

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE
DO SUL (IFRS) - *CAMPUS* ERECHIM

Cleide Lúcia de Andrade Bertuzzi

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE
CARNE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE LINHAÇA E REDUZIDO EM SÓDIO**

Erechim - RS

2024

Cleide Lúcia de Andrade Bertuzzi

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE HAMBÚRGUER DE
CARNE ENRIQUECIDO COM FARINHA DE LINHAÇA E REDUZIDO EM SÓDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado para obtenção do título de bacharel em Engenharia de Alimentos, pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus* Erechim.

Orientadora: Profa. Dra. Marlice Bonacina

Erechim - RS

2024

AGRADECIMENTOS

Neste momento de conclusão de meu curso, desejo expressar minha gratidão a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Em primeiro lugar, agradeço a Deus, por guiar meus passos e me proporcionar chegar até aqui. As inúmeras orações e pedidos de ajuda foram atendidos, e sou consciente das promessas que ainda terei que cumprir nos próximos anos.

Gratidão a minhas filhas, Laura Aparecida de Andrade Bertuzzi e Valentina Salete de Andrade Bertuzzi, e ao meu esposo, Jones Luís Bertuzzi. Agradeço pela compreensão e pelo apoio incondicional durante os momentos em que minha presença familiar foi limitada. A vocês, que sempre acreditaram em mim e me ofereceram o suporte emocional necessário, minha eterna gratidão. Jones, você foi meu porto seguro, sempre ao meu lado, encorajando-me e compartilhando minhas angústias. Amo vocês com todo o meu coração.

Agradeço também aos meus pais, Gessi e Júlio de Andrade, por sempre me incentivarem e acreditarem em minha capacidade de superar desafios. Sou grata à minha família, incluindo meus irmãos, sobrinhos e amigos, pelo apoio constante e também por entenderem e compreenderem minha ausência nos almoços e jantares.

Um agradecimento especial vai aos meus colegas de curso, que ofereceram incentivo e auxílio ao longo dessa jornada. Em particular, gostaria de agradecer minha amiga do coração e colega Pamela Santa Catarina, que desempenhou um papel crucial nas análises sensoriais e em diversas outras tarefas, fortalecendo minha crença em minhas próprias capacidades me apoiado e incentivado. Agradeço a todos os colegas e amigos que se dispuseram a ir ao Instituto Federal para atuar como avaliadores das análises sensoriais.

Minha profunda gratidão se estende aos professores que contribuíram para minha formação, em especial à minha orientadora, Prof^a Dr^a Marlice Bonacina. Sua orientação e apoio em todas as etapas deste trabalho foram essenciais, tornando esta etapa um pouco mais leve e menos complicada, pois sempre esteve comigo transmitido segurança e conhecimento.

Finalmente, agradeço à minha segunda família, composta pelos amigos e colegas de trabalho que ouviram minhas lamentações e sempre ofereceram apoio e incentivo. A presença e o suporte de cada um de vocês foram fundamentais para me manter firme quando pensei que não tinha mais forças para seguir.

A todos, meu sincero agradecimento.

RESUMO

A busca por praticidade no preparo dos alimentos tem se intensificado, principalmente na população que reside nos grandes centros urbanos. Nesse contexto, os produtos semiprontos, como o hambúrguer, surgem como uma excelente opção. Além de rápidos de preparar, são conhecidos pelas suas características sensoriais positivas e pela presença de nutrientes essenciais como proteínas, lipídios, vitaminas e minerais. Porém, com base em informações científicas, tanto a indústria da carne quanto os consumidores estão cada vez mais conscientes da relação entre sódio e hipertensão. Em muitos países, tem havido um aumento na procura de diferentes produtos à base de carne com baixo teor de sal e gordura. Este estudo objetivou o desenvolvimento de um hambúrguer que combina os benefícios nutricionais da linhaça com a redução de gordura e a diminuição do teor de sódio, através da substituição de cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl). Foram elaboradas quatro formulações de hambúrgueres, as quais variaram as quantidades de gordura suína, farinha de linhaça, cloreto de sódio (NaCl) e cloreto de potássio (KCl): F1 (1,8% de NaCl e 10% de gordura); F2 (1,8% de NaCl e 10% de farinha de linhaça); F3 (1,08% de NaCl, 0,72% de KCl e 10% de gordura); F4 (1,08% de NaCl, 0,72% de KCl e 10% de farinha de linhaça). Após a elaboração dos hambúrgueres, as amostras foram analisadas em relação as características de cocção, ácidos graxos, microbiológicas e sensoriais. Os resultados demonstraram que a farinha de linhaça contribuiu significativamente para a retenção de umidade, resultando em hambúrgueres com menor encolhimento e maior rendimento após o cozimento. Já em relação ao KCl, este não apenas reduziu o teor de sódio, mas também influenciou na textura do produto. A análise microbiológica dos hambúrgueres de carne bovina neste estudo atendeu aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente, com níveis de mesófilos e *Staphylococcus* dentro dos limites aceitáveis e ausência de *Salmonella spp.* em todas as formulações. Além disso, os coliformes fecais, incluindo *Escherichia coli*, estavam presentes em quantidades insignificantes. No que se refere aos ácidos graxos, foi possível observar que as formulações que possuem farinha de linhaça apresentaram maiores concentrações de ácido graxo poli-insaturado pertencente à família ômega-3, indicando ser produtos mais saudáveis. A análise sensorial, mostrou que as formulações testadas apresentaram similaridades em vários atributos sensoriais, com exceção, principalmente, para o gosto salgado, onde as amostras contendo KCl demonstraram uma redução na intensidade percebida deste atributo. Por outro lado, a adição de farinha de linhaça impactou negativamente a aceitação dos hambúrgueres, principalmente devido à percepção de sabores indesejáveis como "ranço" e "pescado". No entanto, o perfil dos consumidores revelou que, apesar de haver um interesse crescente por alimentos mais saudáveis, as características sensoriais continuam a ser o principal fator de escolha e compra de produtos como hambúrgueres.

Palavras-chave: Hambúrguer; Análise sensorial; Farinha de linhaça; Redução de sódio.

ABSTRACT

The search for convenience in food preparation has intensified, especially among people living in large urban centers. In this context, semi-prepared products, such as hamburgers, emerge as an excellent option. In addition to being quick to prepare, they are known for their positive sensory characteristics and the presence of essential nutrients such as proteins, lipids, vitamins, and minerals. However, based on scientific information, both the meat industry and consumers are increasingly aware of the relationship between sodium and hypertension. In many countries, there has been a rise in the demand for different low-sodium and low-fat meat products. This study aimed to develop a hamburger that combines the nutritional benefits of flaxseed with reduced fat and lower sodium content by substituting sodium chloride (NaCl) with potassium chloride (KCl). Four hamburger formulations were created, varying the amounts of pork fat, flaxseed flour, sodium chloride (NaCl), and potassium chloride (KCl): F1 (1.8% NaCl and 10% fat); F2 (1.8% NaCl and 10% flaxseed flour); F3 (1.08% NaCl, 0.72% KCl, and 10% fat); F4 (1.08% NaCl, 0.72% KCl, and 10% flaxseed flour). After the hamburgers were prepared, the samples were analyzed for cooking characteristics, fatty acids, microbiological properties, and sensory attributes. The results showed that flaxseed flour significantly contributed to moisture retention, resulting in hamburgers with less shrinkage and higher yield after cooking. Regarding KCl, it not only reduced sodium content but also influenced the product's texture. The microbiological analysis of the beef hamburgers in this study met the microbiological standards established by current legislation, with mesophilic and Staphylococcus levels within acceptable limits and the absence of Salmonella spp. in all formulations. Additionally, fecal coliforms, including Escherichia coli, were present in insignificant quantities. As for fatty acids, formulations containing flaxseed flour exhibited higher concentrations of polyunsaturated fatty acids from the omega-3 family, indicating that these products are healthier. Sensory analysis showed that the tested formulations had similarities in various sensory attributes, except mainly for salty taste, where samples containing KCl demonstrated a reduction in the perceived intensity of this attribute. On the other hand, the addition of flaxseed flour negatively impacted hamburger acceptance, primarily due to undesirable flavors such as "rancid" and "fishy." However, the consumer profile revealed that despite a growing interest in healthier foods, sensory characteristics remain the primary factor in the choice and purchase of products like hamburgers.

Keywords: Burger; Sensory analysis; Flaxseed flour; Sodium reduction.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Exploração detalhada da planta da linhaça (A), flores (B), cápsulas verdes (C) e sementes (D).	18
Figura 2: Ingredientes pesados para cada formulação.	27
Figura 3: Misturadeira e massa cárnea preparada.	28
Figura 4: Moldagem do hambúrguer.	29
Figura 5: Formulações dos hamburgueres embaladas.	29
Figura 6: Fluxograma do processo de fabricação dos hamburgueres.	30
Figura 7: Colorímetro portátil (Konica Minolta modelo CR 400).	31
Figura 8: Medida feita para a análise de redução percentual.	32
Figura 9: Esquema de extração da gordura para a análise de ácidos graxos.	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição centesimal das sementes de linhaça marrom e dourada.....	19
Tabela 2: Ingredientes variáveis nas formulações dos hambúrgueres.	28
Tabela 3: Resultados da análise de cor dos hambúrgueres.	37
Tabela 4: Rendimento e encolhimento dos hambúrgueres.	39
Tabela 5: Análises microbiológicas realizadas nas formulações de hamburgueres.....	41
Tabela 6: Composição dos ácidos graxos (%) das diferentes formulações de hambúrguer.....	43
Tabela 7: Somas das ordens dos atributos sensoriais das amostras de hambúrguer.....	48
Tabela 8: Média dos resultados obtidos no teste de aceitação sensorial para as diferentes formulações de hambúrguer.....	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	11
2.2 Objetivos Específicos	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	12
3.1 Hambúrguer	12
3.2 Processo de Fabricação do Hambúrguer	14
3.3 Linhaça	17
3.4 Utilização de linhaça para redução de gordura em hambúrguer	20
3.5 Redução do teor de cloreto de sódio (NaCl) utilizando cloreto de potássio (KCl)	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS	27
4.1 Elaboração das diferentes formulações de hambúrgueres	27
4.2 Determinação da cor, rendimento e encolhimento na cocção dos hambúrgueres	30
4.3 Análises Microbiológicas nas amostras de hambúrguer	32
4.4 Determinação dos ácidos graxos nas amostras de hambúrguer	34
4.5 Análise sensorial das diferentes formulações de hambúrguer	35
4.5.1 Análise Descritiva por Ordenação	35
4.5.1.1 <i>Recrutamento e Seleção dos Avaliadores</i>	35
4.5.1.2 <i>Definição da Terminologia Descritiva</i>	36
4.5.1.3 <i>Avaliação final das amostras</i>	36
4.5.2 Aceitação em Escala Hedônica	36
4.6 Análise Estatística	36
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1 Análise de cor, rendimento e encolhimento dos hambúrgueres de carne bovina	37
5.2 Análise microbiológicas dos hambúrgueres de carne bovina	40
5.3 Análise de ácidos graxos dos hambúrgueres de carne bovina	43
5.4 Análise sensorial	46
4.5.1 Análise descritiva por ordenação	46
4.5.1.1 <i>Recrutamento e seleção dos avaliadores</i>	46
4.5.1.2 <i>Definição da terminologia descritiva</i>	46
4.5.1.3 <i>Avaliação final das amostras</i>	46
4.5.2 Aceitação sensorial	50

<i>5.4.2.1 Perfil dos consumidores e aceitação sensorial</i>	50
6 CONCLUSÃO	54
7 REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

A busca por praticidade no preparo dos alimentos tem se intensificado, especialmente para a população que reside nos grandes centros urbanos. Nesse contexto, os produtos semiprontos, como o hambúrguer, surgem como uma excelente opção. Além de rápidos de preparar, eles também são conhecidos pelas suas características sensoriais positivas e pela presença de nutrientes essenciais como proteínas, lipídios, vitaminas e minerais em sua composição (Borella *et al.*, 2019). Porém, com base em informações científicas, tanto a indústria da carne quanto os consumidores estão cada vez mais conscientes da relação entre sódio e hipertensão. E como resultado, em muitos países, tem havido um aumento na procura de diferentes produtos à base de carne com baixo teor de sal. Por isso, as indústrias processadoras de alimentos estão desenvolvendo diversas opções para atender essa demanda. No entanto, o desenvolvimento de produtos cárneos com baixo teor de sal não é uma tarefa simples, pois o cloreto de sódio desempenha um papel fundamental no processamento de produtos cárneos. Além disso, existe um problema específico enfrentado pelos produtos cárneos com baixo teor de sal, pois não apenas a percepção de salinidade diminui, mas também a intensidade do sabor característico quando o sal é reduzido (Ruusunen *et al.*, 2005).

Produtos com baixo teor de sódio, possuem um aumento na perda de água durante o cozimento, aspecto que resulta em uma das principais preocupações dos produtores de derivados cárneos (Ruusunen *et al.*, 2005). Outro fator que pode resultar em diminuição do rendimento e maiores perdas é a substituição inadequada para redução da gordura (Pollonio, 2011).

No entanto, a redução de sódio em produtos cárneos torna-se interessante devido aos benefícios à saúde, como diminuição da pressão arterial e do desenvolvimento da hipertensão (Oliveira *et al.*, 2021). Sousa *et al.* (2020) em seu estudo obtiveram resultados que indicam que a qualidade de cozimento dos hambúrgueres bovinos reduzidos em gordura e cloreto de sódio não foi alterada. Esses produtos tiveram comportamento semelhante ao dos hambúrgueres bovinos convencionais (controle) durante todo o armazenamento congelado. Além disso, a redução do teor de gordura saturada por meio da adição de farinha vegetal e a substituição parcial do sódio pode tornar o hambúrguer uma opção mais saudável (Oliveira, 2014).

Neste contexto, vários estudos têm avaliado a redução de gordura em diferentes produtos cárneos, porém poucos testaram a redução simultânea dos dois constituintes (Sousa *et al.*, 2020). Assim, o objetivo deste estudo foi desenvolver hambúrguer de carne bovina com

redução do teor de sódio e de gorduras saturadas, visando a obtenção de um produto mais saudável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Desenvolver em escala piloto industrial, um hambúrguer de carne bovina, utilizando cloreto de potássio como substituto parcial do cloreto de sódio e farinha de linhaça em substituição total da gordura suína.

2.2 Objetivos Específicos

- Elaboração de diferentes formulações de hambúrgueres;
- Avaliar a cor, rendimento e encolhimento das diferentes amostras dos hambúrgueres;
- Realizar análises microbiológicas nos hambúrgueres desenvolvidos;
- Determinar o perfil de ácidos graxos dos hambúrgueres elaborados;
- Caracterizar sensorialmente e avaliar a aceitação sensorial das diferentes formulações de hambúrgueres.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Hambúrguer

Existem diversas versões sobre a origem do hambúrguer, uma delas, diz que, para conservar e amaciar carnes, as colocavam embaixo da sela de cavalos, e as consumiam cruas. Em homenagem a esse fato, os Alemães batizaram o famoso prato de carne crua, temperada com ovo cru, cebola, vinagre e sal de "*steaktartar*" (carne crua servida em formato de tortinha), que foi frita para adaptar-se ao gosto local quando os imigrantes germânicos originários de Hamburgo chegaram a América (Lopes *et. al.*, 2021).

A cidade do Texas, nos Estados Unidos, é formalmente reconhecida como o berço original do hambúrguer, atribuído a *Fletcher Davis*, o cozinheiro que inventou o sanduíche em 1880. Essa designação foi oficializada através de uma resolução escrita pela deputada *Betty Brow*. O reconhecimento estimulou outras cidades afirmarem ser criadoras do hambúrguer após esse marco. Apesar de sua popularização nos Estados Unidos no final do século XIX, as raízes remotas do hambúrguer remontam também à Inglaterra do século XVIII, onde *Pierre-Jean Grosley* descreveu um sanduíche de carne em seu livro de viagens. A ingestão do hambúrguer, com suas múltiplas camadas de sabores e texturas, contribuiu para seu sucesso. Inicialmente, a carne era usada como recheio de sanduíche, mas a dificuldade em preparar bifes finos levou à adoção do moedor, simplificando a tarefa (Rodrigues Junior *et al.*, 2019; Smith, 2012).

A carne de Hamburgo, originária da Alemanha, também desempenhou um papel significativo na história do hambúrguer. No entanto, a transição do bife de Hamburgo para o sanduíche ocorreu de maneira gradual, impulsionada pela industrialização dos Estados Unidos. A ascensão dos restaurantes de hambúrguer também se deveu à expansão dos subúrbios, à evolução dos modelos de negócios e à popularização do conceito de *fast-food*, com destaque para a história do *McDonald's*, fundado pelos irmãos *Richard* e *Maurice McDonald*. Embora existam várias versões sobre a origem do hambúrguer, hoje esse alimento ultrapassou fronteiras e é mundialmente conhecido e amplamente consumido (Ribeiro, 2022; Smith, 2012).

A introdução do hambúrguer no Brasil ocorreu por meio da expansão das redes de *fast-food* internacional e da influência da globalização alimentar. A primeira loja do *Bob's*, uma das pioneiras no ramo de *fast-food* no Brasil, foi inaugurada em 1952 no Rio de Janeiro, marcando a chegada oficial do hambúrguer ao país. Essa abertura pavimentou o caminho para a disseminação de outras redes internacionais, como *McDonald's* e *Burger King*, que também

tiveram um papel significativo na popularização do hambúrguer bovino no Brasil (Marques, 2023; Ribeiro, 2022).

