

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

GABRIELA RACKI

**DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ANÁLOGO DE CARNE
BASEADO EM PROTEÍNAS VEGETAIS**

MEDINAEIRA

2022

GABRIELA RACKI

**DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ANÁLOGO DE CARNE BASEADO
EM PROTEÍNAS VEGETAIS**

Development of a vegetable protein-based meat analogue product

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito parcial para a conclusão do curso de Engenharia de Alimentos, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Câmpus Medianeira.
Orientadora: Profa. Dra. Cristiane Canan

MEDIANEIRA

2022



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

GABRIELA RACKI

**DESENVOLVIMENTO DE UM PRODUTO ANÁLOGO DE CARNE BASEADO EM
PROTEÍNAS VEGETAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 21/novembro/2022

Cristiane Canan - Orientadora
Doutora em Ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Daiane Cristina Lenhard - Banca
Doutora em Engenharia Química
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Nádia Cristiane Steinmacher - Banca
Doutora em Ciência de Alimentos
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

MEDIANEIRA

2022

RESUMO

Com a crescente preocupação com a qualidade de alimentos que visam a saúde, o bem estar animal e uma diversificação na dieta de alimentos proteicos, o mercado de produtos veganos e vegetarianos está ganhando cada vez mais espaço no dia a dia das pessoas. Este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de uma salsicha análoga à carne que se assemelhasse ao produto original. Para isso, foi realizada a substituição total da matéria-prima cárnea pela de origem vegetal, sendo utilizados: farinha de grão de bico, farinha texturizada de soja, farinha proteica de farelo de soja, farinha de arroz, farinha de aveia, psyllium e amido modificado. Foram elaboradas 2 formulações de produtos usando ingredientes selecionados que apresentaram melhores resultados de Capacidade de Absorção de Água (CAA), Capacidade de Absorção de Óleo (CAO), Capacidade de Formação de Emulsão (CFE) e Estabilidade de Emulsão (EE). Os *mixes* escolhidos foram compostos por 37,8% e 34,88% de farinhas, sendo respectivamente o *mix* 1 composto por: farinha de arroz (6,72%), farinha de grão de bico (8,40%), farinha de aveia (1,68%), proteína de soja concentrada (2,52%), proteína de soja texturizada (8,40%) e amido modificado (10,08%) e o *mix* 2 composto por: farinha de arroz (4,71%), farinha de grão de bico (7,55%), proteína de soja concentrada (1,88%), proteína de soja texturizada (9,43%), psyllium (1,88%) e amido modificado (9,43%). As salsichas elaboradas foram caracterizadas quanto suas propriedades físico-químicas, pH e cor. Uma vez que não há limite estabelecido conforme o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para o produto desenvolvido, as amostras foram comparadas entre si. Para a formulação 1, o resultado para cinzas e proteínas foram respectivamente 2,16% e 15,57% para lipídios 23,24% e umidade e carboidrato 55,54% e 3,49%. Para a formulação 2, 2,34% e 17,17% para cinzas e proteínas, lipídios 22,50%, umidade 50,63% e carboidrato 7,36%. Foi possível elaborar um mix com ingredientes não cárneos capaz de substituir a matéria prima cárnea das salsichas tradicionais para a elaboração de uma salsicha vegana.

Palavras-chave: proteína de soja; embutidos (alimentos); veganismo.

ABSTRACT

With the growing concern with the quality of foods aimed at health, animal welfare, and diversification in the diet of protein foods, the market for vegan and vegetarian products is gaining more and more space in people's daily lives. This study aimed to develop a meat-like sausage that looks like the original product. For this, the total substitution of the meat raw material for the vegetable origin was carried out, using: chickpea flour, textured soy flour, soy bran protein flour, rice flour, oat flour, psyllium, and starch-modified. Two product formulations were elaborated using selected ingredients that presented better results of Water Absorption Capacity (WAC), Oil Absorption Capacity (OAC), Emulsion Formation Capacity (CFE), and Emulsion Stability (EE). The chosen mixes were composed of 37.8% and 34.88% of flours, being respectively the mix 1 composed of: rice flour (6.72%), chickpea flour (8.40%), oat (1.68%), concentrated soy protein (2.52%), textured soy protein (8.40%) and modified starch (10.08%) and mix 2 composed of: rice flour (4.71%), chickpea flour (7.55%), concentrated soy protein (1.88%), textured soy protein (9.43%), psyllium (1.88%) and modified starch (9.43%). The sausages prepared were characterized in terms of their physicochemical properties, pH, and colour. Since there is no limit established according to the Identity and Quality Technical Regulation for the developed product, the samples were compared with each other. For formulation 1, the result for ash and proteins were respectively 2.16% and 15.57% for lipids 23.24% and moisture and carbohydrate 55.54%, and 3.49%. For formulation 2, 2.34% and 17.17% for ash and proteins, lipids 22.50%, moisture 50.63%, and carbohydrates 7.36%. It was possible to elaborate a mix with non-meat ingredients capable of replacing the meat raw material of traditional sausages for the elaboration of a vegan sausage.

Keywords: soy protein; sausages (food); veganism.

LISTA DE ABREVIATURAS

| | |
|--------|---|
| ANVISA | Agência Nacional de Vigilância Sanitária |
| ANOVA | Análise de Variância |
| AOAC | Associação Oficial de Químicos Analíticos |
| CFE | Capacidade de Formação de Emulsão |
| EE | Estabilidade de Emulsão |
| IAA | Índice de Absorção de Água |
| IAO | Índice de Absorção de Óleo |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1 – Formulações para elaboração de salsicha a base de ingredientes vegetais..... | 24 |
| Tabela 2 – Composição centesimal das amostras de salsicha elaborada..... | 29 |
| Tabela 3 – valores de pH das amostras de salsichas elaboradas..... | 31 |
| Tabela 4 – Análise colorimétrica de amostras de salsichas elaboradas..... | 32 |

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) de farinhas..... | 26 |
| Figura 2 – Capacidade e estabilidade de formação de emulsão..... | 27 |
| Figura 3 – Salsichas análogas à carne antes do cozimento (a1 – <i>mix</i> 1) e (a2 – <i>mix</i> 2) e após o cozimento (b1 – <i>mix</i> 1) e (b2 – <i>mix</i> 2)..... | 28 |
| Figura 4 –Tabela nutricional de salsicha vegana marca A | 30 |
| Figura 5 –Tabela nutricional de salsicha vegana marca B..... | 31 |

SUMÁRIO

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 | Objetivo geral | 12 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 12 |
| 3 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 3.1 | Embutidos cárneos | 13 |
| 3.2 | Alimentos análogos a carne | 14 |
| 3.3 | Ingredientes com potencial para substituição da matéria- prima cárnea | 15 |
| 3.3.1 | Proteína concentrada de soja..... | 17 |
| 3.3.2 | Proteína de soja texturizada..... | 18 |
| 3.3.3 | Proteína do Grão-de-bico | 18 |
| 3.3.4 | Farinha de arroz | 19 |
| 3.3.5 | Farinha de aveia..... | 19 |
| 3.3.6 | Psyllium..... | 19 |
| 3.3.7 | Amido modificado..... | 20 |
| 4 | MATERIAIS E MÉTODOS | 21 |
| 4.1 | Materias-primas e ingredientes | 21 |
| 4.2 | Caracterização dos ingredientes | 21 |
| 4.2.1 | Capacidade de Absorção de Água e Óleo..... | 21 |
| 4.2.2 | Capacidade de Formação e Estabilidade de Emulsão | 23 |
| 4.3 | Elaboração da salsicha a base de vegetais | 23 |
| 4.4 | Caracterização das salsichas a base de vegetais | 24 |
| 4.4.1 | Composição Centesimal da Salsicha a Base de Vegetais..... | 24 |
| 4.4.2 | Potencial Hidrogeniônico..... | 24 |
| 4.4.3 | Medida Instrumental de Cor | 24 |
| 4.4.4 | Análise Estatística | 25 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 26 |
| 5.1 | Caracterização dos ingredientes | 26 |
| 5.1.1 | Capacidade de absorção de água e óleo | 26 |
| 5.1.2 | Capacidade de Formação e Estabilidade de Emulsão | 27 |
| 5.2 | Caracterização das salsichas veganas elaborados com ingredientes classificados como não cárneos | 28 |
| 5.2.1 | Caracterização centesimal do embutido cárneo vegano | 29 |
| 5.2.2 | Potencial Hidrogeniônico..... | 30 |
| 5.2.3 | Análise Colorimétrica dos Embutidos Cárneos Elaborados..... | 31 |
| 6 | CONCLUSÃO | 33 |
| | REFERÊNCIAS | 34 |

