

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DJONATHAN ADAMANTE

**ELABORAÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS LIVRES DE
INGREDIENTES CLASSIFICADOS COMO ALÉRGENOS
ALIMENTARES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

MEDIANEIRA
2019

DJONATHAN ADAMANTE

**ELABORAÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS LIVRES DE
INGREDIENTES CLASSIFICADOS COMO ALÉRGENOS
ALIMENTARES**

Trabalho de dissertação apresentado ao Programa de Pós Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito para a obtenção do título de “Mestre em Tecnologia de Alimentos” – Área de Concentração: Tecnologia de Alimentos - Linha de Pesquisa: Processos Tecnológicos na Indústria de Alimentos.

Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Canan
Co-orientadora: Profa. Dra. Elciane Regina Zanatta

MEDIANEIRA
2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

A193e Adamante , Djonathan

Elaboração de embutidos Cárneos livres de ingredientes classificados como alérgenos alimentares/ Djonathan Adamante_– 2019. 67 f.: il.; 30 cm.

Texto em português com resumo em inglês

Orientadora: Cristiane Canan

Coorientadora: Elciane Regina Zanatta

Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Campo Mourão, 2019.

Inclui bibliografias.

1. Alergia a alimentos 2. Farinha de mandioca 3. Proteína de soja
4. Alimentos – Dissertações. I. Cana, Cristiane orient. II. Zanatta, Elciane Regina, coorient. III. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. IV. Título.

CDD: 664

Biblioteca Câmpus Medianeira
Fernanda Cristina Gazolla Bem dos Santos 9/1735

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida.

A minha família, os quais foram meus guias, sempre me apoiando e motivando a nunca desistir e seguir em frente na realização desta pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho e de mestrado pelas horas dispensadas, ajudando e escutando minhas lamentações.

Ao grupo de professores vinculados a minha pesquisa, em especial minhas orientadoras pelos conhecimentos fornecidos, pela grandiosa compreensão sempre dispensada e pelo imenso apoio nos momentos de dúvidas.

Agradeço também a todas demais pessoas que de alguma forma fizeram parte da minha vida neste período e puderam sentir as dificuldades e vitórias deste caminho que venho trilhando com tanto esforço.

“Ninguém ignora tudo.
Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa.
Todos nós ignoramos alguma coisa.
Por isso aprendemos sempre”.
(Paulo Freire).



TERMO DE APROVAÇÃO

Elaboração de embutidos cárneos livres de ingredientes classificados como alérgenos alimentares

Por

DJONATHAN ADAMANTE

Essa dissertação foi apresentada às 18 horas e 40 minutos, do dia 27 de março de dois mil e dezenove, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos, Linha de Pesquisa Processos Tecnológicos na Indústria de Alimentos, no Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos - PPGTA, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof.^a Dr.^a Cristiane Canan (Orientadora - PPGTA)

Prof. Dr.^a Eliane Colla (Membro Interno – UTFPR)

Prof. Dr.^a Tânia Becker-Algeri (Membro Externo)

A via original com as assinaturas encontra-se na secretaria do programa.

RESUMO

ADAMANTE, Djonathan. **ELABORAÇÃO DE EMBUTIDOS CÁRNEOS LIVRES DE INGREDIENTES CLASSIFICADOS COMO ALÉRGENOS ALIMENTARES** 2019. 66 p. Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Tecnologia em Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.

O número de pessoas acometidas por algum tipo de alergia alimentar é crescente. Dentre as fontes alimentares causadoras de alergias destacam-se a soja e seus derivados, utilizados na indústria cárnea em virtude de seus benefícios tecnológicos e funcionais, que garantem maior estabilidade e rendimento aos produtos cárneos. Contudo, por tratar-se de uma proteína alérgica, ingredientes alimentícios seguros são sugeridos para sua substituição e desta forma, garantir a segurança alimentar. O objetivo deste estudo foi elaborar embutidos cárneos livres de ingredientes classificados pela Resolução ANVISA/RDC nº 26 de 02/07/2015 como alérgenos alimentares. Para o desenvolvimento do trabalho, foram pesquisadas diversas fontes proteicas e não proteicas não alérgicas como a farinha de arroz, autolisado proteico de levedura, fibra de colágeno, farinha do bagaço de mandioca e maltodextrina que foram avaliadas quanto a composição centesimal e propriedades funcionais, como: índice de absorção de água e óleo, formação de gel, formação e estabilidade da emulsão. A partir dos resultados obtidos foram selecionados os ingredientes que se destacaram quanto às propriedades funcionais avaliadas para a elaboração de um *mix*. A elaboração do *mix* deu-se pelo desenvolvimento de um planejamento experimental com mistura *simplex*, sendo as variáveis independentes: fibra de colágeno, farinha do bagaço de mandioca e maltodextrina e as variáveis dependentes: Índice de absorção de água (IAA) e óleo (IAO), Capacidade de formação de emulsão (CFE) e Estabilidade de emulsão (EE). Os *mixes* escolhidos foram compostos por 50% de fibra de colágeno e 50% farinha do bagaço de mandioca e outro, por 66,66% fibra de colágeno, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 16,66% de maltodextrina, estes foram empregados na elaboração de embutidos cárneos reestruturados (hambúrguer), de massa fina (salsicha) e de massa grossa (apresentado) em substituição à proteína de soja. Os produtos elaborados foram caracterizados quanto suas propriedades físico-químicas, microbiológicas e sensoriais. Somente para o apresentado, o teor de proteínas diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) da amostra padrão, no entanto, todos os limites apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para todos os produtos elaborados. Quanto aos resultados das análises microbiológicas todos apresentaram-se dentro dos padrões legais vigentes. Na análise de aceitação global as notas obtidas foram: salsicha 7,85, 7,65 e 7,95, hambúrguer 7,18, 7,28 e 7,48, e, apresentado 7,30, 6,58 e 7,26, para *mix* 1, *mix* 2 e formulação padrão, respectivamente. As amostras padrão não diferiram significativamente das amostras elaboradas com os *mixes* ($p > 0,05$). Os *mixes* elaborados são alternativas viáveis e seguras para substituição da proteína de soja e assim contribuir para o desenvolvimento de embutidos cárneos sem adição de ingredientes alérgicos.

Palavras-chave: Alergia alimentar, Farinha do Bagaço de Mandioca, Fibra de Colágeno, Maltodextrina, Proteína de soja.

ABSTRACT

ADAMANTE, Djonathan. **ELABORATION OF STEMS FREE OF INGREDIENTS CLASSIFIED AS ALLERGY FOODS**. 2019. 66 p. Master's Dissertation (Post-Graduate Program in Food Technology) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Medianeira.

The number of people affected by some type of food allergy is increasing. Among the food sources that cause allergies, soybeans and their derivatives, used in the meat industry due to their technological and functional benefits, stand out, which guarantee greater stability and yield to meat products. However, because it is an allergenic protein, safe food ingredients are suggested for its replacement and thus ensure food safety. The objective of this study was to elaborate free meat products of ingredients classified by Resolution nº 26, July 7th 2015 (Brazilian Health Regulatory Agency - ANVISA) as food allergens. For the development of the work, several non-allergenic protein and non-protein sources were investigated, such as rice flour, autolysate yeast protein, collagen fiber, cassava bagasse meal and maltodextrin, which were evaluated for their centesimal composition and functional properties, such as: water or oil absorption index, gel formation, formation and emulsion stability. From the obtained results were selected the ingredients that stood out regarding the functional properties evaluated for the elaboration of a mix. The elaboration of the mix was based on the development of an experimental design with simplex mixing, with the following independent variables: collagen fiber, cassava bagasse flour and maltodextrin, and the dependent variables: Water absorption index (WAI) and oil (OAI), Emulsion Formation Capacity (EFC) and Emulsion Stability (ES). The selected mixtures were composed of 50% collagen fiber and 50% cassava bagasse meal and another, 66.66% collagen fiber, 16.66% cassava bagasse flour and 16.66% maltodextrin, these were used in the elaboration of hamburger, hot dog and “apresentado” in substitution of soy protein. The elaborated products were characterized as their physical-chemical, microbiological and sensorial properties. Only for the presented the protein content differed significantly ($p \leq 0.05$), however, all the limits are within the recommended according to Technical Regulation of Identity and Quality. Regarding the results of the microbiological analyzes, all were within the current legal standards. The notes to the overall acceptance were: hot dog 7.85, 7.65 and 7.95, hamburger 7.18, 7.28 and 7.48, “apresentado” 7.30, 6.58 and 7, 26, for mix 1, mix 2 and standard formulation, respectively. The standard samples did not differ significantly from the samples made with the mixes ($p > 0.05$). The elaborated mixes are alternative ingredients for soy protein substitution and thus contribute to the development of meat sausages without the addition of allergenic ingredients.

Key words: Food Allergy, Cassava Bagasse Flour, Collagen Fiber, Maltodextrin, Soy Protein.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|---|
| ABPA | Associação Brasileira de Proteína Animal |
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ANOVA | Análise de Variância |
| AOAC | Associação Oficial de Químicos Analíticos |
| CFE | Capacidade de Formação de Emulsão |
| CFG | Capacidade de Formação de Gel |
| CMS | Carne Mecanicamente Separada |
| CONAB | Companhia Nacional de Abastecimento |
| CRA | Capacidade de Retenção de Água |
| EE | Estabilidade da Emulsão |
| IAA | Índice de Absorção de Água |
| IAL | Instituto Adolfo Lutz |
| IAO | Índice de Absorção de Óleo |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| RTIQ | Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| Tabela 1 – Planejamento de misturas <i>simplex-centróide</i> com pontos interiores..... | 32 |
| Tabela 2 – Formulações para elaboração de salsichas com proteína de soja e salsichas sem proteína de soja e adicionada de substitutos não alérgenos..... | 33 |
| Tabela 3 – Formulações para elaboração de apresuntado com proteína de soja e apresuntado sem proteína de soja e adicionado de substitutos não alérgenos | 34 |
| Tabela 4 – Formulações para elaboração de hambúrguer com proteína de soja e hambúrguer sem proteína de soja e adicionado de substitutos não alérgenos | 34 |
| Tabela 5 – Caracterização físico-química de diferentes amostras de proteínas de soja e seus possíveis substitutos não alérgenos | 38 |
| Tabela 6 – Capacidade de formação de gel de diferentes proteínas de soja e seus possíveis substitutos não alérgenos | 41 |
| Tabela 7 – Matriz do planejamento de misturas de três componentes (Maltodextrina, Farinha de Bagaço de Mandioca e Fibra de Colágeno) e as variáveis respostas (índice de absorção de água, índice de absorção de óleo, capacidade de formação de emulsão e estabilidade da emulsão) | 43 |
| Tabela 8 – Ajuste dos modelos para as quatro variáveis..... | 47 |
| Tabela 9 – Validação dos ensaios da matriz do planejamento de misturas dos componentes Maltodextrina, Farinha do Bagaço de Mandioca e Fibra de Colágeno, e, variáveis resposta IAA, IAO, CFE e Ee..... | 47 |
| Tabela 10 – Composição centesimal das amostras de salsicha contendo proteína de soja e seus substitutos | 49 |
| Tabela 11 – Composição centesimal das amostras de apresuntado contendo proteína de soja e seus substitutos | 49 |
| Tabela 12 – Composição centesimal das amostras de hambúrguer contendo proteína de soja e seus substitutos | 50 |
| Tabela 13 – Capacidade de retenção de água (CRA) dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos | 51 |
| Tabela 14 – Valores de pH dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos | 52 |
| Tabela 15 – Perda de por cozimento (PPC) dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína soja e seus substitutos..... | 53 |
| Tabela 16 – Análise colorimétrica dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos | 53 |
| Tabela 17 – Contagem microbiológica dos embutidos cárneos elaborados a base de soja e seus substitutos | 54 |
| Tabela 18 – Médias obtidas na análise sensorial das amostras de salsicha contendo proteína de soja e seus substitutos | 55 |
| Tabela 19 – Médias obtidas na análise sensorial das amostras de hambúrguer contendo proteína de soja e seus substitutos | 56 |
| Tabela 20 – Médias obtidas na análise sensorial das amostras de apresuntado contendo proteína de soja e seus substitutos | 57 |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 13 |
| 2 OBJETIVOS | 15 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS | 15 |
| 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 16 |
| 3.1 ALÉRGENOS ALIMENTARES | 16 |
| 3.2 EMBUTIDOS CÁRNEOS | 19 |
| 3.2.1 Proteína da Soja | 21 |
| 3.3 INGREDIENTES COM POTENCIAL PARA SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DA SOJA..... | 23 |
| 3.3.1 Farinha do Bagaço de Mandioca | 24 |
| 3.3.2 Farinha do Arroz | 25 |
| 3.3.3 Fibra de Colágeno | 25 |
| 3.3.4 Autolisado Proteico de Levedura | 26 |
| 3.3.6 Maltodextrina | 27 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 4.1 MATÉRIAS-PRIMAS E INGREDIENTES | 28 |
| 4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS INGREDIENTES NÃO ALÉRGENOS | 29 |
| 4.2.1 Composição Centesimal | 29 |
| 4.2.2 Determinação de Fibra Alimentar Total | 29 |
| 4.2.3 Índice de Absorção de Água e Óleo | 29 |
| 4.2.4 Capacidade de Formação de Gel | 30 |
| 4.3 DESENVOLVIMENTO DO <i>MIX</i> DE INGREDIENTES NÃO ALÉRGENOS | 30 |
| 4.3.1 Índice de Absorção de Água e Óleo | 32 |
| 4.3.2 Capacidade de Formação e Estabilidade de Emulsão | 32 |
| 4.3.3 Validação | 33 |
| 4.4 ELABORAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS..... | 33 |
| 4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS | 35 |
| 4.5.1 Composição Centesimal | 35 |
| 4.5.2 Potencial Hidrogeniônico | 35 |
| 4.5.3 Capacidade de Retenção de Água | 35 |
| 4.5.4 Medida Instrumental de Cor | 35 |
| 4.5.5 Perda de Peso por Cozimento | 36 |
| 4.5.6 Análise Microbiológica | 36 |
| 4.5.7 Análise Sensorial | 36 |
| 4.5.8 Análise Estatística | 37 |
| 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 38 |
| 5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS INGREDIENTES | 38 |
| 5.1.1 Composição Centesimal dos Ingredientes | 38 |
| 5.1.2 Índice de Absorção de Água e Óleo | 40 |
| 5.2 DESENVOLVIMENTO DO <i>MIX</i> DE INGREDIENTES NÃO ALÉRGENOS | 42 |
| 5.3 ELABORAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS..... | 47 |
| 5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS PRODUTOS ELABORADOS COM INGREDIENTES CLASSIFICADOS COMO NÃO ALÉRGENOS..... | 48 |
| 5.4.1 Composição Centesimal dos Embutidos Carneos Elaborados | 51 |
| 5.4.2 Capacidade de Retenção de Água dos Embutidos Carneos Elaborados | 53 |
| 5.4.3 pH dos Embutidos Carneos Elaborados | 51 |
| 5.4.4 Perda de Peso por Cozimento dos Embutidos Carneos Elaborados | 52 |
| 5.4.5 Análise Colorimétrica dos Embutidos Carneos Elaborados | 53 |

| | |
|---|-----------|
| 5.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS ELABORADOS | 54 |
| 5.6 ANÁLISE SENSORIAL DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS ELABORADOS | 54 |
| 5.6.1 Caracterização da População | 54 |
| 5.6.2 Análise de Aceitabilidade da Escala Hedônica | 55 |
| 6 CONCLUSÃO..... | 58 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 59 |

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de carnes bovina e aves e o quarto maior produtor de carne suína, ocupando também o primeiro lugar em exportação de carnes de bovino e aves e o quarto lugar para carne suína. Em relação à espécie suína, 83,63% das exportações são realizadas na forma *in natura*. No entanto, o consumo nacional *per capita* anual de 14,7 kg/habitantes é feito em sua maioria por produtos cárneos industrializados (BRASIL, 2018).

O consumo de produtos cárneos embutidos tem sido a preferência nas mesas dos brasileiros, apresentando crescimento na maioria das linhas de produção. Nota-se que mesmo em tempos de crise no setor alimentício e em outras áreas da produção nacional, estes produtos são preferência e estão presentes nos gastos das famílias brasileiras. A expansão do consumo destes produtos é consequência das variáveis custo e tempo de preparo, e ainda, opções de proteínas mais acessíveis, uma vez que a população progressivamente apresenta menor disponibilidade de tempo, buscando produtos acessíveis e de fácil preparo (OLIVEIRA et al., 2017).

No Brasil, diversos ingredientes não cárneos são empregados para complexar com as proteínas, dentre estes, o ingrediente não cárneo mais utilizado em embutidos cárneos é a proteína de soja (SHIMOKOMAKI et al., 2003). Esta por sua vez, proporciona a melhora na formação de gel e na estabilidade do produto final (DAIGLE, 2005).

O número de pessoas que são acometidas por alergias alimentares cresce a cada ano. A existência de alérgenos alimentares em produtos alimentícios é controlada por legislação. Neste sentido, caso o produto apresente estes ingredientes classificados como alérgenos alimentares, devem contar no rótulo a declaração alérgicos e o nome dos alimentos que causam alergia alimentar (GUZEK et al., 2017).

Em contrapartida, ao considerarmos o entendimento dos consumidores, quase a totalidade apresenta dificuldade de compreender a diferença entre uma simples intolerância, de uma alergia, a qual pode levar o paciente a óbito caso não seja socorrido imediatamente devido a possibilidade de evolução para um estado de anafilaxia (L'HOCINEL; BOYE; MUNYANA, 2007).

Porém, a proteína de soja está na lista dos alérgenos alimentares da Resolução ANVISA/DC nº 26 de 02 de julho de 2015 (BRASIL, 2015). Desta forma, alternativas para sua substituição são necessárias.