A carne bovina é um dos alimentos mais consumidos no mundo, como fonte de proteína e outros nutrientes de importância para o homem e devido à grande capacidade da realização de diversas preparações a que pode ser submetida e ao seu sabor inigualável (Verruma-Bernardi, 2001). Com a industrialização da carne, o hambúrguer é uma alternativa para o aproveitamento das carnes menos nobres (Nessler *et al.*, 2019). O hambúrguer é um alimento popular por possuir nutrientes que alimentam e sacia a fome rapidamente, o que combina com o modo de vida que vem se instalando nos centros urbanos. No entanto o consumo excessivo deste tipo de produto pode ser prejudicial à saúde humana, podendo ocasionar no aumento da pressão arterial, excesso de gordura no sangue e obesidade, doenças que são um problema de saúde pública e que têm acometido adultos, idosos e crianças (Oliveira *et al.*, 2013). Neste contexto, é de suma importância estudos que visem produzir estes derivados cárneos com ingredientes mais saudáveis. O ritmo de vida agitado foi um fator que fez aumentar a demanda por produtos cárneos industrializados de fácil preparação, sendo um grande atrativo nas gôndolas de supermercados, atraindo os consumidores a preferir alimentos prontos ou semi-prontos, como: salsicha, salame, mortadela, linguiça e hambúrguer, sendo uma opção crescente nas refeições de muitas famílias no mundo todo (Oliveira *et al.*, 2013; Silva, 2013). No contexto da pandemia e inflação, o brasileiro passou a substituir a carne por proteínas e alimentos mais baratos. O levantamento feito pela consultoria *Kantar*, líder global em dados, mostra saltos expressivos no consumo de hambúrguer (3,1 milhões de novos lares), linguiças (2,7 milhões) e presunto (6,2 milhões) (Alvarenga, 2021).

O Ministério da Saúde pelo termo de compromisso número 004 de 2011 firmado em 07 de abril de 2011 estabelece um acordo com a ABIA (Associação Brasileira das Indústrias de Alimentação) com a finalidade de definir metas nacionais para a redução do teor de sódio em alimentos processados no Brasil e coloca como uma das obrigações da indústria de alimentos avaliar a inclusão de novos alimentos com base em evidências científicas que justifiquem o impacto do consumo desta ingestão de sódio na população em geral e ou em grupos específicos (Brasil, 2011).

Em 31 de julho de 2000, uma medida de grande importância foi estabelecida com a publicação da Instrução Normativa n° 20 pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), a qual estabeleceu diretrizes cruciais para a industrialização de produtos de origem animal. Com base nessa normativa, foi possível a criação do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade (RTIQ) do hambúrguer, ele define as características

mínimas que os produtos cárneos devem obedecer, estabelecendo a tecnologia de obtenção, ingredientes autorizados e os parâmetros microbiológicos, físico-químicos, sensoriais, requisitos de rotulagem e outros. Para a fabricação de hambúrgueres, é obrigatório a utilização de carne, sendo opcional a utilização de um percentual máximo de 30% para CMS (carne mecanicamente separada) em hambúrgueres cozidos e ou 4% de proteína não carne agregada. Ingredientes como gordura animal, gordura vegetal, água, sal, leite em pó, açúcares, maltodextrina, aditivos intencionais, condimentos, aromas e especiarias, vegetais, queijos e outros recheios são considerados ingredientes opcionais. O regulamento também estabelece os percentuais dos parâmetros de composição nutricional que este produto deve possuir, como: gordura (máx. 25%), proteína (min. 15%), carboidratos totais (máx. 3%) (Brasil, 2000).

Em 2022, o MAPA publicou, a Portaria nº 724 que trouxe o novo Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para hambúrguer produzido em estabelecimentos sob o Serviço de Inspeção Federal (SIF) (Brasil, 2022). Este novo regulamento revogou o anexo IV da Instrução Normativa nº 20/2000. Assim, a nova portaria descreve que, o termo "hambúrguer" refere-se a um produto de origem animal processado, resultante da carne dos animais de corte sendo moída, com a possibilidade de adição de gordura e outros ingredientes. Esse material é então modelado em forma de disco ou oval e submetido a um processo tecnológico apropriado. O hambúrguer também pode ser moldado em configurações diferentes, desde que essas variações sejam indicadas no registro e rótulo do produto. Além disso, o hambúrguer pode ser comercializado em diferentes estados, como cru, cozido, congelado ou resfriado (Brasil, 2022).

3.2 Processo de Fabricação do Hambúrguer

Entende-se por processamento, alterações físicas e/ou químicas onde ocorrem alterações das características originais da matéria prima fresca, o qual não modifica significativamente as características nutricionais destas, mas atribui características organolépticas como cor, sabor, textura, próprias de cada processo. A escolha da matéria-prima é o primeiro passo para se obter um produto de qualidade (Segundo *et. al.*, 2021). A produção de hambúrguer é um processo complexo, que envolve uma série de etapas interconectadas, cada uma desempenhando um papel crucial na obtenção do produto que chega à mesa dos consumidores.

De acordo com Ribeiro (2022), o processo de fabricação do hambúrguer apresenta as seguintes etapas:

1. Escolha dos ingredientes: a qualidade dos ingredientes desempenha um papel fundamental na experiência do sabor e da textura do hambúrguer final;
2. Pesagem dos ingredientes: a proporção correta dos ingredientes é crucial, e garante que cada lote de hambúrguer seja uniforme em termos de sabor e qualidade;
3. Moagem: a carne é triturada em partículas menores, possibilitando se alcançar a textura desejada;
4. Mistura: os ingredientes selecionados são adicionados à carne moída, nesta etapa, temperos, condimentos e outros aditivos são incorporados à mistura. Esta etapa é importante para distribuir uniformemente os ingredientes e garantir que todos os elementos se combinem perfeitamente e obtenham a consistência e o sabores ideais;
5. Moldagem: a mistura resultante da etapa anterior é moldada para dar ao hambúrguer sua forma característica e assim garantir uniformidade de tamanho, facilitando o processo de cozimento e apresentação visual do hambúrguer;
6. Congelamento: é um dos pontos críticos no processo, pois deve preservar as propriedades como cor, sabor, textura e odor do produto. É interessante que se faça o congelamento preferencialmente a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para que se evite a formação de cristais de gelo;
7. Embalagem e rotulagem: os hambúrgueres são embalados individualmente ou em grupos. A embalagem deve proteger o produto contra contaminação, preservar sua qualidade e fornecer informações importantes ao consumidor;
8. Armazenamento: deve ser realizado em condições adequadas de temperatura para manter a qualidade e a segurança do produto;
9. Transporte: é importante que os hambúrgueres embalados e prontos para o consumo, sejam transportados para os pontos de venda utilizando-se de transporte seguro e eficiente. Desta forma se garantirá que os produtos cheguem aos consumidores finais mantendo sua qualidade e integridade.

Como pode ser visto a produção do hambúrguer é um processo meticuloso, que envolve diversas etapas para garantir a qualidade final. No entanto, é nos ingredientes que residem a essência do sabor para que a combinação de carne fresca e selecionada, temperos aromáticos que realçam os sabores, e outros elementos complementares confirmam textura e personalidade única a este alimento. Portanto, além de entender a interação entre as etapas de produção, a escolha dos ingredientes é crucial para criar um hambúrguer perfeito (Amadio, Farrando e Zimmermann, 2019; Chirinos *et al.*, 2002; Lagos e Sobral, 2019).

A produção de hambúrguer envolve uma diversidade de componentes, no entanto, o ingrediente fundamental para a sua fabricação é a carne obtida das massas musculares

esqueléticas das espécies utilizadas. Além disso, são permitidos ingredientes opcionais, como aditivos alimentares e coadjuvantes tecnológicos, conforme regulamentação estabelecida pelo órgão regulador da saúde e autorizada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Dentre os elementos adicionais, estão a água, condimentos, aromas, especiarias, gordura animal, gordura vegetal, maltodextrina, mono e dissacarídeos, proteínas de origem animal, proteínas de origem vegetal, sal (cloreto de sódio), sais hipossódicos, bem como recheios de vegetais ou queijos (Brasil, 2022). Os condimentos ou especiarias são substâncias que adicionadas aos alimentos imprimem sabores e odores característicos, além de atuarem como agentes antioxidantes e bactericidas. Dentre as especiarias que mais possuem essas ações pode-se citar cravo, canela, pimenta, mostarda, macis, noz-moscada, gengibre, tomilho, louro, manjerona, segurelha, alecrim, além do alho e da cebola (Oliveira *et al.*, 2013).

A carne utilizada na produção de hambúrgueres industrializados, pode incluir cortes bovinos e outras carnes, como suína e de aves. Sua composição, qualidade, teor de gordura influenciam diretamente a textura, suculência e sabor do hambúrguer (Bueno *et al.*, 2023).

A gordura é um dos ingredientes que desempenha uma função crucial em produtos cárneos, pois está diretamente ligada a atributos sensoriais como sabor, textura e suculência, bem como a atributos tecnológicos como estabilidade da emulsão, perda de peso no cozimento, propriedades reológicas e capacidade de retenção de água (Essa e Elsebaie, 2022).

Nos produtos à base de carne algumas características de sabor, textura, dureza, suculência, umidade e características tecnológicas podem ser aprimoradas pela adição de gordura, como por exemplo o toucinho de porco (Guo, Cui e Meng, 2023). Por esse motivo, os hambúrgueres na maioria das vezes acabam por se tornarem produtos com teores de gordura relativamente altos, perfil de ácidos graxos não saudáveis, ricos em gorduras saturadas e colesterol (Kang, Chen e Ma, 2016; Nacak *et al.*, 2021).

O sal é o ingrediente mais comum acrescentado na produção de produtos, presente por razões tecnológicas e sensoriais. Os produtos contêm concentrações entre 1 e 5% de sal, que desempenha as funções de conferir sabor ao produto, funcionar como conservante e solubilizar as proteínas (Pires, 2017). Como ingrediente-chave, a inclusão de cloreto de sódio (NaCl), comumente conhecido como sal é crucial. Este ingrediente contribui para uma boa textura, melhora a capacidade de retenção de água e gordura, influencia no paladar e exerce um efeito conservante ao diminuir a atividade de água (Trevisan *et al.*, 2016). O NaCl pode se ligar às miofibrilas musculares, promovendo maciez e suculência, aumentando sua força de ligação à água e capacidade de retenção, resultando em uma textura ideal, fornecer um sabor salgado e destacar o sabor único dos produtos à base de carne (Jia *et al.*, 2024). A redução de sal em

hambúrgueres pode levar a perda de peso por cozimento, quanto maior a perda, menor o rendimento do produto (Fellendorf *et al.*, 2018).

A redução do sódio na alimentação é um assunto bastante discutido atualmente, visto que o consumo excessivo de sódio aumenta o risco de doenças crônicas não transmissíveis, como hipertensão e problemas cardiovasculares. Nos países industrializados, a maior parte do sódio total consumido pela população provém da ingestão de alimentos processados, principalmente produtos cárneos, dentre estes o hambúrguer (França *et al.*, 2022).

Além disso o hambúrguer é considerado um alimento que contém alto teor de gordura (máximo de 25%), perfil de ácidos graxos não saudáveis. Porém, vale ressaltar que existem valiosos nutrientes presentes nestes produtos cárneos, como proteínas, ferro, vitaminas, entre outros (Angiolillo, Conte e Nobile, Del, 2015; Los *et al.*, 2020; Pintado *et al.*, 2018).

Apesar de sua composição de gordura, alimentos congelados prontos para consumo são populares e devem ser vistos como alimentos relevantes com potencial de melhoria nutricional. Diante dessa situação, pesquisadores estudam o desenvolvimento de hambúrgueres mais nutritivos, agregando valor ao produto e atendendo à demanda do consumidor por produtos mais saudáveis (Los *et al.*, 2020; Oliveira *et al.*, 2014). O que vem estimulando a criação de produtos à base de carne, como hambúrgueres, com baixo teor de gordura e sódio (Essa e Elsebaie, 2022). Neste cenário, a diminuição dos teores de sódio e gordura animal emerge como fator relevante na aprimoração do valor nutricional do hambúrguer. Entretanto, estas reduções podem trazer alterações nas propriedades tecnológicas, como no perfil de textura e presença de líquido exsudado, além das alterações nas propriedades sensoriais, o que exige a realização de pesquisas aprofundadas nesse setor (Ghafouri-Oskuei *et al.*, 2020; Jia *et al.*, 2024; Oliveira De *et al.*, 2014).

3.3 Linhaça

A linhaça (*Linum usitatissimum L.*) é a semente do linho, planta pertencente à família das Lináceas, que tem sido cultivada há cerca de 4000 anos nos países mediterrâneos. É uma semente oleaginosa com várias aplicações, cultivada em mais de 50 países ao redor do mundo, apresenta composições variáveis em suas sementes, influenciadas por fatores como cultivares e ambientes de cultivo (Turatti, 2001; Ye *et al.*, 2022). A planta pode atingir uma altura de 40 a 90 cm (Figura 1A), suas flores são azuis claras (Figura 1B). As sementes (Figura 1D) da linhaça são marrons ou douradas, achatadas, arredondadas na base e pontiagudas, variam em

tamanho de 4 a 5,25 mm, sendo que cada cápsula (Figura 1C) pode gerar até 10 sementes (Nôžková, 2016).

Figura 1: Exploração detalhada da planta da linhaça (A), flores (B), cápsulas verdes (C) e sementes (D).



Fonte: Orsi (2019).

É uma excelente fonte de fibras, tanto fibras solúveis quanto insolúveis. Rica em ácidos graxos essenciais, com elevado teor de lipídios (32 a 38%), sendo que destes 50 a 55% são do ácido graxo insaturado α -linolênico (18:3n-3), pertencente à família ômega-3. Contém ainda ácido linoléico (da família ômega-6) e ácidos graxos monoinsaturados e saturados. Além de cerca de 21% de proteína. As sementes não possuem diferenças significativas quanto a composição química do grão. Alguns autores relatam que a linhaça dourada apresenta os maiores teores de ômega-3 e ômega-6, enquanto a linhaça marrom apresenta a maior capacidade antioxidante (Ghafouri-Oskuei *et al.*, 2020; GÓMEZ, 2003; Northrup, 2004; Machado *et al.*, 2015; Valenzuela Melendres *et al.*, 2014; Vinco Pimenta *et al.*, 2021).

A linhaça tem sido atualmente bastante consumida, devido as suas propriedades benéficas, Barroso e colaboradores (2014) avaliaram a composição centesimal de sementes de linhaça marrom e dourada cultivadas no Brasil, e observaram que não houve diferença significativa entre ambas (Tabela 1). A proteína presente na linhaça é semelhante à da soja, caracterizando-a como uma proteína completa. As fibras alimentares encontradas apresentam uma boa proporção entre a fibra solúvel e a insolúvel, auxiliando, portanto, tanto na diminuição do colesterol como no bom funcionamento do intestino (Alvarenga, 2012).

Tabela 1: Composição centesimal das sementes de linhaça marrom e dourada.

Nutrientes	Semente de linhaça	
	Marrom	Dourada
Umidade (g)	7,06	7,77
Lipídeos (%)	33,7	34,8
Proteínas (%)	19,1	21,6
Carboidrato	9,22	10,04
Cinzas (%)	2,89	3,01
Fibras (%)	28,0	22,5
Energia (Kcal)	417	441

Fonte: Barroso et al. (2014).

Existem muitos produtos à base de linhaça, como sementes de linhaça inteiras, sementes de linhaça moídas/moídas, óleo de linhaça e extratos de lignana (Ye *et al.*, 2022). Sendo que para a extração do óleo da linhaça são utilizados métodos como por solvente e prensagem mecânica, onde obtém-se óleo e farinha de alta qualidade para diversas aplicações (Mridula, Barnwal e Singh, 2015).

O óleo de linhaça contém altas concentrações de compostos saudáveis, como ácidos graxos essenciais, especialmente ácidos graxos ômega-3 e fitoestrógenos lignanos. Estes compostos desempenham um papel importante na redução da riscos de doenças inflamatórias e autoimunes, doenças cardiovasculares, diabetes e cânceres (Zhang *et al.*, 2019).

A farinha da linhaça, é considerada um subproduto da prensagem do óleo da semente, porém ela é fonte de muitas substâncias bioativas, como proteínas, fibras e lignanas (Droźłowska *et al.*, 2020). Ela se destaca também por possuir grandes quantidades de ácidos graxos essenciais, como o ácido linolênico (ômega-6) e o ácido linoleico (ômega-3). No estudo de Filipović *et al.*, (2016), a farinha de linhaça apresentou 57,20 % de ácido α -linolênico (C18:3n-3 ω -3); 16,12% de ácido oleico (C1:18); 15,98% de ácido linoleico (C18:2 ω -6); 5,03% de ácido palmítico (C16:0) e 4,11% de ácido esteárico (C18:0).

O notável potencial nutricional da farinha de linhaça também é atribuído ao seu teor significativo de proteínas, as quais podem ser utilizadas em dietas humanas (Wei *et al.*, 2018). Estima-se que a proteína da linhaça seja composta por cerca de 34,3% de aminoácidos essenciais como a arginina, ácido aspártico e ácido glutâmico. A proteína de linhaça exibe características funcionais como: capacidade de adsorção de água/óleo, solubilidade, capacidade de emulsão e capacidade de formação de espuma (Mohamed, Fouda e Akl, 2020; Ye *et al.*, 2022). Por isso, ela é bastante aplicada no setor alimentício com função de suas propriedades emulsificantes, principalmente em produtos cárneos, molhos, sorvetes como substituto de farinha de trigo na panificação dentre outros (Waszkowiak e Rudzińska, 2014).

3.4 Utilização de linhaça para redução de gordura em hambúrguer

Os hambúrgueres, geralmente têm um alto teor de gordura animal (máximo de 25%), sendo que a gordura animal é rica em ácidos graxos saturados (Hanula *et al.*, 2022). Estudos mostram que dietas ricas em gordura, especialmente a gordura saturada, podem aumentar o risco de desenvolver doenças coronarianas, obesidade, doença cardíaca coronária e alguns tipos de câncer (Bis-Souza, Henck e Barretto, 2018; Cócaro *et al.*, 2020; Oliveira De *et al.*, 2014). Por esta razão, recomenda-se que a ingestão de gordura total não exceda 30 - 35% do valor calórico total e o consumo de ácidos graxos saturados deve ser inferior a 10 % (Who, 2023). Uma alimentação inadequada, baseada em alimentos ricos em gorduras, açúcares e sódio, e pobre em vitaminas, sais minerais, proteínas e fibras podem favorecer o desenvolvimento de doenças tais como: hipertensão, obesidade e dislipidemia (Claro *et al.*, 2015). Portanto, uma dieta equilibrada é a mais indicada, com ingestão de alimentos ricos em proteínas, fibras e micronutrientes (sais minerais e vitaminas), com teores reduzidos de sódio; que apresente níveis consideráveis de lipídeos e açúcares, e sempre que possível associada com exercícios físicos (Giuntini *et al.*, 2006).