1 INTRODUÇÃO

Um número crescente de consumidores está colocando alimentos do reino vegetal no centro de sua dieta, optando por não comer alimentos de origem animal ou reduzi-los tanto que possível. Quando investigados os principais motivos para a adoção do estilo de vida vegano e, principalmente, da alimentação vegetariana, foram obtidos os seguintes resultados: 17% por motivos de saúde; 21% pela sustentabilidade ambiental; 57% pela ética e bem-estar animal (LANTERN, 2021). O mercado global de substitutos de carne estima um aumento US\$ 3,5 bilhões em 2026. O mercado é impulsionado principalmente pela crescente demanda por produtos à base de carne vegetal entre a geração do milênio (MARKETS AND MARKETS, 2020).

O desenvolvimento de produtos vegetais ricos em proteínas com potencial para substituir a carne já é explorado tradicionalmente. As recentes pesquisas e desenvolvimentos de análogos de carne se concentram na produção de alimentos sustentáveis que recriam a carne convencional, não apenas no aspecto nutricional, mas também em todas as suas sensações físicas, incluindo textura, aparência, cheiro e sabor (AVEBE, 2020).

Tanto por questões ambientais e de saúde pública, seria benéfico reduzir a quantidade de carne e aumentar a ingestão de alimentos vegetais e algas (PARNIAKOV *et al.*, 2018). Do ponto de vista nutricional, uma vantagem da utilização da soja e cereais é que são fontes benéficas de fibras, as quais estão totalmente ausentes em carnes (POPOVA; MIHAYLOVA, 2019). Alguns estudos apontaram os efeitos benéficos de uma dieta rica em vegetais pois leva a uma diminuição do risco de câncer, doença coronariana e/ou muitas outras doenças não transmissíveis. Para criar estruturas semelhantes à carne, processos como mistura, aquecimento e extrusão (baixa e alta umidade) ainda são os métodos de texturização mais utilizados, sendo que essas tecnologias variam de acordo com a formulação do produto (AVEBE, 2020).

A termoextrusão é considerada a principal técnica de reconstrução para a síntese de fibras semelhantes à carne a partir de proteínas vegetais para a elaboração de produtos análogos à carne. As principais fontes vegetais utilizadas até o momento na elaboração destes produtos são as proteínas de soja e ervilha, glúten e polissacarídeos (SHA, L.; XIONG, Y. L 2020). A proteína de soja tem sido utilizada com sucesso na preparação de análogos a carne, devido a excelente propriedade de

gelificação e potencial para formar estruturas fibrosas (ZHANG *et al.*, 2021). Segundo Arora (2020), nutricionalmente, a proteína de soja pode fornecer nove aminoácidos e exibe uma variedade de funções nutricionais, incluindo a capacidade de reduzir os níveis de colesterol e o risco de doenças cardiovasculares.

De forma geral, um análogo de carne contém água (50% à 80%), proteínas vegetais texturizadas (10% à 25%), proteínas não texturizadas (4% à 20%), aromatizantes (3% à 10%), gordura (0% à 15%), agentes de *binging* (ligantes) (1% à 5%) e corantes (0% à 0,5%). A combinação de ingredientes produz análogos de carne que são aceitos em termos de atributos sensoriais (FABRA; LOPEZ-RUBIO; LAGARON, 2015). A textura, sabor e aparência do produto final são fatores decisivos para a aceitação do consumidor (HOEK *et al.*, 2011)

Desta forma, diante da demanda crescente por alimentos saudáveis, nutritivos e funcionais e da importância da pesquisa para o desenvolvimento de novas, o presente trabalho teve como objetivo a elaboração de uma salsicha análoga de carne, ou seja, livre de componentes animais e feita totalmente com matérias-primas de origem vegetal.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver uma salsicha análoga a carne baseada na utilização de proteínas vegetais.

2.2 Objetivos específicos

- Selecionar fontes de proteínas vegetais, aditivos e demais ingredientes que serão utilizados.
- Avaliar a capacidade de absorção de água (CAA) e capacidade de absorção de óleos (CAO) das matérias-primas.
- Avaliar a capacidade emulsificante (CE) e estabilidade de emulsão (EE) das matérias-primas.
- Definir a formulação de salsicha análoga à carne com base nos resultados obtidos das análises de CE, EE, CAA e CAO.
- Avaliar a cor da salsicha análoga à carne pela medida instrumental de cor.
- Avaliar composição centesimal da salsicha a base de vegetais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Embutidos cárneos

Os embutidos cárneos atendem às expectativas da população em relação aos hábitos alimentares comumente adotados. A praticidade no preparo desses produtos faz com que esta seja sua principal conveniência (TRENTINI; MACEDO, 2019).

Produtos como mortadelas, linguiças, presuntos e salsichas têm se tornado cada vez mais presentes na dieta alimentar da população brasileira. Conforme o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, a aquisição domiciliar per capita anual dos brasileiros apenas para salsicha foi de 0,81 kg (FURLAN *et al.*, 2020).

Segundo o Decreto n.º 10.468, de 18 de agosto de 2020, que altera o Decreto n.º 9.013 de 29 de março de 2017, que regulamenta a Lei n.º 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei n.º 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre o regulamento da inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, disciplina a fiscalização e a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal, instituídas pela Lei n.º 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e pela Lei n.º 7.889, de 23 de novembro de 1989, define embutidos como “produtos cárneos elaborados com carne ou com órgãos comestíveis, curados ou não, condimentados, cozidos ou não, defumados e dessecados ou não, tendo como envoltório a tripa, a bexiga ou outra membrana animal” (BRASIL, 2020).

De acordo com a 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, 2021).

Os embutidos são obtidos a partir do processo de moagem da carne em uma granulometria que varia de grossa a fina, conforme o tipo de produto, condimentado e embutido. No processo de embutimento, a massa cárnea é acondicionada em

envoltórios/tripas, naturais ou artificiais, a fim de proteger os produtos de influências externas, além de lhe dar forma e estabilidade (BRASIL, 2021).

As carnes são os principais ingredientes utilizados na elaboração de embutidos por conferirem as características ao produto. Podem ser de origem bovina, suína, frango, e ainda, os miúdos e vísceras comestíveis (coração, língua, rins, estômagos, pele, tendões, medula e miolos), que ficam limitados a 10% da formulação (Brasil, 2000b). Segundo De Carvvalho *et al.* (2017) também são adicionados produtos não cárneos, como água, tripolifosfatos, sal, gordura (toucinho), proteína vegetal, sais de cura, condimentos, antioxidante e amido, cada um exercendo uma função específica de acordo com sua propriedade.