Diante do crescente aumento do consumo de alimentos industrializados, o número de pessoas que são acometidas por efeitos adversos, estão correlacionados a algum processo alérgico (BIELEMANN et al., 2015; PERREIRA; MOURA; CONSTANT, 2008). Tendo em vista a Resolução ANVISA/DC nº. 26 de 02 de julho de 2015 que classifica a proteína de soja como um alérgeno alimentar e a elevada quantidade utilizada na elaboração de embutidos cárneos, o presente trabalho teve como objetivo estudar e comparar as propriedades químicas e funcionais de diferentes ingredientes alimentares, verificar os possíveis substitutos à proteína de soja aplicada em embutidos cárneos.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar embutidos cárneos livres de ingredientes classificados como alérgenos alimentares pela Resolução ANVISA/DC nº. 26 de 02 de julho de 2015.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar a composição centesimal, pH, teor de fibra alimentar total, índice de absorção de água e óleo, capacidade emulsificante e estabilidade da emulsão, capacidade de formação de gel da farinha do arroz, fibra de colágeno, farinha de bagaço de mandioca, maltodextrina e autolisado proteico de levedura.
- Realizar planejamento experimental de mistura *simplex* a partir dos ingredientes substitutos à proteína de soja, selecionados por meio da avaliação dos dados obtidos nas análises físico-químicas e comparar à proteína de soja.
- Avaliar o efeito dos ingredientes não cárneos selecionados em substituição a proteína de soja nos embutidos cárneos (salsicha, hambúrguer e apresuntado) quanto a composição centesimal, pH, medida instrumental de cor, capacidade de retenção de água e óleo e perda de peso por cozimento.
- Realizar análise sensorial utilizando uma escala híbrida de 10 pontos, para avaliar os atributos cor, textura, sabor, aceitabilidade global e intenção de compra dos produtos cárneos (salsicha, hambúrguer e apresuntado).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ALÉRGENOS ALIMENTARES

A alergia alimentar é uma reação alérgica ocasionada pela ingestão de alimentos, os quais podem apresentar algum componente proteico, responsável por desencadear por meio de fatores genéticos ou ambientais, na maioria das vezes independente da dose consumida, o desenvolvimento de sintomas e manifestações clínicas graves em minutos ou horas após a ingestão, tendo o indivíduo que ser atendido imediatamente, por serviço de saúde especializado, do contrário o mesmo pode entrar em óbito, caso esta reação esteja no estágio anafilático (SARINHO; LINS, 2017).

Estudos direcionados por alergologistas apontam que no Brasil, a alergia alimentar é classificada como a segunda causa que mais leva a anafilaxia. Quando o indivíduo apresenta uma reação alérgica, os mecanismos imunológicos podem ser acionados pela Imunoglobulina E, que está associada normalmente a uma reação de hipersensibilidade, podendo ser associada a uma causa básica, como por exemplo, a ingestão de algum alimento, tendo como consequência a ligeira liberação de precursores como a histamina (SARINHO; LINS, 2017; PERREIRA; MOURA; CONSTANT, 2008). Ou seja, as reações alérgicas são respostas não usuais do sistema imune que representam reação alterada a um antígeno, os quais são denominados alérgenos (MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Alergia e Imunopatologia a forma de indução da reação alérgica ao alimento pode ser classificada como: alérgeno de classe I (ingestão; proteínas ingeridas) e de classe II (proteínas inaladas pelo trato respiratório, pólen, reatividade cruzada com epítomos homólogos de alimentos derivados de plantas) (SOLÉ et al., 2018).

Segundo Mahan e Escott-Stump (2010), os sintomas da alergia alimentar compreendem manifestações: 1) gastrointestinais (dor abdominal, náusea, vômitos, diarreia, hemorragia gastrointestinal, enteropatia por perda de proteína, prurido oral e da faringe), 2) cutâneas (urticária, angioedema, eczema, eritema, coceira, rubor), 3) respiratórias (rinite, asma, tosse, edema de laringe, síndrome de Heiner, estreitamento das vias aéreas), 4) sistêmicas (anafilaxia, hipotensão, disritmia) e 5) controversas ou não comprovadas (distúrbios comportamentais, síndrome de tensão-fadiga, distúrbio de hiperatividade e déficit de atenção,

otite média, distúrbios psiquiátricos, distúrbios neurológicos, distúrbios musculoesqueléticos, enxaquecas).

A Resolução ANVISA/DC nº 26 de 02 de julho de 2015 (BRASIL, 2015) estabelece os requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares e aplica-se complementar à Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002 (BRASIL, 2002), que aprova o regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados, e suas atualizações. Nesta nova resolução, define-se alérgeno alimentar qualquer proteína, incluindo proteínas modificadas e frações proteicas, derivada dos principais alimentos que causam alergias alimentares.

Esta resolução prevê ainda um Programa de Controle de Alergênicos para a identificação e o controle dos principais alimentos que causam alergias alimentares, para a prevenção da contaminação cruzada com alérgenos alimentares em qualquer estágio do seu processo de fabricação, desde a produção primária até a embalagem e comércio (BRASIL, 2015).

O número de pessoas afetadas por algum tipo de alergia alimentar tem crescido ano a ano, tanto em extensão, quanto gravidade (SOLÉ et al., 2018; MAHAN; ESCOTT-STUMP, 2010) e o consumo de produtos industrializados está diretamente associado a casos de surtos alimentares em pessoas alérgicas, devido à manifestação de histamina, apontada como a maior causadora do desempenho imunológico (PENÃ, 2006).

Dentre os principais alérgenos alimentares destacam-se alguns alimentos que proporcionam notificações mais rotineiras nos centros de saúde, como o leite de vaca que apresenta proteínas com elevadas taxas de reatividade, os ovos que contêm proteína em sua clara, as quais podem demorar a reagirem em nosso corpo, dificultando a identificação e assimilação dos sintomas, principalmente, os crustáceos e peixes apresentam o maior número de casos de anafilaxia devido à grande reatividade de suas proteínas em pessoas alérgicas a este alimento (SOLÉ et al., 2018).

Matsuo, Yokooji e Taogoshi (2015) descrevem que as intercorrências de alergia causadas por alimentos, são crescentes em todo o mundo. No Japão o maior índice de casos de alergia veiculadas por alimentos são os ovos de galinha (38,2%), leite de vaca (15,9%) e trigo com 8%. Porém, nos Estados Unidos os alimentos com os maiores números de notificações de alergia são o amendoim (25,2%), seguido pelo leite de vaca (21,1%), marisco (17,2%) e castanha (13,1%). Já no continente europeu o leite de vaca, o trigo, o ovo de galinha, o peixe e a soja são os maiores causadores de alergia alimentar. Quando comparado, às regiões com os tipos de alimentos que mais causam alergia na população, percebe-se que há variação entre

estes e suas proporções, porém o que se deve levar em consideração é o número de casos, que aumentam mais de 30% a cada ano no mundo.

O processamento de alimentos pode reduzir a alergenicidade, seja pela remoção irreversível de alérgenos, seja pela modificação da estrutura alergênica (LI et al., 2018), mas deve-se ressaltar que o processamento não elimina completamente o potencial alergênico dos alérgenos (VERHOECKX, et al., 2015).

No entanto, a abordagem tecnológica até agora para diminuir a alergenicidade tem sido amplamente empírica (ÇABUK, et al., 2018). A estrutura tridimensional de proteínas alimentares sofre alterações por aquecimento, tratamento com ácido e atividade hidrolítica ou de outras enzimas durante o processamento ou cozimento de alimentos. Em contraste, a estrutura primária das proteínas é clivada através da ação das enzimas digestivas (proteases), tais como pepsina, tripsina e quimiotripsina no processo de digestão. A alteração na estrutura do epítipo diminui a sua capacidade de ligação ao anticorpo IgE, e a atenuação de uma reação alérgica devido à diminuição da capacidade de ligação do anticorpo IgE é denominada hipoalergenicidade (EBISAWA, et al., 2017).

Estudos que avaliam o efeito sobre a proteína da soja causado por sua adição em produtos cárneos ainda não foram realizados. Cabe ressaltar que a detecção e quantificação da proteína da soja em produtos cárneos ainda é um problema para a supervisão, devido à escassez de metodologias analíticas adequadas para a determinação desse ingrediente nessa complexa matriz (BELLOQUE, et al., 2002).

Tendo em vista que estas reações alérgicas não apresentam cura, muitos estudos estão voltados para a substituição destes produtos e/ou detecção destes constituintes em alimentos quando inseridos no processo industrial. Diferente da legislação brasileira que define quais são estes produtos classificados como alérgenos alimentares, estipulando que na presença destes deve ser informado no rótulo do alimento, outros países como Espanha e Portugal, determinam valores máximos da presença destes ingredientes de acordo com o tipo do produto a ser elaborado (SPYCHAJ et al., 2018).

Neste contexto, são poucos os trabalhos científicos que visam à substituição dos ingredientes alérgenos por ingredientes não alérgenos. A maior parte dos estudos, embora ainda sejam poucos, estão direcionados para a detecção destes constituintes nos produtos elaborados, a fim de verificar, se a concentração nos alimentos processados está em conformidade com a legislação local de cada país. Montowska e Formal (2018) implementaram o método de quantificação absoluta, utilizando marcadores peptídicos para monitorar a quantidade destes, em misturas complexas de proteínas processadas, com intuito de identificar possíveis fraudes

no processamento de alimentos. Os autores citados encontraram grande quantidade de marcadores peptídicos específicos para proteínas de carne de frango, suíno, bovino, pato e ganso, bem como, a presença destes marcadores em produtos comerciais de carne de aditivos protéicos alergênicos não-cárneos como, soja, leite e proteínas de clara de ovo.

3.2 EMBUTIDOS CÁRNEOS

Produtos ou derivados cárneos são os produtos preparados total ou parcialmente com carnes, miúdos ou gorduras, subprodutos comestíveis procedentes dos animais de abate ou outras espécies, seguido ou não da adição de aditivos autorizados, condimentos, especiarias e/ou ingredientes (origem animal ou vegetal) (ORDOÑEZ et al., 2005).

A industrialização consiste na transformação de carnes em produtos cárneos, visando aumentar a sua vida útil, desenvolver diferentes sabores e utilizar partes do animal de difícil comercialização quando no estado fresco, propiciando grandes modificações nas propriedades físico-químicas da carne fresca. Este envolve geralmente cortes cárneos ou fracionados cárneos, podendo-se adicionar condimentos, especiarias e outros aditivos (TERRA, 1998; PARDI et al., 2007; FENNEMA et al., 2010).

O consumo de embutidos cárneos apresenta grande expansão no mercado brasileiro. Um dos pressupostos deste aumento do consumo deve-se a crescente diversidade de produtos desenvolvidos na última década, além do baixo custo em relação a outros produtos cárneos e tempo de preparo (OLIVEIRA et al., 2017).

Daniel et al. (2010) relatam que o principal determinante do consumo de carne *per capita* em todo o mundo está vinculado ao poder aquisitivo. Na última década, nos Estados Unidos, União Européia e países desenvolvidos, o consumo de carne processada representou 22% do total de carne consumida a partir de carnes vermelhas ou aves.

De acordo com Weiss et al. (2010) os consumidores estão exigindo produtos cárneos mais saudáveis, com baixo teor de sal, gordura, colesterol, nitritos e calorias. No entanto, com o aumento da demanda e qualidade destes alimentos, a indústria está se inovando quanto ao processamento destes produtos cárneos, usando matérias-primas cada vez mais onerosas, porém que proporcionam mais eficiência no processo de produção, desenvolvendo produtos a custos mais baixos, devido à qualidade destas matérias-primas.

O processo de preparação de produtos cárneos é realizado desde a antiguidade e progressivamente apresenta melhorias contínuas nas formulações e elaborações destes produtos processados (SHIMOKOMAKI et al., 2003).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) pela Resolução nº 23 de 15 de março de 2000, define aditivo alimentar como “qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, mas com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se, poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados convertam-se em um componente do alimento. Definição esta que não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades funcionais”. Enquanto que ingredientes são “qualquer substância, incluídos os aditivos alimentares, empregado na fabricação ou preparação de um alimento e que permanece no produto final, ainda que de forma modificada”.

Em virtude da busca do mercado produtor e consumidor por produtos padronizados, de maior qualidade, textura e sabor cada vez mais atraentes, a utilização de ingredientes nas indústrias de produtos cárneos torna-se indispensável. Cada produto cárneo possui um limite estabelecido pelo órgão regulamentador, portanto as indústrias devem seguir estes limites, propondo que estes ingredientes não sejam utilizados de forma indiscriminada (AGUIAR, 2006).

De acordo com a Agência Embrapa a tecnologia de processamento de embutidos cárneos é classificada de acordo com o tipo de produto a ser obtido, podendo variar conforme sua granulometria de massa, partindo de grossa a fina, sendo estes definidos a partir do processo de moagem, de acordo com o tipo de produto, podendo ser classificados como reestruturados (hambúrguer), de massa fina (salsicha) e de massa grossa (apresentado), sendo que, os três produtos exemplificados serão desenvolvidos na pesquisa (BRASIL, 2018).

A salsicha é definida de acordo com a Instrução Normativa nº 4 de 31 de julho de 2000, sendo o produto cárneo industrializado, obtido da emulsão de carne de uma ou mais espécies de animais de açougue, adicionados de ingredientes, embutido em envoltório natural ou artificial, e submetido a um processo térmico adequado. Podem apresentar como processo alternativo o tingimento, depelagem, defumação e a utilização de recheios e molhos (BRASIL, 2000b).

De acordo com a Instrução Normativa de Identidade e Qualidade nº 20 de 31 de julho de 2000, define-se hambúrguer como o produto cárneo industrializado obtido da carne moída dos animais de açougue, adicionado ou não de tecido adiposo e ingredientes, moldado e submetido a processo tecnológico adequado (BRASIL, 2000a).

Quanto ao apresuntado, segundo Instrução Normativa nº 20 de 31 de julho de 2000, este é um produto cárneo industrializado, obtido a partir de recortes, cortes ou recortes de massas musculares dos membros anteriores ou posteriores de suíno, adicionados de ingredientes e submetido ao processo de cozimento adequado (BRASIL, 2000a).

Conforme descrito por Aguiar et al. (2006), aditivos como sal, fosfatos e polifosfatos podem ser utilizados para reduzir perdas de umidade durante o processo de estocagem (melhorando a capacidade de retenção de água), melhoram o rendimento, suculência e sabor dos produtos. O sal atua também como emulsificante, uma vez que aumenta a solubilidade de proteínas musculares, formando uma emulsão estável. Enquanto que os fosfatos e polifosfatos elevam o pH do meio, promovendo a CRA, consequentemente, o aumento da massa e redução da perda de água durante o processamento, congelamento e armazenamento. Young e Lyon (1986) reportaram que quando usados em combinação, sal e fosfatos possuem um efeito sinérgico, aumentando a ligação das proteínas com água, pelo aumento do pH e força iônica, juntamente a dissociação do complexo actomiosina, expondo mais os sítios de ligação de água.

A adição de ingredientes não cárneos tem o propósito de aumentar a estabilidade da emulsão cárnea, aumentar a CRA, melhorar as características de cortes, textura, sabor e principalmente visa reduzir os custos de formulação, agregando valor ao produto final (TAKAHASHI, 1981). Segundo Price e Schweigert (1994), estes ingredientes podem ser amidos, féculas, proteínas de soja, hidrolisados de proteínas vegetais de glúten de milho ou trigo, goma carragena, pectina, goma xantana. A escolha destes ingredientes dependerá das propriedades da mistura e das características desejadas no produto final.

Dentre os exemplos de ingredientes não cárneos mencionados no parágrafo anterior, podemos citar as proteínas de soja, que são exponencialmente utilizadas como aditivos alimentares nas indústrias alimentícias (TORRE, 2004).

3.2.1 Proteína de Soja

A origem da soja foi descrita há cerca de 4000 a 5000 anos, originada nas regiões norte e central da China e introduzida nos Estados Unidos em meados do século XVIII, com uma produção oficial em larga escala ocorrida após o século XX. Alguns ensaios para cultivar soja são conhecidos na França e na Inglaterra desde o século XVIII, mas não foram desenvolvidos (NISHINARI et al., 2014). O USDA estima que a produção mundial de soja para a safra 2018/2019 será de 367,50 milhões de toneladas e, em relação à safra 2017/2018, haverá um aumento de 8,54% na produção. Os Estados Unidos ainda são os maiores produtores de soja

(34% da produção mundial), seguidos pelo Brasil (32,79%), que tem a soja como a principal cultura agrícola do país (CONAB, 2019).

A soja é composta de proteína (35%), carboidrato (31%), óleo (17%), água (13%) e cinza (4%). É importante ressaltar que as proteínas e lipídios são os componentes da soja de maior interesse comercial (NORMAN, 1987). Ao remover o óleo a temperaturas mais baixas, a proteína de soja é obtida e é amplamente utilizada na indústria alimentícia (NISHINARI et al., 2014).

As proteínas de soja são obtidas por descasque, cozimento e desengorduramento por extração com hexano, seguido de moagem para obtenção de farinhas desengorduradas ou farinhas com aproximadamente 50 a 54% de proteína. Para a produção de concentrados protéicos com 65 a 70% de proteína, os carboidratos e compostos responsáveis pelo sabor são eliminados por extração com etanol ou ácido. As farinhas de soja também podem ser submetidas à extração com álcali, centrifugação para remoção das fibras, reprecipitação e secagem para obtenção de isolados proteicos contendo 90% de proteína (MATTOS et al., 2015).