É válido ressaltar que a gordura desempenha um papel vital na manutenção das características sensoriais do hambúrguer como textura, sabor e suculência destes produtos cárneos. A redução pura do teor de gordura não resolve o problema, causando até mesmo a má qualidade da emulsificação (Lu *et al.*, 2021). Além disso pode haver uma redução do rendimento, aumento da perda por cozimento, afetando a estabilidade da emulsão, alterando a textura e diminuindo a suculência e o sabor do hambúrguer (Essa e Elsebaie, 2022).

Assim, devido ao alto teor de gordura dos hambúrgueres, a modificação lipídica substituindo a gordura animal por outras fontes lipídicas, tem se mostrado uma boa estratégia para melhorar a qualidade nutricional e manter a qualidade sensorial, sem alterar os hábitos alimentares (Carvalho Barros *et al.*, 2020; Essa e Elsebaie, 2022). Alimentos naturais podem ser utilizados como ingredientes para desenvolver novos produtos cárneos e atingir consumidores orientados para a saúde. Estes compostos podem trazer inúmeros benefícios como: aumento da atividade antioxidante, melhora do perfil de ácidos graxos, aumento da quantidade de fibras ou incorporação de compostos bioativos (Valenzuela Melendres *et al.*, 2014). Com o aumento do consumo de produtos cárneos, várias maneiras de desenvolver alimentos mais saudáveis com boa aceitabilidade vêm sendo estudado, em especial com adição de ingredientes funcionais. Pesquisas com o uso de fibras alimentares em produtos cárneos têm sido feitas com o intuito de oferecer benefícios adicionais à saúde, além da nutrição básica,

visto que tais produtos são mais saudáveis quando comparados com os convencionais (Fruet *et al.*, 2014; Oliveira *et al.*, 2013).

Visando à redução do teor de gordura, é possível incorporar ingredientes funcionais, como a farinha de linhaça. Essa adição possibilita a incorporação de ácidos graxos poli-insaturados, com elevado teor de ácidos graxos da série ômega-3. Tais ingredientes contribuem significativamente para a diminuição do risco de doenças crônicas e degenerativas. Dessa forma, poderiam ser produzidos produtos cárneos mais saudável, nutritivos e sensorialmente agradáveis aos consumidores (Angiolillo, Conte e Nobile, Del, 2015; Trevisan *et al.*, 2016).

As lignanas da linhaça, são consideradas como compostos ativos, as quais reduzem o colesterol total sérico e o colesterol LDL e aumentam o colesterol HDL sérico. Elas também são caracterizadas por possuir alto potencial antioxidante e regular os níveis de hormônios femininos, como o estradiol, além de auxiliarem na prevenção de câncer (Droźłowska *et al.*, 2020). Já as fibras alimentares, o ômega-3 e os ácidos graxos presentes na linhaça estão relacionados com atividades hipolipidêmicas e antiaterogênicas. A linhaça possui uma capacidade potencial de prevenir doenças, incluindo diabetes e doenças cardiovasculares. Sua influência se estende ao domínio da prevenção do desenvolvimento de tumores, à redução dos níveis de colesterol sérico e redução das doenças da mama, próstata e cólon (Akl *et al.*, 2020; Ghafouri-Oskuei *et al.*, 2020; Valenzuela Melendres *et al.*, 2014). Além disso, possuem propriedades tecnológicas consideráveis, uma vez que as fibras, principalmente as solúveis, possuem alta capacidade de absorção de água que influencia positivamente na suculência e maciez de produtos alimentícios (Cócaro *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a linhaça e seus derivados são utilizados como componentes de alimentos funcionais (Waszkowiak e Rudzińska, 2014). O termo "alimentos funcionais" apresenta diferentes definições, de acordo com o Órgão de Regulamentação ou o país de origem. Segundo Moraes e Colla (2006), a exemplo disso, no Japão, primeiramente introduzido, o termo foi definido em 1991 como "alimentos para uso específico de saúde" (*Foods for Specified Health*), enquanto no Reino Unido, o Ministério da Agricultura, Pesca e Alimentos (MAFF) definiu alimentos funcionais como "alimentos cujo componente incorporado oferece benefício fisiológico e não apenas nutricional". A Portaria n.º 398 de 30 de abril de 1999, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde do Brasil, define como funcional "Todo aquele alimento ou ingrediente que, além das funções nutricionais básicas, quando consumido como parte da dieta usual, produz efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica" (Brasil, 1999).

Atualmente observa-se um progressivo interesse em estudar e explorar uma ampla variedade de produtos com o objetivo de incorporar estes notáveis benefícios proporcionados pela linhaça. Esse interesse é especialmente evidente no contexto dos produtos cárneos, onde existe uma busca contínua por maneiras de aprimorar tanto os aspectos nutricionais quanto os funcionais. A linhaça, devido às suas propriedades únicas, tem despertado a atenção dos pesquisadores e profissionais da indústria alimentícia, que buscam formas inovadoras de integrá-la nesse segmento. A pesquisa tem se concentrado em identificar métodos eficazes para otimizar a combinação entre a linhaça e os produtos cárneos, visando aprimorar não apenas o valor nutricional desses produtos, mas também suas características sensoriais e sua aceitação pelos consumidores (Ye *et al.*, 2022).

Oliveira *et al.* (2014) investigaram o efeito da adição de farinha de linhaça dourada (*Linum usitatissimum L.*) como substituto da gordura suína nas características físicas, químicas, microbiológicas e sensoriais de hambúrgueres bovinos. A adição de 5% de farinha de linhaça como substituto de 50% da gordura suína provou ser uma opção nutricional e sensorialmente viável. Além disso houve uma melhora no rendimento, diminuição no encolhimento do hambúrguer após o cozimento, aumento do teor de ácidos graxos poli-insaturados, principalmente ômega-3 e redução do teor de ácidos graxos saturados.

Cócaro *et al.* (2020), utilizaram cinco diferentes concentrações de farinha de linhaça dourada para substituir a gordura em hambúrgueres de frango. A adição de farinha de linhaça dourada afetou positivamente as características tecnológicas e foram observados aumentos no rendimento e na capacidade de retenção de água, juntamente com reduções no encolhimento e na resistência mecânica. Sendo que a formulação contendo 5% de farinha de linhaça foi a que obteve a maior média de aceitação. Desse modo, os autores afirmam que a adição da farinha de linhaça dourada melhorou as características tecnológicas e o potencial biofuncional decorrente de seus compostos bioativos, tornando-a uma boa opção como ingrediente para produtos cárneos.

Machado (2014), ao avaliar o efeito da adição de farinha de quinoa, como substituto de gordura suína e enriquecimento de fibras em hambúrgueres; averiguou o aumento do teor proteico, redução do conteúdo lipídico e diminuição do valor calórico dos hambúrgueres. Outro estudo indicou o uso de fécula de mandioca e farinha de aveia como uma alternativa viável de substituição de gordura em hambúrgueres de carne de ovinos (Seabra *et al.*, 2002).

Ghafouri-Oskuei *et al.* (2020) investigou as propriedades químicas e atributos sensoriais de linguças bovinas que foram incorporadas com três níveis farinha de linhaça (0, 3 e 6%). Como base resultados nos resultados obtidos, os autores afirmam que, a adição de sementes de

linhaça causou um aumento nos ácidos graxos essenciais, licopeno, proteínas e fibras que podem levar a alimentos mais saudáveis e funcionais. A adição de 3% de linhaça à formulação da linguiça foi a que apresentou melhor aceitação sensorial em termos de textura, cor, características sensoriais e químicas.

Oliveira e colaboradores (2014) ao desenvolverem um hambúrguer de carne bovina com a substituição da gordura suína por farinha de semente de linhaça dourada, como alternativa de produto cárneo mais saudável, verificaram o aumento dos níveis de ácidos graxos poli-insaturados e redução do conteúdo de ácidos graxos saturados, além disto, os testes sensoriais indicaram uma boa aceitação das formulações, tornando-o um produto com características nutricionais e sensoriais satisfatória.

No entanto, é válido ressaltar que a incorporação de ingredientes não tradicionais na formulação pode afetar as propriedades de qualidade final dos produtos cárneos (Valenzuela Melendres *et al.*, 2014). Por isso, a realização de testes sensoriais é de extrema importância, uma vez que as características sensoriais exercem uma influência direta na percepção e aceitação do produto pelo consumidor final (Mcsweeney, 2022).

3.5 Redução do teor de cloreto de sódio (NaCl) utilizando cloreto de potássio (KCl)

Além da redução das gorduras e ácidos graxos saturados em produtos cárneos, busca-se também a reformulação alimentar, para que se tenha uma redução da ingestão de sal (Who, 2023). Existem diferentes estratégias para desenvolver produtos cárneos mais saudáveis utilizando-se substitutos ao cloreto de sódio (NaCl) (Trevisan *et al.*, 2016).

O sistema do corpo humano depende do equilíbrio de eletrólitos, como sódio, potássio e cloro (Onyeaka *et al.*, 2023). O sódio é o principal cátion no fluido extracelular do corpo, é um nutriente essencial necessário para a manutenção do volume plasmático, equilíbrio ácido-base, transmissão de impulsos nervosos e função celular normal. Em indivíduos saudáveis, quase 100% do sódio ingerido é absorvido durante a digestão, sendo a excreção urinária o principal mecanismo para manter o equilíbrio de sódio. No entanto, a quantidade recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) é de duas gramas de sódio, ou cinco gramas de cloreto de sódio, o que é muito menor do que a ingestão atual, que se encontra entre 8,5 e 15 gramas por indivíduo (OMS, 2021).

A redução da ingestão alimentar de sódio é considerada uma das maiores exigências em todo o mundo (Santos *et al.*, 2023). A ingestão deste composto está associada à ocorrência de doenças como hipertensão, osteoporose, cálculos renais e doenças cardiovasculares, sendo estes responsáveis por uma alta taxa de mortalidade em todo o mundo (Silva *et al.*, 2018). A principal

fonte de sódio na dieta provém do cloreto de sódio (NaCl), o sal comestível mais utilizado nos alimentos. O cloreto de sódio quando consumido acima de 6g/dia/pessoa aumenta as chances de doenças graves. Sendo que a carne e seus derivados contribuem com 20% da ingestão de sódio na dieta do consumidor (Carvalho *et al.*, 2017).

Os hambúrgueres disponíveis comercialmente exibem níveis elevados de sódio, estão entre as categorias de alimentos em foco nos esforços para a redução desse componente. Nesse contexto, a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) estabeleceu novas metas para ajudar os países das Américas a reduzirem o consumo de sal pela população. Necessita-se de uma reformulação de produtos processados e ultraprocessados, dos quais provem a maior quantidade de sódio consumida. Os países devem trabalhar para diminuir a ingestão mundial de sódio em 30% até o ano de 2025 (OPS, 2021).

Entretanto, é crucial enfatizar que a incorporação de sal executa uma série de funções tecnológicas essenciais em produtos cárneos. Essas abrangem a redução da atividade de água, o que proporciona maior estabilidade química e microbiológica, aumento da vida de prateleira do produto, além de ter papel fundamental nas propriedades sensoriais (Carvalho *et al.*, 2017; Santos *et al.*, 2023). Nos produtos cárneos, o sal desempenha o papel de agente de ligação entre a carne e a gordura. Adicionalmente, ele potencializa a capacidade de retenção de água, resultando em um produto com melhor rendimento, textura, maciez e sabor. A presença de sal em produtos cárneos também desencadeia a solubilização e extração de proteínas miofibrilares, como a actina e a miosina, que, em sua forma natural, são insolúveis em água. Conseqüentemente, o sal desempenha um papel fundamental na gelificação e coesão de diversos produtos cárneos. A salga, em combinação com as etapas de processamento como mistura e moagem, ajuda a extrair essas proteínas miofibrilares solúveis em sal para a superfície da carne, o que é essencial para manter os pedaços de carne juntos e formação de um gel entre as partículas de carne e entre partículas de carne e gordura (Barcenilla *et al.*, 2022).

A demanda dos consumidores por alimentos com baixo teor de sódio e gordura saturada forçou a indústria de alimentos a produzir alimentos com redução de sal e gordura (Dötsch *et al.*, 2009). Hoje, há diferentes estratégias, incluindo medidas graduais e redução gradual de sal (Gaudette *et al.*, 2019), a aplicação de substitutos de sal, como cálcio, lítio, magnésio e potássio, sais de cloreto (Grummer *et al.*, 2013; Pietrasik *et al.*, 2014), modulação do tamanho do cristal de sal (Kasprzak *et al.*, 2019) e distribuição não homogênea de sal em produtos de base sólida, formando camadas, (Mosca *et al.*, 2013) foram sugeridos para diminuir o teor de sal nas formulações de alimentos.

Vários ingredientes vêm sendo estudados para substituir e/ou reduzir o teor de NaCl em alimentos, dentre eles pode se citar os sais de cloreto como o, cloreto de cálcio (CaCl_2), cloreto de magnésio (MgCl_2) e o cloreto de potássio (KCl). Além disso podem ser utilizados condimentos, especiarias e os realçadores de sabor como o glutamato monossódico (Magalhaes *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2018), arginina, lisina, inosinato de sódio, guanilato de sódio, taurina, extratos de levedura, estes ativam as células receptoras especializadas dentro da cavidade oral, auxiliando na redução do sódio sem sacrificar o sabor (Vidal *et al.*, 2021).

O principal desafio na redução do teor de sal nos alimentos reside em assegurar que tais diminuições não excedam as expectativas dos consumidores no que tange ao sabor, pois isso poderia surtir uma diminuição nas vendas, impactando nos lucros das empresas (Onyeaka *et al.*, 2023). A busca por reduzir a quantidade de sódio nos hambúrgueres tem se destacado como um objetivo crucial na elaboração de alternativas alimentares mais satisfatórias para a saúde. Uma das abordagens mais amplamente pesquisadas nesse âmbito envolve a incorporação do cloreto de potássio (KCl) como potencial substituto (Oliveira *et al.*, 2021). O KCl é o substituto mais viável do NaCl devido ao seu efeito antimicrobiano equivalente em espécies patogênicas (Onyeaka *et al.*, 2023) e principalmente devido às semelhanças físico-químicas (Bampi *et al.*, 2016). Mas suas limitações residem no gosto amargo, químico e metálico pronunciado e no sabor residual, que é difícil de mascarar (Onyeaka *et al.*, 2023; Vidal *et al.*, 2019).

Dado o potencial do cloreto de potássio (KCl) para substituir o cloreto de sódio (NaCl), as pesquisas têm direcionado seus esforços para explorar essa substituição. Diversos estudos têm mostrado que é possível realizar a substituição do NaCl pelo KCl, sem afetar o sensorial, a reologia e a estabilidade (Juan, Trujillo e Ferragut, 2022). A redução da concentração de NaCl ou a substituição parcial por KCl pode ser uma estratégia eficaz na produção de alimentos cárneos, como hambúrgueres, com um perfil mais saudável (Oliveira *et al.*, 2021; Rodrigues *et al.*, 2015).

Carvalho *et al.* (2017), investigaram os efeitos e aceitação sensorial de hambúrgueres bovinos elaborados com ervas e especiarias e substituição do NaCl por KCl a 25 e 50%. A redução de sódio afetou a firmeza do hambúrguer, sendo que a formulação com 50% apresentou maior firmeza. A aceitabilidade realizada utilizando-se de provadores com e sem hipertensão indicou uma aceitação geral acima de 70% para os hambúrgueres hipossódicos. Sendo que os consumidores hipertensos tiveram uma ótima aceitabilidade no geral e apenas os não hipertensos detectaram a redução de sódio quando esta era de 50%. A pesquisa de mercado

demonstrou que estes consumidores mostraram interesse em adquirir os hambúrgueres com redução de sódio.

Sousa *et al.* (2020) estudaram a redução simultânea de gordura e NaCl, bem como a estabilidade em 120 dias de hambúrguer bovino. Para tanto utilizaram 5% de frutooligossacarídeos (FOS) e redução de 50% de gordura e substituição de 50% do NaCl por KCl. O armazenamento, foi o principal fator que influenciou as características físico-químicas e a aceitação sensorial dos hambúrgueres bovinos. Durante o armazenamento, houve aumento do pH e da oxidação lipídica, embora estes tenham permanecido dentro dos limites aceitos. Houve redução da claridade do produto cozido e da vermelhidão do produto cru. No entanto, as mudanças instrumentais não foram percebidas pelos consumidores. Quanto a aceitação sensorial, houve redução no sabor, textura e gosto geral. No entanto, apesar da queda observada, as médias permaneceram na zona de aceitação. Os hambúrgueres bovinos foram percebidos como menos suculentos, menos salgados e com menor intenção de compra após o armazenamento. Assim, o armazenamento afetou as características físico-químicas e a avaliação sensorial de hambúrgueres bovinos com baixo teor de gordura e baixo teor de sódio.

Oliveira *et al.* (2021) utilizaram em seu estudo a substituição de 50% de NaCl por KCl e adição de aroma de carne. Essa substituição utilizando KCl aliada ao aroma de carne resultou em hambúrgueres que, apesar de exibirem um desempenho tecnológico menos eficiente, apresentaram menor dureza e uma maior taxa de aceitação. Além disso, essas modificações não tiveram efeito negativo nos aspectos de cor e experiência sensorial dos hambúrgueres. Com base nesses achados, o KCl aliado a aroma de carne parecem ser uma alternativa promissora e viável para a criação de hambúrgueres de carne bovina com características mais saudáveis.

Assim, reduzir os níveis de sal e gordura representa ainda um desafio considerável, devido às muitas funções que desempenham nos produtos cárneos. A alteração na composição dos alimentos impacta nas características técnicas do processamento, na qualidade e segurança do produto, no prazo de validade, nas propriedades sensoriais e na aceitação pelo consumidor. No entanto, é crucial proceder à alteração da composição dos hambúrgueres, mesmo que isso exija um investimento de tempo e recursos. Isso se justifica pelo fato de que esse alimento processado é muito consumido nas dietas em escala mundial, então reduzir a ingestão de sódio e gorduras na dieta é atualmente uma meta de saúde pública (Onyeaka *et al.*, 2023).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Elaboração das diferentes formulações de hambúrgueres

Neste trabalho, foi empregada uma abordagem experimental e quantitativa para elaborar as diferentes formulações de hambúrguer. Os hambúrgueres foram produzidos na Usina Piloto de Carnes do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia do Rio Grande do Sul (IFRS) - *Campus* Erechim. As variáveis independentes utilizadas foram as concentrações de cloreto de potássio e de farinha de semente de linhaça, substituindo respectivamente o cloreto de sódio e a gordura suína nas proporções de 0% e 40% e 0% e 100%. Mais duas formulações foram produzidas variando o percentual de gordura suína nas proporções de 50 % e 100% para seleção dos avaliadores sensoriais. Os hambúrgueres foram preparados conforme processo indicado por Terra (1998) com algumas modificações. Os ingredientes foram adquiridos no comércio da cidade de Erechim/RS, e os hambúrgueres preparados com carne de coxão duro bovino, sendo inicialmente removido partes de tecido adiposo e conjuntivo, e posteriormente submetido a trituração em moedor elétrico (Confirmaq) utilizando disco de 8 mm, enquanto o toucinho suíno foi triturado no moedor utilizando disco de 6 mm, ambos foram reservados em recipientes distintos sob temperatura de refrigeração. Os ingredientes foram pesados em balança analítica de precisão (Balmak) dispostos em recipientes distintos e identificados, conforme a Figura 2.