As principais funcionalidades da proteína em carnes processadas são gelificação e propriedades relacionadas (por exemplo, ligação e adesão de partículas de carne), emulsificação e retenção de água (KARIM; BHAT, 2008).

A emulsão cárnea é considerada uma mistura onde os constituintes da carne são divididos em uma fase descontínua que é a gordura e a fase contínua que é constituída por uma solução aquosa de sais e proteínas. Para obter a emulsão precisa-se da presença de proteína, a qual é o emulsificador ou o estabilizante da emulsão. A proteína forma um filme unindo os dois componentes (ORDÓÑEZ, 2005).

Por exemplo, a textura firme e suculência de uma salsicha são atribuídos a uma rede de sistema de proteínas compostas, tornado possível através da interação proteína-proteína (gelificação), interação proteína-gordura ou encapsulação de gordura (emulsificação) e interação proteína-água (aglutinante de água). Frequentemente, uma ligeira variação na composição do ingrediente do produto ou condição de processamento é suficiente para iniciar uma mudança significativa nas características físicas de um produto carneo cozido de desejável a indesejável ou vice-versa (SHA; XIONG, 2020).

3.2 Alimentos análogos à carne

Os análogos da carne são bem-sucedidos por causa de sua imagem saudável (sem colesterol), textura semelhante à da carne, contribuem para o bem estar animal e menor emissão de gases poluentes (ASGAR *et al.*, 2010).

O primeiro hambúrguer sem carne disponível comercialmente foi lançado no Reino Unido em 1982. Nos Estados Unidos, os Gardenburgers foram vendidos pela

primeira vez em lojas de varejo em 1992 e os Boca Burgers no ano seguinte, entretanto as versões do século 21 são bem diferentes de suas antecessoras, que são feitas principalmente de concentrado de proteína de soja e glúten de trigo (JONES, 2016).

O desenvolvimento convencional de análogos de carne consiste em duas etapas principais, que são: a mistura de preparação e a formação de pedaços (MALAV *et al.*, 2015). A mistura é preparada antes da extrusão ou dentro da extrusora, cortando e misturando as proteínas, gordura, sais e outros ingredientes para formar uma matriz de proteínas que encapsula a gordura e componentes insolúveis. Após a mistura dos ingredientes, a mistura é então extrusada à medida que a água é adicionada durante o processamento para obter um teor de umidade final de cerca de 60% (CHIANG *et al.*, 2019).

Posteriormente a adição de água na extrusora, os ingredientes são aquecidos a 150 °C antes de serem forçados por uma matriz de resfriamento. Durante o processo de extrusão, o cisalhamento juntamente com o calor, agem desnaturando as proteínas com objetivo de criar ligações entre as moléculas de proteína adjacentes e criando assim uma estrutura fibrosa semelhante a uma carne (CHEFTEL; KITAGAWA; QUEGUINER, 1992).

Segundo Ryu (2020), estudos apontam que o aumento no conteúdo de proteína resulta em alta força de cisalhamento durante o cozimento por extrusão, o que cria extrusado com textura densa e dura e que a adição de 10% de amido de trigo ou isolado de proteína de soja auxilia na melhora da texturização do extrusado.

3.3 Ingredientes com potencial para substituição da matéria-prima cárnea

Embora a seleção de ingredientes proteicos vegetais seja o ponto de partida para o desenvolvimento do produto, a escolha real é muitas vezes ditada pela disponibilidade de proteína, o rendimento das culturas e o potencial de extração de proteína. A crescente importância das proteínas leguminosas e oleaginosas na fabricação de vários produtos alimentícios funcionais deve-se ao seu alto teor de proteínas. No entanto, o maior obstáculo para a utilização dessas leguminosas e sementes oleaginosas é a presença de antinutrientes, contudo, esses antinutrientes podem ser removidos ou inativados com sucesso pelo emprego de certos métodos de processamento (ASGAR *et al.*, 2010). Os principais antinutrientes encontrados em

alimentos vegetais são fitatos, taninos, lectinas, oxalatos (POPOVA; MIHAYLOVA, 2019). O fitato se liga a sais minerais como o zinco, ferro e cálcio no nosso intestino, impedindo que o corpo aproveite bem estes nutrientes. Taninos quando ingeridos em grandes quantidades, reduzem a digestão de proteínas, carboidratos e minerais e diminui a atividade de enzimas digestivas, já os fitatos que estão presentes em grãos, nozes e sementes, no trato digestório, associam-se às proteínas e minerais que impedem a digestão devido à alteração da solubilidade dos nutrientes. O organismo humano não é capaz de absorver os complexos insolúveis e apenas descarta as substâncias (GUPTA; GANGOLIYA; SINGH, 2015).

Ingredientes benéficos para a saúde naturalmente encontrado em produtos de origem animal, como tocoferóis, gluconato, cloridrato de tiamina, ascorbato de sódio, niacina, cloridrato de piridoxina, riboflavina e cobalamina são geralmente adicionados para replicar a composição da carne cumprindo a dose diária recomendada, juntamente com a adição de vitamina B12 (ANZANI *et al.*, 2020).

De acordo com Oliveira *et al.* (2013), são três categorias de produtos que podem ser utilizadas como substitutos de gordura: proteínas não cárneas (proteína de soja e proteínas do leite), carboidratos bases (carragena, amidos, féculas e fibras) e misturas de ingredientes (junção de vários ingredientes que atuam na redução de gorduras); estes possuem capacidade de formar géis aquosos, conferindo consistência ao produto final.

O alto teor de água não reduz apenas os custos do produto, mas proporciona a suculência desejada, atua como plastificante durante o processamento e auxilia na emulsificação. A adição de proteína para fins nutricionais não garante imediatamente a textura, sensação na boca e aparência desejadas, o que explica por que o uso de proteínas texturizadas é preferido (KYRIAKOPOULOU; DEKKERS; VAN DER GOOT, 2018).

O glúten tem propriedades únicas de formação de filme que resultam em pequenas fibras quando aplicado em análogos de carne (DEKKERS; BOOM; VAN DER GOOT, 2018).

Isolados e concentrados de proteína de soja, glúten de trigo e outros agentes de ligação, como hidrocoloides e amidos, são adicionados para ajustar a capacidade de retenção de água, melhorar a textura e as propriedades de emulsificação dentro do produto, bem como afetam as condições de processamento (HOEK *et al.*, 2011).

Funcionalidades de proteínas, como capacidade de retenção de água e óleo,

solubilidade, emulsificação, formação de espuma, gelificação, propriedades, etc., são essenciais para a formação de estrutura análoga à carne. No entanto, essas funcionalidades dependem do tipo de proteína (composição química, sequência de aminoácidos, estrutura secundária e de ordem superior). Fatores ambientais, como pH, temperatura, força iônica, etc. podem alterar a estrutura da proteína e, portanto, sua funcionalidade (KYRIAKOPOULOU; DEKKERS; VAN DER GOOT, 2018).

3.3.1 Proteína concentrada de soja

A soja (*Glycine max*) é uma planta leguminosa relacionada ao trevo, ervilha e alfafa. A utilização de alimentos à base de soja em todo o mundo varia amplamente (ASGAR *et al.*, 2010). Novos produtos de proteína de soja foram desenvolvidos, como farinha de soja desengordurada, concentrados de proteína de soja e isolados de proteína de soja (ASANO *et al.*, 2004).

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 proteicos 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, 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. A maioria dos produtos análogos à carne foram fabricados usando farinha de soja desengordurada para substituir parcialmente a carne como um material alimentar, mas o sabor da soja retido afeta o sabor do produto (RYU, 2020).

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 (CHEFTEL; KITAGAWA; QUEGUINER, 1992).