As proteínas e polissacarídeos formam complexos com boas propriedades funcionais quando comparado com o uso de proteínas e polissacarídeos separadamente (BENICHOU; ASERIN; GARTI, 2002). A proteína de soja age encapsulando as gotículas de gordura e formando uma rede contínua de proteína-gel através da fase aquosa (WANG et al., 2000). Um estudo realizado por Fulmer (1995) demonstra que a proteína de soja tem capacidade de melhorar a funcionalidade dos produtos cárneos, pois se liga com gordura e água, levando ao processo de gelificação. Proporciona também, aumento na absorção de água, coesividade ou adesividade, emulsificação e absorção de gordura.

Segundo Tsão et al. (2002) a proteína de soja utilizada como ligante alimentar, têm menos força adesiva no processamento da carne reestruturada, comparados às proteínas miofibrilares, glúten, plasma sanguíneo e albumina de clara de ovo. Porém, é um ótimo substrato para a transglutaminase e têm alto potencial como ligante para os produtos de carne reestruturados devido às suas fortes interações proteína-proteína.

O consumo de produtos de proteína de soja ocorre principalmente na forma de derivados ou ingredientes que são usados na fabricação de vários produtos alimentícios, como produtos lácteos, produtos cárneos, produtos de panificação, cereais matinais, alimentos infantis e bebidas, com apenas uma pequena quantidade consumido diretamente na dieta humana (LIU; CHENG; ZHANG, 2005).

A especificidade dos alergênicos de soja é variável e complexa. Um total de 28 diferentes proteínas de soja foram reconhecidas como capazes de se ligar a IgE em pacientes

alérgicos à soja. No entanto, apenas algumas dessas proteínas são consideradas alérgenos importantes, cerca de 50% (RUGGIERO; BERTELLONI, 2011).

As principais proteínas de armazenamento β -conglucina (Gly m 5) e glicina (Gly m 6) representam 70% da proteína total da soja e têm sido relacionadas a reações alérgicas graves (MEINLSCHMIDT; SCHWEIGGERT-WEISZ; EISNER, 2016; HOLZHAUSER, et al., 2009). Adicionalmente, várias proteínas de soja ligadas à IgE, consideradas potenciais alérgenos de soja, foram descritas. No entanto, para algumas destas proteínas de ligação a IgE, a relevância clínica não é clara. O tempo para a aquisição de tolerância para a proteína de soja depende das proteínas alergênicas reconhecidas por anticorpos IgE específicos e sítios de ligação de anticorpos (epítipo) (HOLZHAUSER, et al., 2009).

Dentre as proteínas da soja disponíveis para o uso industrial, podemos citar vários tipos de processamentos que são empregados nesta matéria-prima. Em produtos alimentícios as proteínas mais empregadas são a isolada, a concentrada e a texturizada. Estas apresentam diferenças nos teores de proteína, a isolada apresenta valores acima de 90%, a texturizada deve conter no mínimo 70% e a concentrada acima de 50% (MATTOS et al., 2015).

A legislação Brasileira estabelece limites de adição de 1 a 4% de proteína de soja como proteína agregada, dependendo do tipo de produto cárneo. No geral, em mortadela, salsicha, almôndega, empanados, hambúrguer e quibe são permitidos até 4%, em patê 3%, em linguiças e apresuntados 2,5%, em presuntos cozidos, bacon, lombo, paleta cozida, 2%, em presunto tenro 1% e em aves temperadas é permitido o uso como ingrediente opcional sem especificar limites. Apresentando ainda, restrições de uso para alguns produtos específicos dentro de cada classe (BRASIL, 2000a, 2000b, 2001).

No entanto, a proteína de soja está classificada pela Resolução ANVISA/DC nº 26 de 02 de julho de 2015, como um alimento alérgico. Neste contexto, é necessário buscar alternativas de ingredientes não alérgenos, como possíveis substitutos a sua utilização em produtos alimentícios (BRASIL, 2015).

3.3 INGREDIENTES COM POTENCIAL PARA SUBSTITUIÇÃO DA PROTEÍNA DE SOJA

Dentre os ingredientes não listados pela Resolução ANVISA/DC nº 26 de 02/07/2015 como alérgenos alimentares, o presente trabalho buscou analisar cinco matérias-primas, além das proteínas de soja convencionalmente utilizadas nos embutidos cárneos, sendo a farinha do

bagaço de mandioca, farinha de arroz, fibra de colágeno, autolisado proteico de levedura e maltodextrina (BRASIL, 2015).

3.3.1 Farinha do Bagaço de Mandioca

A mandioca quando utilizada para processos industriais, tanto em pequena como em grande escala, causa grave problemas ambientais, podendo produzir quantidades significativas de resíduos sólidos como casca, entrecasca e bagaço; ou resíduo líquido como a manipueira e água vegetal (CAMARGO et al., 2008).

A produção brasileira de raiz de mandioca até o mês de fevereiro de 2018 foi de 20,8 milhões de toneladas, cultivadas numa área de 1,4 milhões de hectares, segundo fontes do IBGE. Quando comparado com a estimativa anterior, observou-se um aumento de 2,46% e de 1,44% para as áreas de colheita, demonstrando o crescimento deste plantio, considerando a farinha de bagaço de mandioca com teor de umidade de 12%, seria possível gerar 566 mil toneladas desta farinha (CONAB, 2018; FIORDA, 2013).

O bagaço de mandioca é um subproduto de grande importância gerado durante o processo da extração da fécula de mandioca, determinado como parte fibrosa da raiz, contendo ainda parte da fécula que não foi possível extrair durante o processo. Pelo fato deste bagaço ser gerado em grande quantidade e sua umidade ser elevada (85%), fazem com que este subproduto se torne um problema durante a safra, devido as dificuldades de transporte e armazenamento. Além disso, este subproduto é de baixo valor comercial, porém contém um elevado valor nutricional destacando seu alto teor de fibra de boa qualidade. Existem pesquisas relacionadas ao reaproveitamento deste resíduo das fecularias, visando o desenvolvimento de tecnologias para o aproveitamento do farelo na obtenção de novos produtos com maior valor agregado, podendo ser utilizado como ingrediente para produtos alimentícios ricos em fibras (RODRIGUES, 2011; FIORDA et al., 2013).

Fiorda et al. (2015) buscaram aplicar o bagaço de mandioca em salgadinhos, farinhas pré-gelatinadas, lanches e *snacks* e observaram que a umidade da mistura e a temperatura de extrusão interferem significativamente nas propriedades físicas, apresentando cores avermelhadas e amareladas, maior expansão e umidade, altas taxas de absorção e solubilidade em água e alta absorção de óleo. Estes pesquisadores concluíram que é viável a utilização do bagaço de mandioca na produção de salgadinhos e farinhas pré-gelatinizadas, e o processo de cozimento por extrusão aplicado ao bagaço de mandioca desidratado é uma tecnologia importante para o uso industrial alternativo.

3.3.2 Farinha do Arroz

A farinha do arroz é hipoalergênica e contém quantidades apreciáveis de lisina. Seu perfil de aminoácidos a torna ingrediente apropriado para formulações de alimentos infantis hipoalergênicos (WANG et al., 1999) e hipocolesterolêmicas (CHRASTIL, 1992). Suas propriedades anticancerígenas (SHOJI et al., 2005) e antioxidantes (CHANPUT; THEERAKULKAIT; NAKAI, 2009) também têm sido reportadas.

Algumas semelhanças foram encontradas entre as sequências de aminoácidos das globulinas de arroz com as glutelinas do trigo, mas as proteínas do arroz não contêm o epítipo, porção de um antígeno que combina com os produtos de uma resposta imune específica, tóxico responsável pela doença celíaca. Este fato é de especial importância do ponto de vista nutricional (OSZVALD et al., 2008). A digestibilidade da proteína do arroz é superior a 90% (ZHANG et al., 2012).

Shoib et al. (2018) elaboraram *nuggets* de frango com a adição do isolado proteico do arroz. A inclusão deste ingrediente proporcionou ao produto maior capacidade extensora, CRA e maior aceitabilidade sensorial em relação a formulação padrão.

3.3.3 Fibra de Colágeno

Proteína dominante do tecido conjuntivo, o colágeno pode ser encontrado em pelo menos 27 isoformas diferentes, estando presente nos ossos, tendões, cartilagem, veia, pele, dentes e músculo. O colágeno pode ser classificado como estriado/fibroso; não fibroso/formador de rede; microfibrilar ou microfilamentoso; e associado a fibrilas (STRASBURG et al., 2010). Dentre os colágenos estriados encontram-se os colágenos do tipo I, III e V. O tipo I (colágeno nativo ou tropocolágeno) é o mais abundante, sendo constituído por três cadeias polipeptídicas (duas α_1 e uma α_2) com uma formação helicoidal na sua porção central e globular nas extremidades amínica e carboxílica (TORLEY et al., 2000).

Fibras de colágeno, colágeno parcialmente hidrolisado (gelatina) e colágeno hidrolisado podem ser obtidas a partir do colágeno nativo por meio da ação de enzimas proteolíticas ou hidrólise química (tratamentos com ácidos ou bases) (PRESTES et al., 2013). Estes hidrolisados apresentam maior solubilidade do que o colágeno *in natura*, o que permite melhora de suas propriedades emulsificantes. Além disso, estes produtos, diferente dos demais tipos de hidrolisados proteicos, são capazes de formar géis termo induzidos, representando um

ingrediente de importante aplicação como agente de corpo em produtos cárneos industrializados.

3.3.4 Autolisado Proteico de Levedura

O autolisado proteico de levedura é um concentrado da fração solúvel da levedura, fonte natural de compostos voláteis de aroma, atua como agente flavorizante e precursor de sabor em carnes processadas. No estudo realizado por Yamada et al. (2010) a massa de levedura obtida em destilaria de álcool foi empregada na elaboração de salsichas, verificou-se que até em 1,5% de adição nenhuma das características do produto foram alteradas em comparação à salsicha adicionada de 3,0% de proteína texturizada de soja. Os autores verificaram também que a adição de subproduto em salsichas, apresentou um melhor realce de sabor e de cor vermelha no produto.

Vilela, Sgarbieri e Alvim (2000) realizaram pesquisas com leveduras provenientes de cervejaria e determinaram que a proteína presente nesse microrganismo está de acordo com a exigências da FAO/OMS (1985) sendo que 80 a 85% dessas proteínas eram caseína, comprovando sua boa qualidade nutricional.

Em estudo realizado por Yamada et al. (2003) para analisar a composição centesimal da célula íntegra e dos derivados de levedura de destilaria de álcool, foi encontrado valores de proteína de 39,6% para célula íntegra, 40,4% para autolisado, 50,7% para o extrato e 62,4% para o concentrado proteico fosforilado. O autolisado foi quem apresentou um melhor escore de aminoácidos, não apresentando deficiência. Já o concentrado proteico apresentou valores maiores ao grupo caseína.

Sgarbieri et al. (1998) fez um alerta sobre o consumo acima de 30 g/dia de células secas de leveduras ou acima de 2 g/dia de ácidos nucléicos, alertando que o consumo exagerado pode causar cálculos renais e/ou gota em humanos.

Patrakova e Gurinovich (2015) incluíram o extrato de levedura em carne crua, na quantidade de 2%, com intuito de aumentar o efeito inibitório sobre a oxidação em carne crua picada. Os autores observaram também a redução da quantidade de cloreto de sódio na composição de cura da mistura, reduzindo as alterações oxidativas dos pigmentos heme e lipídeos da carne.

Silva et al. (2016) citam diferentes estratégias que podem ser adotadas para redução da quantidade de sal em produtos cárneos. Dentre estes ingredientes, o autolisado proteico de

levedura é sugerido como substituto, já que apresenta característica de realçar, potencializar e mascarar o sabor residual deixado pelo substituto.

3.3.5 Maltodextrina

A maltodextrina é um carboidrato que possui em sua composição, mistura de dextrina e maltose, obtida da fécula da mandioca, por hidrólise parcial enzimática e beneficiada através de processo tecnológico adequado, apresentando-se na forma de pó, sendo a solubilidade em água a função mais importante no que se refere às suas aplicações. Estudos buscaram substituir a gordura em produtos cárneos por meio de ingredientes menos calóricos e que não alterassem drasticamente o paladar. Dentre os ingredientes utilizados, a maltodextrina, foi uma das que se destacaram com melhores rendimentos de cozimento, aumento a retenção de umidade, redução do custo da formulação e melhora na estabilidade ao congelamento e descongelamento (BARBUT, 2011).

Chevance et al. (2000) estudaram os efeitos de substituir a gordura na liberação de compostos de sabor em produtos cárneos com baixo teor de gordura realizados em salame (Parma, Itália), bifes (Dublin, Irlanda) e salsichas (Belfast, Reino Unido e Dublin, Irlanda). Os substitutos de gordura (fibra de aveia, maltodextrina e amido de tapioca) foram escolhidos por sua capacidade de melhorar as características estruturais e texturais dos produtos cárneos com baixo teor de gordura estudados. Estes parecem retardar a liberação de certas classes de compostos seletivamente. Em específico a maltodextrina tem um efeito similar sobre os terpenos. Assim, a adição de substitutos de gordura e de carboidratos a produtos cárneos com baixo teor de gordura, poderia ajudar na melhoria do sabor e de retardar a liberação de compostos odoríferos.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 MATERIAS-PRIMAS E INGREDIENTES

Para realização da escolha dos ingredientes não alérgenos, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos vinculados a área de estudo e contato com fornecedores de matérias-primas e empresas processadoras de embutidos cárneos da região sul do Brasil. A partir das informações obtidas foram definidos ingredientes com potencial de aplicação em embutidos cárneos em substituição a proteína de soja.

Os ingredientes não alérgenos selecionados para este estudo foram a farinha de arroz, fibra de colágeno, maltodextrina e autolisado proteico de levedura, os quais foram adquiridos de diferentes marcas comerciais e a farinha de bagaço de mandioca foi produzida a partir do bagaço de mandioca, o qual foi beneficiado no laboratório do Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira – PR, de acordo com adaptação dos procedimentos descritos por De Bastiani et al. (2016).

Os ingredientes não alérgenos foram comparados quanto as características físico-químicas e funcionais com sete diferentes marcas de proteína de soja, que após avaliação de qualidade, foram utilizadas nas formulações padrões dos embutidos cárneos.

As matérias-primas para a elaboração dos embutidos cárneos, como carne bovina e suína, plasma suíno, papada suína, carne mecanicamente separada de aves (CMS) e toucinho foram doados pela Frimesa Cooperativa Central de Medianeira-PR.

Os demais aditivos, ingredientes e especiarias, como proteínas de soja (isolada, concentrada, texturizada e micronizada), sal, pimenta, orégano, alho em pó, glutamato monossódico, tripolifosfato de sódio, sais de cura, eritorbato de sódio e fécula de mandioca foram doados pela Conditec Indústria e Comércio Alimentícios Ltda, de Medianeira – PR.

Os reagentes utilizados para as análises físico-químicas foram de pureza analítica e procedência comercial e os meios de cultura foram da Merck.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DOS INGREDIENTES NÃO ALÉRGICOS

4.2.1 Composição Centesimal

As análises de determinação do teor de umidade, cinzas e proteína bruta foram realizadas conforme os procedimentos e normas da AOAC (2005). A análise de lipídeos totais foi realizada em laboratório físico-químico terceirizado, conforme metodologia do IAL (2008). A análise de carboidratos foi realizada por diferença.

4.2.2 Determinação de Fibra Alimentar Total

A análise de determinação de fibra alimentar total foi realizada em triplicata, segundo a metodologia da AOAC (2005), com algumas adaptações, devido a utilização do digestor de fibras (MA450, Marconi, Piracicaba, Brasil). Primeiramente, foi realizada a digestão ácida com 1 g de cada amostra em *bag* específico do equipamento, onde foi adicionado em Becker 250 mL com 50 mL de H_2SO_4 1,5 mol L^{-1} , e mantido por 30 min a uma temperatura média de 90 °C. Após, o *bag* contendo a amostra foi resfriado, e transferido para outro Becker, onde se acrescentou 25 mL de NaOH 1,5 mol L^{-1} para realização da digestão básica em mesmo tempo e temperatura. Na sequência, os *bags* foram lavados com água destilada, seguido de álcool etílico e acetona, para posterior secagem em estufa a 105 °C e pesagem.

4.2.3 Índice de Absorção de Água e Óleo

Para determinação do índice de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) foram pesados 0,1 g de amostra em tubo Falcon 08 x 50 mL, em triplicata. Adicionou-se 5 mL de água destilada para IAA e 5 mL de óleo de milho para IAO. Posteriormente, foi realizada a agitação em agitador (Logen Scientific, LSM56/4) por 2 min seguido de repouso por 5 min. As amostras foram centrifugadas em centrífuga refrigerada (Cientec, CT 5000-R, Brasil) a 20 °C, 3000 .g e 15 min. Em seguida, a água ou óleo sobrenadantes foram escoados por 10 min, e o resíduo pesado em balança analítica para realização do cálculo de absorção de água ou óleo, expressos em porcentagem (Equação 1 e 2) (LIN; HUMBERT e SOSULSKI, 1974).

$$\text{IAA (\%)} = \frac{\text{Massa da amostra (g)} + \text{Volume de água absorvido (mL)}}{\text{Massa da amostra (g)}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{IAO (\%)} = \frac{\text{Massa da amostra (g)} + \text{Volume de óleo absorvido (mL)}}{\text{Massa da amostra (g)}} \times 100 \quad (2)$$

4.2.4 Capacidade de Formação de Gel

Para determinação da capacidade de formação de gel foram preparadas soluções para cada amostra em estudo contendo 5 g de amostra e 35 mL da solução tampão fosfato de sódio 0,01 mol L⁻¹ em Becker. Agitou-se manualmente a solução por 5 min com bastão de vidro. Após a homogeneização, cada solução foi submetida a aquecimento a 80 °C em banho-maria, sendo feita agitação manual a cada 5 min até completar 30 min. Posteriormente, as amostras foram resfriadas a temperatura ambiente e analisadas visualmente quanto a formação de gel (JU; KILARA, 1998).