Figura 2: Ingredientes pesados para cada formulação.



Fonte: A autora (2024).

Para processamento das formulações F1, F2, F3 e F4 foi utilizado o seguinte procedimento operacional padrão: a carne (moída) foi adicionada à misturadeira (C.A.F máquinas) em seguida foram adicionados água gelada, colágeno, glutamato monossódico e 60% do total de sal (NaCl), após ligou-se a misturadeira e deixado homogeneizar por três minutos. Na sequência foram adicionados os demais ingredientes (cebola em pó, pimenta branca e eritorbato de sódio), com exceção da farinha de semente de linhaça, do toucinho suíno

e dos 40% de NaCl ou KCl, e após realizado a homogeneização por mais cinco minutos, conforme a Figura 3.

Figura 3: Misturadeira e massa cárnea preparada.



Fonte: A autora (2024).

A massa cárnea foi dividida em quatro porções, às quais foram adicionadas o toucinho suíno, a farinha de linhaça e o sal (NaCl ou KCl). As diferentes porções foram adicionadas novamente a misturadeira e homogeneizadas por mais três minutos e posteriormente moldadas manualmente em formato de hambúrguer. Paralelamente foram elaboradas as formulações F5 e F6 com variação apenas no teor gordura, amostras estas que foram utilizadas para a seleção dos avaliadores sensoriais. Na tabela 2 é possível observar as variações dos ingredientes nas diferentes formulações.

Tabela 2: Ingredientes variáveis nas formulações dos hambúrgueres.

Formulações	Farinha de linhaça (%)	Gordura suína (%)	NaCl (%)	KCl (%)
F1 - Controle	0	10	1,8	0
F2	10	0	1,8	0
F3	0	10	1,08	0,72
F4	10	0	1,08	0,72
F5	0	10	1,8	0
F6	0	5	1,8	0

Fonte: A autora (2024).

As diferentes formulações (bateladas) que foram produzidas, foram posteriormente moldadas manualmente em formato de hambúrguer, em hamburgueira manual (Sotronic), com peso médio de 120 g, conforme a Figura 4.

Figura 4: Moldagem do hambúrguer.



Fonte: A autora (2024).

Em seguida, os hambúrgueres foram embalados em sacos de polietileno, conforme Figura 5, e armazenados a 4 °C por 24 horas. Após foram separadas amostras para avaliação da cor e rendimento de cocção, e os demais hambúrgueres foram congelados a -18 °C até a realização das demais análises.

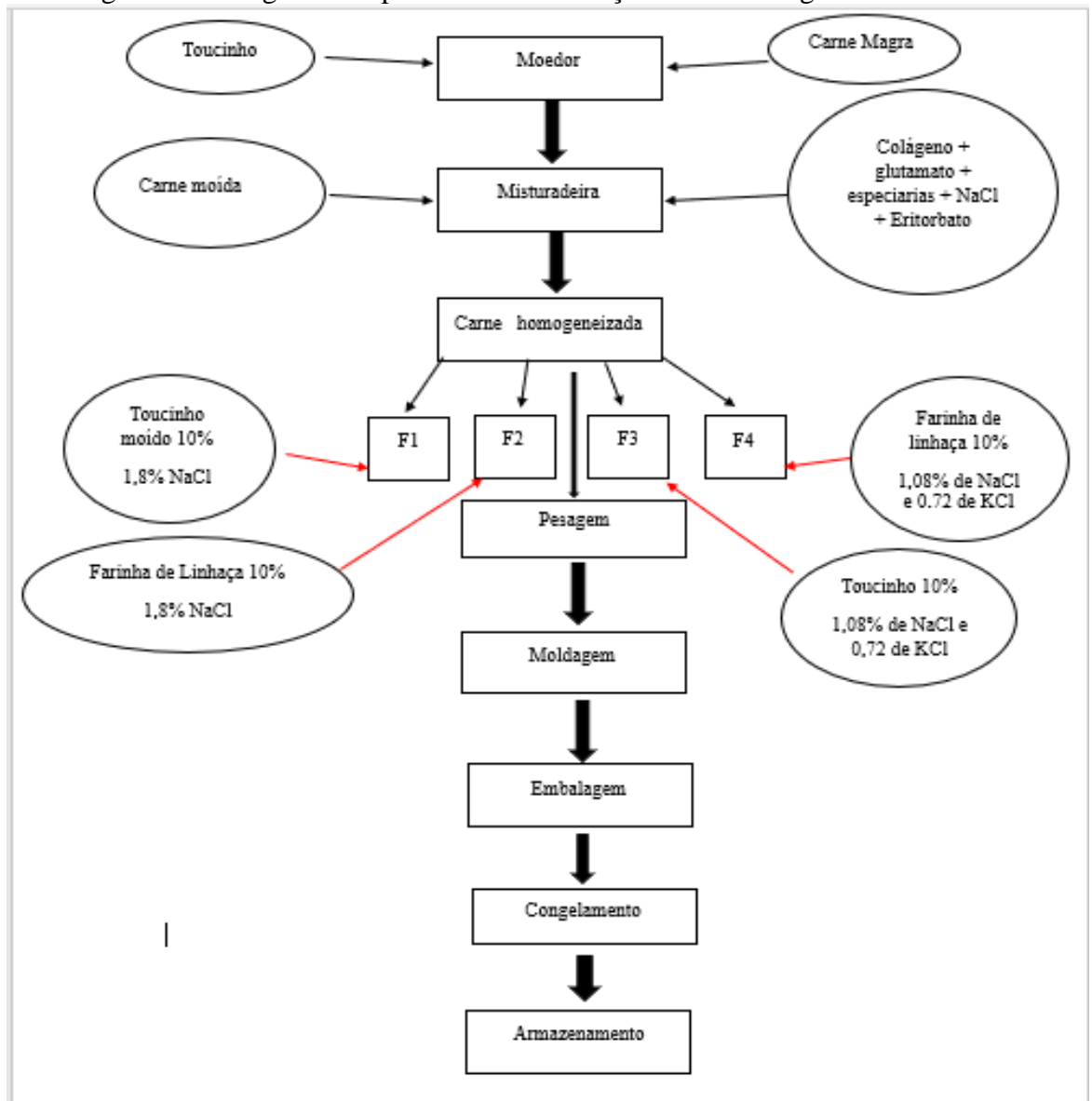
Figura 5: Formulações dos hambúrgueres embaladas.



Fonte: A autora (2024).

Na Figura 6, podemos observar de forma mais detalhada o fluxograma de elaboração dos hambúrgueres.

Figura 6: Fluxograma do processo de fabricação dos hambúrgueres.



Fonte: A autora (2024).

4.2 Determinação da cor, rendimento e encolhimento na cocção dos hambúrgueres.

A cor dos hambúrgueres foi avaliada, antes e após o cozimento, utilizando o colorímetro previamente calibrado, conforme a Figura 7. Foram avaliados os parâmetros L^* , a^* e b^* , onde L^* é a luminosidade, que varia de 0 a 100, sendo o zero correspondente ao preto total e 100 representa o branco total, a^* é o eixo de cromaticidade do verde (-) ao vermelho (+) e b^* é o eixo de cromaticidade do azul (-) ao amarelo (+) guia de avaliação da cor de carnes da Associação Americana de Ciência da Carne (Hunt *et al.*, 1991).

Figura 7: Colorímetro portátil (Konica Minolta modelo CR 400).



Fonte: A autora (2024).

O rendimento da cocção foi determinado pela diferença de peso entre a amostra crua e a cozida (Berry, 1997; Seabra *et al.*, 2002), sendo os hambúrgueres cozidos (grelhados), em média por 5 minutos, até temperatura interna atingir aproximadamente 71°C (Arisseto e Pollonio, 2005), a avaliação foi conduzida em triplicata e calculado realizado conforme a eq. (1):

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Peso da amostra cozida}}{\text{Peso da amostra crua}} \times 100 \quad (1)$$

A redução percentual no tamanho das amostras foi determinada pela diferença no diâmetro entre a amostra crua e a amostra cozida, seguindo a metodologia descrita por Berry (1997), a medição foi realizada conforme podemos observar na Figura 8. As análises foram conduzidas em triplicata, e o cálculo da redução percentual foi realizado utilizando a eq. (2):

$$\text{Encolhimento (\%)} = \frac{D_{\text{amostra crua}} - D_{\text{amostra cozida}}}{D_{\text{amostra crua}}} \times 100 \quad (2)$$

Onde:

$D_{\text{amostra crua}}$ é o diâmetro da amostra crua (cm);

$D_{\text{amostra cozida}}$ é o diâmetro da amostra cozida (cm).

Figura 8: Medida feita para a análise de redução percentual.



Fonte: A autora (2024).

4.3 Análises Microbiológicas nas amostras de hambúrguer

Antes das análises microbiológicas, as amostras de hambúrguer foram descongeladas à temperatura de refrigeração (4 ± 1) por 24 horas. Para análise de *Salmonella* foi utilizado o método de presença/ausência de *Salmonella* pelo Método da *Internacional Organization for Standardization* (ISO). A análise das amostras para detecção de *Salmonella* foi realizada utilizando a técnica de diluição seguida de incubação em meios específicos. Após a coleta da amostra, foram pesados 25 g de amostra e diluídos em 225 mL de água peptonada tamponada (BPW) e incubada a uma temperatura de $37 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por 18 horas. Em seguida, uma alíquota de 1 mL foi transferida para 10 mL de caldo Tetrionato *Muller Kauffman* (MKTTn) e incubada a $37 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas, enquanto 0,1 mL foi transferido para o caldo *Rappaport Vassilidis Soja* (RVS) e incubado a $41,5 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas. Após a incubação, uma alçada dos caldos foi semeada em placas com *Ágar Xylose Lysine Desoxycholate* (XLD) e *Brilliant Green Phenol Red Lactose Sucrose Agar* (BPLS), as placas foram incubadas a $37 \text{ }^\circ\text{C} \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 horas para verificar a presença de colônias típicas de *Salmonella*.

Para análise de mesófilos foi utilizada a técnica citada por Silva *et al.* (2017). Inicialmente foram pesados 25 g de cada amostra cárnea, sendo adicionados 225 mL de água peptonada a 0,1%, seguida de homogeneização, obtendo-se, assim, a diluição inicial 10^{-1} . Diluições decimais sucessivas foram preparadas em tubos contendo 9 mL de água peptonada 0,1%, utilizando a técnica de transferência de 1 mL da amostra para as séries seguintes. A contagem total de mesófilos foi feita em placas contendo ágar padrão para contagem (PCA). Para cada amostra foram plaqueadas pelo menos três diluições seriadas, utilizando duas placas para cada diluição. Em cada placa foi adicionada uma alíquota de 0,1mL de cada diluição e espalhou-se sobre a superfície do meio sólido com o auxílio de uma alça de *Drigalsky*.

Posteriormente, as placas foram incubadas invertidas em incubadora bacteriológica a $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 48 horas. Para contagem considerou-se somente as placas da mesma diluição que apresentaram de 25 a 250 colônias, multiplicando-se a sua média aritmética pelo respectivo fator de diluição e expressando o resultado em Unidades Formadoras de Colônias/g de amostra (UFC/g).

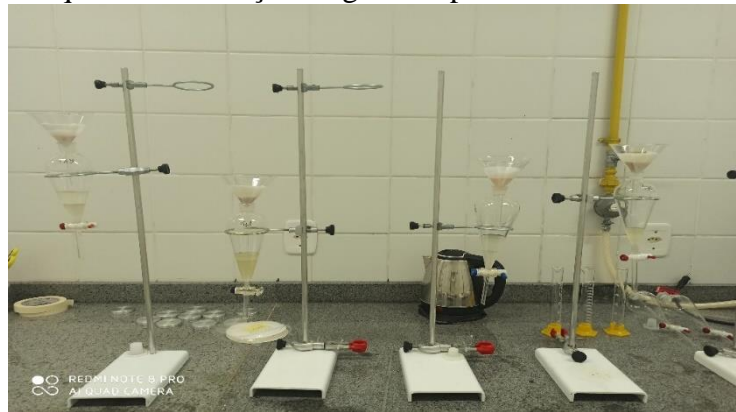
A análise de *Staphylococcus* foi realizada de acordo com o método ISO 6888-1/Amd 1:2003. Inicialmente, uma amostra de 25 g foi pesada e diluída em 225ml de água peptonada e transferida para um *stomacher* para homogeneização. A partir dessa solução, foram feitas diluições 10^{-1} e posteriormente diluições em série desejadas. No mínimo duas diluições decimais foram feitas. Com o auxílio de uma micropipeta, 0,1 mL das diluições selecionadas foi inoculada na superfície seca de ágar *Baird Parker* (BP), em placas preparadas previamente, em duplicata. Com um semeador estéril, o inóculo foi espalhado cuidadosamente por toda a superfície do meio. As placas foram incubadas invertidas a uma temperatura de $35^{\circ}\text{C} - 37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Após a incubação, foram selecionadas as placas que continham entre 15 e 300 colônias e realizada a contagem de todas as colônias presentes na placa.

Para a análise de *Escherichia coli* foi utilizada a metodologia descrita por Silva *et al.* (2017). Foi utilizada 1 mL das diluições de 10^{-3} a 10^{-6} , o qual foi depositado em três séries de três tubos de *Durham*, contendo caldo lauril sulfato triptose (LST) e incubados a temperatura de $35^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ por 48 horas. Os tubos foram incubados de forma invertida. Após esse tempo, observaram-se os tubos que apresentaram turvação e produção de gás no interior dos tubos de *Durham* invertidos. De cada um desses tubos com produção de gás, foi retirada uma alçada da cultura e repicada para nova série de tubos contendo caldo lactosado bile verde brilhante 2%, e incubados a 35°C por 48 horas, verificando-se a produção de gás. Para efeito de interpretação dos resultados, dentro das quatro séries inoculadas inicialmente, foram consideradas três séries consecutivas, a partir da maior diluição que apresentasse os três primeiros tubos positivos e pelo menos um tubo negativo na última série. Foi realizada a determinação do número mais provável de coliformes totais por grama de amostra (NMP/g), empregando-se a tabela de *Hoskins* a partir do número de tubos positivos no caldo lactosado bile verde-brilhante 2%. Na determinação do número mais provável de coliformes fecais por grama de amostra (NMP/g) a partir de cada um dos tubos de caldo LST, com resultados positivos para coliformes totais. A inoculação foi realizada em tubos correspondentes, contendo caldo *Escherichia coli*, a incubação foi feita em banho-maria a uma temperatura de $44,5^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, por 24h. O resultado foi obtido comparando-se os números de tubos com os dados da tabela de *Hoskins*, como descrito anteriormente.

4.4 Determinação dos ácidos graxos nas amostras de hambúrguer

Antes da extração da gordura, as amostras de hambúrguer foram descongeladas à temperatura de refrigeração (4 ± 1) por 24 horas. Após, em um béquer, foram pesados 15 g de cada amostra utilizando balança de precisão (Balmak). Em seguida, foram adicionados 15 mL de clorofórmio e 30 mL de metanol, a mistura foi homogeneizada por 2 minutos com mixer portátil. Posteriormente, mais 15 mL de clorofórmio foram adicionados e homogeneizado por mais 30 segundos. Na sequência, foram adicionados 15 mL de água destilada e novamente a mistura foi homogeneizada por 30 segundos. Após colocou-se 15 mL de sulfato de sódio 1,5 %, homogeneizado por mais 30 segundos. Por fim, a mistura foi transferida para um balão volumétrico com filtro, deixando em repouso para filtrar e decantar conforme podemos visualizar na Figura 9. O processo de extração da gordura seguiu a metodologia proposta por Bligh Dyer (1959).

Figura 9: Esquema de extração da gordura para a análise de ácidos graxos.



Fonte: A autora (2024).

A gordura foi diluída no clorofórmio por afinidade, desta forma, utilizando uma proveta retirou-se o volume de gordura mais clorofórmio e anotou-se os volumes. Em seguida, retirou-se uma alíquota de 10 mL que foi colocada em cápsulas e submetidas a estufa a $45\text{ }^{\circ}\text{C}$ até a evaporação total do clorofórmio, em duplicata.

Após a extração foi realizada a esterificação com base no método Hartman e Lago (1973) e Ial, (2008). Os ésteres foram analisados em Cromatógrafo GC 7890A-Agilent, com detector de ionização por chama (FID) operado a $260\text{ }^{\circ}\text{C}$, com coluna capilar HP-88 (100 m x 0,250 mm X 0,20 μm). O Hélio foi utilizado como gás de arraste em um fluxo de 40 mL min^{-1} . Utilizando um auto-injetor, uma alíquota de $1\text{ }\mu\text{L}$ de amostra foi injetada no cromatógrafo no modo de split 50:1 mantido a $200\text{ }^{\circ}\text{C}$. A coluna cromatográfica inicialmente a $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, isotermia por 1 minutos; foi aquecida a uma taxa de $4\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ até $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, isotermia por 3 minutos; aquecida a uma taxa de $2\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{min}^{-1}$ até $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ a uma taxa de $5\text{ }^{\circ}\text{C min}^{-1}$. Os ácidos graxos foram

quantificados pelo método de normalização com área corrigida, os resultados dados em gramas de ácido graxos para cada 100 gramas de amostra resultaram do produto do percentual em massa de cada éster metílico (método da normalização), do teor de lipídios da amostra (%) e do fator correspondente a contribuição majoritária de triacilgliceróis na composição dos ácidos graxos (Visentainer; Franco, 2006; Visentainer, 2012; Aued-Pimentel; Zenebon, 2009; Aued-Pimentel et al., 2010).