Ingredientes de soja são os mais comumente usados em análogos de carne por causa de suas propriedades funcionais características, como capacidade de retenção de água, gelificação, absorção de gordura e emulsão (KYRIAKOPOULOU; DEKKERS; VAN DER GOOT, 2018) .

3.3.2 Proteína de soja texturizada

Produtos extrudados em pedaços com estrutura porosa semelhante à carne foram feitos pela primeira vez durante o início 1960, e o produto era normalmente vendido seco como proteína vegetal texturizada (TVP).

A proteína texturizada de soja tem sido utilizada em produtos cárneos com o objetivo de aumentar a capacidade de retenção de água e teor de proteína, melhorar as características sensoriais como textura (DE CARVALHO *et al.*, 2017).

Segundo Ryu (2020) as características das proteínas vegetais texturizadas não dependem apenas das características das matérias-primas, mas também dos parâmetros do processo de cozimento por extrusão, como teor de umidade, temperatura da matriz e velocidade da rosca quando as mesmas matérias-primas são utilizadas.

3.3.3 Proteína do grão-de-bico

O grão-de-bico (*Cicer arietinum*) é fonte de proteínas, carboidratos, minerais, vitaminas e fibras. Diferencia-se das outras leguminosas por sua digestibilidade, baixo teor de substâncias antinutricionais, além de apresentar a melhor disponibilidade de ferro e ser boa fonte de minerais (P, Mg, Fe, K, Co, Mn)(FERREIRA *et al.*, 2006).

O alto teor de lisina torna o grão de bico um excelente potenciador de proteína de qualidade quando combinado com proteínas de grãos de cereais, que são de baixo valor em lisina, mas ricos em aminoácidos sulfurados (MOHAMMED; AHMED; SENGE, 2012).

3.3.4 Farinha de 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 e hipocolesterolêmicos (WANG *et al.*, 1999).

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).

3.3.5 Farinha de aveia

A aveia (*Avena sativa L.*) destaca-se entre os cereais por fornecer aporte energético e nutricional equilibrado, conter em sua composição química aminoácidos, ácidos graxos, vitaminas e sais minerais indispensáveis ao organismo humano e, principalmente, pela composição de fibras alimentares (GUTKOSKI *et al.*, 2009)

Segundo Mont *et al.* (2002), nos produtos cárneos com teor de gordura reduzido, ingredientes têm sido utilizados para manter os atributos de qualidade e rendimento. A farinha de aveia tem sido usada como componente útil para melhorar as características de suculência e maciez em produtos com baixo nível de gordura.

As vantagens de se usar farinhas de aveia em produtos cárneos têm sido justificadas pela sua habilidade de reter água nesses alimentos, inclusive durante o cozimento, por dar a sensação bucal similar à da gordura, pela ausência de sabor de cereais e porque contribui com fibra alimentar nos produtos cárneos (SEABRA *et al.*, 2002).

3.3.6 Psyllium

O psyllium é comumente conhecido como Ispaghula/Isabgol e é derivado da semente da planta *Plantago ovata* (THAKUR; THAKUR, 2014).

Entre os polissacarídeos recentemente utilizados na área de hidrogéis, o psyllium é um dos polissacarídeos mais promissores. As propriedades intrínsecas do

psyllium, como biodegradabilidade, fácil disponibilidade, digestibilidade etc., possibilitou seu uso em vários campos (GUPTA; GANGOLIYA; SINGH, 2015).

Os materiais à base de psyllium são principalmente solúveis em água e podem ser usados como espessante, auxiliares de suspensão, estabilizantes, aglutinantes, emulsificantes, aditivos em alimentos, (THAKUR; THAKUR, 2014).

3.3.7 Amido modificado

Amidos nativos e modificados têm grande importância na indústria de alimentos, sendo empregados principalmente como espessantes e/ou estabilizantes. A produção de amidos modificados é uma alternativa que vem sendo desenvolvida há algum tempo com o objetivo de superar uma ou mais limitações dos amidos nativos, e assim, aumentar a utilidade deste polímero nas aplicações industriais (RAMOS, 2006).

As fontes mais comuns de amido são cereais e raízes, como o arroz, milho, trigo, batata e mandioca. Este carboidrato, composto de amilose e amilopectina, representa em média 70% a 80% das calorias ingeridas na dieta humana. O amido é insolúvel em água fria e apresenta baixo custo, grande disponibilidade e facilidade de armazenamento e manipulação (MALAV *et al.*, 2015).

A modificação do amido permite a obtenção de produtos de grande importância para aplicação industrial. Em geral, mas principalmente na indústria alimentícia, o amido é utilizado para alterar ou controlar diversas características, como textura, aparência, umidade, consistência e estabilidade no shelf life, além de melhorias no processo produtivo. As diferentes modificações feitas permitem que seja usado para ligar ou desintegrar; expandir ou adensar; clarear ou tornar opaco; reter umidade ou inibi-la; produzir textura curta ou fibrosa; textura lisa ou rugosa; coberturas leves ou crocantes. Também pode servir tanto para estabilizar emulsões quanto para formar filmes resistentes ao óleo (RAMOS, 2006).

4 MATRIAS E MÉTODOS

4.1 Matérias-primas e ingredientes

Para a realização da escolha dos novos ingredientes que foram testados na produção de salsichas a base de ingredientes vegetais, foi realizada pesquisa bibliográfica em artigos vinculados a área de estudo. A partir das informações obtidas foram definidos ingredientes com potencial de aplicação na salsicha a ser elaborada, substituindo a matéria-prima cárnea por proteínas vegetais.

Os ingredientes vegetais definidos com potencial aplicação neste tipo de produto foram: farelo de proteína concentrada de soja, proteína texturizada de soja, farinha de psyllium, farinha de aveia, farinha de arroz e farinha de grão de bico de diferentes marcas comerciais adquiridos no comércio da cidade de Foz do Iguaçu todos na forma de farinha, juntamente com as especiarias utilizadas. Apenas o amido modificado é que foi doado por uma empresa produtora deste ingrediente.

Os reagentes utilizados nas análises para caracterização do produto foram de grau analítico e de diferentes marcas disponíveis nos laboratórios da UTFPR, Campus Medianeira.

4.2 Caracterização dos ingredientes

As farinhas utilizadas foram submetidas às análises de Capacidade de Absorção de Água (CAA), Capacidade de Absorção de Óleo (CAO), Capacidade de Formação de Emulsão (CFE) e Estabilidade de Emulsão (EE), conforme descritas a seguir.

4.2.1 Capacidade de absorção de água e óleo

Para determinação da CAA e CAO foram pesados 1 g de amostra em tubo Falcon, em triplicata. Adicionou-se 5 mL de água para CAA e 5 mL de óleo de milho para CAO. Posteriormente, realizou-se a agitação em agitador por 1 min seguido de repouso por 30 min. As amostras foram centrifugadas em centrífuga refrigerada (Cientec, CT 5000-R, Brasil) a 25 °C, 3800 rpm e 15 min. Em seguida, descartou-se

a água ou óleo sobrenadantes, e o resíduo foi pesado em balança analítica para a realização do cálculo de absorção de água ou óleo, expressos em porcentagem (Equação 1 e 2).

$$\text{IAA (\%)} = \frac{\text{Massa da final (g)} - \text{Massa do tubo vazio (g)} - \text{Massa da amostra (g)} \times 100}{\text{Massa da amostra (g)}} \quad (1)$$

$$\text{IAO (\%)} = \frac{\text{Massa da final (g)} - \text{Massa do tubo vazio (g)} - \text{Massa da amostra (g)} \times 100}{\text{Massa da amostra (g)}} \quad (2)$$

4.2.2 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 2,0 g de amostra e adicionou-se 5 mL de solução tampão fosfato de sódio 0,01 mol L⁻¹, com o respectivo ajuste do pH em 7,0. A suspensão foi agitada em agitador (Fisatom, 713 D, Brasil) por 5 min. O processo de emulsificação ocorreu 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 4000 rpm por 5min a 25 °C. O volume da camada emulsionada após a centrifugação foi utilizado para a determinação da porcentagem de CFE (Equação 3).