4.3 DESENVOLVIMENTO DO MIX DE INGREDIENTES NÃO ALÉRGENOS

A partir dos resultados obtidos da caracterização dos ingredientes não alérgenos, foram selecionados três que apresentaram as características funcionais mais próximas a proteína de soja. Posteriormente, optou-se por realizar um planejamento de experimentos de mistura do tipo *simplex-centróide* com o objetivo de otimizar as propriedades dos três ingredientes não alérgenos e obter um *mix* com características funcionais suficientes à substituição da proteína de soja.

Nesta etapa, estudou-se a combinação das variáveis independentes maltodextrina (x_1); farinha do bagaço de mandioca (x_2) e fibra de colágeno (x_3). Primeiramente os ingredientes não alérgenos foram pesados para cada ensaio, variando a proporção segundo o planejamento de mistura do tipo *simplex-centróide* aumentado com pontos interiores e realizado em triplicata no ponto central, totalizando 12 ensaios (NETO; SCARMINIO; BRUNS, 2010).

A Tabela 1 apresenta a matriz do planejamento sendo posteriormente analisados os modelos linear, quadrático e cúbico especial.

As variáveis dependentes ou funções resposta avaliadas foram: Índice de absorção de água (IAA); Índice de absorção de óleo (IAO); Capacidade de formação de emulsão (CFE) e Estabilidade da emulsão (EE).

4.3.1 Índice de Absorção de Água e Óleo

Conforme item 4.2.3.

4.3.2 Capacidade de Formação e Estabilidade de Emulsão

A capacidade de formação de emulsão (CFE) e a estabilidade de emulsão (EE) foram determinadas conforme metodologia descrita por Ju e Kilara (1998), com adaptações. Pesou-se 4,0 g de amostra e adicionou-se 35 mL de solução tampão fosfato de sódio $0,01 \text{ mol L}^{-1}$, com o respectivo ajuste do pH em 6,8. A suspensão foi agitada em agitador (Fisatom, 713 D, Brasil) por 5 min. O processo de emulsificação ocorreu a $30 \text{ }^\circ\text{C}$, com adição lenta de gotas de óleo de milho e agitação vigorosa e contínua. O ponto de formação de emulsão foi verificado visualmente pela fase contínua e homogênea. O volume total da emulsão formada foi transferido para tubo tipo Falcon graduado e em seguida centrifugado a 2087 .g (Cientec, CT 5000-R, Brasil) por 7 min. O volume da camada emulsionada após a centrifugação foi utilizado para a determinação da porcentagem de CFE (Equação 3).

$$\text{CFE}_{\text{emulsão}} (\%) = \frac{\text{Volume da camada emulsionada (mL)} \times 100}{\text{Volume total (mL)}} \quad (3)$$

Para determinar a estabilidade da emulsão - EE, posteriormente a verificação do ponto de emulsificação, a amostra foi aquecida a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ conforme descrito por Acton e Saffle (1970), em banho-maria (Novatecnica, NT 245, Piracicaba, Brasil) por 30 min. Em seguida, o volume total da emulsão foi colocado em tubo tipo Falcon graduado e centrifugado a 2087 .g (Cientec, CT 5000-R, Brasil) por 7 min. O volume da camada emulsionada centrifugada foi utilizado para a determinação da porcentagem de EE (Equação 4).

$$\text{EE} (\%) = \frac{\text{Volume da camada emulsionada (mL)} \times 100}{\text{Volume total (mL)}} \quad (4)$$

Tabela 1 – Planejamento de misturas *simplex-centróide* com pontos interiores.

| Ensaio | Proporção dos ingredientes para cada ensaio. | | |
|--------|--|-----------|-----------|
| | x_1 (%) | x_2 (%) | x_3 (%) |
| 1 | 100 | 0 | 0 |
| 2 | 0 | 100 | 0 |
| 3 | 0 | 0 | 100 |
| 4 | 50 | 50 | 0 |
| 5 | 50 | 0 | 50 |
| 6 | 0 | 50 | 50 |
| 7 | 66,66 | 16,66 | 16,66 |
| 8 | 16,66 | 66,66 | 16,66 |
| 9 | 16,66 | 16,66 | 66,66 |
| 10 | 33,33 | 33,33 | 33,33 |
| 11 | 33,33 | 33,33 | 33,33 |
| 12 | 33,33 | 33,33 | 33,33 |

x_1 , x_2 e x_3 : valores reais da concentração dos respectivos ingredientes na mistura: maltodextrina, farinha do bagaço de mandioca e fibra de colágeno.

Fonte: Autoria própria (2019).

Foi realizada a adequação dos valores significativos de acordo com as equações padrões dos modelos linear (1), quadrático (2) e cúbico especial (3) conforme representadas nas equações 5, 6 e 7 respectivamente:

$$\hat{y}(x_1, x_2, x_3) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 \quad (5)$$

$$\hat{y}(x_1, x_2, x_3) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 \quad (6)$$

$$\hat{y}(x_1, x_2, x_3) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{13} x_1 x_3 + \beta_{23} x_2 x_3 + \beta_{123} x_1 x_2 x_3 \quad (7)$$

Em que:

\hat{y} = função-resposta

x_1 , x_2 e x_3 = variáveis independentes codificadas

β 's = coeficientes estimados pelo modelo de superfície de resposta

4.3.1 Validação

A validação foi necessária para verificação dos dados significativos e repetição das análises em triplicata para cada ensaio selecionado. Posteriormente, foi realizada a ANOVA e teste de comparação de médias Tukey ($p \leq 0,05$) em programa STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA).

4.4 ELABORAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS

As Tabelas 2, 3 e 4 apresentam os percentuais de matérias-primas e ingredientes que foram empregados nas formulações para a elaboração dos embutidos cárneos salsicha, apesuntado e hambúrguer.

Tabela 2 – Formulações para elaboração de salsichas com proteína de soja e salsichas sem proteína de soja e adicionada de substitutos não alérgenos.

| Matéria-prima e ingredientes | Salsicha padrão (%) | Salsicha sem alérgenos (%) |
|---|----------------------------|-----------------------------------|
| Carne mecanicamente separada (CMS) | 30,00 | 30,00 |
| Paleta ou retalho suíno | 30,00 | 30,00 |
| Plasma | 10,00 | 10,00 |
| Papada | 10,00 | 10,00 |
| Mix 1 ou mix 2 (ingredientes substitutos a proteínas de soja) | 0,00 | 4,00 |
| Gelo | 10,60 | 10,60 |
| Proteína concentrada de soja | 4,00 | 0,00 |
| Fécula de mandioca | 2,00 | 2,00 |
| Tripolifosfato de sódio | 0,25 | 0,25 |
| Eritorbato de sódio | 0,50 | 0,50 |
| Cura (nitratos e nitritos) | 0,25 | 0,25 |
| Cloreto de sódio | 1,90 | 1,90 |
| Condimento de salsicha | 0,50 | 0,50 |
| Total | 100 | 100 |

Mix 1: 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca; mix 2: 16,66% de maltodextrina, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 66,66% de fibra de colágeno.

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 3 – Formulações para elaboração de apesuntado com proteína de soja e apesuntado sem proteína de soja e adicionado de substitutos não alérgenos.

| Matéria-prima e ingredientes | Apesuntado padrão | Apesuntado sem alérgenos |
|---|-------------------|--------------------------|
| | (%) | (%) |
| Carne suína | 65,24 | 65,24 |
| Água | 26,12 | 26,12 |
| Proteína isolada de soja | 2,50 | 0,00 |
| Mix 1 ou mix 2 (ingredientes substitutos a proteínas de soja) | 0,00 | 2,50 |
| Fécula de mandioca | 2,00 | 2,00 |
| Tripolifosfato de sódio | 0,50 | 0,50 |
| Eritorbato de sódio | 0,17 | 0,17 |
| Cura (nitratos e nitritos) | 0,30 | 0,30 |
| Açúcar | 0,50 | 0,50 |
| Carragena | 0,50 | 0,50 |
| Corante Carmim | 0,02 | 0,02 |
| Cloreto de sódio | 1,15 | 1,15 |
| Condimento para apesuntado | 1,00 | 1,00 |
| Total | 100 | 100 |

Mix 1: 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca; Mix 2: 16,66% de maltodextrina, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 66,66% de fibra de colágeno.

Fonte: Autoria própria (2019).

Tabela 4 – Formulações para elaboração de hambúrguer com proteína de soja e hambúrguer sem proteína de soja e adicionado de substitutos não alérgenos.

| Matéria-prima e ingredientes | Hambúrguer padrão | Hambúrguer sem alérgenos |
|---|-------------------|--------------------------|
| | (%) | (%) |
| Carne Bovina | 74,00 | 74,00 |
| Toucinho | 7,00 | 7,00 |
| Proteína texturizada de soja | 4,00 | 0,00 |
| Água gelada | 12 | 12 |
| Mix 1 ou mix 2 (ingredientes substitutos a proteínas de soja) | 0,00 | 4,00 |
| Tripolifosfato de sódio | 0,25 | 0,25 |
| Eritorbato de sódio | 0,25 | 0,25 |
| Cloreto de sódio | 1,50 | 1,50 |
| Glutamato monossódico | 0,13 | 0,13 |
| Condimento de hambúrguer | 0,50 | 0,50 |
| Carragena | 0,20 | 0,20 |
| Alho em pó | 0,15 | 0,15 |
| Pimenta branca | 0,02 | 0,02 |
| Total | 100 | 100 |

Mix 1: 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca; mix 2: 16,66% de maltodextrina, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 66,66% de fibra de colágeno.

Fonte: Autoria própria (2019).

Os embutidos cárneos (salsicha, apresuntado e hambúrguer) foram elaborados no Laboratório de Tecnologia de Carnes, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira.

4.5 CARACTERIZAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS

4.5.1 Composição Centesimal

A composição centesimal e pH, foram avaliadas a partir da determinação do teor de umidade, cinzas, proteína, carboidratos e lipídios totais conforme os procedimentos e normas de AOAC (2005) e carboidratos por diferença.

4.5.2 Potencial Hidrogeniônico

O potencial hidrogeniônico (pH) dos embutidos cárneos elaborados foram determinados em potenciômetro Hanna *Instruments* Portugal PH 21 PH/MV.

4.5.3 Capacidade de Retenção de Água

A CRA foi realizada segundo a metodologia proposta por Hamm (1960). Foram pesados 2 g de amostra e colocados entre dois papéis de filtro, e estes entre duas placas de acrílico, sobre a qual foi colocado um peso de 10 kg por 5 min. A amostra foi pesada novamente, e a CRA foi calculada e expressa em porcentagem de água exsudada (Equação 8).

$$\%CRA = 100\% - [(massa\ inicial - massa\ final)] / massa\ inicial] \times 100 \quad (8)$$

4.5.4 Medida Instrumental de Cor

A medida instrumental de cor foi realizada na superfície interna dos produtos em cinco pontos distintos de leitura, utilizando-se colorímetro (CR 400, Konica Minolta, Osaka, Japão) com iluminante D65 e ângulo de visão de 10°. Os valores de L* (luminosidade), a* (componente vermelho-verde) e b* (componente amarelo-azul) serão expressos no sistema de cor CIELAB.

4.5.5 Perda de Peso por Cozimento

A perda de peso por cozimento (PPC) foi realizada na salsicha após o cozimento em estufa (Eller, Unimatic 1000, Bolzano, Itália) e em forno elétrico (Fisher Gourmet grill, Brasil) (Equação 9).

$$\%PPC = 100\% - [(massa\ inicial - massa\ final) / massa\ inicial] \times 100 \quad (9)$$

4.5.6 Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas com a finalidade de verificar se os produtos atendem aos aspectos higiênico-sanitários para posterior análise sensorial. Foram analisados: contagem de Coliformes totais a 45 °C, contagem de Estafilococos coagulase positiva, Clostrídios sulfito redutores a 46 °C e Pesquisa de *Salmonella* sp conforme exigido pela legislação (BRASIL, 2001), seguindo-se as metodologias padrões (BRASIL, 2003).

4.5.7 Análise Sensorial

A análise sensorial dos produtos foi realizada em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial da UTFPR, Câmpus Medianeira em 6 sessões (1 para cada tipo de produto) após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CAAE: 86813518.4.0000.5547 para salsicha e CAAE: 03126818.0.0000.5547 para hambúrguer e apresuntado). Uma escala híbrida de 10 pontos foi utilizada para avaliar os atributos de cor, textura, sabor e aceitabilidade global e intenção de compra do produto. As amostras foram servidas monadicamente, em ordem aleatória e balanceada, codificadas com três dígitos aleatórios. A equipe de provadores foi composta por consumidores de produtos cárneos, 120 provadores entre estudantes e funcionários da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira, com idade acima de 18 anos e sexo variados. O convite à participação foi baseado na frequência de consumo de produtos cárneos de maneira a garantir que não apresentem qualquer tipo de problema com seu consumo e na disponibilidade de participar da sessão. Foi entregue aos participantes um convite para participar do estudo no qual consta um questionário solicitando informações sobre faixa etária, sexo, escolaridade, e hábitos de consumo referente ao produto em análise. Os candidatos foram informados sobre as características dos produtos e o período de duração do teste e assinaram

um termo de consentimento livre e esclarecido para participação no teste (VILLANUEVA, PETENATE, SILVA, 2005).

4.5.8 Análise Estatística

Todos os resultados foram avaliados por Análise de Variância (one-way, ANOVA), seguido pelo teste de Tukey, sendo processados utilizando o programa STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA). Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média (DPM) e considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CARACTERIZAÇÃO DOS INGREDIENTES

5.1.1 Composição Centesimal dos Ingredientes

As análises físico-químicas de todos os ingredientes foram realizadas em triplicata e os resultados expressos pela média \pm desvio padrão são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Caracterização físico-química de diferentes amostras de proteínas de soja e seus possíveis substitutos não alérgenos.

| Amostras | Cinzas (%) | Proteínas (%) | Lipídios (%) | CHO* (%) | Umidade (%) | Fibra Alimentar Total (%) |
|------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|----------|-------------------------------|------------------------------|
| Médias \pm Desvio Padrão** | | | | | | |
| A | 5,70 \pm 0,05 ^c | 51,10 \pm 3,67 ^c | 3,19 \pm 0,01 ^b | 33,26 | 6,75 \pm 0,14 ^{de} | 0,22 \pm 0,02 ^e |
| B | 6,76 \pm 0,03 ^b | 52,80 \pm 0,41 ^c | 0,20 \pm 0,07 ^h | 34,00 | 6,24 \pm 0,35 ^{fh} | 0,27 \pm 0,03 ^e |
| C | 4,10 \pm 0,04 ^e | 67,52 \pm 2,25 ^b | 0,67 \pm 0,07 ^{ef} | 21,88 | 5,83 \pm 0,18 ^{gh} | 0,29 \pm 0,05 ^e |
| D | 4,66 \pm 0,02 ^d | 90,03 \pm 5,19 ^a | 0,23 \pm 0,03 ^h | nd*** | 7,71 \pm 0,03 ^c | 0,29 \pm 0,01 ^e |
| E | 4,28 \pm 0,12 ^e | 90,03 \pm 4,60 ^a | 0,53 \pm 0,02 ^{fg} | nd*** | 5,50 \pm 0,08 ^h | 0,21 \pm 0,02 ^e |
| F | 5,72 \pm 0,20 ^c | 70,21 \pm 1,85 ^b | 0,32 \pm 0,07 ^h | 16,84 | 6,91 \pm 0,04 ^d | 0,27 \pm 0,02 ^e |
| G | 6,94 \pm 0,06 ^b | 52,85 \pm 0,93 ^c | 1,45 \pm 0,10 ^d | 32,37 | 6,39 \pm 0,13 ^{ef} | 0,23 \pm 0,03 ^e |
| H | 1,22 \pm 0,05 ^g | 9,62 \pm 0,97 ^d | 2,40 \pm 0,05 ^c | 73,84 | 12,92 \pm 0,07 ^b | 2,49 \pm 0,30 ^b |
| I | 30,54 \pm 0,14 ^a | 47,60 \pm 4,21 ^c | 0,37 \pm 0,16 ^{gh} | 1,22 | 20,27 \pm 0,35 ^a | 0,47 \pm 0,27 ^d |
| J | 2,23 \pm 0,09 ^f | 93,09 \pm 0,71 ^a | 0,77 \pm 0,03 ^e | nd*** | 7,54 \pm 0,04 ^c | 0,75 \pm 0,04 ^c |
| K | 0,67 \pm 0,04 ^h | 5,12 \pm 1,16 ^{de} | 3,50 \pm 0,04 ^a | 83,77 | 6,94 \pm 0,07 ^d | 5,40 \pm 0,43 ^a |
| L | 0,51 \pm 0,02 ^h | 0,38 \pm 0,45 ^e | 0,18 \pm 0,03 ^h | 94,00 | 4,93 \pm 0,02 ⁱ | 0,13 \pm 0,01 ^f |

A=Proteína texturizada de soja I; B=Proteína micronizada de soja; C= Proteína concentrada de soja I; D= Proteína isolada de soja I; E= Proteína isolada de soja II; F= Proteína concentrada de soja II; G= Proteína texturizada de soja II; H= Farinha de arroz; I= Autolisado proteico de levedura; J= Fibra de colágeno; K= Farinha do bagaço de mandioca; L= Maltodextrina. *Carboidratos= obtidos por diferença em relação aos demais compostos. ** Médias \pm Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$). ***Não detectado.

Fonte: Autoria própria (2019).

As análises físico-químicas dos ingredientes proteicos e não proteicos foram realizadas com o intuito de caracterizá-los e verificar se suas propriedades condizem com o estabelecido por legislação. De modo geral os produtos apresentaram baixo teor de umidade, o que garante sua conservação por mais tempo, com exceção do autolisado proteico de levedura que apresentou teor de umidade de 20,27% o que não é recomendado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) que estabelece o teor de 15%, podendo chegar até 18% para produtos originados da mandioca.