4.5 Análise sensorial das diferentes formulações de hambúrguer

As análises sensoriais foram realizadas com estudantes e servidores, escolhidos aleatoriamente, do Instituto Federal do Rio Grande do Sul, Campus Erechim que tiveram disponibilidade para participar, bem como avaliadores externos que trabalham em frigorífico. Antes da realização das análises sensoriais, os participantes preencheram um termo de consentimento, declarando que não sofrem nenhum tipo de alergia aos componentes do produto analisado e que concordam em participar da pesquisa, conforme projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do IFRS sob o protocolo CAAE 76656723.2.0000.8024.

Antes das análises sensoriais as amostras foram descongeladas à temperatura de refrigeração (4 ± 1) por 24 horas, após foram submetidos à cocção em grelha elétrica. O tempo de grelha foi em média de 5 minutos, até temperatura interna atingir aproximadamente 71°C (Arisseto e Pollonio, 2005). As amostras foram envolvidas em papel alumínio e mantidas aquecidas até o momento de servir. Antes de fornecer as amostras aos avaliadores, os hambúrgueres foram cortados em cubos de aproximadamente 10 g, servida em copos plásticos descartáveis, codificados com números de três dígitos, escolhidos aleatoriamente. Durante a realização dos testes, foi fornecido aos avaliadores água mineral a temperatura ambiente, para remoção do residual entre as amostras.

4.5.1 Análise Descritiva por Ordenação

A análise Descritiva por Ordenação foi realizada conforme metodologia descrita por Minim e Silva (2016), e foi dividida basicamente em três etapas: recrutamento e seleção dos avaliadores, definição da terminologia descritiva e avaliação final das amostras.

4.5.1.1 Recrutamento e Seleção dos Avaliadores

O recrutamento dos voluntários foi realizado através da aplicação de um questionário, buscando informações sobre os dados pessoais dos candidatos, acerca das preferencias alimentares e em relação à familiaridade destes com algumas características sensoriais.

A etapa de seleção foi realizada utilizando a amostra padrão (P) de hambúrguer (10% toucinho), e hambúrguer sem a presença de toucinho e de farinha de linhaça (0% toucinho e

linhaça), formulações que diferiram entre si ao nível de 4% de probabilidade. Para a seleção dos avaliadores, foi realizado quatro repetições do teste triangular, com 30 participantes sendo selecionados os avaliadores que obtiveram no mínimo 75% das respostas corretas (ABNT, 2013; Minim e Silva 2016).

4.5.1.2 *Definição da Terminologia Descritiva*

O desenvolvimento da terminologia descritiva foi realizado pelos avaliadores selecionados, utilizando o Método Rede (Moskowitz, 1983), no qual foi realizado duas sessões, nas quais as amostras foram fornecidas aos pares (F1 e F4; F2 e F3), e foi solicitado aos avaliadores que comparassem o par de amostras e descrevessem similaridades e diferenças para os atributos aparência, gosto, sabor e textura. Após cada avaliador gerar seus próprios termos descritivos, foram conduzidos a discussão em grupo, coordenados por um líder, para selecionar os termos mais citados, agrupar os semelhantes e desenvolver uma lista de descritores consensual, para serem avaliados nas diferentes amostras de hambúrgueres.

4.5.1.3 *Avaliação final das amostras*

A avaliação das amostras foi realizada em uma única sessão, por 19 avaliadores (ISO, 2006), os quais receberam as amostras de forma simultânea, e ordenaram quanto a intensidade de cada atributo. As avaliações foram realizadas de forma individual nas cabines, com luz branca, e as amostras servidas conforme o delineamento em blocos completos balanceados.

4.5.2 *Aceitação em Escala Hedônica*

A aceitação sensorial dos hambúrgueres foi realizada por 100 consumidores, utilizando a escala hedônica híbrida de nove pontos, ancorada na região central e nos extremos com anotações verbais (Villanueva et al., 2005).

4.6 Análise Estatística

Os resultados sensoriais referente a Análise Descritiva por Ordenação foram avaliados pelo Teste de Kramer e de Christensen para verificar diferença entre as amostras em relação a cada atributo estudado. Os demais dados obtidos, para diferentes análises, foram avaliados através da análise de variância univariada (ANOVA), e do teste *Tukey* ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$) para comparação das médias, com auxílio do software estatística versão 5.0, ao nível de significância de 95% de confiança.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Análise de cor, rendimento e encolhimento dos hambúrgueres de carne bovina

A cor é o primeiro critério utilizado na aceitação ou rejeição, por isso, na indústria de alimentos a cor é um atributo importante na avaliação da qualidade do produto (Arthur, 2007). Na tabela 3, podemos verificar resultados das análises de cor para as quatro formulações de hambúrguer, considerando as amostras cruas e cozidas. Considerando o parâmetro de cor, podemos verificar que todas as amostras tiveram diminuição nos valores de a^* , após o cozimento, o que indica uma redução na intensidade do vermelho. Isso é esperado, pois o cozimento pode afetar a pigmentação natural dos ingredientes.

Apesar de ter havido uma redução dos valores de a^* após o cozimento fica perceptível que quando se adiciona da farinha de linhaça ocorre uma pequena variação na cor vermelha. Simonetti (2023) observou em seu estudo que o menor valor de a^* correspondeu à formulação com 1% de proteína de ervilha, não sendo significativo. Sánchez-Zapata *et al.* (2010) observaram um comportamento semelhante quando adicionaram fibras de chufa (planta *Cyperus esculentus*) em hambúrgueres suínos. Ziegler *et al.* (2020) observaram redução significativa ($p \leq 0,05$) no valor a^* com o aumento da concentração de farinha. Esses resultados demonstraram que os hambúrgueres perderam a coloração avermelhada, característica do hambúrguer tradicional. Conforme o autor, esse comportamento é esperado quando outros ingredientes não cárneos são adicionados ao hambúrguer.

Tabela 3: Resultados da análise de cor dos hambúrgueres.

Formulações	Cor Instrumental	a^*	b^*	L^*
F1	Amostra crua (F1)	17,45 ± 0,359	11,93 ± 0,670	40,73 ± 1,032
	Amostra cozida (F1)	5,66 ± 0,330	11,93 ± 0,320	34,54 ± 0,697
F2	Amostra crua (F2)	16,81 ± 0,234	15,59 ± 0,560	43,26 ± 1,001
	Amostra cozida (F2)	5,65 ± 1,035	10,25 ± 2,357	30,72 ± 2,323
F3	Amostra crua (F3)	17,74 ± 0,356	12,29 ± 0,351	40,72 ± 0,449
	Amostra cozida (F3)	5,57 ± 0,068	12,61 ± 0,530	32,5 ± 1,078
F4	Amostra crua (F4)	16,76 ± 0,167	15,71 ± 0,180	43,9 ± 0,209
	Amostra cozida (F4)	6,05 ± 0,134	11,04 ± 1,838	31,22 ± 0,445

F1: 10% toucinho e 1,8% de NaCl

F2: 10% linhaça e 1,8% de NaCl

F3: 10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

F4: 10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

Os resultados são as médias das triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão

Fonte: A autora (2024).

Os valores de b^* variam, mas de maneira geral, as amostras F2 e F4 mostram uma diminuição nos tons amarelados após o cozimento, enquanto F1 e F3 mostram variações menores. A amostra F4 apresentou o maior valor de b^* na amostra crua, indicando uma tonalidade mais amarelada antes do cozimento, possivelmente devido à presença de farinha de

linhaça. Neste estudo se observou que os valores de b^* entre os hambúrgueses cozidos não teve grande alteração, porém entre o hambúrguer controle e aquele com maior teor de farinha de linhaça tem-se uma redução do parâmetro b^* . Ziegler *et al.* (2020) observaram redução significativa ($p \leq 0,05$) no valor de b^* com o aumento da concentração de farinha, independentemente do tipo de farinha. Esses resultados demonstraram que a coloração amarela dos hambúrgueses foi reduzido.

Em relação aos resultados de L^* , foi possível verificar que houve uma diminuição nos valores após o cozimento, em todas as amostras, indicando uma redução na luminosidade após o processo de cocção. Observa-se uma redução nos valores de L^* , após o cozimento quando se compara as formulações entre si, demonstrando que as amostras com teor de farinha de linhaça (F2 e F4) possuem menor luminosidade, ou seja, uma cor mais “pálida”. Simonetti (2023) realizou sua pesquisa com adição de farinha de ervilha à hambúrgueses ovinos e encontrou valores similares para L^* , variando entre 39,13 e 44,20, sendo que a formulação adicionada de 5% de proteína de ervilha apresentou o menor valor de L^* , indicando um produto mais pálido, similar a este estudo. O mesmo ocorreu no estudo de Ziegler *et al.* (2020), onde houve uma redução significativa ($p \leq 0,05$) no valor de L^* com o aumento da concentração de farinha, independentemente do tipo de farinha utilizada. Selani *et al.* (2016) após adicionar 1,5% de um subproduto do abacaxi em hambúrgueses bovinos também encontrou um comportamento semelhante para o valor de L^* .

Em relação ao rendimento, podemos observar (Tabela 4) que a formulação F4 apresentou o maior rendimento entre todos os tratamentos. Isso indica que a combinação da substituição de toucinho suíno por farinha de linhaça e de NaCl por KCL resultou em menor perda de peso durante a cocção. Provavelmente, a farinha de linhaça e o KCL ajudaram a reter mais umidade e estrutura na amostra durante o processo de cocção, principalmente a farinha, pois a amostra F2, também apresentou um rendimento elevado. Oliveira *et al.* (2014), também observaram que quanto maior a quantidade de farinha de linhaça dourada adicionada, maior foi o rendimento, bem como a retenção de água e de gordura dos hambúrgueses após processo de cocção.

Tabela 4: Rendimento e encolhimento dos hambúrgueres.

Formulações	Rendimento %	Encolhimento %
F1	70,13 ± 0,430	14,42 ± 2,965
F2	83,44 ± 2,031	7,29 ± 3,212
F3	70,87 ± 0,805	18,85 ± 2,466
F4	84,28 ± 1,833	10,8 ± 2,786

F1: 10% toucinho e 1,8% de NaCl

F2: 10% linhaça e 1,8% de NaCl

F3: 10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

F4: 10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

Os resultados são as médias das triplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão

Fonte: A autora (2024).

Segundo Câmara *et al.* (2020), em seu estudo com produtos emulsionados como salsichas, os fosfatos proporcionam maior estabilidade da emulsão, pois atuam sinergicamente com o NaCl, deslocando o ponto isoelétrico das proteínas miofibrilares de carne, auxiliando na sua extração e solubilização. Os autores observaram que a adição do KCl melhorou a estabilidade da emulsão ($p < 0,05$) em produto cárneo emulsionado livre de fosfato e com reduzido teor de NaCl, bem como, contribuiu para melhor rendimento das salsichas. Lima (2019) obteve em seu estudo um rendimento de 78,66% para hambúrguer de carne bovina, 79,19% para hambúrguer de carne bubalina e 81,61% para hambúrguer de carne mista, parâmetros semelhantes ao deste estudo, porém obtivemos um valor ainda mais alto de rendimento para a formulação F4.

Saita (2019) produziu hambúrgueres de carne bovina com substituição de gordura suína por farinha de pinhão, os resultados mostraram que os hambúrgueres que continham pinhão em sua formulação apresentaram maior rendimento e menor encolhimento após cocção quando comparado com a formulação que continha apenas gordura suína. A formulação controle apresentou 87,69 % ($\pm 1,69$) de rendimento e 11,99 % ($\pm 3,28$) de encolhimento após cocção. A formulação que continha 50 % de sua fonte de gordura como a farinha de pinhão apresentou 92,7 % ($\pm 3,49$) de rendimento e 6 % ($\pm 2,2$) de encolhimento após cocção. Costa (2004) também verificou que a utilização de uma mistura de farelo e fibra de aveia proporcionou ao hambúrguer rendimento superior (15%) ao do controle após o cozimento.

Trevisan *et al.* (2016), observaram valores de 75,94% a 80,67% para o rendimento, em amostras de hambúrgueres adicionados de fibras de aveia com redução de gordura e sal, cozidos em forno. Os autores verificaram que a adição de 6% de fibra de aveia ajudou a aumentar o rendimento do hambúrguer de carne bovina e carne mecanicamente separada de frango. Silva (2013) encontrou valores semelhantes ao deste estudo, para hambúrgueres de carne bovina com substituição do toucinho por farinha de linhaça. O autor obteve variação de 81,97% (2,5% de farinha de linhaça) a 85,1% (10% de farinha de linhaça) de rendimento para as amostras

grelhadas. Desta maneira, pode-se considerar que a adição de farinha de linhaça nos hambúrgueres de carne bubalina e bovina desenvolvidos pelo autor, contribuiu para o rendimento do produto.

Em relação a porcentagem de encolhimento, podemos observar (Tabela 4) que a amostra F2, apresentou o menor encolhimento comparada as demais. Isso sugere que a substituição do toucinho suíno por farinha de linhaça pode ter um efeito moderador no encolhimento durante o cozimento, o que induz a concluir que a farinha de linhaça apresentou habilidade em reter água no produto, inclusive durante o processo de cozimento.

A combinação de substituição de toucinho suíno por farinha de linhaça e de NaCl por KCL (F3) mostrou o pior resultado de encolhimento, ou seja, a amostra apresentou menor redução de diâmetro quando comparada as demais formulações. De acordo com Besbes et al., (2007) quanto maior for o encolhimento do diâmetro do hambúrguer durante a cocção maior será os custos de produção deste produto, além de influenciar negativamente na qualidade sensorial. Lima (2019) verificou em seu estudo um percentual de encolhimento para hambúrguer de carne bovina de 19,56%, demonstrando que neste estudo se teve um encolhimento muito menor, principalmente quando se observa as formulações F2 e F4. Silva *et al.* (2014) encontraram para hambúrguer de carne bovina ($20,29 \pm 2,51$) e hambúrguer de carne bubalina ($16,4 \pm 2,16$). Câmara *et al.* (2017) observaram o encolhimento de hambúrgueres bovinos adicionados em diferentes concentrações de óleo de linhaça dourada, gordura vegetal e antioxidantes, com variação entre 19,73% e 23,74%.

É importante que o hambúrguer seja capaz de reter a umidade e o sabor durante o cozimento, para que o consumidor tenha uma experiência agradável do produto. Além disso, o hambúrguer não deve sofrer encolhimento excessivo durante a cocção, o que pode comprometer o aspecto visual e a apresentação do produto. A adição de diferentes ingredientes, como farinhas, de diversos tipos e proteína de soja na formulação do hambúrguer, promove a redução do encolhimento durante a cocção (Sikes *et al.*, 2019).

5.2 Análise microbiológicas dos hambúrgueres de carne bovina

Na Tabela 5, podemos observar os resultados das análises microbiológicas realizadas nas diferentes amostras de hambúrgueres. A Instrução Normativa n° 161, de 01 de julho de 2022 da Anvisa, estabelece os parâmetros microbiológicos para alimentos, inclusive para hambúrgueres bovinos e suínos. Neste contexto, para mesófilos a legislação traz como padrão os parâmetros 10^5 e 10^6 UFC/ por grama de alimento, demonstrando que todas as formulações estiveram bem abaixo, principalmente quando analisamos a formulação 3, a qual apresentou menor contagem de mesófilos quando comparada com as demais. De acordo com Pens *et al.*

(2020) a qualidade dos alimentos pode ser determinada pela contagem de microrganismos mesófilos, então quanto maior a quantidade desse microrganismo, maior a chance de existir bactérias patogênicas no alimento. Sua contagem tem sido usada como indicador de qualidade higiênica dos alimentos e, quando presente em grande número, indica falhas durante a produção (Cardoso *et al.*, 2005).

Tabela 5: Análises microbiológicas realizadas nas formulações de hambúrgueres.

MICROORGANISMOS				
	Mesófilos (UFC/g)	<i>Staphylococcus</i> (UFC/g)	<i>Salmonella</i> <i>ssp</i> (UFC/g)	Coliformes fecais à 45 °C
Formulação 1	2,80 x 10 ³	1,70 x 10 ³	Ausente	<3,0 NMP/g
Formulação 2	3,55 x 10 ³	3,85 x 10 ³	Ausente	<3,0 NMP/g
Formulação 3	2,00 x 10 ³	1,05 x 10 ³	Ausente	<3,0 NMP/g
Formulação 4	2,35 x 10 ³	2,25 x 10 ³	Ausente	<3,0 NMP/g

Fonte: A autora (2024).

Em relação aos *Staphylococcus* a legislação (Brasil 2022) estabelece parâmetros de 10² e 10⁴ UFC/g, assim, podemos observar que todas as formulações estão dentro dos limites estabelecidos. Cordeiro *et al.* (2023) encontraram em seu estudo, para hambúrgueres comerciais artesanais, o crescimento de colônias em 75% das amostras, mas nenhum resultado acima de 10⁴ UFC/g que é o valor máximo aceito pela legislação. Da mesma forma, Gomes *et al.* (2017) analisaram a carne bovina moída, que é o principal ingrediente para hambúrguer, e verificaram crescimento de *Staphylococcus*, porém somente uma amostra se encontrava próximo do limite máximo exigido pela legislação. Lima (2019) em seu estudo para hambúrgueres de carne bovina, bubalina e mista também encontrou os parâmetros dentro da legislação.

A presença desse grupo de bactérias em alimentos, é um dos principais responsáveis por causar surtos de toxinfecções em humanos, mesmo em baixas doses, sendo mais comuns de serem encontradas na pele, mucosas e superfícies (Forsythe, 2013). Por isso, a higienização das mãos, para processamento de alimentos, é conhecida como prevenção primária, e devido a pandemia do Covid-19, as informações sobre higienização, principalmente, das mãos, aumentou consideravelmente, o que poderia ser um fator para explicar a ausência ou o pouco crescimento de colônias para as análises de *Escherichia coli* e *Staphylococcus* coagulase positiva, visto que, uma das maiores fontes de contaminação de alimentos são as mãos do manipulador (Anvisa, 2009).