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

Para determinar a estabilidade da emulsão - EE, posteriormente a verificação do ponto de emulsificação, a amostra foi aquecida a 80 °C conforme descrito por Acton e Saffle (1970), em banho-maria por 30 min. Em seguida, o volume total da emulsão foi colocado em tubo tipo Falcon graduado e centrifugado a 4000 rpm a 25 °C por 5 min. O volume da camada emulsionada centrifugada foi utilizado para a determinação da porcentagem de EE (Equação 4).

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

4.3 Elaboração da salsicha a base de vegetais

As formulações foram elaboradas com os ingredientes que apresentaram as melhores propriedades funcionais, ou seja, a partir dos resultados obtidos da caracterização dos ingredientes vegetais. Foram selecionadas 6 farinhas - farinha de arroz, farinha de grão de bico, farinha de aveia, farelo de proteína de soja concentrada, proteína de soja texturizada e psyllium - e amido modificado, que apresentaram os melhores resultados para as análises: CAA, CAO, CFE e EE.

Inicialmente, com base nos resultados obtidos na caracterização dos ingredientes optou-se por realizar a elaboração de 6 *mixes* diferentes com variações nas quantidades de farinhas com o objetivo de testar as formulações.

A partir dos resultados obtidos, elaboraram-se mais 20 novos *mixes* com diferentes porcentagens de ingredientes totalizando 26 formulações, de modo sempre a realizar análise visual de aparência e de sensorial das mesmas, esta última realizada apenas pelos membros envolvidos no projeto (3 pessoas). Ao final, 2 formulações foram escolhidas de acordo com a aparência, textura e melhores sabores e aromas, as quais estão apresentadas na Tabela 1. Optou-se por não apresentar as demais formulações porque não apresentaram resultados adequados que permitissem a continuação do estudo.

Após mistura/ emulsificação manual das matérias primas e aditivos, as massas foram embutidas em envoltórios próprios a base de celulose também realizado manualmente. Foram cozidas em água à aproximadamente 95 °C até atingir temperatura interna entre 75 °C à 80 °C. Ao término do cozimento receberam choque térmico com água a temperatura de aproximadamente 15 °C, e foram levadas à câmara fria para resfriamento. Posteriormente, foram descascadas e mantidas refrigeradas. As salsichas não foram tingidas.

Tabela 1 – Formulações para elaboração de salsicha a base de ingredientes vegetais

| Materia-prima e ingredientes | F1 (%)* | F2 (%)** |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|
| Mix de farinhas | 37,8 | 34,88 |
| Óleo vegetal | 16,81 | 14,15 |
| Água | 42,03 | 47,19 |
| Alho em pó | 0,12 | 0,14 |
| Condimento <i>Dry-rub</i> | 1,26 | 1,41 |
| Coloral | 0,67 | 0,75 |
| Cloreto de sódio | 1,26 | 1,41 |
| Total | 100 | 100 |

* *Mix* de farinhas composto por: farinha de arroz (6,72%), farinha de grão de bico (8,40%), farinha de aveia (1,68%), farelo de proteína de soja concentrada (2,52%), proteína de soja texturizada (8,40%) e amido modificado (10,08%). ** *Mix* de farinhas composto por: farinha de arroz (4,71%), farinha de grão de bico (7,55%), farelo de proteína de soja concentrada (1,88%), proteína de soja texturizada (9,43%), psyllium (1,88%) e amido modificado (9,43%).

Fonte: Autoria própria (2022)

4.4 Caracterização das salsichas a base de vegetais

4.4.1 Composição centesimal da salsicha a base de vegetais

As análises de determinação do teor de umidade, cinzas e proteína bruta das salsichas a base de vegetais foram realizadas conforme os procedimentos e normas da AOAC (2005). A análise de carboidratos foi realizada por diferença.

4.4.2 Potencial hidrogeniônico

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

4.4.3 Medida instrumental de cor

A medida instrumental de cor foi realizada na superfície e na parte interna dos produtos totalizando dez 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.

4.4.4 Análise estatística

Todos os resultados foram avaliados por Análise de Variância (ANOVA), sendo processados utilizando o programa Excel. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão da média e considerados significativos quando $p < 0,05$

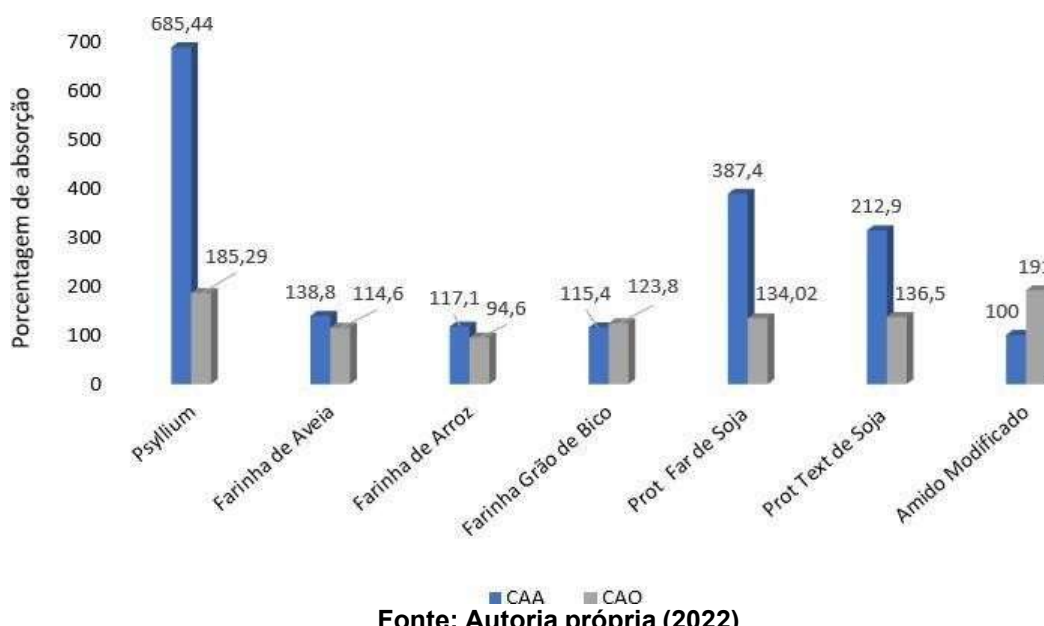
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização dos ingredientes

5.1.1 Capacidade de absorção de água e óleo

Na Figura 1 estão apresentados os resultados para a capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) realizadas nas farinhas utilizadas.