Quanto ao teor de proteína para os ingredientes proteicos de soja, todos estão em conformidade com a RDC nº 268 sendo de no mínimo 50,0% para a proteína texturizada de soja, de no mínimo 68,0% para a proteína concentrada de soja e no mínimo 88,0% para a proteína isolada de soja.

As amostras que apresentaram elevado teor de lipídios foram, a proteína texturizada de soja I (Amostra A), com 3,19%, sendo que por se tratar de um ingrediente utilizado em escala industrial pode apresentar características específicas, a proteína texturizada II (Amostra G) com 1,45% de lipídios e a farinha do bagaço de mandioca (Amostra K) que apresentou teor de lipídios de $3,50 \pm 0,04$. Fiorda et al. (2013) encontraram valores de aproximadamente 2,35% de lipídios em farinha do bagaço de mandioca, justificando que estes valores podem se diferenciar dependendo da cultivar da mandioca, período de colheita, tipo de solo, condições climáticas, entre outros.

O autolisado proteico de levedura apresentou resultado elevado para cinzas em relação as demais amostras, de 30,54%, sendo característico deste ingrediente, devido a utilização do cloreto de sódio, que é adicionado como agente plasmolisante no processo de autólise (YAMADA et al., 2010).

A análise físico-química de determinação de fibra alimentar total de todos os ingredientes foi realizada em triplicata e os resultados expressos pela média \pm desvio padrão (Tabela 5). Observou-se que a farinha de bagaço de mandioca (5,40%), a farinha de arroz (2,49%), a fibra de colágeno (0,75%) e o autolisado de levedura (0,47%) apresentaram teor elevado deste constituinte quando comparado aos demais. O teor de fibra alimentar total para as diferentes proteínas de soja não diferiu entre si ($p > 0,05$) e não ultrapassou a 0,30%. A maltodextrina por se tratar de um polímero da glicose, obtido da hidrólise do amido de milho ou fécula, foi o ingrediente que apresentou menor teor de fibra alimentar total (0,13%).

Segundo Contado et al. (2015) a fibra alimentar além de ajudar na ingestão diária deste constituinte para a população, ao ser utilizada em produtos cárneos, melhora a CRA, colabora

na redução de perda de peso por cozimento, reduz custos de formulação, aumentando o rendimento e contribui na melhora da textura do produto final.

5.1.2 Índice de Absorção de Água e Óleo

Na Figura 1 estão apresentados os resultados para os índices de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) realizadas nos ingredientes alérgenos e não alérgenos.

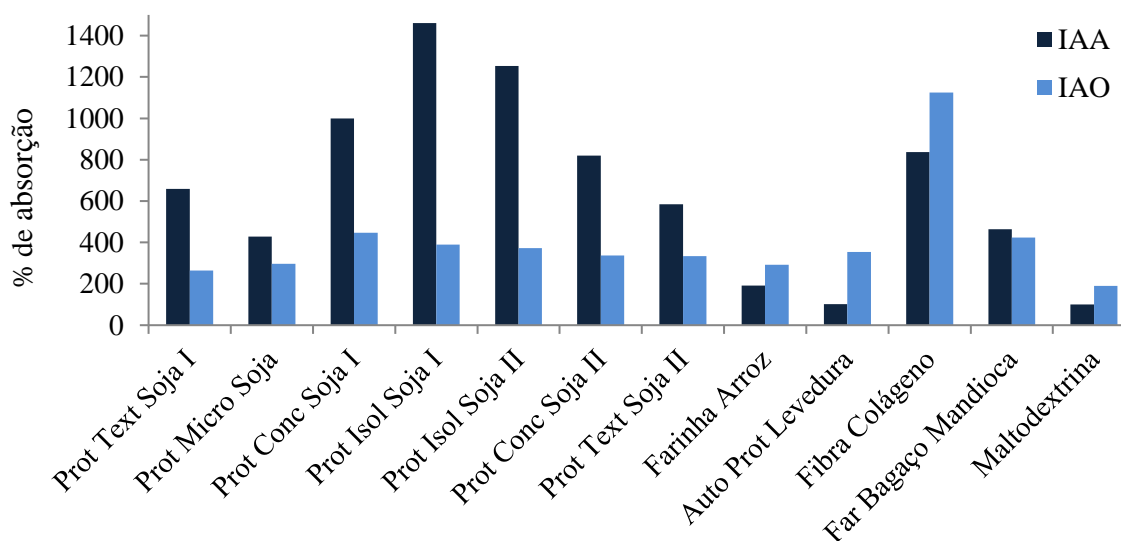


Figura 1 – Índice de absorção de água (IAA) e óleo (IAO) de ingredientes alérgenos e não alérgenos.

Fonte: Autoria própria (2019).

Observou-se na Tabela 5 que há principalmente variação do IAA dentre as diferentes proteínas de soja estudadas. As proteínas isoladas de soja apresentaram os maiores valores de IAA devido ao seu elevado teor proteico (Tabela 5). Dentre os ingredientes não alérgenos, a fibra de colágeno apresentou 837% de IAA e 1124% de IAO, o que é muito importante para um ingrediente utilizado na elaboração de produtos cárneos.

A farinha do bagaço de mandioca, atualmente sem aplicação industrial, apresentou ótimos índices tanto para IAA (463%) e para IAO (423%), indicando ter potencial para ser utilizada na elaboração de embutidos cárneos.

Para a farinha de arroz e o autolisado proteico de levedura os valores encontrados foram de 192% e 101% para IAA e 291% e 354% para IAO, respectivamente. Estes valores

foram inferiores significativamente ($p < 0,05$) quando comparados a fibra de colágeno e da farinha do bagaço de mandioca.

Quanto à maltodextrina, o IAA (100%) e IAO (191%) foram os menores dentre as amostras analisadas, sendo que o IAA apenas não diferiu significativamente ($p > 0,05$) do autolisado proteico de levedura, enquanto que o IAO diferiu de todas as amostras analisadas ($p < 0,05$).

5.1.3 Capacidade de Formação de Gel

A determinação da capacidade de formação do gel foi verificada de forma visual, sendo que os ingredientes que apresentaram mudança do estado líquido para viscoso foram classificados como “formação de gel” e caso contrário, foram classificados como “não formadores de gel”.

De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que aproximadamente 54% dos ingredientes analisados não apresentaram formação de gel quando submetidos a metodologia especificada.

Tabela 6 – Capacidade de formação de gel de diferentes proteínas de soja e seus possíveis substitutos não alérgenos.

| Amostras | Formação de gel | Sem formação de gel |
|---------------------------------|-----------------|---------------------|
| Proteína texturizada de soja I | X | |
| Proteína micronizada de soja | | X |
| Proteína concentrada de soja I | | X |
| Proteína isolada de soja I | | X |
| Proteína isolada de soja II | | X |
| Proteína concentrada de soja II | | X |
| Proteína texturizada de soja II | X | |
| Farinha de arroz | X | |
| Autolisado proteico de levedura | | X |
| Fibra de colágeno | X | |
| Farinha do bagaço de mandioca | X | |
| Maltodextrina | | X |

Fonte: Autoria própria (2019).

Dentre os ingredientes classificados como não alérgenos, apenas a farinha de arroz, a fibra de colágeno e farinha do bagaço de mandioca apresentaram formação de gel, demonstrando que estes ingredientes tem potencial de aplicação como ingredientes alimentares, Esta característica é importante na elaboração de embutidos cárneos, pois garantem melhor capacidade de retenção de água e gordura e na melhoria da elasticidade do produto final. A farinha de arroz apresentou uma formação de gel com um sistema coloidal mais disperso em relação a farinha do bagaço de mandioca e da fibra de colágeno, isto pode ser justificado pelos baixos valores de IAA e IAO deste ingrediente (Figura 1).

Quanto as amostras classificadas como alérgenas, apenas as proteínas texturizadas de soja apresentaram formação de gel (Tabela 6), provavelmente devido ao processamento industrial a que são submetidas, diferenciando das demais.

5.2 DESENVOLVIMENTO DO *MIX* DE INGREDIENTES NÃO ALÉRGENOS

A Tabela 7 apresenta a matriz de planejamento experimental de mistura *simplex-centróide* e suas variáveis respostas para a elaboração do *mix* de ingredientes não alérgenos.

O ensaio 3, apenas fibra de colágeno, foi o que apresentou maior IAA, IAO e CFE. Isto se deve as características típicas do ingrediente que em contato com a água tende a formar feixes de fibras brancas, geralmente de contorno ondulado, que se cruzam e entrelaçam, podendo mesmo ramificar-se e apresentar maior capacidade de formar emulsões (WOLF, 2007). Quanto a EE, o ensaio 2 contendo apenas farinha de bagaço de mandioca, foi o que apresentou maior EE (95,66%), porém com menor EE (58,90%) que o ensaio 3 (70,66%).

Justifica-se a utilização da maltodextrina, devido à mesma apresentar característica inerte, sendo altamente solúvel em água e quando hidrolisada, apresenta alta capacidade higroscópica, ótima fluidez e osmolaridade. Contém propriedade espessante, muito utilizada como substituta de gorduras e para aumentar os sólidos solúveis em embutidos cárneos (CHEVANCE et al., 2000).

A partir dos resultados obtidos para os diferentes ensaios foi possível gerar as equações de regressão de acordo com todos os ensaios propostos, correlacionando cada resultado com cada parâmetro estudado e escolher o modelo que apresentou menor falta de ajuste a um nível de significância de $p \leq 0,05$.

Tabela 7 – Matriz do planejamento de misturas de três componentes (Maltodextrina, Farinha de Bagaço de Mandioca e Fibra de Colágeno) e as variáveis respostas (índice de absorção de água, índice de absorção de óleo, capacidade de formação da emulsão e estabilidade da emulsão).

| Ensaio | Variáveis independentes* | | | Variáveis resposta** | | | |
|--------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|--------------|------------|------------|
| | X ₁ (%) | X ₂ (%) | X ₃ (%) | IAA (%) | IAO (%) | CFE (%) | EE (%) |
| 1 | 100 | 0 | 0 | 100,00±7,94 | 190,67±16,77 | 0,00±0,0 | 0,00±0,0 |
| 2 | 0 | 100 | 0 | 463,33±23,09 | 423,33±15,28 | 58,90±1,35 | 95,66±1,48 |
| 3 | 0 | 0 | 100 | 836,67±22,74 | 1124,15±5,36 | 70,66±1,95 | 90,12±0,96 |
| 4 | 50 | 50 | 0 | 202,67±14,43 | 321,00±37,59 | 31,58±3,91 | 86,61±2,12 |
| 5 | 50 | 0 | 50 | 493,00±34,39 | 713,00±37,73 | 39,19±9,25 | 79,10±3,77 |
| 6 | 0 | 50 | 50 | 675,33±28,92 | 601,33±6,03 | 56,4 ±1,06 | 90,89±0,60 |
| 7 | 66,66 | 16,66 | 16,66 | 250,00±4,36 | 356,00±18,52 | 18,98±3,29 | 73,43±1,20 |
| 8 | 16,66 | 66,66 | 16,66 | 480,00±17,35 | 400,67±8,08 | 46,66±1,40 | 92,10±1,95 |
| 9 | 16,66 | 16,66 | 66,66 | 680,67±12,22 | 646,33±21,42 | 53,75±1,20 | 81,37±0,18 |
| 10 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 522,67±4,04 | 368,67±12,90 | 46,75±1,56 | 86,18±1,77 |
| 11 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 515,67±7,02 | 392,00±11,14 | 45,30±3,40 | 84,88±3,54 |
| 12 | 33,33 | 33,33 | 33,33 | 516,67±2,08 | 369,67±12,50 | 43,80±5,12 | 86,47±2,23 |

*Variáveis independentes: X₁ – Maltodextrina; X₂ – Farinha do bagaço de mandioca; X₃ – Fibra de Colágeno.

**Variáveis resposta: IAA – Índice de absorção de água; IAO – Índice de absorção de óleo; CFE – Capacidade de formação da emulsão; EE – Estabilidade da emulsão.

Fonte: Autoria própria (2019).

As equações 10, 11, 12 e 13 apresentam os modelos matemáticos que melhor ajustaram-se correlacionando os valores de IAA (modelo cúbico espacial), IAO (modelo cúbico espacial), CFE (modelo linear) e EE (modelo cúbico espacial) em relação as proporções dos componentes X₁, X₂ e X₃ presentes na mistura.

$$IAA = 95,99x_1^* + 475,32x_2^* + 848,22x_3^* - 354,89x_1x_2^* + 2097,88x_1x_2x_3^* \quad (10)$$

$$IAO = 223,34x_1^* + 439,50x_2^* + 1118,01x_3^* - 750,09x_1x_2^* - 3580,18x_1x_2x_3^* \quad (11)$$

$$CFE = 2,31x_1 + 56,64x_2^* + 69,31x_3^*$$

(12)

$$EE = 3,73x_1 + 94,00x_2^* + 86,00x_3^* + 164,46x_1x_2^* + 140,46x_1x_3^* - 258,11x_1x_2x_3$$

(13)

Em que:

IAA, IAO, CFE e EE = Funções-respostas

x_1 , x_2 e x_3 = variáveis codificadas

* = interações significativas ($p \leq 0,05$).

Os parâmetros estatísticos dos modelos ajustados (Equações 10, 11, 12 e 13) estão apresentados na Tabela 8 para as variáveis IAA (cúbico especial), IAO (cúbico especial), CFE (linear) e EE (cúbico especial). Os modelos escolhidos foram significativos ao nível de significância de 5% e apresentaram ajustes adequados, podendo ser observado pelos coeficientes de determinação R^2 , sendo próximos de 1.

Tabela 8 – Ajuste dos modelos para as quatro variáveis.

| Variáveis | Modelo | Teste F | Valor p | R^2 |
|-----------|-----------------|----------|---------|---------|
| IAA | Cúbico Especial | 352,7468 | 0,00096 | 0,99506 |
| IAO | Cúbico Especial | 72,1549 | 0,00939 | 0,98858 |
| CFE | Linear | 134,1743 | 0,00000 | 0,96755 |
| Ee | Cúbico Especial | 33,9828 | 0,13513 | 0,96589 |

Fonte: Autoria própria (2019).

Para a variável EE foi escolhido o modelo cúbico especial, apesar de a interação cúbico especial não ser significativa ($p \leq 0,05$), observou-se que ao retirar esta interação o p valor aumentou e o R^2 diminuiu consideravelmente, demonstrando que mesmo a interação não sendo significativa, era importante para explicar a resposta.

Na Figura 2 estão apresentadas as superfícies de resposta, referente ao modelo matemático significativo para as variáveis: Índice de Absorção de Água (IAA) (Figura 2.a), Índice de Absorção de Óleo (IAO) (Figura 2.b), Capacidade de Formação de Emulsão (CFE) (Figura 2.c) e Estabilidade da Emulsão (EE) (Figura 2.d), respectivamente.

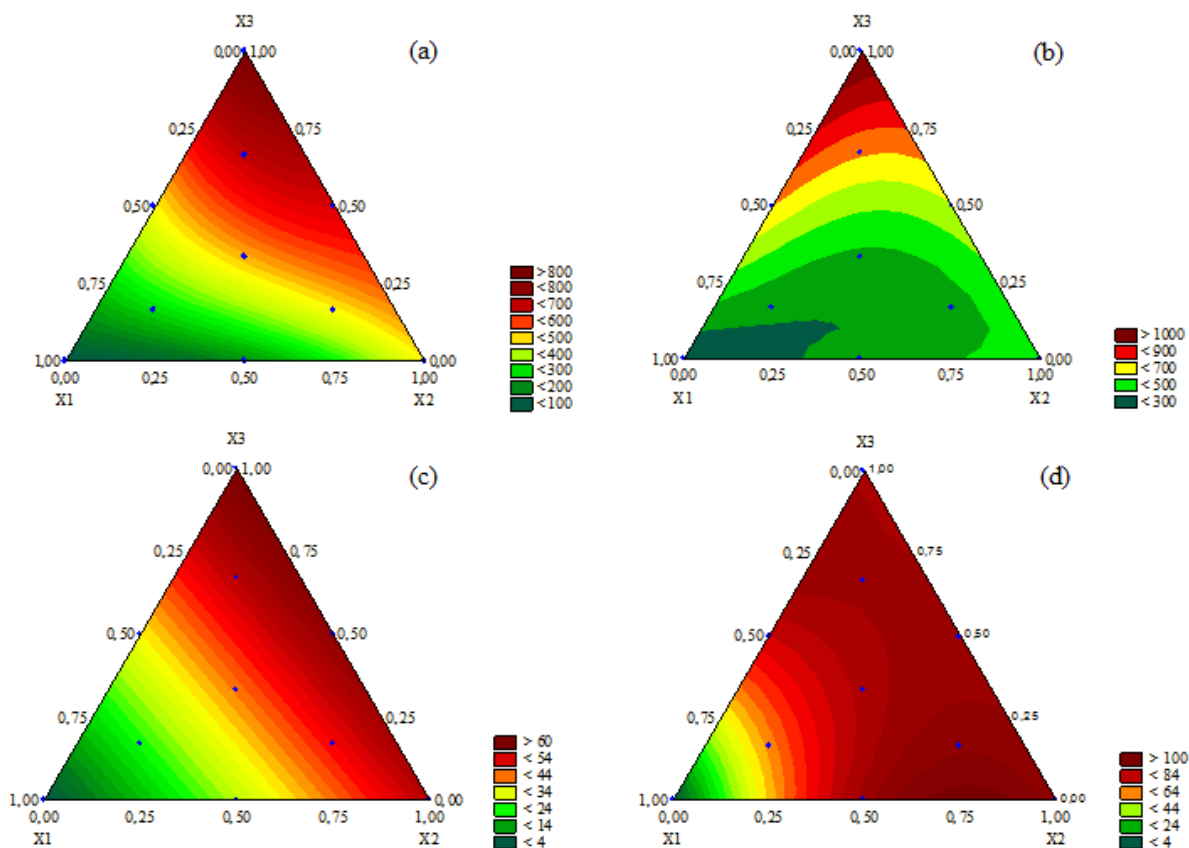


Figura 2 – Superfícies de resposta para as variáveis resposta: índice de absorção de água (a); índice de absorção de óleo (b); capacidade de Formação de emulsão (c) e Estabilidade da emulsão (d) para as variáveis independentes: X_1 – Maltodextrina; X_2 – Farinha do bagaço de mandioca; X_3 – Fibra de Colágeno.