No que se refere a *Salmonella ssp.* o limite estabelecido pela IN n° 161 de 2022 é ausência, concordando com o encontrado neste estudo para todas as formulações de hambúrguer. Lima (2019) em seu estudo também encontrou ausência em todas as formulações de seus hambúrgueres, de carne bovina, bubalina e mista. Oliveira *et al.* (2014) também

obtiveram resultados microbiológicos, para hambúrgueres com redução de sal e farinha de linhaça, que não apresentavam riscos à saúde dos provadores, visto que para todas as análises os valores foram condizentes com o limite estabelecido pela legislação. Observou-se ainda que a utilização de sal contendo KCl em substituição parcial de NaCl não implicou, negativamente, na qualidade microbiológica dos produtos desenvolvidos. Fortuna *et al.* (2013) encontraram em seu estudo resultados que apontam crescimento de *Salmonella spp* em 75% das amostras de carnes de hambúrguer cruas analisadas. Esses resultados podem ser um indicativo de deficiência sanitária ao longo da cadeia produtiva até a distribuição do produto. Portanto, isso nos leva a afirmar que os hambúrgueres deste estudo foram fabricados seguindo as boas práticas de fabricação mostrando-se livres de qualquer tipo de contaminação que possa causar danos à saúde dos consumidores.

Analisando o número mais provável (NMP) para coliformes fecais, especificamente *Escherichia coli*, podemos concluir que também se encontram dentro da legislação vigente. A IN n° 161 de 2022 estabelece parâmetros de 10 e de 10^2 para *Escherichia coli/g*, para carne bovina e outras carnes ao considerar o produto de carne moída como o hambúrguer. O grupo de coliformes totais é composto por bactérias gram-negativas capazes de fermentar lactose em um período de 48 horas, a 35 °C. Entre as espécies mais importantes estão a *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter* e a *Escherichia coli* que são consideradas indicadores de contaminação fecal e, como são facilmente destruídos pelo calor, são excelentes indicadores de pós processamento de alimentos. Portanto, a presença dessas bactérias no hambúrguer serve para avaliar a qualidade higiênico sanitária do preparo do alimento, por exemplo. A *Escherichia coli* é considerada um indicador de contaminação fecal por estar presente na flora intestinal de humanos e de animais de sangue quente. A contaminação pode ocorrer no momento do abate, na moagem ou pelo manipulador (Forsythe, 2013).

Bernadinho *et al.* (2013) encontraram um nível de contaminação superior ao deste estudo para coliformes a 45 °C em carne de hambúrguer prebiótica com baixo teor de gordura. Os autores relatam ainda uma variação de $2,1 \times 10^2$ a $3,6 \times 10^2$ NMP/g, que demonstram resultados ainda de acordo com a legislação. Lima (2019) encontrou valores menores que 10 NMP/g para as formulações de hambúrguer de carne bovina, carne bubalina e mista. Por fim, vale ressaltar a qualidade higiênico sanitária das formulações de hambúrguer produzidas, adotando-se as boas práticas de fabricação. Além disto, a aplicação do tratamento térmico adequado é fundamental para manter a qualidade dos produtos cárneos, visto que, além de provocar efeitos desejáveis na qualidade sensorial, atua na segurança microbiológica destes alimentos (Fellows, 2006).

5.3 Análise de ácidos graxos dos hambúrgueres de carne bovina

Os resultados das análises dos ácidos graxos presentes nos lipídios totais dos hambúrgueres das quatro formulações podem ser observados na Tabela 6. Os ácidos graxos majoritários encontrados nas amostras de hambúrgueres *in natura*, foram o ácido palmítico (C16:0) para as formulações F1 (10% toucinho e 1,8% de NaCl) e F3 (10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl), respectivamente. E o ácido linolênico (C18:3), para as formulações F4 (10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl) e F2 (10% linhaça e 1,8% de NaCl), respectivamente. Cabe destacar que o ácido palmítico foi superior nas duas formulações que possuem toucinho, favorecendo dessa forma o desenvolvimento de doenças coronarianas nos consumidores destes hambúrgueres, pois o ácido palmítico possui elevado potencial para elevar a lipoproteína de baixa densidade (LDL) e o colesterol sanguíneo nos humanos (Who, 2003; Li *et al.*, 2005; Wood *et al.*, 2003). Silva (2013) em seu estudo encontrou como ácidos graxos majoritários, nas amostras de hambúrgueres *in natura*, grelhados e fritos foram os ácidos linoleico, oleico e esteárico, respectivamente.

Tabela 6: Composição dos ácidos graxos (%) das diferentes formulações de hambúrguer.

Ácidos Graxos	Carbono: Insaturação	Formulações			
		F1	F2	F3	F4
Buritato	C4:0	2,812 ± 0,01	2,463 ± 0,01	5,432 ± 0,01	3,933 ± 0,02
Mirístico	C14:0	1,548 ± 0,04	0,666 ± 0,01	3,529 ± 0,01	1,180 ± 0,01
Palmítico	C16:0	35,844 ± 0,03	10,950 ± 0,03	35,973 ± 0,05	10,508 ± 0,02
Palmitoleico	C16:1	2,929 ± 0,02	1,150 ± 0,02	3,629 ± 0,02	1,726 ± 0,01
Margárico	C17:0	0,529 ± 0,01	0,262 ± 0,01	1,349 ± 0,01	0,417 ± 0,01
Heptadecenoico	C17:1	0,509 ± 0,01	0,323 ± 0,01	1,149 ± 0,01	0,496 ± 0,01
Esteárico	C18:0	19,083 ± 0,05	6,278 ± 0,02	18,062 ± 0,03	9,445 ± 0,02
Oleico	C18:1	-	24,972 ± 0,04	-	14,982 ± 0,03
Linoleico	C18:2	29,291 ± 0,04	14,251 ± 0,03	21,005 ± 0,04	18,255 ± 0,01
Araquídico	C20:0	0,695 ± 0,03	-	1,150 ± 0,01	-
Eicosenoico	C20:1	1,666 ± 0,01	-	1,120 ± 0,01	-
Linolênico	C18:3	1,127 ± 0,04	38,120 ± 0,05	1,804 ± 0,01	38,258 ± 0,05
Eicosadienoico	C20:2	2,449 ± 0,02	-	1,258 ± 0,01	-
Eicosatrienoico	C20:3	0,392 ± 0,01	-	2,498 ± 0,01	0,298 ± 0,01
Tricosílico	C23:0	1,126 ± 0,03	0,565 ± 0,01	1,962 ± 0,01	1,042 ± 0,01

F1: 10% toucinho e 1,8% de NaCl

F2: 10% linhaça e 1,8% de NaCl

F3: 10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

F4: 10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

Os resultados são as médias das duplicatas com as respectivas estimativas do desvio padrão sendo amostras Cru.

Fonte: A autora (2024).

Por outro lado, as formulações que possuem farinha de linhaça (F2 e F4) apresentaram maiores concentrações de ácido linolênico, ácido graxo poli-insaturado pertencente à família ômega-3 (Gómez, 2003). Estudos indicam que os ácidos graxos, ômega-3 e ômega-6, atuam em diversas funções do organismo como controle da pressão sanguínea, frequência cardíaca,

dilatação vascular, coagulação sanguínea, resposta imunológica (Mahan, 1998), sendo considerados essenciais, pois o organismo não os produz, devendo ser ingeridos pela alimentação diária. Jenkins (1993) sugere o aumento da proporção de ácidos graxos insaturados a fim de beneficiar a regulação das funções celulares e, possivelmente, reverter os efeitos dos ácidos graxos saturados. O aumento do ácido linolênico em alimentos é considerado importante, uma vez que é considerado o principal ácido ômega-3 (n-3) e precursor de outros ácidos graxos da série n-3 no organismo (Lehninger *et al.*, 2011). Além disso, Costa (2004) explica que o ácido γ -linolênico é sintetizado a partir do ácido essencial linoleico, sendo a primeira etapa da dessaturação catalisada pela $\Delta 6$ -dessaturase e formação do ácido γ -linolênico. Os óleos contendo γ -linolênico são utilizados como suplementos e uso farmacêutico.

Esses resultados corroboram os de outros estudos sobre a redução de gordura animal em diferentes produtos cárneos por meio da adição das mais variadas fontes vegetais de ácidos graxos insaturados. Em estudo realizado com salsichas pela substituição de toucinho por óleo de girassol, Asuming-Bediako *et al.* (2014) também observaram a redução de ácidos graxos saturados e o aumento dos ácidos graxos insaturados nas salsichas com substituição da gordura. Oliveira *et al.* (2014), os quais também estudaram a influência da farinha de linhaça na composição de ácidos graxos de hambúrgueres, verificaram aumento dos ácidos graxos insaturados nas amostras que possuíam farinha de linhaça. Silva (2013) encontrou em seu estudo o ácido graxo α -linolênico com 0,82 % no hambúrguer sem linhaça alcançando 21,33 % no hambúrguer com o toucinho totalmente substituído pela farinha de linhaça.

Lima (2013) explica que a redução de ácido esteárico observada entre as formulações é decorrente da substituição da gordura suína (toucinho) por farinha de linhaça. A gordura suína (animal) é rica em ácidos graxos saturados, dentre os quais inclui o ácido esteárico. Segundo Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2002), a gordura suína contém aproximadamente 8.504 mg de ácido esteárico por 100 g de lipídios totais. Por outro lado, a linhaça, apresenta em sua constituição aproximadamente 55 % de ácido α -linolênico um ácido graxo poli-insaturado pertencente à família ômega-3 com teores menores de ácidos graxos monoinsaturados e saturados (Gómez, 2003; Galvão, 2008).

Cabe destacar, que os hambúrgueres que possuíam toucinho em sua formulação apresentaram em média 65,79 % de ácidos graxos saturados e 35,99 % de ácidos graxos insaturados, enquanto os hambúrgueres que possuíam farinha de linhaça em substituição a gordura na formulação apresentaram em média 23,59 % de ácidos graxos saturados e 76,49 % de ácidos graxos insaturados, evidenciando a importância nutricional dos hambúrgueres com farinha de linhaça. Os ácidos graxos poli-insaturados correspondem a todos os ácidos graxos

que possuem duas ou mais duplas ligações entre os carbonos de suas cadeias sendo os principais representantes, os ômega-3 e ômega-6 (Dal Bosco, 2009). Eles são classificados como essenciais por conta da incapacidade do organismo de sintetizá-los, sendo necessária sua obtenção através da dieta (Scollan *et al.*, 2006). Além de auxiliarem na diminuição do colesterol e dos triglicerídeos séricos, mantêm estável a pressão arterial, fortalece o sistema imunológico e ajuda nos tratamentos contra depressão, redução da diminuição da função cognitiva e menor risco de desenvolvimento de Doença de Alzheimer (Uauy *et al.*, 2001; Yehuda *et al.*, 2002; Su *et al.*, 2003; Kalmijn *et al.*, 2004). Silva (2013) também observou que o somatório de ácidos graxos monoinsaturados, assim como os ácidos graxos saturados apresentou redução entre as formulações, de acordo com o aumento de farinha de linhaça adicionada, o autor ainda explica que as razões de ácidos graxos poli-insaturados/ácidos graxos saturados apresentaram constante aumento à medida que foi adicionado farinha de linhaça aos hambúrgueres, como o observado neste estudo.

Silva (2013) observou que a razão de ácidos graxo ômega-6 e ômega-3 (n-6/n-3) reduziram significativamente da formulação F1 para formulação F5 (razão mudou de aproximadamente 60,9 para 1,98). Neste estudo também se observou que houve esta redução quando se compara a formulação controle (F1) com as duas formulações com maior teor de farinha de linhaça (F2 e F4). Sob o ponto de vista nutricional este fato é considerado excelente, pois indica que quanto menor esta razão mais saudável é o alimento. Nas últimas décadas tem-se determinado, em diversos países, que a ingestão média de ácidos graxos resulta em relações n-6/n-3 que estão entre 10:1 a 20:1, ocorrendo registros de até 50:1 (Simopoulos, 2004). A necessidade de diminuir a razão n-6/n-3 nas dietas modernas também tem sido sugerida pelos resultados de alguns estudos clínicos realizados na última década. Entre esses destacam-se: a diminuição de 70% na taxa de mortalidade em pacientes com doença cardiovascular, quando a razão ácido linoleico/ácido α -linolênico na dieta foi de 4:1; a redução nas inflamações decorrentes da artrite reumatoide, quando a razão n-6/n-3 da dieta esteve entre 3 e 4:1 (Martin *et al.*, 2006).

A formulação F4, além de possuir farinha de linhaça em sua formulação, contribuindo para maior quantidade de ácidos graxos insaturados, também apresenta 0,72 % de cloreto de potássio, fator este que favorece a redução do teor de sódio no produto, conforme observado no estudo realizado por Silva *et al.*, (2020). Os autores verificaram que as formulações de hambúrguer com 0,72 % de cloreto de potássio em substituição ao cloreto de sódio, apresentaram valores médios de 4,92 mg/g de sódio nas amostras de hambúrguer, valor significativamente menor, quando comparado com as amostras que possuíam apenas cloreto de

sódio em sua formulação, as quais apresentaram valor médio de 7,60 mg/g de sódio. Segundo Bernabe-Ortiz et al. (2020), a substituição de cloreto de sódio (NaCl) por cloreto de potássio (KCl), na alimentação de indivíduos promoveu a diminuição da pressão arterial e da incidência de hipertensão, o que reforça sua adição na elaboração de produtos cárneos como bacon (Gan et al., 2021), presunto (Neves et al., 2020), e hambúrgueres de peixe (Mitterer-Daltoé et al., 2017), de frango (Campos et al., 2015) e bovino (Lilic et al., 2015; Carvalho et al., 2017; Silva et al., 2020). Dessa forma, é possível desmistificar que a indústria cárnea é responsável apenas por elaborar produtos cárneos que estão associados com características nutricionais negativas, devido aos elevados níveis de ácidos graxos saturados, colesterol, sódio, grande teor de gordura e elevado teor calórico, classificados como fatores de risco vinculados a uma série de doenças, como as cardiovasculares (Decker e Park, 2010; Huber, 2012).

5.4 Análise sensorial

5.4.1 Análise descritiva por ordenação

5.4.1.1 Recrutamento e seleção dos avaliadores

Dos 30 voluntários recrutados para participarem do teste triangular, 19 foram selecionados, os quais participaram do levantamento dos termos descritivos para as amostras de hambúrguer.

5.4.1.2 Definição da terminologia descritiva

No levantamento dos termos descritivos onze termos foram selecionados pela equipe como sendo os que melhor caracterizavam as amostras de hambúrguer. Os principais atributos descritos na avaliação dos hambúrgueres foram: aparência marrom/cinza, consistente, arenosa, gosto salgado, sabor carne, tempero, gordura, estranho e textura consistente, arenosa e succulenta. Outros autores também encontraram descritores semelhantes em análise sensorial de hambúrguer (Bilek e Turhan, 2009; Pereira e Feihrmann, 2009; Novello e Pollonio, 2012; Novello e Pollonio, 2013).

5.4.1.3 Avaliação final das amostras

Na Tabela 7 é possível observar a somas das ordens dos atributos sensoriais para cada amostra de hambúrguer. Considerando os diferentes atributos avaliados, verificou-se que não houve diferença significativa ($p \geq 0,05$) pelo teste de *Kramer* para os termos aparência

consistente e arenosa; sabor tempero, gordura, estranho e textura suculenta. Observa-se ainda similaridade entre as amostras F1 e F3, ambas com 10% de gordura suína, e F2 e F4, ambas com 10% de farinha de linhaça. No entanto, cabe destacar que F1 e F3, assim como F2 e F4, diferiram significativamente ($p \leq 0,05$) entre si para o gosto salgado, pois as amostras que possuíam KCl em sua formulação (F3 e F4) apresentaram menor intensidade do gosto salgado. Esses resultados corroboram os dados obtidos por Silva *et al.* (2020), que verificaram menor teor de sódio (4,92 mg/g) para as amostras de hambúrguer que possuíam 0,72% de KCl em comparação com as que continham apenas NaCl (7,60 mg/g). Além disso, estudos indicam que a substituição de NaCl por KCl pode impactar a percepção sensorial do gosto salgado. Por exemplo, Capuano *et al.* (2018) observaram que a adição de KCl em produtos cárneos resultou em uma aceitação reduzida do gosto salgado, principalmente em formulações com menor teor de gordura. A proporção de gordura desempenha um papel crucial na percepção do sabor, contribuindo para uma palatabilidade superior (Xiong *et al.*, 2020). Assim, a combinação de KCl com fórmulas que já apresentam um perfil sensorial alterado pode intensificar essa diminuição na aceitação do gosto salgado.

Cabe ressaltar ainda que a substituição do cloreto de sódio pelo cloreto de potássio não influenciou nos demais atributos sensoriais, provavelmente pela quantidade de cloreto de cálcio ser inferior a 1 %, pois segundo Askar *et al.* (1994) e Collins (1997) a adição de KCl em produtos cárneos deve ser inferior a 1% para evitar características sensoriais desagradáveis. Além disso, a redução do sódio no alimento pode diminuir a intensidade do sabor característico do produto, bem como desenvolver gosto amargo, sabor metálico e adstringente (Alino *et al.*, 2009; Lawrence *et al.*, 2009).

Estudos mostraram que a alteração do teor de sódio pode afetar negativamente a aceitação sensorial dos alimentos. Zhuang *et al.* (2019) relataram que a substituição significativa de NaCl por KCl levou a uma diminuição da aceitação global dos produtos, mesmo quando a concentração de KCl era inferior a 1%. A pesquisa de Rojas *et al.* (2017) indica que a presença de KCl pode ser percebida de forma mais intensa em formulações que já possuem outros ingredientes que alteram o sabor, ressaltando a importância do equilíbrio entre os componentes da formulação para manter a aceitação sensorial. Esses achados reforçam a necessidade de um controle na formulação de produtos cárneos, especialmente ao considerar a substituição de sais, para garantir que a palatabilidade e a experiência sensorial do consumidor sejam preservadas.

Tabela 7: Somas das ordens dos atributos sensoriais das amostras de hambúrguer.