Figura 1 – Capacidade de absorção de água (CAA) e óleo (CAO) de farinhas



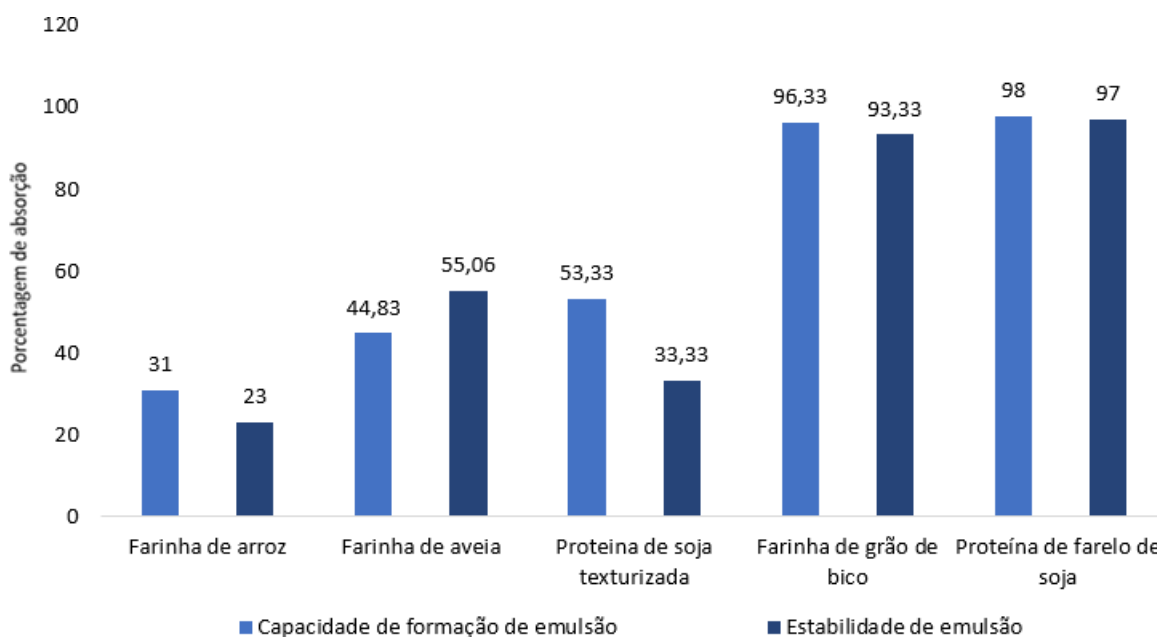
Fonte: Autoria própria (2022)

O psyllium apresentou o maior valor de CAA sendo ele de 685,44%, o qual diferiu significativamente ($p < 0,05$) dos demais, seguido pela proteína de farelo de soja que apresentou um percentual de 387,4% de CAA e CAO de 134% bem próximo da proteína texturizada de soja com 136% de CAO e 212% de CAA, seguido pelo amido modificado com CAA 100% e CAO 191%. Para a farinha de arroz o percentual de CAA e CAO foi respectivamente de 117% e 94%, já a farinha de aveia teve a capacidade de absorção de água e óleo mais altas que a farinha de arroz, sendo elas CAA de 138% e CAO de 114%. A farinha de grão de bico obteve 115% de CAA e 11% de CAO.

5.1.2 Capacidade de formação e estabilidade de emulsão

A média dos resultados está expressa em porcentagem, como representado na Figura 2.

Figura 2 - Capacidade e estabilidade de formação de emulsão



Fonte: Autoria própria (2022)

A capacidade de formação de emulsão e estabilidade da emulsão são geralmente usados para investigar as propriedades emulsificantes de proteínas em sistemas de emulsão de alimentos. A capacidade emulsificante das proteínas está relacionada à sua capacidade de diminuir a tensão na interface de água e óleo (WANG; ZAYAS 1998).

A proteína de farelo de soja obteve um valor de capacidade de formação de emulsão e de estabilidade de emulsão elevados com valores respectivamente de 98 e 97%. Segundo Wang e Zayas (1992) a capacidade de formação de emulsão da proteína de farelo de soja varia de acordo com seu pH, sendo que quanto mais elevado for o mesmo maior será o valor da capacidade de formação de emulsão, no estudo realizado pelos autores o valores ficaram em 117,6 e 158,6%. A farinha de grão de bico também obteve resultados altos, tendo sua capacidade de formação de emulsão em 96,33% e a estabilidade de emulsão em 93,33%.

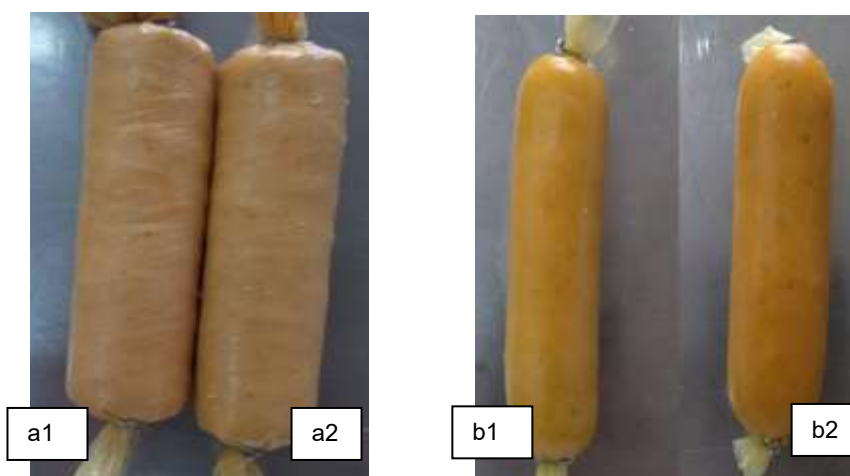
A farinha de arroz teve o menor resultado para a capacidade de formação de emulsão (31%) seguida pela farinha de aveia que obteve o valor de 44,83%, e suas estabilidades de emulsão ficaram respectivamente em 23% e 55,06%.

Das farinhas analisadas, a proteína texturizada de soja teve um dos valores mais baixos de estabilidade de emulsão com 33% e 53% de capacidade de formação de emulsão. Analisando-se os resultados obtidos, pode-se verificar na validação que todas farinhas analisadas apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). O psyllium também foi analisado, porém apresentou textura gelificante e não foi possível obter resultados. Segundo Wang e Zayas (1992) o efeito estabilizador das proteínas em emulsões é devido a barreira protetora em torno de gotículas de gordura que impede sua coalescência.

5.2 Caracterização das salsichas análogas a carne elaboradas com ingredientes classificados como não cárneos

A Figura 3 apresenta a salsicha vegana antes e após o cozimento, sendo: A elaboradas com *Mix 1* (F1) antes e após o cozimento, respectivamente; e B elaboradas com o *Mix 2* (F2), sendo antes e após o cozimento, respectivamente. Observa-se que ambas as formulações apresentaram aspecto característico das salsichas comerciais.

Figura 3 – Salsichas análogas à carne antes do cozimento (a1 – *mix 1*) e (a2 – *mix 2*) e após o cozimento (b1 – *mix 1*) e (b2 – *mix 2*)



Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.1 Caracterização centesimal e determinação do valor calórico

As análises físico-químicas foram realizadas com o intuito de verificar e caracterizar as propriedades deste alimento, uma vez que não há nada estabelecido por legislação para o mesmo, estas foram obtidas em triplicata e os resultados expressos pela média \pm desvio padrão são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição centesimal das amostras de salsicha

| Amostras | Cinzas (%) | Proteínas (%) | Lipídios (%) | Umidade (%) | Carboidrato (%) |
|----------|-----------------|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| F1* | 2,16 \pm 0,10 | 15,57 \pm 0,88 | 23,24 \pm 0,03 | 55,54 \pm 0,04 | 3,49 |
| F2** | 2,34 \pm 0,27 | 17,17 \pm 0,89 | 22,50 \pm 0,01 | 50,63 \pm 0,01 | 7,36 |

Resultados expressos como média \pm Desvio Padrão. *F1 elaborada com o mix 1: farinha de arroz (6,72%), farinha de grão de bico (8,40%), farinha de aveia (1,68%), farelo de proteína de soja concentrada (2,52%), proteína de soja texturizada (8,40%) e amido modificado (10,08%). **F2 elaborada com o mix 2: farinha de arroz (4,71%), farinha de grão de bico (7,55%), farelo de proteína de soja concentrada (1,88%), proteína de soja texturizada (9,43%), psyllium (1,88%) e amido modificado (9,43%). Médias \pm Desvios padrões para cada análise indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Aatoria própria (2022)

Para a caracterização físico-química da salsicha, todas as amostras elaboradas apresentaram valores relativamente próximos. Para o teor de umidade e proteínas as amostras diferiram significativamente entre si ($p < 0,05$).