Fonte: Autoria própria (2019).

Pode-se observar na Figura 2.a que os maiores valores para IAA foram encontrados para as misturas localizadas próximo ao vértice do ingrediente x_3 (Fibra de colágeno) e com misturas de x_3 (Fibra de colágeno) e x_2 (Farinha do Bagaço de Mandioca) em baixas proporções, o que pode ser constatado nos ensaios 3, 6 e 9 apresentados na Tabela 7.

A Figura 2.b apresenta a superfície de resposta para a variável IAO e pode-se observar que os maiores valores encontrados para a misturas foram localizados somente no vértice x_3 (Fibra de colágeno), o que está evidenciado no ensaio 3.

Observa-se na Figura 2.c que os maiores valores para CFE foram encontrados para as misturas localizadas próximos aos vértices e nas interações de x_2 (Farinha do bagaço de mandioca) e x_3 (Fibra de colágeno), conforme constatado nos ensaios 2, 3, 6 e 9 (Tabela 7).

A Figura 2.d demonstra os valores para a Ee, podendo ser observado que todos os ensaios apresentaram interações significativas ($p > 0,05$), exceto a vértice x_1 (maltodextrina),

correspondente ao ensaio 1 e a interação do ensaio 7, o qual contém maiores teores de x_1 , apresentaram os menores valores (Tabela 7).

A Figura 3 apresenta as funções de desejabilidade das variáveis: Índice de Absorção de Água (IAA), Índice de Absorção de Óleo (IAO), Capacidade de Formação de emulsão (CFE) e Estabilidade da emulsão (Ee).

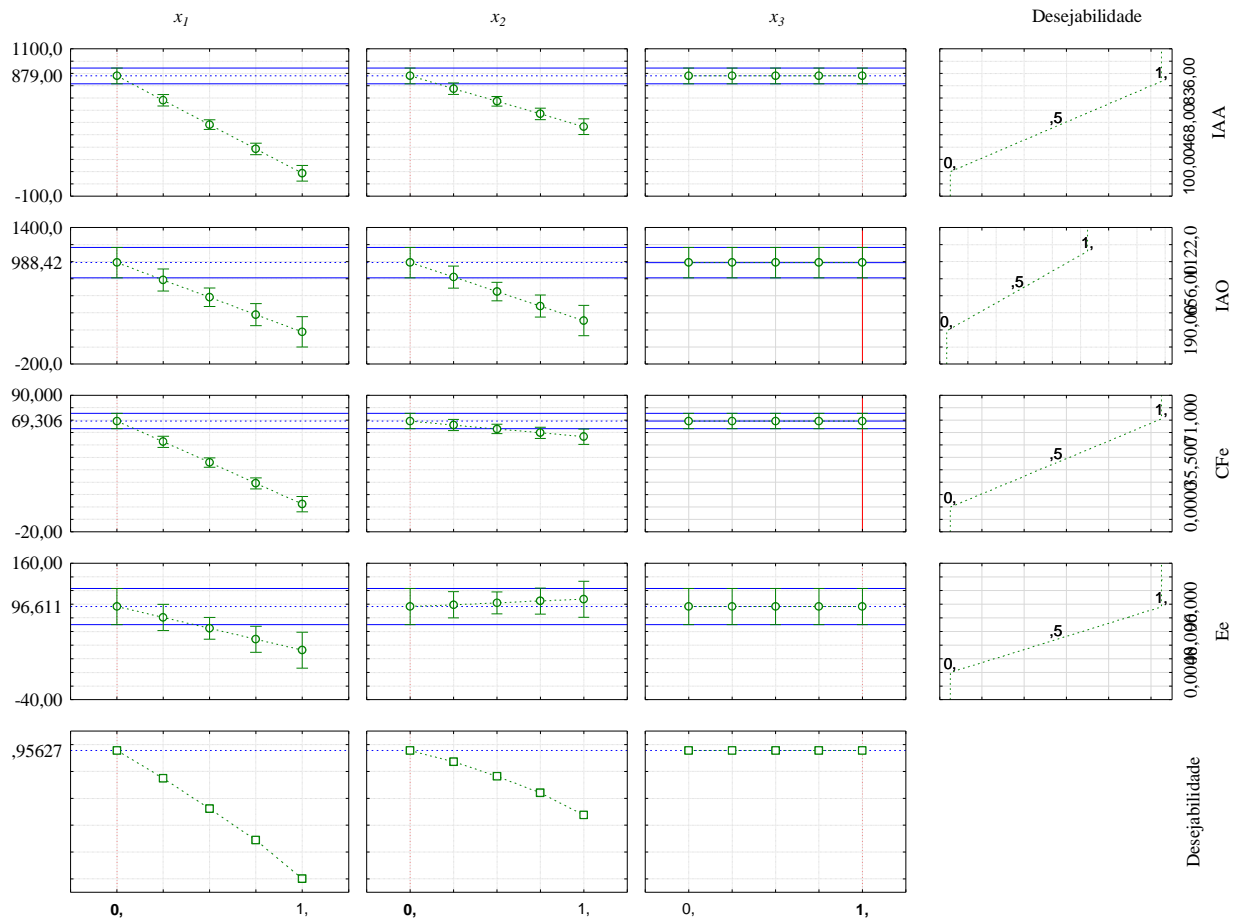


Figura 3 - Funções de desejabilidade para o planejamento de misturas *simplex-centróide*.

Fonte: Autoria própria (2019).

As melhores propriedades tecnológicas foram obtidas em menores valores de x_1 (Maltodextrina) e x_2 (Farinha do bagaço de mandioca) e no nível máximo para x_3 (Fibra de colágeno).

Após análise do planejamento de misturas, percebe-se, conforme descrito na Tabela 6 que os ensaios que apresentaram os valores estatisticamente satisfatórios foram o 3, 6 e 9. Considerando as características tecnológicas dos ingredientes e disponibilidade destes, conforme apresentados na fundamentação teórica deste trabalho, optou-se em dar continuidade

ao estudo (aplicação nos produtos cárneos), com as concentrações utilizadas nos ensaios 6 e 9, visto que o ensaio 3 apresenta apenas um constituinte (fibra de colágeno). Para tanto, estes dois ensaios foram reproduzidos de forma a validar os resultados antes da aplicação prática.

A Tabela 9 apresenta a validação dos ensaios para os parâmetros IAA, IAO, CFE e Ee.

Tabela 9 – Validação dos ensaios da matriz do planejamento de misturas dos componentes Maltodextrina, Farinha de Bagaço de Mandioca e Fibra de Colágeno, e, variáveis resposta IAA, IAO, CFE e Ee.

| Parâmetro (%) | | Ensaio 3 | Ensaio 6 | Ensaio 9 |
|----------------------|---|-----------------------|----------------------|----------------------|
| IAA | A | 836,70 ^{aA} | 675,30 ^{aB} | 680,70 ^{aB} |
| | B | 848,22 ^{aA} | 661,77 ^{aB} | 660,60 ^{aB} |
| IAO | A | 1124,20 ^{aA} | 601,30 ^{aB} | 646,30 ^{aB} |
| | B | 1118,01 ^{aA} | 778,76 ^{bC} | 855,70 ^{bB} |
| CFE | A | 71,20 ^{aA} | 58,30 ^{aB} | 54,30 ^{aB} |
| | B | 69,31 ^{aA} | 62,98 ^{aB} | 56,02 ^{aC} |
| Ee | A | 90,10 ^{aA} | 90,40 ^{aA} | 82,00 ^{aB} |
| | B | 86,00 ^{aA} | 90,00 ^{aA} | 73,61 ^{bB} |

Médias±DP seguidos de letras minúsculas diferentes na mesma coluna ($p < 0,05$, Teste t) e letras maiúsculas na mesma linha indicam diferença significativa ($p < 0,05$, Teste de Tukey) para cada parâmetro. A= valores obtidos no planejamento experimental, B= valores obtidos do modelo matemático.

Fonte: Autoria própria (2019).

Os dados foram avaliados estatisticamente em programa STATISTICA 10.0 (Statsoft Inc., Tulsa, USA). Analisando-se os resultados obtidos, pode-se verificar na validação que todas as variáveis dependentes não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), com exceção dos ensaios 6 e 9 da variável dependente IAO e o ensaio 9 para variável dependente Ee, ($p \leq 0,05$). Assim, foram selecionados apenas os ensaios 6 e 9 para a utilização nos embutidos cárneos, pois o ensaio 3 continha apenas um constituinte, fibra de colágeno.

5.3 ELABORAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS

A partir do delineamento de mistura *simplex* optou-se por trabalhar com dois *mixes*, os quais apresentaram os melhores resultados para o IAA, IAO, CFE e Ee, sendo o ensaio 6

(50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca), identificado como *mix* 1 e o ensaio 9 (16,66% de maltodextrina, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 66,66% de fibra de colágeno), identificado como *mix* 2. Estes *mixes* foram utilizados em substituição a proteína de soja nos embutidos cárneos propostos e como padrão foi elaborado uma formulação para cada produto utilizando a proteína de soja (Tabela 2, 3 e 4).

5.4 CARACTERIZAÇÃO DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS ELABORADOS COM INGREDIENTES CLASSIFICADOS COMO NÃO ALÉRGENOS

5.4.1 Composição Centesimal dos Embutidos Cárneos Elaborados

As análises físico-químicas de todos os produtos foram realizadas com o intuito de verificar se suas propriedades condizem com o estabelecido por legislação, estas foram obtidas em triplicata e os resultados expressos pela média \pm desvio padrão são apresentados na Tabela 10, 11 e 12.

Para a caracterização físico-química da salsicha todas as amostras elaboradas apresentaram valores em conformidade com o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) vigente (BRASIL, 2000b). Houve diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas para o teor de lipídeos e umidade. Para o teor de lipídios a formulação padrão apresentou média menor quando comparado às formulações adicionadas do *mix* 1 e *mix* 2. Para o teor de umidade as três amostras diferiram significativamente entre si ($p \leq 0,05$).

Pereira et al. (2011) realizaram a incorporação da fibra de colágeno como alternativa para recuperar a textura de produtos formulados com altas concentrações de CMS de aves, obtiveram resultados para o teor proteína na faixa de 13,31 - 15,63%, para o teor de umidade 60,48 - 63,47%, e teor de gordura 12,39 - 18,57%, que contribuiu para a melhora da textura.

Tabela 10 – Composição centesimal das amostras de salsicha contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostras* | Cinzas (%) | Proteínas (%) | Lipídios (%) | Carboidratos (%)** | Umidade (%) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Médias ± Desvio Padrão*** | | | | | |
| Padrão | 3,12±0,12 ^a | 14,54±0,10 ^a | 14,26±0,06 ^b | 4,96 | 63,12±0,21 ^a |
| Mix 1 | 3,01±0,14 ^a | 14,74±0,13 ^a | 16,26±0,01 ^a | 5,77 | 60,22±0,23 ^c |
| Mix 2 | 3,25±0,08 ^a | 14,15±0,08 ^a | 15,57±0,03 ^a | 5,84 | 61,19±0,13 ^b |
| Legislação vigente | | Mín. 12% | Máx. 30% | Máx. 7% | Máx. 65% |

*Padrão=amostra com proteína de soja; *Mix 1*=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *Mix 2*=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. **Obtido pela diferença em relação aos demais compostos. *** Médias ± Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

O estudo desenvolvido por Ham et al. (2016) objetivou a substituição da gordura por fibra de colágeno e fibra dietética em salsichas, observaram que o teor de umidade aumentou, enquanto, o teor de gordura diminuiu significativamente ($p \leq 0,05$).

Tabela 11 – Composição centesimal das amostras de apresuntado contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostras* | Cinzas (%) | Proteínas (%) | Lipídios (%) | Carboidratos (%)** | Umidade (%) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Médias ± Desvio Padrão*** | | | | | |
| Padrão | 2,89±0,13 ^b | 16,81±0,24 ^b | 1,41±0,39 ^b | 4,57 | 74,32±0,77 ^b |
| Mix 1 | 3,01±0,14 ^a | 15,63±1,26 ^c | 1,52±0,42 ^b | 4,86 | 74,98±0,64 ^a |
| Mix 2 | 3,21±0,10 ^a | 17,71±0,19 ^a | 2,00±0,15 ^a | 2,11 | 74,97±0,69 ^a |
| Legislação vigente | | Mín. 13% | Máx. 12% | Máx. 5% | Máx. 75% |

*Padrão=amostra padrão com proteína de soja; *Mix 1*=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *Mix 2*=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. **Obtido pela diferença em relação aos demais compostos. *** Médias ± Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

Referente à caracterização físico-química dos apresentados todas as formulações elaboradas apresentaram valores condizentes dentro dos RTIQ conforme valores apresentados na Tabela 11 (BRASIL, 2000b).

Contado et al. (2015) obtiveram para as análises de umidade valores entre 75,56 e 78,22 (g 100 g⁻¹) e proteínas 13,23 e 14,03 (g 100 g⁻¹), para apresentados elaborados com baixo teor de gordura adicionados de farinha e extrato de yacon, no entanto as relações umidade/proteína estão superiores ao estabelecido em legislação vigente.

Tabela 12 – Composição centesimal das amostras hambúrguer contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostras* | Cinzas (%) | Proteínas (%) | Lipídios (%) | Carboidratos (%)** | Umidade (%) |
|----------------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Médias ± Desvio Padrão*** | | | | | |
| Padrão | 3,10±0,04 ^a | 18,49±0,49 ^b | 19,68±0,62 ^b | 2,94 | 55,79±0,39 ^a |
| Mix 1 | 2,56±0,05 ^b | 20,03±0,17 ^a | 20,33±0,10 ^a | 1,31 | 55,77±0,73 ^a |
| Mix 2 | 3,32±0,10 ^a | 18,38±0,20 ^b | 19,04±0,19 ^b | 2,79 | 56,47±0,56 ^a |
| Legislação vigente | | Mín. 15% | Máx. 23% | Máx. 3% | Não define |

*Padrão=amostra padrão com proteína de soja; Mix 1=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e Mix 2=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. **Obtido pela diferença em relação aos demais compostos. *** Médias ± Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

Quanto a caracterização físico-química das amostras de hambúrguer todas as amostras elaboradas apresentaram valores em conformidade com o regulamento técnico de identidade e qualidade vigente (BRASIL, 2000b).

Pode-se observar na Tabela 12 que a amostra padrão e o mix 2 referente ao teor de carboidratos totais, os valores se aproximaram ao limite exigido por regulamentação técnica. Nota-se um incremento na umidade, isto se deve provavelmente a presença da fibra de colágeno nos produtos, proporcionando maior retenção de água aos hambúrgueres. Selani et al. (2016) também perceberam estes valores ao utilizarem subprodutos do abacaxi e óleo de canola como substituto da gordura em hambúrgueres.

5.4.2 Capacidade de Retenção de Água dos Embutidos Cárneos Elaborados

A Tabela 13 apresenta os valores para a análise física de CRA para os três produtos elaborados no trabalho, sendo salsicha, apresuntado e hambúrguer.

Tabela 13 – Capacidade de retenção de água (CRA) dos produtos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Salsicha | Apresuntado | Hambúrguer |
|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Médias \pm Desvio Padrão** | | |
| Padrão | 63,99 \pm 0,76 ^b | 76,78 \pm 0,82 ^b | 64,32 \pm 0,78 ^b |
| <i>Mix</i> 1 | 78,02 \pm 0,66 ^a | 81,11 \pm 0,17 ^a | 71,99 \pm 0,41 ^a |
| <i>Mix</i> 2 | 78,68 \pm 0,33 ^a | 81,69 \pm 0,63 ^a | 71,16 \pm 0,22 ^a |

*Padrão=amostra com proteína de soja; *mix* 1=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *mix* 2=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. ** Médias \pm Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

A CRA interfere diretamente na qualidade do produto final, sendo fundamental para a obtenção de boas características sensoriais, como cor, textura, firmeza, suculência e maciez. Esta apresenta efeito direto durante o processo de armazenamento, pois quando o produto apresenta baixa capacidade de retenção de água, ocorre a perda de peso, devido a redução do teor de umidade. Pode-se observar que todas as amostras tiveram boa capacidade de retenção, com destaque para os valores das amostras que não apresentam ingredientes alérgenos (*mix* 1 e 2) os quais foram significativas entre si ($p > 0,05$), com menor percentuais de perda de água, quando comparadas a amostra padrão, podendo ser assimilado a capacidade da fibra de colágeno a qual forma uma rede contínua de proteína-gel (HAN; BERTRAM, 2017).

5.4.3 pH dos Embutidos Cárneos Elaborados

Na Tabela 14 constam os valores para a análise do pH para os três produtos elaborados no trabalho, sendo salsicha, apresuntado e hambúrguer.