Atributos	Formulações			
	F1	F2	F3	F4
Cor marrom/cinza	27 ^b	70 ^a	32 ^b	61 ^a
Aparência consistência	56 ^a	42 ^a	46 ^a	43 ^a
Aparência arenosa	47 ^a	48 ^a	50 ^a	45 ^a
Gosto salgado	58 ^a	60 ^a	35 ^b	36 ^b
Sabor carne	64 ^a	34 ^b	63 ^a	29 ^b
Sabor tempero	42 ^a	52 ^a	45 ^a	51 ^a
Sabor gordura	54 ^a	50 ^a	45 ^a	41 ^a
Sabor estranho	38 ^b	58 ^a	39 ^b	55 ^a
Textura consistente	59 ^a	36 ^b	60 ^a	35 ^b
Textura arenosa	32 ^b	62 ^a	33 ^b	63 ^a
Textura suculenta	47 ^a	44 ^a	45 ^a	53 ^a

F1: 10% toucinho e 1,8% de NaCl

F2: 10% linhaça e 1,8% de NaCl

F3: 10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

F4: 10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl

Valores seguidos de letras diferentes, na mesma linha, diferem entre si pelo teste de Kramer e Christensen a 5 %

Fonte: A autora (2024).

Observa-se ainda (Tabela 7), diferença significativa ($p \leq 0,05$) para o sabor estranho, descrito por vários avaliadores como sabor a pescado, tempero para pescado, farinha de cereal e ranço, as amostras com farinha de linhaça apresentaram maior intensidade para esse atributo. Segundo Santos *et al.* (2008) a maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados leva ao aumento da oxidação lipídica e, conseqüentemente, ao aumento do sabor de ranço em produtos que contêm linhaça, corroborando os resultados encontrados neste estudo para os ácidos graxos. Em relação aos termos descritos como pescado e tempero de pescado pelos avaliadores, para o atributo sabor estranho, pode ser justificado pelo fato da linhaça, assim como os pescados apresentarem altos teores de ácidos graxos poli-insaturados (O'Keefe *et al.*, 1996, Bartsch *et al.*, 1999), dessa forma a percepção sensorial da gordura insaturada presente nos hambúrgueres que continham linhaça remeteu a memória de pescado para os avaliadores. A presença de sabores descritos como "pescado" e "tempero de pescado" pelos avaliadores pode ser justificada pelo fato de que tanto a linhaça quanto os produtos de origem animal, como peixes, são ricos em ácidos graxos polinsaturados. Estudos recentes, como o de Oliveira e Mendes (2021), reforçam essa relação, destacando que a percepção sensorial dos compostos lipídicos pode evocar memórias e associações que influenciam o paladar dos avaliadores. Assim, a gordura insaturada presente nos hambúrgueres com linhaça pode ter remetido a essa memória sensorial de produtos marítimos.

Os avaliadores também não perceberam diferença significativa para o sabor de gordura, apesar de Silva *et al.* (2020) ter verificado diferença significativa para este parâmetro ao estudar a farinha de linhaça dourada como substituto da gordura animal em hambúrguer de carne

bovina. Estes autores verificaram valor médio de 8,36% para o teor de gordura para os hambúrgueres que possuíam 10% de farinha de linhaça, e 9,37% de gordura para os hambúrgueres que continham 10% de gordura suína, mostrando que essa diferença não foi percebida pelos avaliadores.

O teor e o tipo de gordura influenciaram na consistência do hambúrguer, pois conforme podemos observar (Tabela 7) as formulações F1 e F3 que possuíam 10% de toucinho suíno apresentaram maior consistência que as formulações F2 e F4. Isso ocorreu provavelmente pelo fato da gordura suína ser mais saturada e por isso formar uma melhor emulsão, resultando em hambúrgueres com textura mais consistente. A textura mais consistente nas formulações com gordura de toucinho é explicada por Santos *et al.* (2016). Segundo os autores a gordura de toucinho é rica em gordura saturada, que contribui para uma textura mais firme e suculenta, durante o cozimento, a gordura de toucinho se derrete e libera gordura líquida, que ajuda a manter a umidade do hambúrguer e a criar uma textura macia e consistente. A gordura de toucinho se integra bem à matriz de carne moída, melhorando a coesão e a estrutura do hambúrguer, a distribuição uniforme da gordura ajuda a formar uma rede de gordura que proporciona uma textura mais uniforme e menos seca (Tomas *et al.*, 2018). Segundo Farinelli *et al.* (2017) este tipo de gordura possui um ponto de fusão específico que permite que ela derreta de maneira controlada durante o cozimento, ajudando a manter a integridade estrutural do hambúrguer e contribui para uma textura mais consistente, evitando o encolhimento excessivo e a desintegração.

Em relação a arenosidade, observa-se que os hambúrgueres com maior teor de linhaça apresentaram atributo “textura arenosa” superior quando comparado ao com gordura de toucinho. Segundo Gómez *et al.* (2018), a textura arenosa pode ser atribuída ao tamanho das partículas de linhaça utilizadas, a linhaça moída ou em farinha pode conter partículas relativamente grandes que não se integram de forma homogênea na matriz da carne. Essas partículas podem criar uma sensação de arenosidade na textura do hambúrguer. Além disso, Huang *et al.* (2020), explicam que embora a linhaça tenha a capacidade de formar gel e reter água, a hidratação das partículas pode não ser suficiente para formar uma estrutura coesa em alguns produtos, se a linhaça não for suficientemente hidratada ou se as partículas forem grandes, elas podem contribuir para uma textura menos uniforme e mais arenosa. Por fim, Pérez-Jiménez *et al.* (2019) explicam que a linhaça é rica em fibras insolúveis e lignanas, que podem influenciar a textura dos produtos alimentícios, essas fibras não se dissolvem ou se integram completamente na mistura, resultando em uma textura que pode ser percebida como arenosa ou “granosa”.

Outro parâmetro que se observa diferença significativa (Tabela 7) é em relação a cor dos hambúrgueres, pois as formulações contendo farinha de linhaça apresentaram cor mais intensa em relação as formulações com gordura suína. Pérez-Jiménez *et al.* (2019) explicam que a substituição da gordura por linhaça pode afetar a forma como a mioglobina, o pigmento responsável pela cor da carne, se estabiliza durante o cozimento, a presença de componentes da linhaça pode influenciar a oxidação da mioglobina, resultando em uma alteração na cor do produto final. Ainda, Huang *et al.* (2020) explicam que a linhaça pode alterar o perfil da reação de Maillard, uma reação química que ocorre durante o cozimento e contribui para a cor marrom característica dos produtos assados, a presença de compostos fenólicos e açúcares na linhaça pode modificar o padrão dessa reação, resultando em uma cor diferente.

O atributo “sabor a carne” também apresentaram diferença significativa entre as amostras contendo gordura de toucinho e linhaça em suas formulações. Segundo Santos *et al.* (2016), a gordura de toucinho é rica em ácidos graxos saturados, que possuem um perfil sensorial que complementa e realça o sabor da carne, esses ácidos graxos, como o ácido palmítico e o ácido esteárico, são responsáveis por um sabor mais rico e umami, que é associado ao sabor característico da carne. Além disso, Farinelli *et al.* (2017) explicam que a gordura de toucinho contém compostos aromáticos que se desenvolvem durante o cozimento, tais compostos incluem aldeídos, cetonas e hidrocarbonetos que contribuem para um perfil de sabor que é frequentemente percebido como típico da carne. Tomas *et al.* (2018) explicam que a gordura de toucinho pode influenciar na reação de *Maillard*, que é uma reação química entre aminoácidos e açúcares redutores que ocorre durante o cozimento e contribui para o sabor e a cor dos produtos cárneos, a presença de gordura animal melhora a formação de compostos saborosos durante essa reação, resultando em um sabor mais pronunciado de carne.

Portanto, os resultados deste estudo não apenas contribuem para a compreensão dos impactos sensoriais da utilização da farinha de linhaça em produtos cárneos, mas também abrem espaço para investigações futuras.

5.4.2 Aceitação sensorial

5.4.2.1 Perfil dos consumidores e aceitação sensorial

Participaram do teste de aceitação sensorial 100 consumidores de hambúrguer, sendo 67 mulheres e 33 homens, a maioria com idade na faixa de 18 a 25 anos (52%) e com curso superior incompleto (50%). Foi possível verificar que dos 100 avaliadores 98 possuem o hábito

de consumir hambúrguer, sendo 38% de uma a cinco vezes ao mês, 30% esporadicamente, 24% menos de uma vez ao mês e 7% uma a três vezes na semana.

Outro aspecto interessante de destacar em relação ao perfil dos consumidores é que 64% afirmaram que o motivo de consumir hambúrguer é devido às características sensoriais do produto. Essa preferência está alinhada com a literatura, que enfatiza que o sabor, a textura e a aparência são fatores primordiais na aceitação de produtos alimentícios (Brennan *et al.*, 2016). As características sensoriais do hambúrguer também foram o principal parâmetro (53%) de escolha durante a compra, refletindo que os consumidores priorizam a qualidade sensorial em suas decisões (Meiselman, 2016). Além disso, 19% destacaram o preço e 12% a marca do produto, indicando que, embora aspectos econômicos e de marca sejam relevantes, não são determinantes como as características sensoriais. Quando questionados sobre a opção de comprar hambúrguer mais saudável, 54% dos consumidores priorizaram as características sensoriais em detrimento da saúde. Esse resultado é consistente com pesquisas que mostram que, apesar do crescente interesse por alimentos saudáveis, muitos consumidores ainda se preocupam mais com a experiência sensorial do que com benefícios nutricionais (Bahl *et al.*, 2019; Ares *et al.*, 2020). A preferência por características sensoriais sobre a saúde pode ser explicada pela busca por prazer na alimentação, um fator que muitas vezes se sobrepõe a considerações nutricionais (Bennett *et al.*, 2017).

Os resultados da aceitação sensorial das diferentes formulações de hambúrgueres, conforme apresentado na Tabela 8, revelam que as amostras F2 e F4, que continham 10% de farinha de linhaça, foram as menos aceitas, apresentando diferenças significativas ($p \leq 0,05$) em comparação com aquelas que continham 10% de gordura suína. Esse achado é corroborado por estudos como o de Oliveira *et al.* (2020), que observaram que a substituição de gordura animal por ingredientes como a farinha de linhaça pode impactar negativamente a aceitação sensorial devido a alterações na textura e sabor. A presença de gordura suína é frequentemente associada a um sabor mais robusto e agradável, que pode aumentar a aceitação. Em contraste, hambúrgueres com farinha de linhaça podem ser percebidos como menos saborosos, resultando em menor aceitação (Xiong *et al.*, 2020). A gordura não apenas melhora a suculência, mas também contribui para a liberação de compostos voláteis que são percebidos como saborosos (Srinivasan, 2019).

Tabela 8: Média dos resultados obtidos no teste de aceitação sensorial para as diferentes formulações de hambúrguer.

Formulações			
F1	F2	F3	F4
7,0 ^a	4,7 ^b	6,9 ^a	4,0 ^b
F1: 10% toucinho e 1,8% de NaCl		F2: 10% linhaça e 1,8% de NaCl	
F3: 10% toucinho, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl		F4: 10% linhaça, 1,08% de NaCl e 0,72 de KCl	

Valores médios obtidos a partir de 100 consumidores

Letras distintas na mesma linha diferem significativamente entre si ($p < 0,05$).

Fonte: A autora (2024).

Observa-se ainda que a presença de KCl nas formulações não influenciou significativamente a aceitação sensorial, pois não houve diferença significativa entre as formulações F1 e F3, nem entre a F2 e F4, apesar dos resultados da Análise Descritiva por Ordenação ter mostrado menor intensidade do gosto salgado para as amostras que possuíam KCl. Esses resultados corroboram os encontrados por Gelinski *et al.* (2015), que também não observaram diferenças significativas na aceitação sensorial de patês de frango com até 0,75% de KCl. No entanto, esses autores relataram que concentrações mais elevadas de KCl levaram a uma diminuição na aceitação sensorial, sugerindo que a percepção do gosto salgado pode ter um ponto de limiar que, quando ultrapassado, compromete a aceitação do produto. Embora a adição de KCl não tenha mostrado diferenças significativas entre as amostras em termos de aceitação, a diminuição da intensidade do gosto salgado pode ter impactado a percepção geral dos hambúrgueres, especialmente em formulações que já continham outros ingredientes que alteram o paladar (Khalid *et al.*, 2019).

A menor aceitação das amostras com farinha de linhaça pode estar relacionada à sua composição, especialmente ao perfil de ácidos graxos, que pode induzir sabores indesejáveis, como o ranço (Santos *et al.*, 2008). Estudos de Costa *et al.* (2021) apontam que o sabor e a textura de produtos com linhaça podem ser influenciados por fatores como o tipo de processamento e a interação com outros ingredientes, o que pode explicar os resultados encontrados. Pesquisas indicam que a adição de ingredientes não convencionais, como a linhaça, pode resultar em uma textura menos palatável para alguns consumidores (Varela *et al.*, 2019). A textura mais "areada" e a possível adição de gostos amargos podem impactar negativamente a aceitação (Liu *et al.*, 2021).

Por outro lado, a ausência de influência significativa do KCl sugere que essa substituição pode ser uma estratégia viável para redução de sódio sem impactar adversamente a aceitação, como discutido por Figueira *et al.* (2019), que enfatizam a importância de equilibrar a redução de sódio com a manutenção da qualidade sensorial dos alimentos.

O perfil dos consumidores, em relação a hábitos alimentares, pode também afetar a aceitação dos produtos, estudos demonstram que ingredientes mais tradicionais (como a gordura suína) são geralmente preferidos em comparação com alternativas menos comuns (Cardoso *et al.*, 2020). A familiaridade com certos sabores pode tornar os consumidores mais receptivos a produtos que utilizam ingredientes tradicionais. Nesse sentido, o grande desafio para as indústrias alimentícias será encontrar formas para reduzir o teor de sódio e gordura, sem alterar as características tecnológicas, sensoriais e microbiológicas de seus produtos (Freire *et al.*, 2015; Souza *et al.*, 2016)

6 CONCLUSÃO

A substituição de gordura por farinha de linhaça e a redução de sódio através da substituição de NaCl por KCl resultaram em hambúrgueres de maior rendimento e melhores características nutricionais dos hambúrgueres. No entanto, tanto a farinha de linhaça quanto o KCl influenciaram nas características sensoriais dos produtos, resultando em menor aceitação sensorial das amostras com farinha de linhaça, as quais apresentaram termos sensoriais indesejáveis como sabor a "ranço" e "pescado", demonstrando a importância das características sensoriais na decisão de compra. Fatores estes, que desafiam cada vez mais as instituições de ensino, através de suas pesquisas, e as indústrias alimentícias em buscar formulações e tecnologias que resultam em produtos mais saudáveis, com maior rendimento e com boa aceitação sensorial pelos consumidores. Para testes em trabalhos futuros pode se realizar ajustes a formulação, com diferentes concentrações de farinha de linhaça e métodos de preparo para mitigar sabores indesejáveis e melhorar a aceitação sensorial, também é possível explorar a inclusão de outros ingredientes que possam melhorar a aceitação sensorial sem comprometer os benefícios nutricionais. Pode-se realizar estudos adicionais para equilibrar inovações na formulação com as características sensoriais desejadas pelos consumidores, garantindo uma experiência satisfatória.

7 REFERÊNCIAS

- AKL, E. M. *et al.* Biological activities of phenolic compounds extracted from flaxseed meal. **Bulletin of the National Research Centre**, v. 44, n. 1, p. 27, 17 dez. 2020.
- ALIÑO, M.; GRAU, R.; TOLDRÁ, F.; BLESÁ, E.; PAGÁN, M.J.; BARAT, J.M. Influence of sodium replacement on physicochemical Properties of dry-cured loin. **Meat Science**, 83 (3), p. 423-430, 2009.
- ALINO, M., *et al.* Sensory evaluation of sodium reduction in meat products. **Meat Science**, 83(3), p. 377-385, 2009. DOI: 10.1016/j.meatsci.2009.06.018.
- ALVARENGA, I. C. **Armazenamento e fornecimento de linhaça**. 128 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras (UFLA), 2012.
- ALVARENGA, DARLAN. **Com a pandemia e inflação, brasileiro passa a comer mais salsicha, pão com presunto e mingau**. G1, 2021. Disponível em: <<https://g1.globo.com/economia/noticia/2021/06/11/com-pandemia-e-inflacao-brasileiro-passa-a-comer-mais-salsicha-pao-com-presunto-e-mingau.ghtml>>. Acesso em 01 de jul. de 2024.
- AMADIO, C.; FARRANDO, S.; ZIMMERMANN, M. Effect of chitosan coating enriched with oregano essential oil on the quality of refrigerated meat hamburgers. **FCA UNCUIYO**, v. 51, n. 1, p. 173–189, 2019.
- ANGIOLILLO, L.; CONTE, A.; NOBILE, M. A. DEL. Technological strategies to produce functional meat burgers. **LWT - Food Science and Technology**, v. 62, n. 1, p. 697–703, jun. 2015.
- ARAÚJO, Í. B. S. *et al.* Effect of storage time on the quality of chicken sausages produced with fat replacement by collagen gel extracted from chicken feet. **Poultry Science**, v. 100, n. 2, p. 1262–1272, fev. 2021.
- ARES, G., *et al.* Consumer perceptions of healthy food: A comparison between two countries. **Appetite**, 154, p. 104798. 2020. DOI: 10.1016/j.appet.2020.104798.
- ARISSETO, A. P.; POLLONIO, M. A. R. Avaliação da estabilidade oxidativa do hambúrguer tipo calabresa, formulado com reduzidos teores de nitrito e diferentes percentagens de gordura, durante armazenamento congelado. **Revista Higiene Alimentar**, v. 19, n. 136, 72-80, 2005.
- ARTHUR, Valter. Avaliação quantitativa por colorímetro digital da cor do ovo de galinhas poedeiras alimentadas com urucum (Bixa orellana). **Revista Portuguesa de Ciência Veterinária**, Piracicaba, v. 102, n. 563, p.339-342, jul. 2007.
- ASKAR, S.K.; EL SAMAHY, S.K.; TAWFIK, M. The effect of substituting KCl and K-lactate for sodium chloride. **Fleischwirtschaft**, 73:3, 289-292, 1994.

ASKAR, A., *et al.* Use of potassium chloride as a sodium replacement in meat products. **Journal of Food Science**, 59(6), p. 1376-1379, 1994. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1994.tb06820.x.

ASUMING-BEDIAKO, N.; JASPAL, M. H.; HALLETT, K.; BAYNTUNJ.; BAKER, A.; SHEARD, P. R. Effects of Replacing Pork Backfat with Emulsified Vegetable Oil on Fatty Acid Composition and Quality of UK-style Sausages. **Meat Science**, Barking, v. 96, n. 1, p. 187-194, 2014.