Para a umidade, houve uma média maior para F1 com relação a F2. Com relação aos lipídios F1 apresentou teor superior que F2, sendo respectivamente 23,24% para F1 e 22,50% para F2, o que contribuiu para a melhora da textura. Para proteínas, a F1 apresentou teor de 15,57% e F2, 17,17%. Para o teor de cinzas, F1 apresentou teor de 2,16% e F2, 2,34%.

Segundo Tremlova *et al.* (2022), em um estudo realizado em salsichas veganas feitas com farinha de uva, as mesmas apresentaram teor de proteínas em torno de 12,54 – 15,57% variando de acordo com a variação de adição de farinha de uva, e o teor de lipídios em 11,56 – 15,73%. Outro estudo realizado utilizando florete de bananeira (*Musa paradisiaca*) e jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) como substituto de carne em salsichas veganas, feito por Priya *et al.* (2022), apresentou os seguintes resultados: proteínas entre 13,17 – 19,10%, lipídios 2,86 – 3,57% e umidade variando de 43,75 – 57,52%, sendo que os resultados variaram de acordo com a porcentagem

de farinha utilizada na elaboração dos produtos.

Calculando-se a quantidade de kcal em 100 gramas das salsichas análogas a carne elaboradas neste estudo, tem-se que F1 apresentou 285,4 kcal e F2, 300,62 kcal. Comparando os valores calóricos das formulações elaboradas com outras 2 marcas de salsichas análogas a carne comerciais (Figuras 4 e 5), pode-se afirmar que as salsichas elaboradas apresentaram valor calórico superior as encontradas no comércio. Na figura 4, observa-se que a marca A apresenta 164 kcal por 100 g e a segunda (Figura 5) da marca B, 150 kcal a cada 100 g.

Figura 4 – Tabela nutricional de salsicha vegana marca A

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | |
|---------------------------|------------------|--------|
| Porção de 50g (1 unidade) | | |
| Quantidade por porção | | %VD(*) |
| Valor Energético | 82 kcal = 341 kJ | 4% |
| Gorduras totais | 5,1g | 9% |
| Gordura saturada | 0,8g | 3% |
| Gorduras Trans | 0g | 0% |
| Colesterol | 0g | 0% |
| Sódio | 488mg | 24,4% |
| Carboidrato total | 3,2g | 1% |
| Fibra Alimentar | 0,7g | 3% |
| Açúcares totais | 0g | 0% |
| Proteína | 6,0g | 8% |

Fonte: Empório natural foods (2022)

Figura 5 - Tabela nutricional de salsicha vegana marca B

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | |
|----------------------------------|-----------------------|--------|
| Porção de 40g - aprox. 1 unidade | | |
| | Quantidade por porção | %VD(*) |
| Valor Energético | 60kcal = 252kJ | 3 |
| Carboidratos | 1,4g | 0 |
| Proteínas | 7,6g | 10 |
| Gorduras Totais | 2,7g | 5 |
| Gorduras Saturadas | 0,4g | 2 |
| Gorduras Trans | 0g | ** |
| Fibra Alimentar | 1,6g | 6 |
| Sódio | 244mg | 10 |

Fonte: Viver bem saudável (2022)

5.2.2 Potencial hidrogeniônico

Na Tabela 3 constam os valores para a análise do pH para os dois produtos elaborados.

Tabela 3 – Valores de pH das amostras de salsichas análogas à carne

| Amostra | pH |
|---------|-------------|
| F1* | 6,25 ± 0,01 |
| F2** | 6,24 ± 0,01 |

Resultados expressos como média ± Desvio Padrão. *F1 elaborada com o mix 1: farinha de arroz (6,72%), farinha de grão de bico (8,40%), farinha de aveia (1,68%), farelo de proteína de soja concentrada (2,52%), proteína de soja texturizada (8,40%) e amido modificado (10,08%). **F2 elaborada com o mix 2: farinha de arroz (4,71%), farinha de grão de bico (7,55%), farelo de proteína de soja concentrada (1,88%), proteína de soja texturizada (9,43%), psyllium (1,88%) e amido modificado (9,43%). Médias ± Desvios padrões para cada análise indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2022)

O pH interfere diretamente nos parâmetros de qualidade do produto, influenciando na cor, CRA, maciez, entre outras características físicas. As duas amostras não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$). Segundo Conceição; Gonçalves (2009), 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, sendo os das amostras analisadas 6,25 para F1 e 6,24 para F2, não tendo problema de consumo rápido.

5.2.3 Análise colorimétrica

A Tabela 4 apresenta os valores para as análises colorimétricas das salsichas. A análise foi realizada no produto cozido, não sendo apresentados os resultados dos valores obtidos externa ou internamente em separado porque não houve diferença ($p > 0,05$).

Tabela 4 – Análise colorimétrica das salsichas análogas à carne

| Cor | Formulações | Resultados |
|------------|--------------------|-------------------|
| L* | F1* | 59,56±1,18 |
| | F2** | 59,44±2,04 |
| a* | F1* | 7,55±0,64 |
| | F2** | 8,38±0,90 |
| b* | F1* | 37,54±2,35 |
| | F2** | 38,50±1,99 |

Resultados expressos como média \pm Desvio Padrão. *F1 elaborada com o mix 1: farinha de arroz (6,72%), farinha de grão de bico (8,40%), farinha de aveia (1,68%), farelo de proteína de soja concentrada (2,52%), proteína de soja texturizada (8,40%) e amido modificado (10,08%). **F2 elaborada com o mix 2: farinha de arroz (4,71%), farinha de grão de bico (7,55%), farelo de proteína de soja concentrada (1,88%), proteína de soja texturizada (9,43%), psyllium (1,88%) e amido modificado (9,43%). Médias \pm Desvios padrões para cada análise indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2022)

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 elaboradas não apresentaram resultados estatisticamente diferentes ($p > 0,05$).

6 CONCLUSÃO

Foi possível elaborar um *mix* com ingredientes não cárneos capaz de substituir a matéria prima carne das salsichas tradicionais para a elaboração de uma salsicha vegana. As salsichas elaboradas apresentaram aspecto semelhantes as disponíveis no mercado, porém com valores calóricos diferentes.

Se faz necessário em trabalhos futuros a caracterização sensorial a fim de verificar a aceitabilidade e comparação com as comerciais.

REFERÊNCIAS

ACTON, J. C.; SAFFLE, R. L. Preblended and pre-rigor meat insausage emulsions. **Food Technology**. v. 23, p. 367-371, 1970.

ANZANI, C. et al. Optimising the use of proteins from rich meat co-products and non-meat alternatives: Nutritional, technological and allergenicity challenges. **Food Research International**, v. 137, p. 109-575, 2020.

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

ARORA, B. et al. Reactive extrusion: A review of the physicochemical changes in food systems. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v. 64, n. January, p. 102429, 2020.

ASANO, Y. et al. Lamr1 functional retroposon causes right ventricular dysplasia in mice. **Nature Genetics**, v. 36, n. 2, p. 123–130, 2004.

ASGAR, M. A. et al. Nonmeat protein alternatives as meat extenders and meat analogs. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 9, n.5, p. 513–529, 2010.