Tabela 14 – Valores de pH dos produtos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Salsicha | Apresentado | Hambúrguer |
|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | Médias \pm Desvio Padrão** | | |
| Padrão | 6,32 \pm 0,02 ^a | 6,35 \pm 0,04 ^a | 6,10 \pm 0,09 ^a |
| Mix 1 | 6,27 \pm 0,01 ^a | 6,39 \pm 0,01 ^a | 6,08 \pm 0,05 ^a |
| Mix 2 | 6,25 \pm 0,02 ^a | 6,36 \pm 0,03 ^a | 6,05 \pm 0,03 ^a |

*Padrão=amostra com proteína de soja; *mix 1*=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *mix 2*=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. ** Médias \pm Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna, para cada análise de pH, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

O pH interfere diretamente nos parâmetros de qualidade do produto, influenciando na cor, CRA, maciez, entre outras características físicas. Nenhuma amostra apresentou diferença significativa ($p > 0,05$). O pH acima de 6,4 indica que o produto deve ser consumido logo e quando não armazenado em condições ideais, valores acima, indicam início de decomposição (CONCEIÇÃO; GONÇALVES, 2009).

Martins et al. (2011) citaram que o pH médio, de acordo com análises realizadas em salsichas comercializadas em embalagens a vácuo apresentaram valores em torno de 6,27, e, para amostras comercializadas a granel valores médios de pH de 5,90, justificando que salsichas comercializadas a granel apresentam maior crescimento microbiano somado ao fato da exposição ao oxigênio e/ou negligência no armazenamento e refrigeração.

5.4.4 Perda de Peso por Cozimento dos Embutidos Cárneos Elaborados

A Tabela 15 apresenta os valores para a análise física de perda de peso por cozimento (PPC) para a salsicha e hambúrguer.

Mix 1 e *mix 2* apresentaram resultados estatisticamente iguais para PPC ($p > 0,05$). Enquanto a amostra padrão diferiu significativamente ($p \leq 0,05$) apresentando maior PPC.

Este fato ocorre devido o *mix 1* e *mix 2* apresentarem fibra de colágeno em sua composição. A fibra de colágeno apresenta elevado CRA, e, propriedades físicas que podem variar de acordo com o tamanho de suas fibras, tipo genético, conteúdo total e solubilidade da proteína (PEREIRA et al., 2016).

Tabela 15 – Perda de peso por cozimento (PPC) dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Salsicha | Hambúrguer |
|----------|-------------------------------|-------------------------------|
| | Médias \pm Desvio Padrão** | |
| Padrão | 28,59 \pm 0,15 ^a | 28,97 \pm 0,37 ^a |
| Mix 1 | 27,34 \pm 0,14 ^b | 25,70 \pm 0,82 ^b |
| Mix 2 | 27,88 \pm 0,10 ^b | 26,09 \pm 0,17 ^b |

*Padrão=amostra com proteína de soja; *mix 1*=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *mix 2*=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. ** Médias \pm Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

5.4.5 Análise Colorimétrica dos Embutidos Cárneos Elaborados

A Tabela 16 apresenta os valores para as análises colorimétricas da salsicha, apresuntado e hambúrguer.

Tabela 16 – Análise de colorimétrica dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos.

| Cor | Amostra* | Salsicha | Apresuntado | Hambúrguer |
|-----|----------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| | | Médias \pm Desvio Padrão** | | |
| L* | Padrão | 58,13 \pm 1,27 ^a | 58,50 \pm 1,02 ^a | 51,44 \pm 0,99 ^b |
| | Mix 1 | 55,78 \pm 0,65 ^b | 57,51 \pm 1,27 ^a | 51,35 \pm 3,53 ^b |
| | Mix 2 | 56,81 \pm 0,64 ^b | 55,53 \pm 1,03 ^b | 53,56 \pm 0,93 ^a |
| a* | Padrão | 14,26 \pm 0,50 ^a | 4,87 \pm 0,77 ^b | 12,93 \pm 0,41 ^a |
| | Mix 1 | 12,79 \pm 0,36 ^b | 7,46 \pm 1,01 ^a | 13,47 \pm 0,14 ^a |
| | Mix 2 | 12,49 \pm 0,60 ^b | 6,94 \pm 0,09 ^a | 12,57 \pm 0,24 ^a |
| b* | Padrão | 17,07 \pm 0,53 ^a | 12,01 \pm 0,27 ^b | 15,81 \pm 0,16 ^a |
| | Mix 1 | 16,17 \pm 0,15 ^a | 10,92 \pm 0,59 ^c | 14,39 \pm 1,31 ^a |
| | Mix 2 | 16,59 \pm 0,01 ^a | 15,08 \pm 0,33 ^a | 14,79 \pm 0,59 ^a |

*Padrão=amostra com proteína de soja; *mix 1*=amostra sem proteína de soja, com 50% de fibra de colágeno e 50% de farinha do bagaço de mandioca e *mix 2*=amostra sem proteína de soja, com 66,66% de fibra de colágeno, 16,66% de maltodextrina e 16,66% de farinha do bagaço de mandioca. ** Médias \pm Desvios padrões seguidos de letras diferentes na coluna, para cada análise de cor, indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

O parâmetro L* utilizado para avaliar a luminosidade que utiliza a faixa de 0 para a cor preta e 100 para a cor branca, a* é a coordenada de cromaticidade que varia do verde a

vermelho e b^* que varia do azul para o amarelo. Em relação aos valores de L^* , a^* e b^* observou-se que as amostras de cada produto elaborado não apresentaram resultados estatisticamente diferentes ($p > 0,05$). Portanto, a adição dos *mixes* não influenciou na cor dos produtos finais.

5.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS ELABORADOS

A Tabela 17 apresenta os resultados para as análises microbiológicas das amostras de salsicha, hambúrguer e apresuntado.

Tabela 17 - Contagem microbiológica dos embutidos cárneos elaborados a base de proteína de soja e seus substitutos.

| Embutidos Cárneos* | Contagem Microbiológica | | | |
|-----------------------|--------------------------|---|--|---|
| | <i>Salmonella</i> spp | Contagem Estafilococos coagulase positiva (UFC g ⁻¹) | Contagem Coliformes a 45°C (UFC g ⁻¹) | Clostrídios sulfito reductor (UFC g ⁻¹) |
| Salsicha | Ausente | <10 ² | <10 ¹ | <10 ¹ |
| Hambúrguer | Ausente | <10 ² | <10 ¹ | <10 ¹ |
| Apresuntado | Ausente | <10 ² | <10 ¹ | <10 ¹ |

*Para todas as três amostras realizadas de cada embutido cárneo (Padrão, *mix* 1 e *mix* 2).

Fonte: Autoria própria 2019.

Todas as amostras de salsicha, hambúrguer e apresuntado elaboradas apresentaram valores dentro dos padrões legais vigentes para *Salmonella* spp, Contagem Estafilococos coagulase positiva, Contagem Coliformes a 45°C e Clostrídios sulfito redutores de acordo com o estabelecido na legislação RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001 (BRASIL, 2001).

5.6 ANÁLISE SENSORIAL DOS EMBUTIDOS CÁRNEOS ELABORADOS

5.6.1 Caracterização da População

A maioria dos provadores que participou da pesquisa foi constituída por estudantes de graduação da instituição, sendo, para a salsicha 58,33%, para o apresuntado 74,17% e hambúrguer 76,67%. Os alunos de pós-graduação, professores e demais julgadores, 41,66%, 25,83% e 23,33, respectivamente.

Quanto ao consumo destes embutidos cárneos, foi solicitado qual a frequência de ingestão. Para a salsicha, apresuntado e hambúrguer, 9,17%, 11,67% e 10% consomem diariamente, 22,5%, 30% e 36,67% três vezes por semana, 26,67%, 30% e 19,17% uma vez por semana, 40%, 25,83% e 31,67% ocasionalmente e 1,67%, 3,33% e 2,5% nunca consomem, respectivamente. Com a avaliação do consumo, pode-se verificar que a maioria dos provadores ingere frequentemente estes embutidos cárneos.

5.6.2 Análise de Aceitabilidade por Escala Hedônica

O teste utilizando a escala hedônica avaliou o quanto os 120 provadores para cada um dos produtos elaborados salsicha, apresuntado e hambúrguer gostaram das formulações realizadas.

A Tabela 18 demonstra os valores médios obtidos na análise sensorial para as amostras de salsicha elaboradas.

Tabela 18 - Médias obtidas na análise sensorial das amostras de salsicha contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Atributos** | | | | |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Cor | Textura | Sabor | Aceitação Global | Intenção de compra |
| Padrão | 7,90 ± 1,62 ^a | 7,93 ± 1,61 ^a | 7,98 ± 1,95 ^a | 7,95 ± 1,73 ^a | 7,72 ± 20,4 ^a |
| Mix 1 | 7,85 ± 1,63 ^a | 7,74 ± 1,62 ^a | 7,96 ± 1,47 ^a | 7,85 ± 1,49 ^a | 7,63 ± 1,78 ^a |
| Mix 2 | 7,87 ± 1,64 ^a | 7,55 ± 1,94 ^b | 7,72 ± 1,87 ^a | 7,65 ± 1,70 ^a | 7,39 ± 2,02 ^b |

*Padrão: com adição de proteína da soja; *mix* 1: farinha do bagaço de mandioca, fibra de colágeno e maltodextrina; *mix* 2: farinha do bagaço de mandioca e fibra de colágeno. ** Médias ± Desvio Padrão referentes a Escala Hedônica híbrida de 10 cm (1 = desgostei muitíssimo; 10 = gostei muitíssimo), n = 120, padrões seguidos de letras diferentes na linha indicam diferença significativa ($p \leq 0,05$, teste de Tukey, $n=3$).

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados para a análise sensorial para as amostras de salsicha foram satisfatórios considerando que as notas médias variaram entre 7,39 e 7,98 na escala de 10 cm. Observou-se que todos os atributos apresentaram valores iguais estatisticamente ($p > 0,05$) para o teste de comparação de médias. Os atributos textura e intenção de compra para as amostras padrão e *mix* 2 apresentaram diferença significativa entre si ($p \leq 0,05$).

A salsicha contendo o *mix* 1 apresentou valores estatisticamente iguais a amostra padrão. Indicando que a substituição da proteína de soja pelo *mix* 1 ou *mix* 2 pode ser realizada sem alteração na aceitação sensorial.

A Tabela 19 apresenta os valores médios obtidos na análise sensorial para as amostras de hambúrguer elaboradas.

Tabela 19 – Médias obtidas na análise sensorial das amostras de hambúrguer contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Atributos** | | | | |
|--------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Cor | Textura | Sabor | Aceitação Global | Intenção de compra |
| Padrão | 7,18 ± 1,93 ^a | 7,30 ± 2,08 ^a | 7,67 ± 2,13 ^a | 7,48 ± 1,92 ^a | 7,27 ± 2,20 ^a |
| <i>Mix</i> 1 | 7,11 ± 1,99 ^a | 7,00 ± 2,03 ^a | 7,48 ± 1,73 ^a | 7,18 ± 1,76 ^b | 6,95 ± 2,10 ^a |
| <i>Mix</i> 2 | 7,22 ± 1,91 ^a | 6,77 ± 2,27 ^b | 7,44 ± 1,83 ^a | 7,28 ± 1,81 ^a | 6,87 ± 2,16 ^b |

*Padrão: com adição de proteína da soja; *mix* 1: farinha do bagaço de mandioca, fibra de colágeno e maltodextrina; *mix* 2: farinha do bagaço de mandioca e fibra de colágeno. ** Médias ± Desvio Padrão referentes a Escala Hedônica híbrida de 10 cm (1 = desgostei muitíssimo; 10 = gostei muitíssimo), n = 120.

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados da análise sensorial para as amostras de hambúrguer foram satisfatórios considerando que as notas médias variaram entre 6,77 e 7,67. Os atributos cor e sabor não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) para o teste de comparação de médias. Textura e intenção de compra foram significativamente diferentes ($p \leq 0,05$) para a amostra padrão e *mix* 2 e aceitação global para as amostras padrão e *mix* 1 que não apresentaram valores semelhantes entre si ($p \leq 0,05$).

Os hambúrgueres elaborados com o *mix* 1 e *mix* 2 não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$) quando comparados a amostra padrão no teste de comparação de médias.

Tomasi et al. (2016) desenvolveram hambúrguer de farinha de aveia, gergelim e linhaça afim de melhorar suas características nutricionais e observaram que houve maior aprovação em relação aos hambúrgueres tradicionais, sendo que o teste de intenção de compra demonstrou que os avaliadores comprariam o produto elaborado. Os ingredientes utilizados não apresentam a mesma finalidade tecnológica do presente trabalho, no entanto demonstra que a substituição da proteína de soja pode ser realizada sem maiores perdas nos valores tecnológicos e nutricionais.

A Tabela 20 demonstra os valores médios obtidos na análise sensorial para as amostras de apresuntado elaborados.

Tabela 20 – Médias obtidas na análise sensorial das amostras de apresuntado contendo proteína de soja e seus substitutos.

| Amostra* | Atributos** | | | | |
|----------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | Cor | Textura | Sabor | Aceitação Global | Intenção de compra |
| Padrão | 7,18 ± 1,76 ^a | 7,48 ± 1,71 ^a | 7,31 ± 2,03 ^a | 7,26 ± 1,93 ^a | 7,09 ± 2,11 ^a |
| Mix 1 | 7,02 ± 2,11 ^a | 7,49 ± 1,98 ^a | 7,38 ± 2,06 ^a | 7,30 ± 1,92 ^a | 7,10 ± 2,23 ^a |
| Mix 2 | 6,43 ± 2,11 ^b | 7,28 ± 1,85 ^a | 6,96 ± 2,06 ^b | 6,58 ± 2,06 ^a | 6,87 ± 2,16 ^a |

*Padrão: com adição de proteína da soja; *mix* 1: farinha do bagaço de mandioca, fibra de colágeno e maltodextrina; *mix* 2: farinha do bagaço de mandioca e fibra de colágeno. ** Médias ± Desvio Padrão referentes a Escala Hedônica híbrida de 10 cm (1 = desgostei muitíssimo; 10 = gostei muitíssimo), n = 120.

Fonte: Autoria própria (2019).

Os resultados para a análise sensorial para as amostras de apresuntado foram satisfatórios considerando que as notas médias variaram entre 6,43 e 7,49 na escala de 10 cm. Observou-se que todos os atributos apresentaram valores significativamente iguais ($p > 0,05$) para o teste de comparação de médias, exceto os atributos cor e sabor quando utilizado o *mix* 2.

Contado et al. (2015) elaboraram apresuntados com baixo teor de gordura adicionados de farinha e extrato de yacon e observaram que na avaliação sensorial não houve diferença significativa ($p > 0,05$) do apresuntado padrão para os atributos analisados, exceto o sabor. Os autores justificam que farinha de yacon apresenta compostos fenólicos, influenciado negativamente no sabor, estando à oxidação desses compostos relacionada com a coloração mais escura do produto.

Nos hambúrgueres elaborados com *mix* 1 ou *mix* 2 não houve diferença significativa ($p > 0,05$) no teste de comparação de médias, indicando que podem ser utilizados como substitutos a proteína de soja, sem prejuízos na aceitação sensorial.

6 CONCLUSÃO

Foi possível elaborar um *mix* com ingredientes não alérgenos capaz de substituir a proteína de soja em embutidos cárneos como a salsicha, hambúguer e apresuntado. O *mix* elaborado apresentou características funcionais similares as da proteína da soja empregada comercialmente. Foram elaborados dois *mixes*, sendo um composto por 50% de fibra de colágeno e 50% farinha do bagaço de mandioca e outro, por 66,66% fibra de colágeno, 16,66% de farinha do bagaço de mandioca e 16,66% de maltodextrina.

A fibra de colágeno foi o ingrediente que apresentou melhor potencial tecnológico de aplicação na elaboração de embutidos cárneos. Sua combinação com maltodextrina e farinha de bagaço de mandioca é importante devido as características destes dois ingredientes. A maltodextrina é um excelente espessante e de baixo custo. A farinha do bagaço de mandioca além de apresentar propriedades tecnológicas importantes é um subproduto da agroindústria da mandioca, sem aplicação industrial e usada em pequena escala na alimentação animal, contendo altas taxas de absorção e solubilidade em água e óleo.

Os resultados obtidos na análise sensorial dos embutidos cárneos (salsicha, apresuntado e hambúguer) elaborados como os *mixes* de ingredientes não alérgenos não diferiram ($p > 0,05$) dos embutidos cárneos padrão (com proteína de soja). Portanto, os *mixes* desenvolvidos podem ser usados em escala industrial na elaboração de embutidos cárneos livres de alérgenos alimentares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACTON, J. C.; SAFFLE, R. L. Preblended and prerigor meat in sausage emulsions. **Food Technology**. v. 23, p. 367-371, 1970.

AGUIAR, A. P. S. **Opinião do consumidor e qualidade da carne de frangos criados em diferentes sistemas de produção**. Dissertação - (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association Analytical Chemists**. 18 ed. Gaithesburg, Maryland, 2005.

BARBUT, S. **Reducing fats in processed meat products**. University of Guelph, Canada, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1533/9780857092946.2.346>>. Acessado em: 26 de Outubro de 2018.

BELLOQUE, et al. Analysis of soyabean proteins in meat products: A review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**. v. 42(5), p. 507–532, 2002.

BRASIL. (MAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 20, de 31 de julho de 2000. Aprova os **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Almôndega, de Apresuntado, de Fiambre, de Hamburguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto, conforme consta dos Anexos desta Instrução Normativa**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 3 de agosto de 2000 (a).

BRASIL. (MAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 4, de 31 de março de 2000. Aprovar os **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Carne Mecanicamente Separada, de Mortadela, de Linguiça e de Salsicha, em conformidade com os Anexos desta Instrução Normativa**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 05 de abril de 2000 (b).

BRASIL. (ANVISA) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o **Regulamento Técnico sobre o Manual de Procedimentos Básicos para Registro e Dispensa da Obrigatoriedade do Registro de Produtos Pertinentes à Área de Alimentos**. Resolução RDC nº 23, de 15 de Março de 2000. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 16 de Março de 2000(c).

BRASIL. (MAPA). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. RDC nº 12 de 02 de janeiro de 2001. Aprova o **Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 10 jan. 2001.

