Instituto Adolfo Lutz. Edição IV, 1ª Edição Digital. Versão Eletrônica. São Paulo. http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em 01 de agosto de 2020.

ANEXO A – Parecer Consubstanciado do CEP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: CARACTERIZAÇÃO DA FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA, ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUTO DE GORDURA E APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO

Pesquisador: CAROLINE ZANON BELLUCO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 08631219.7.0000.5231

Instituição Proponente: CCA - Departamento de Ciencia e tecnologia de Alimentos

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.692.968

Apresentação do Projeto:

O documento "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_1314471_E1.pdf" apresenta uma emenda ao projeto original "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1288629.pdf", cuja proposta é avaliar sensorialmente através do teste de aceitação e intenção de compra quatro formulações de mortadelas de frango: Controle (C): sem adição de farinha de albedo de laranja; F1 formulação com adição de 6% de farinha; F2: formulação com adição de 9% de farinha; F3: formulação com adição de 12% de farinha, como substituto parcial e/ou total de gordura.

Objetivo da Pesquisa:

A presente emenda não altera os objetivos originais do projeto, quais sejam:

Objetivo Primário:

Avaliar a aceitação e interesse dos consumidores pela mortadela de frango com adição de substituto de gordura à base de farinha de albedo de laranja por meio de avaliação sensorial das amostras com relação aos atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação global.

Objetivo Secundário:

- Avaliar a aceitação dos atributos aparência, cor, aroma, sabor, textura e aceitação global das

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



COMITÊ DE ÉTICA EM
PESQUISA ENVOLVENDO
SERES HUMANOS

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL



Continuação do Parecer: 3.692.968

formulações de mortadela de frango com adição de substituto de gordura à base de farinha de albedo de laranja;

- Avaliar a intenção de compra das formulações de mortadela de frango com adição do substituto de gordura;
- Avaliar a preferência entre as formulações de mortadela de frango com adição de farinha de albedo de laranja.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

A presente emenda não apresenta riscos e benefícios além dos já apresentados e aprovados por este Comitê de Ética (CEP).

Riscos:

Os riscos associados à ingestão de mortadela de frango são mínimos, pois os parâmetros físico-químicos e microbiológicos de conservação serão respeitados durante o processamento da mortadela de frango, de forma que não apresente risco para consumo. O provador poderá interromper o teste a qualquer momento. No caso de imprevistos, haverá o comprometimento da pesquisadora em amparar o participante.

Benefícios:

Não haverá benefícios direto aos participantes da pesquisa, entretanto, como benefício indireto, espera-se obter informações sobre possível substituição parcial de gordura em mortadela de frango, a qual apresenta grande aceitação pelos consumidores, porém, apresenta alta porcentagem de gordura em sua formulação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Este parecer compreende, ressalta a importância da pesquisa e considera que a presente emenda não apresenta alterações em relação aos objetivos do projeto, aos riscos oferecidos, e aos demais aspectos que possam interferir com a segurança dos participantes.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Não se aplica.

Endereço: LABESC - Sala 14

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Telefone: (43)3371-5455

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-970

E-mail: cep268@uel.br



Comitê de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos



Continuação do Parecer: 3.692.968

Recomendações:

Não se aplica.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não havendo pendências ético-documentais à emenda apresentada, este parecer considera a emenda APROVADA.

Considerações Finais a critério do CEP:

Prezado(a) Pesquisador(a),

Este é seu parecer final de aprovação, vinculado ao Comitê de Ética em Pesquisas Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina. É sua responsabilidade apresenta-Lo aos órgãos e/ou instituições pertinentes.

Coordenação CEP/UDEL

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_131447_1_E1.pdf	25/10/2019 16:01:42		Aceito
Outros	anexo_3.docx	25/10/2019 15:59:46	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito
Outros	anexo_2.docx	25/10/2019 15:59:23	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_final.pdf	25/10/2019 15:59:09	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_2.docx	25/10/2019 15:58:59	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	tcle_1.docx	25/10/2019 15:58:50	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	25/10/2019 15:49:41	CAROLINE ZANON BELLUCO	Aceito



Conselho de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos



Continuação do Parecer: 3.692.968

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

LONDRINA, 08 de Novembro de 2019

Assinado por:

Oswaldo Coelho Pereira Neto (Coordenador)

ANEXO B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

“ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA À BASE DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA E APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO”

Prezado(a) Senhor(a):

Gostaríamos de convidá-lo a participar da pesquisa “ELABORAÇÃO DE UM SUBSTITUINTE DE GORDURA À BASE DE FARINHA DE ALBEDO DE LARANJA E APLICAÇÃO EM MORTADELA DE FRANGO”, realizada no Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos/UEL, Londrina-Paraná. O objetivo da pesquisa é desenvolver uma mortadela de frango reduzida de gordura por meio da adição de farinha de albedo de laranja. A sua participação é muito importante e você participará como provador e irá consumir mortadela de frango e será solicitado a dar sua opinião sobre a aceitação, dentre os produtos apresentados. A análise levará em torno de 10 minutos, e você poderá fazê-la no horário que tiver maior disponibilidade. Gostaríamos de esclarecer que sua participação é voluntária, podendo recusar-se a participar, ou mesmo desistir a qualquer momento sem que isto acarrete qualquer ônus ou prejuízo pessoal. Ressalta-se ainda que as informações serão utilizadas somente para os fins desta pesquisa e serão tratadas com o mais absoluto sigilo e confidencialidade, de modo a preservar sua identidade. Caso imprevistos ocorrerem, o degustador será prontamente atendido pelo pesquisador. Informamos que o senhor não pagará nem será remunerado por sua participação, porém garantimos que todas as despesas decorrentes da pesquisa serão ressarcidas, quando devidas e decorrentes especificamente de sua participação no estudo. Caso tenha dúvidas ou necessite de esclarecimentos pode nos contatar (Caroline Zanon Belluco, zanonbcarol@gmail.com, e Profa. Dra. Adriana Lourenço Soares Russo, DCTA/UEL, adri.soares@uel.br, 44 99911-1978), ou procurar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina, situado junto ao LABESC – Laboratório Escola, no Campus Universitário, telefone 3371-5455, e-mail: cep268@uel.br. Este termo deverá ser preenchido em duas vias de igual teor, sendo uma delas, devidamente preenchida e assinada entregue a você.

Londrina, de de 2019.

Pesquisador Responsável: Caroline Zanon Belluco RG: 10.828.868-0

Eu, _____, tendo sido devidamente esclarecido sobre os procedimentos da pesquisa, concordo em participar voluntariamente da pesquisa descrita acima.

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

ANEXO C – Ficha de Avaliação Sensorial: Teste de aceitação e teste de intenção de compra.

Nome:

Idade:

Data:

1) Você está recebendo amostras de MORTADELA DE FRANGO. Por favor, avalie cada produto, utilizando a escala abaixo que vai de 1 (desgostei extremamente) até 9 (gostei extremamente), e marque o quanto você gostou ou desgostou das características mencionadas na tabela abaixo:

- 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

Código da amostra	Características					
	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura	Avaliação Global

2) Se você encontrasse essa Mortadela de Frango à venda, indique utilizando a escala abaixo o **grau de certeza** com que você compraria ou não compraria cada amostra:

- 5 – certamente compraria o produto;
- 4 – possivelmente compraria o produto;
- 3 – talvez comprasse/ talvez não comprasse o produto;
- 2 – possivelmente não compraria o produto;
- 1 – certamente não compraria o produto

Código da amostra	Grau de certeza (5 a 1)