AVEBE. Vegan meat analogues. p. 9147, 2020. Disponível em: <<https://www.avebe.com/vegan-meat-analogues-2/>>. Acesso em: 23 out, 2022.

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.

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 (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. (MAPA) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Decreto n.º 10.468, de 18 de agosto de 2020. Oficializa e dispõe sobre o **Regulamento da Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal**. Diário Oficial da União da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF, de 18 de Agosto de 2020.

BRASIL. (EMBRAPA) Agência Embrapa de Informação e Tecnologia. Produtos Carneos. BENEVIDES, S. D.; NASSU, R. T. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/ovinos_de_corte/arvore/CONT000g3izohks02wx5ok0tf2hbweqanedo.html>, acessado em: 03 de Novembro de 2021. Acesso em: 23 out, 2022.

CHEFTEL, J. C.; KITAGAWA, M.; QUEGUINER, C. New Protein Texturization Processes by Extrusion Cooking at High Moisture Levels, **Food Reviews International**, v.3, n.8, p. 103-128, 1992.

CHIANG, J. H. et al. Effects of soy protein to wheat gluten ratio on the physicochemical properties of extruded meat analogues. **Food Structure**, v.19, 2019.

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

COMERCIALIZADOS, A. et al. Características físico-químicas de amidos modificados de grau alimentício comercializados no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 188–197, 2006.

DE CARVALHO, G. R. et al. Textured soy protein, collagen and maltodextrin as extenders to improve the physicochemical and sensory properties of beef burger. **Food Science and Technology**, v. 37, p. 10–16, 2017.

DEKKERS, B. L.; BOOM, R. M.; VAN DER GOOT, A. J. Structuring processes for meat analogues. **Trends in Food Science and Technology**, v. 81, n. August, p. 25–36, 2018.

EMPÓRIO NATURAL FOODS. Salsicha vegetal superbom. Disponível em: <https://www.emporionaturalfoods.com.br/produtos/salsicha-vegetal-800g-superbom/>. Acesso em: 23 out, 2022.

FABRA, M. J.; LOPEZ-RUBIO, A.; LAGARON, J. M. Effect of the film-Processing conditions, relative humidity and ageing on wheat gluten films coated with electrospun polyhydricalkanoate. **Food Hydrocolloids**, v. 44, p. 292–299, 2015.

FERREIRA, P. et al. Alterações Químicas E Nutricionais Do Grão-De-Bico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 1, p. 80–88, 2006.

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.

FURLAN, V. J. M. et al. Determinação de nitrato e nitrito em produtos cárneos: adequação à legislação. **Magistra**, v. 31, p. 559–567, 2020.

GUPTA, R. K.; GANGOLIYA, S. S.; SINGH, N. K. Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. **Journal of Food Science**

and Technology, v. 52, n. 2, p. 676–684, 2015.

GUTKOSKI, L. C. et al. Influência dos teores de aveia e de gordura nas características tecnológicas e funcionais de bolos Influence of oat and fat levels in technological and functional characteristics of cakes. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p.254–261, 2009.

HOEK, A. C. et al. Replacement of meat by meat substitutes. A survey on person- and product-related factors in consumer acceptance. **Appetite**, v.56, n.3, p. 662–673, 2011.

JONES, O. G. Recent advances in the functionality of non-animal-sourced proteins contributing to their use in meat analogs. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p.7–13, 2016.

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

KARIM, A. A.; BHAT, R. Gelatin alternatives for the food industry: recent developments, challenges and prospects. **Trends in Food Science and Technology**, v. 19, n. 12, p. 644–656, 2008.

KEEFE, L. M. FakeMeat: How big a deal will animal meat analogs ultimately be. **Animal Frontiers**, v. 32 n. 3, 2018.

PRIYA, R. K.; *et al.* Development of vegan sausage using banana floret (*Musa paradisiaca*) and jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) as a meat substitute: Evaluation of textural, physico-chemical and sensory characteristics. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 46, n. 1, p. 1–9, 2022.

KYRIAKOPOULOU, K., DEKKERS, B. L., & VAN DER GOOT, A. J. (2018). **Plant-based meat analogues**. In: C. Galanakis (Ed.), Sustainable Meat Production and Processing, pp. 103-126.

LANTERN. The Green Revolution 2020. Entendiendo el boom de los ‘vegetarianos’. Disponível em: <https://www.lantern.es/papers/the-green-revolution-entendiendo-el-auge-del-mundo-veggie>. Acesso em: 23/11/2020.

MALAV, O. P. et al. Meat Analog: A Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 55, n. 9, p. 1241–1245, 2015.

MARKETS AND MARKETS. **Meat substitutes market**. Meat substitute market by product (Tofu, Tempeh, Textured Vegetable Protein, Seitan, Quorn and Other Product), Source (Soy Protein, Wheat Protein, Pea Protein and Other Sources), Types (Concentrates, Isolates and Textured), Form (Solid, Liquid) Category (Frozen, Refrigerated and Shelf Table) and Region (North America, Europe, Asia, Pacific, Rest of the World) - Forecast-2027. Disponível em: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/meat-substitutes-market-979.html>. Acesso em: 23/11/2022.

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.

MOHAMMED, I.; AHMED, A. R.; SENGE, B. Dough rheology and bread quality of wheat – chickpea flour blends. **Industrial Crops & Products**, v. 36, n. 1, p. 196–202, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2011.09.006>>.

SEABRA, L. M.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C., M.; *et al.* Fécula de mandioca e farinha de aveia como substitutos de gordura na formulação de hambúrguer de carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 3, p. 245–248, 2002.

OLIVEIRA, D. F. de et al. Alternativas para um produto cárneo mais saudável: umarevisão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 16, n. 3, p. 163–174, 2013.

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.; 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.

PARNIAKOV, O. et al. Impact of the soy protein replacement by legumes and algae based proteins on the quality of chicken rotti. **Journal of Food Science and Technology**, v. 55, n. 7, p. 2552–2559, 2018.

POPOVA, A.; MIHAYLOVA, D. Antinutrients in Plant-based Foods: A Review. **The Open Biotechnology Journal**, v. 13, n. 1, p. 68–76, 2019.

RAMOS, R. Desenvolvimento De Medidor De Vazão De Gás Por Ultra-Som: Modelagem, Protótipo E Testes. 2006.

RYU, Gi-Hyung. **Extrusion cooking of high-moisture meat analogues**. Elsevier Inc., 2020.

SHA, L.; XIONG, Y. L. Plant protein-based alternatives of reconstructed meat: Science, technology, and challenges. **Trends in Food Science and Technology**, v.102, n. February, p. 51–61, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.05.022>>.

THAKUR, V. K.; THAKUR, M. K. Recent Trends in Hydrogels based on Psyllium Polysaccharide: A Review. **Journal of Cleaner Production**, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.06.066>>.

TREMLOVA, B. et al. Vegetarian “Sausages” with the Addition of Grape Flour. **Applied Sciences (Switzerland)**, v. 12, n. 4, p. 1–10, 2022.

TRENTINI, E. M.; MACEDO, R. E. F. de. Uso de nitrato e nitrito de sódio em produto cárneo frescal: uma abordagem científica. **Brazilian Journal of Technology**, v. 2, n.4, p. 1017–1041, 2019.

VIVER BEM SAUDAVEL. Salsicha de grão de bico vegano vegabom.
<https://viverbemsaudavel.com.br/produto/salsicha-de-grao-de-bico-vegano-vegabom-400g/?v=19d3326f3137>. Acesso em: 23 out. 2022.

ZHANG, T. et al. The development history and recent updates on soyprotein- based meat alternatives. **Trends in Food Science and Technology**, v. 109, p. 702 – 710, 2021.

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.