BRASIL. (ANVISA) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Aprova o **Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados**. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 23 de setembro de 2002.

BRASIL. (MAPA) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Oficializa os **Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, de 18 de setembro de 2003.

BRASIL. (ANVISA) Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Dispõe sobre os **Requisitos para rotulagem obrigatória dos principais alimentos que causam alergias alimentares**. Resolução de Diretoria Colegiada nº 26 de 02 de julho de 2015. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, 02 de julho de 2015.

BRASIL. (EMBRAPA) Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. **Produtos Cárneos**. BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. T. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ovinos_de_corte/arvore/CONT000g3izohks02wx5ok0tf2hbweqanedo.html>, acessado em: 08 de Outubro de 2018.

BRASIL. (ABPA) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. **Relatório Anual 2018**. Disponível em: <<http://abpa-br.com.br/storage/files/relatorio-anual-2018.pdf>> Acessado em 04 de Dezembro de 2018.

BENICHO, A.; ASERIN, A.; GARTI, N. Protein polysaccharide interactions for stabilization of food emulsions. **Journal of Dispersion Science and Technology**, v. 23, n. 1-3, p. 93-123, 2002.

BIELEMANN, et. al. Consumo de alimentos ultraprocessados e impacto na dieta de adultos jovens. **Revista de Saúde Pública**, v. 49, 2015.

ÇABUK, et al. Effect of Fermentation on the Protein Digestibility and Levels of Non-Nutritive Compounds of Pea Protein Concentrate. **Food Technology and Biotechnology**. v. 56, April-June, p. 257–264, 2018.

CAMARGO, K. F.; LEONEL, M.; MISCHAN, M. M. Produção de biscoitos extrusados de polvilho azedo com fibras: efeito de parâmetros operacionais sobre as propriedades físicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 586-591, 2008.

CHANPUT, W.; THEERAKULKAIT, C.; NAKAI, S. Antioxidative properties of partially purified barley hordein, rice bran protein fractions and their hydrolysates. **Journal of Cereal Science**, n. 49, p. 422-428, 2009.

CHEVANCE, et al. Effect of some fat replacers on the release of volatile aroma compounds from low-fat meat products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p. 3476-3484, 2000.

CHRASTIL, J. Correlations between the physicochemical and functional properties of rice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 40, n. 9, p. 1683-1689, 1992.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Mandioca: análise mensal. Fevereiro de 2018. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acessado em 16 de outubro 2018.

CONAB – **Companhia Nacional de Abastecimento**. Análise mensal - soja. 2019. p. 2018–20. Disponível em <file:///D:/Meus%20Documentos/Downloads/SojaZ-ZAnliseZMensualZ-ZFevereiroZ2019_1.pdf>. Acessado em 26 de Fevereiro de 2019.

CONCEIÇÃO, F. V. E.; GONÇALVES, É. C. B. A., Qualidade físico-química de mortadelas e carnes moídas e conhecimento dos consumidores na conservação destes produtos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n.2, p.283-290, abr-jun, 2009.

CONTADO, et al. Emprego da farinha e do extrato de frutanos de yacon na elaboração de apresetados. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 18, n. 1, p. 49-56, jan./mar, 2015.

DAIGLE, D, P. PSE - Poultry Breast Enhancement: through the Utilization of Poultry Collagen, Soy Protein, and Carrageenan in a Chunked and Formed Deli Roll. **Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University**. Dissertation, September 8, Blacksburg, Virginia, p. 36, 2005.

DANIEL, et al. Trends in meat consumption in the United States. **Public Health Nutrition**. EUA, v.14(4), p.575–83, 2010.

DE BASTIANI, M. A. M.; KALSCHNE, D. L.; WERNCKE, E.; BITTENCOURT, P. R. S.; CANAN, C.; CORSO, M. P. **Application of extruded breeding of rice bran and cassava bagasse in the production of chicken nuggets**. In: II CIIAL - Congresso Iberoamericano de Ingeniería de los Alimentos, Punta de Este/ Uruguai, 2016, Anais: Ingeniería de Alimentos: Nuevas tendencias y aplicaciones, 2016.

DE KANTEREWICZ, R. J. et al. Water-oil absorption index (WOAI): a simple method for predicting the emulsifying capacity of food proteins. **Journal Food Science**, v. 52, n. 5, p. 1381-1383, 1987.

EBISAWA, et al. Japanese guidelines for food allergy 2017. **Allergology International**. v. 66(2), p. 248–264, 2017

FAO, Reunión Consultiva Conjunta. Necesidades de energía y de proteínas: informe de una Reunión Consultiva Conjunta FAO/OMS/UNU de Expertos. **Organización Mundial de la Salud**, 1985.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S; PARKIN, K. L. **Química de Alimentos de Fennema** – 4ª ed. – Editora Artmed, 2010.

FIORDA, F. A.; JÚNIOR, M. S. S.; DA SILVA, F. A.; SOUTO, L. R. F.; GROSSMANN, M. V. E. Farinha de bagaço de mandioca: aproveitamento de subproduto e comparação com fécula de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics)**, v. 43, n. 4, p. 10-1590, 2013.

FIORDA, et. al. Physical quality of snacks and technological properties of pre-gelatinized flours formulated with cassava starch and dehydrated cassava bagasse as a function of extrusion variables. **Food Science and Technology**, v. 62, p. 1112-1119, 2015.

FULMER, R.W. Soy protein processing and utilization. In: Practical handbook of soybean processing and utilization. Ed. Erickson, D.R. Cap. 9, p. 117-161. **American Oil Chemists Society**. Champaign, Illinois, 1995.

GUZEK, et al, The sensory quality of allergen-controlled, fat-reduced, salt-reduced porkostrich sausages during storage. **Faculty of Human Nutrition and Consumer Sciences, Warsaw University of Life Sciences**, 159C Nowoursynowska str., Warsaw, Poland, v. 2, p.776, 2017.

HAMM, R.; DEATHERAGE, F. E. Changes in hydration, solubility and charges of muscle proteins during heating of meat. **Journal of Food Science**, v. 25, n. 5, p. 587-610, 1960.

HAM, et al. Effects of fat replacement with a mixture of collagen and dietary fibre on small calibre fermented sausages. **International Journal of Food Science and Technolog.** v. 51, p. 96–104, 2016.

HAN, M.; BERTRAN, 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, Nov, 2017.

HOLZHAUSER, et al. Soybean (*Glycine max*) allergy in Europe: Gly m 5 (β -conglycinin) and Gly m 6 (glycinin) are potential diagnostic markers for severe allergic reactions to soy. **Journal Allergy Clin Immunol**. v.123, n. 2, 2009.

Instituto Adolfo Lutz (IAL). Métodos físico-químicos para análise de alimentos/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo - SP, p. 1020, 2008.

JU; Z. Y.; KILARA, A. Protease-induced aggregation and gelation of whey proteins. **Journal of Food Science**, vol. 61, p. 911-923, 1998.

Li Y, Zhang Y, Li H, Zhao W, Guo W, Wang S. Simultaneous determination of heat stable peptides for eight animal and plant species in meat products using UPLC-MS/MS method. **Food Chemistry**. Beijing, China, v. 245, p.125–131, 2018.

LIN, M. J.; HUMBERT, E.; SOSULSKI, S. W. Certain functional properties of sunflower meal products. **Journal of Food Science**, v. 39, p. 368 – 370, 1974.

Liu Z, Cheng F, Zhang G. Grain phytic acid content in japonica rice as affected by cultivar and environment and its relation to protein content. **Food Chemistry**. v. 89, p. 49–52, 2005.

L'HOCINEL, L.; BOYE, J. I.; MUNYANA, C., Detection and Quantification of Soy Allergens in Food: Study of Two Commercial Enzyme-Linked Immunosorbent Assays. **Journal of Food Science**. v. 72, n. 3, 2007.

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. Krause-Alimentação, nutrição e dietoterapia. **Elsevier**, Rio de Janeiro, Ed. 12, p. 1358, 2010.

MARTINS, et al. Determinação de pH e atividade de água (Aa) e sua inter-relação com o perfil bacteriológico de salsichas tipo “hot dog” comercializadas nos municípios do Rio de Janeiro e Niterói – RJ. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, v. 18, n. 2/3, p. 92-96, maio/dez. 2011.

MATTOS et al. Estudo da identidade histológica de subprodutos de soja (*Glycine max L.*). **Revista Instituto Adolf Lutz**, São Paulo, SP, v. 72, p. 104-110, 2015.

MATSUO, H.; YOKOOJI, T.; TAOGOSHI., Common food allergens and their IgE-bindings epitopes. **Allergology International**, v. 64, p. 232-343, 2015.

MEINLSCHMIDT, P., SCHWEIGGERT-WEISZ, U., EISNER P., Soy protein hydrolysates fermentation: Effect of debittering and degradation of major soy allergens. **LWT - Food Science Technology**. v. 71, p. 202–212, 2016.

MONTOWSKA, M.; FORMAL, E., Absolute quantification of targeted meat and allergenic protein additive peptide markers in meat products. **Food Chemistry**. Poznan, Poland, v. 31, p. 600-624, 2018.

NETO, B.B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria. **Editora Bookman**, Porto Alegre, Ed. 4, p. 324 – 339, 2010.

NISHINARI, et al. Soy proteins : A review on composition , aggregation and emulsification. **Food Hydrocolloids**. v. 39, p. 301–318, 2014.

NORMAN, A. G. **Soybean Physiology, Agronomy, and Utilization**. Academic Press; 1 ed. p. 262, 1987.

OLIVEIRA et al. Determinação espectrofotométrica de nitrito em produtos cárneos embutidos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.11, n.1, p. 19-31, jan – mar, 2017.

ORDOÑEZ, J. A. Tecnologia de alimentos: alimentos de origem animal. **Artmed**, Porto Alegre, v. 2, p. 279, 2005.

OSZVALD, M., TÖMÖSKÖZI, S., LARROQUEC, O., Keresztényi, E., Tamás, L. and Békés, F. Characterization of rice storage proteins by SE-HPLC and micro z-arm mixer. **Journal of Cereal Science**, v. 48, p. 68–76, 2008.

PARDI, M. C.; SANTOS, I. F.; SOUZA, E. R.; PARDI, H. S. **Ciência, Higiene e Tecnologia da Carne**. 2 ed., 2ª reimpr., v. 2; Goiânia: UFG, p. 1150, 2007.

PATRAKOVA, I. S.; GURINOVICH, G. V. The study of factores affecting the activity of meat antioxidant system. **Foods and Raw materials**. V. 3, nº 1, 2015.

PENÃ, C. V. M. **Histamina e tiramina em embutidos cárneos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia dos Alimentos, RS, 2006.

PERREIRA, A. C. S.; MOURA, S. M.; CONSTANT, P.B.L., Alergia Alimentar: sistema imonológico e principais alimentos envolvidos. **Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 29, n. 2, p. 189-200, jul./dez. 2008.

PEREIRA, et al. Effects of the addition of mechanically deboned poultry meat and collagen fibers on quality characteristics of frankfurter-type sausages. **Meat Science**. v. 89, p. 519-525, 2011.

PEREIRA et al. Composição proximal, teor de colágeno e aceitação sensorial de salsichas elaboradas com carne mecanicamente separada de frango e fibra de colágeno. **Brazilian Journal of Food Research**, Campo Mourão, v. 7, n. 1, p. 131-148, jan./abr. 2016.

PRESTES, R. C. Colágeno e Seus Derivados: Características e Aplicações em Produtos Cárneos. **UNOPAR Científica: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 15, n. 1, p. 65-74, 2013.

PRICE, J. F.; SCHWEIGERT, B. S., Ciencia de la carne y de los productos cárnicos. **Acribia**, Zaragoza, Ed. 2, p. 581, 1994.

RODRIGUES, J. P. M.; CALIARI, M.; ASQUIERI, E. R., Caracterização e análise sensorial de biscoitos de polvilho elaborados com diferentes níveis de farelo de mandioca. **Ciência Rural**, v.41, n.12, dez, 2011.

RUGGIERO L., BERTELLONI S., Invitto S. Indagine della SIMA (Società Italiana di Medicina dell'Adolescenza) sull'organizzazione degli spazi giovani nei consultori familiari pubblici. **Riv Ital di Med dell'Adolescenza**. v. 9(2), p. 5-13, 2011.

SARINHO, E.; LINS, M. G. M. Severe forms of food allergy. **Sociedade Brasileira de Pediatria, Jornal de Pediatria**, Rio de Janeiro, v. 93, p. 53-59, 2017.

SELANI, et al., Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**. v. 112, p. 69-76, 2016.

SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D.; VILELA, E. S.; BALDINI, V. L. S.; BRANGAGNOLO, N. Produção piloto de derivados de levedura (*saccharomyces cereisiae*) para o uso como ingrediente na formulação de alimentos. **Journal of Food Technologic**. Campinas, Brazil, 1998.

SHOAIB et al. Use of pea and rice protein isolates as source of meat extenders in the development of chicken nuggets. **Journal of food processing and preservation**. p. 1-7, Jul, 2018.

SHIMOKOMAKI, M.; ODA, S. H. I.; SOARES, A. L.; LARA, J. A. F.; YAMASHITA, F.; IDA, E. I. Segurança e Qualidade para os embutidos. **Revista da Carne**, n.317, 2003.

SHOJI, H.; OGUCHI, S.; FUJINAGA, S.; SHINOHARA, K.; KANEKO, K.; SHIMIZU, T.; YAMASHIRO, Y. Effects of human milk and spermine on hydrogen peroxide-induced oxidative damage in IEC-6 cells. **Journal of pediatric gastroenterology and nutrition**, v.41, p. 460-465, 2005.

SPYCHAJ et al. Detection of allergenic additives in processed meat products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**. Poznan, Poland, v. 98, p. 4807-4815, 2018.

SILVA et al. Avaliação microbiológica de hambúrguer bovino com redução de sódio. **Congresso Brasileiro de Ciência e tecnologia de Alimentos**. Gramado, RS, out, 2016.

SOLÉ et al. Consenso Brasileiro sobre Alergia Alimentar: 2018 - Parte 1 - Etiopatogenia, clínica e diagnóstico. Documento conjunto elaborado pela Sociedade Brasileira de Pediatria e Associação Brasileira de Alergia e Imunologia. **Associação Brasileira de Alergia e Imunologia**, v. 2. n° 1, 2018.

STRASBURG, G.; XIONG, Y. L.; CHIANG, W. Fisiologia e química dos tecidos musculares comestíveis. Química de alimentos de Fennema. In. DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R., **Editora Artmed**, 4 ed., Porto Alegre, 2010.

TERRA, N. Apontamentos de tecnologia de carnes. **Editora Unissinos**, 1998.

TOMASI et al., Elaboração e avaliação de hambúrguer de carne bovina com farinha de aveia, linhaça e gergelim. **SEAGRO**, Cascavel, Pr, p. 20-23, Jun, 2016.

TORLEY, P. J.; D'ARCY, B. R.; TROUT, G. R. The effect of ionic strength, polyphosphates type, pH, cooking temperature and preblending on the functional properties of normal and pale, soft, exudative (PSE) pork. **Meat Science**, v. 55, p. 451-462, 2000.

TORRE, J. C. M. D. **Proteínas de soja e colágeno**: validação das metodologias de quantificação e avaliação tecnológica do uso em produtos cárneos. Dissertação – (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Campinas - SP, 2004.

TSÃO, C. Y. et. al. Use of Soy Protein and Microbial Transglutaminase as a Binder in Low-sodium Restructured Meats. **Journal of Food Science**, v. 67, p. 3502-3506, 2002.

VERHOECKX, et al. Food processing and allergenicity. **Food and Chemical Toxicology**. v. 80, p.223–240, 2015.

VILLANUEVA, N. D. M; PETENATE, A. J.; DA SILVA, M. A. A. P. Performance of the hybrid hedonic scale as compared to the traditional hedonic, self-adjusting and ranking scales. **Food Quality and Preference**, v. 16, n. 8, p. 691-703, 2005.

VILELA, E. S. D.; SGARBIERI, V. C.; ALVIM, I. D. Determinação do valor proteico de células integras, autolisado total e extrato de levedura (*Saccharomyces* sp). **Revista de Nutrição**, v. 13, n. 3, p. 185-192, 2000.

WANG, M., HETTIARACHCHY, N. S. QI, M., BURKS, W. SIEBENMORGEN, T. Preparation and functional properties of rice bran protein isolate. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 47, p. 411-416, 1999.

WANG, S. H.; FERNANDES, S. M.; CABRAL, L. C. Solubilidade de nitrogênio, dispersibilidade de proteína e propriedades emulsificantes dos extratos hidrossolúveis

desidratados de arroz e soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, Campinas, 2000.

WEISS et al. Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products. **Meat Science** v. 86, p. 196–213, 2010.

WOLF, K. L. **Propriedades físico-químicas e mecânicas de biofilmes elaborados a partir de fibra e pó de colágeno**. Dissertação (mestrado em engenharia e ciências de alimentos), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto – SP, 2007.

YAMADA, E. A. et al. Composição centesimal e valo proteico de levedura residual da fermentação etanólica e de seus derivados. **Revista de Nutrição de Campinas**. v. 16, Dez, 2003.

YAMADA, E. A. et al. Utilização de extrato de levedura (*Saccharomyces* sp.) de destilaria de álcool em salsicha. **Journal Food Technologic**, Campinas, Brazil, v. 13, n. 3, p. 197-204, jul./set. 2010.

YOUNG, L. L.; LYON, B. G. Effect of sodium tripolyphosphate in the presence and absence of calcium chloride and sodium chloride on water retention properties and shear resistance of chicken breast meat. **Poultry Science**. v. 65, p. 898-902, 1986.

ZHANG, H.-J., ZHANG, H., WANG, L. AND GUO, X.-N. Preparation and functional properties of rice bran proteins from heat-stabilized defatted rice bran. **Food Research International**, v. 47, p. 359–363, 2012.