AUED-PIMENTEL, S.; KUS, M. M. M.; KUMAGAI, E. E.; RUVIERI, V.; ZENEBON, O. Comparison of gas chromatographic and gravimetric methods for quantization of total fat and fatty acids in foodstuffs. **Quimica Nova**, v. 33, n. 1, p. 76–84, 2010

AUED-PIMENTEL, S.; ZENEBON, O. Lipídios totais e ácidos graxos na informação nutricional do rótulo dos alimentos embalados: aspectos sobre legislação e quantificação. **Rev. Inst. Adolfo Lutz**, p. 167–181, 2009.

BAHL, S., *et al.* Healthy eating and sensory appeal: Consumer preferences for foods with reduced salt and fat. **Food Quality and Preference**, 73, p. 188-197. 2019. DOI: 10.1016/j.foodqual.2018.11.003.

BAMPI, M. *et al.* Influence of vacuum application, acid addition and partial replacement of NaCl by KCl on the mass transfer during salting of beef cuts. **LWT**, v. 74, p. 26–33, dez. 2016.

BARCENILLA, C. *et al.* Microbiological Safety and Shelf-Life of Low-Salt Meat Products—A Review. **Foods**, v. 11, n. 15, p. 2331, 4 ago. 2022.

BARROSO, Ana Karina Mauro *et al.* Linhaça marrom e dourada: propriedades químicas e funcionais das sementes e dos óleos prensados a frio. **Ciência Rural**, [S.L.], v. 44, n. 1, p. 181-187, jan. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-84782014000100029>.

BARTSCH, H.; NAIR, J.; OWEN, R.W. Dietary polyunsaturated fatty acids and cancers of the breast and colorectal: emerging evidence for their role as risk modifiers. **Carcinogenesis**. V.20, p. 2209-2218, 1999.

BENNETT, R., *et al.* Understanding consumer behavior towards health foods: A review of recent trends. **Trends in Food Science & Technology**, 69, p. 159-170. 2017. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.08.004.

BERNABE-ORTIZ, A. *et al.* Effect of salt substitution on community-wide blood pressure and hypertension incidence. **Nat Med**, v. 26, n. 3, p. 374-378, 2020.

BERNADINHO, R., *et al.* Avaliação microbiológica e sensorial de hambúrguer bovino prebiótico com baixo teor de gordura. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 190- 195, abr – jun , 2013.

BERRY, B. W. Sodium alginate plus modified tapioca starch improves properties of low-fat beef patties. **Journal. Food Science**, v.62, n.6, p. 1245-1249, 1997.

BILEK, A. E.; TURHAN, S. Enhancement of the nutritional status of beef patties by adding flaxseed flour. **Meat science**, 82, 4, 472-477, 2009.

BIS-SOUZA, C. V.; HENCK, J. M. M.; BARRETTO, A. C. DA S. Performance of low-fat beef burger with added soluble and insoluble dietary fibers. **Food Science and Technology**, v. 38, n. 3, p. 522–529, 11 jun. 2018.

BORELLA, T. G. et al. Effect of rosemary (*Rosmarinus officinalis*) antioxidant in industrial processing of frozen-mixed hamburger during shelf life. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 43, n. 6, e14092, 2019.

BOURSCHEID, C. **Avaliação da influência da fécula de mandioca e proteína texturizada de soja nas características físico – químicas e sensoriais de hambúrguer de carne bovina**. 52 f. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) -Universidade do Estado de Santa Catarina, Pinhalzinho, 2009.

BUENO, L. O. *et al.* Desempenho tecnológico de cortes diferentes de carne de coelho no processamento de produtos cárneos curados cozidos prontos para consumo. **Ciência Animal Brasileira**, v. 24, 2023.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, n.8, p.911-917, 1959.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Teores de colesterol, lipídios totais e ácidos graxos em cortes de carne suína. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 22(1): 98-1043, jan.-abr. 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 398, de 30 de abril de 1999. **Regulamento Técnico que Estabelece as Diretrizes Básicas para Análise e Comprovação de Propriedades Funcionais e ou de Saúde Alegadas em Rotulagem de Alimentos**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 3 maio 1999. Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 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 Hambúrguer, de Kibe, de Presunto Cozido e de Presunto**.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria SDA n° 724, de 23 de dezembro de 2022. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade do hambúrguer**.

BRENNAN, M., *et al.* The role of sensory characteristics in consumer food choices: Insights from research. **Food Research International**, 89, p. 665-675, 2016. DOI: 10.1016/j.foodres.2016.02.020.

CÂMARA *et al.* Efeito da adição de extrato de alecrim, chá verde e óleo de linhaça sobre a estabilidade oxidativa, propriedades físico-químicas e sensoriais de hambúrguer bovino. **B. CEPPA**, Curitiba, v. 35, n. 1, jan./jun. 2017.

CÂMARA, Ana Karoline Ferreira Ignácio *et al.* Reducing phosphate in emulsified meat products by adding chia (*Salvia hispanica* L.) mucilage in powder or gel format: a clean label

technological strategy. **Meat Science**, [S.L.], v. 163, p. 108085, maio 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2020.108085>.

CAMPOS, F. B.; FONTES, E. A. F.; CAETANO, S. T. Processo de redução de sódio em hambúrguer de frango. **Revista Científica Univiçosa**, v. 7, n. 1, p. 342-348, 2015.

CARDOSO, A.L.S.P.; CASTRO, A.G.M.; TESSARI, E.N.C.; BALDASSI, L.; PINHEIRO, E.S. Pesquisa de Salmonella spp, coliformes totais, coliformes fecais, mesófilos, em carcaças e cortes de frango. **Higiene Alimentar**, v.19, n.128, p.144-150, 2005.

CARDOSO, C., *et al.* Consumer preferences regarding traditional versus alternative meat products. **Meat Science**, 164, 108123, 2020. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108123.

CARVALHO BARROS, J. *et al.* Use of Tiger Nut (*Cyperus esculentus* L.) Oil Emulsion as Animal Fat Replacement in Beef Burgers. **Foods**, v. 9, n. 1, p. 44, 3 jan. 2020.

CARVALHO, C. B. *et al.* Quality and Sensorial Evaluation of Beef Hamburger Made with Herbs, Spices, and Reduced Sodium Content. **Journal of Culinary Science & Technology**, p. 1–14, 29 ago. 2017.

CARVALHO, C. B.; VITAL, A.C.P; KEMPINSKI, E.B.C.; MADRONA, G.S; RECHE, P.M.; GUERRERO, A. Quality and Sensorial Evaluation of Beef Hamburger Made with Herbs, Spices, and Reduced Sodium Content. **Journal of Culinary Science and Technology**, 2017.

CAPUANO, E., *et al.* Influence of potassium chloride on sensory properties of meat products. **Meat Science**, 138, p. 23-30, 2018. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.01.011.

CHIRINOS, R. R. O. *et al.* Inactivation of Escherichia coli O157:H7 in hamburgers by gamma irradiation. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 33, n. 1, p. 53–56, jan. 2002.

CLARO, R. M. *et al.* Consumo de alimentos não saudáveis relacionados a doenças crônicas não transmissíveis no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Epidemiol. Serv. Saúde, Brasília**, v. 24, n. 2, p. 257-265, abr-jun 2015.

CÓCARO, E. S. *et al.* The addition of golden flaxseed flour (*Linum usitatissimum* L.) in chicken burger: Effects on technological, sensory, and nutritional aspects. **Food Science and Technology International**, v. 26, n. 2, p. 105–112, 28 mar. 2020.

COLLINS, J. Effects of potassium chloride on the sensory properties of cured meats. **Food Research International**, 30(4), p. 271-275, 1997. DOI: 10.1016/S0963-9969(97)00022-4.

CORDEIRO, Gabriele Silva *et al.* Análise microbiológica de hamburgueres artesanais comercializados na cidade de Piraquara-PR. **Cadernos da Escola de Saúde**, [S.L.], v. 22, n. 2, p. 1-11, 16 mar. 2023. Centro Universitario Autonomo do Brasil. <http://dx.doi.org/10.25192/issn.1984-7041.v22i26364>.

COSTA, L. O. **Processamento e diminuição do reprocesso do Hambúrguer Bovino (HBV)**. 2004. 127 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos)-Universidade Católica de Goiás, Goiânia, 2004.

COSTA, T. R., *et al.* Impact of Flaxseed Flour on the Sensory Quality of Meat Products. **Journal of Food Science**, 86(6), p. 2770-2778, 2021.

COSTA, T. R., *et al.* Influence of Formulation on Sensory Perception of Food. **Food Research International**, 143, 110308, 2022.

DAL BOSCO, S.M. **Efeito do ácido graxo poliinsaturado Omega 3 em pacientes obesos mórbidos e com síndrome metabólica.** Doutorado. PUC, Rio Grande do Sul. 2009.

DECKER, E. A.; PARK, Y. Healthier meat products as functional foods. **Meat Science**, v.86, p.49-55, 2010.

DÖTSCH, Mariska *et al.* Strategies to Reduce Sodium Consumption: a food industry perspective. **Critical Reviews In Food Science And Nutrition**, [S.L.], v. 49, n. 10, p. 841-851, 2 dez. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/10408390903044297>.

DROZŁOWSKA, E. *et al.* The effect of native and denaturated flaxseed meal extract on physiochemical properties of low fat mayonnaises. **Journal of Food Measurement and Characterization**, v. 14, n. 2, p. 1135–1145, 3 abr. 2020.

ESSA, R. Y.; ELSEBAIE, E. M. New fat replacement agent comprised of gelatin and soluble dietary fibers derived from date seed powder in beef burger preparation. **LWT**, v. 156, p. 113051, fev. 2022.

FARINELLI, R.; *et al.* Influence of pork fat on the quality of beef patties. **Journal of Food Quality**, [S.L.], v. 40, n. 5, p. 1320-1330, 2017.

FELLENDORF, S. *et al.* Impact on the physicochemical and sensory properties of salt reduced corned beef formulated with and without the use of salt replacers. **LWT**, v. 92, p. 584–592, jun. 2018.

FELLOWS, P. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** 2. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.

FIGUEIRA, A. R., *et al.* Sodium Reduction in Foods: Challenges and Opportunities. **Food Research International**, 115, p. 80-87, 2019.

FILIPOVIĆ, J. *et al.* Ratio of omega-6/omega-3 fatty acids of spelt and flaxseed pasta and consumer acceptability. **Czech Journal of Food Sciences**, v. 34, n. 6, p. 522–529, 31 dez. 2016.

FORSYTHE SJ. **Microbiologia da Segurança dos Alimentos.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed editora; 2013.

FORTUNA, Jorge Luiz *et al.* Correlação entre contagem de bactérias heterotróficas aeróbias mesófilas e isolamento de Salmonella spp. em hambúrgueres crus. **Revista Brasileira de Ciência Veterinária**, [S.L.], v. 20, n. 1, p. 59-63, 2013. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/rbcv.2014.041>.

FRANÇA, F. *et al.* Umami ingredient from shiitake (*Lentinula edodes*) by-products as a flavor enhancer in low-salt beef burgers: Effects on physicochemical and technological properties. **LWT**, v. 154, p. 112724, jan. 2022.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFREY, P. J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, 81, 307-317, 2003.

FRUET, A. P. B. *et al.* Incorporação de fibra alimentar em produtos cárneos. **Revista Eletronica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental – REGET**. Santa Maria, v. 18, n. Esp., p. 11-17, 2014.

GALVÃO, E.L.; SILVA D.C.F. da; SILVA J.O. da; MOREIRA, A.V.B.; SOUSA, E.M. B.D. de. Avaliação do potencial antioxidante e extração subcrítica do óleo de linhaça. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 28, p. 551-557, 2008.

GAN, X.; ZHAO, L.; LI, J.; TU, J.; WANG, Z. Effects of partial replacement of NaCl with KCl on bacterial communities and physicochemical characteristics of typical Chinese bacon. **Food Microbiol**, v. 93, p.103605, 2021.

GAUDETTE, Nicole J. *et al.* Application of taste contrast to enhance the saltiness of reduced sodium beef patties. **Lwt**, [S.L.], v. 116, p. 108585, dez. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108585>.

GELINSKI, F.R.; RODRIGUES, B.M.; HOKAMA, L.M.; SANTOS, E.F.; CANDIDO, C.J.; NOVELLO, D. Propriedades sensoriais e físico-química de patê de frango com teor reduzido de sal. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, 74(2), 122-133, 2015.

GELINSKI, L. B., *et al.* Use of Potassium Chloride in Pâtés: Sensory Evaluation. **Food Science and Technology**, 35(1), p. 112-118, 2015.

GHAFOURI-OSKUEI, H. *et al.* Quality properties of sausage incorporated with flaxseed and tomato powders. **Meat Science**, v. 161, p. 107957, mar. 2020.

GIUNTINI, E. B.; LAJOLO, F. M.; MENEZES, E. W. Composição de alimentos: um pouco de história. **Archivos Latino americanos de Nutrición**, Caracas, v. 56, n. 3, p. 295-303, set., 2006.

GOMES A de FA *et al.* Avaliação microbiológica de carnes moídas bovinas em diferentes estabelecimentos comerciais/ Microbiological evaluation of bovine ground meat in different commercial establishments. **Caderno de Ciências Agrárias**. 2017;9(3):95-100.

GÓMEZ, M. E. D. B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa.** São Paulo, 2003. 149 p. Tese - (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo - USP.

GÓMEZ, M.E.D.B. **Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta.** Tese (Doutorado em

Bromatologia). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

GÓMEZ, M.; et al. Incorporation of flaxseed and its effects on the quality and acceptability of beef patties. **Meat Science**, [S.l.], v. 146, p. 80-87, 2018., 2018.

GRUMMER, J. *et al.* Use of potassium chloride and flavor enhancers in low sodium Cheddar cheese. **Journal Of Dairy Science**, [S.L.], v. 96, n. 3, p. 1401-1418, mar. 2013. American Dairy Science Association. <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2012-6057>.

GUO, J.; CUI, L.; MENG, Z. Oleogels/emulsion gels as novel saturated fat replacers in meat products: A review. **Food Hydrocolloids**, v. 137, p. 108313, abr. 2023.

HANULA, M. *et al.* Quality of Beef Burgers Formulated with Fat Substitute in a Form of Freeze-Dried Hydrogel Enriched with Açaí Oil. **Molecules**, v. 27, n. 12, p. 3700, 9 jun. 2022.

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. 1973. Rapid preparation of fatty acid methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-494, 1973.

HUANG, X.; et al. Effect of flaxseed mucilage on the physicochemical properties and sensory characteristics of low-fat beef patties. **Journal of Food Science and Technology**, [S.l.], v. 57, n. 3, p. 1103-1111, 2020.

HUBER, E. **Desenvolvimento de produtos cárneos reestruturados de frango (hambúrguer e empanado) com adição de fibras vegetais como substitutos totais de gordura.** Tese (doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2012.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – **ISO 8597: Sensory Analysis. Methodology Ranking.** Geneva: **ISO copyright office.** p.26, 2006.
JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rúmen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p. 3851-3863, 1993.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008, p. 1020.

JIA, S. *et al.* Novel NaCl reduction technologies for dry-cured meat products and their mechanisms: A comprehensive review. **Food Chemistry**, v. 431, p. 137142, jan. 2024.

JUAN, B.; TRUJILLO, A.-J.; FERRAGUT, V. The Effect of Salt Reduction and Partial Substitution of NaCl by KCl on Physicochemical, Microbiological, and Sensorial Characteristics and Consumers' Acceptability of Semi-Hard and Hard Lactose-Free Cow's Milk Cheeses. **Frontiers in Nutrition**, v. 9, 2 maio 2022.

KALMIJN, S.; FESKENS, E. J.M.; LAUNER, L.J.; KROMHOUT, D. Polyunsaturated fatty acids, antioxidantes, and cognitive function in very old men. **Neurology**, v. 62, p. 275-280. 2004.

KANG, Z.-L.; CHEN, F.-S.; MA, H.-J. Effect of pre-emulsified soy oil with soy protein isolate in frankfurters: A physical-chemical and Raman spectroscopy study. **LWT**, v. 74, p. 465–471, dez. 2016.

KASPRZAK, Mirosław *et al.* Non-chemically modified waxy rice starch stabilised wov emulsions for salt reduction. **Food & Function**, [S.L.], v. 10, n. 7, p. 4242-4255, 2019. Royal Society of Chemistry (RSC). <http://dx.doi.org/10.1039/c8fo01938j>.

KHALID, U., *et al.* Effects of sodium replacement with potassium chloride on the sensory attributes of meat products. **Food Science & Nutrition**, 7(4), p. 1310-1318, 2019. DOI: 10.1002/fsn3.950.

LAGOS, M. J. B.; SOBRAL, P. J. DO A. Application of active films with natural extract for beef hamburger preservation. **Ciência Rural**, v. 49, n. 1, 2019.

LAWRENCE, G.; SALLES, C.; SEPTIER, C.; BUSCH, J.; THOMAS-DANGUIN, T. Odour-taste interactions: a way to enhance saltiness in low-salt content solutions. **Food Quality Preference**. 20(3), p. 241-248, 2009.

LAWRENCE, T., *et al.* Consumer perceptions of low-sodium products: Impacts on taste and health. **Appetite**, 52(1), p. 1-7, 2009. DOI: 10.1016/j.appet.2008.08.003.

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 5ª ed., São Paulo: Ed. Sarvier, 2011.

LI, D.; SIRAMORNUN, S.; WAHLQUIST, M. L.; MANN, N. J.; SINCLAIR, A. J. Lean meat and heart health. **Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition**, Victoria, v. 14, n. 2, p. 113-119, 2005.

LILIC, S. *et al.* Reducing sodium chloride content in meat burgers by adding potassium chloride and onion. **Procedia Food Science**, v. 5, p. 164-167, 2015.

LIMA, Roberta Maria da Silva. **Desenvolvimento e análise sensorial de hambúrguer de carne de búfalo adicionado de farinha de linhaça dourada**. 2019. 75 f. TCC (Graduação) - Curso de Nutrição, Universidade Federal de Pernambuco, Vitória de Santo Antão, 2019.

LIMA, S. D. DE, *et al.* Impact of fat content on sensory quality of meat products. **Journal of Food Science**, 84(6), p. 1573-1580, 2019. DOI: 10.1111/1750-3841.14479.

LIU, X., *et al.* Consumer acceptance of flaxseed in meat products. **Journal of Food Science**, 86(5), p. 2346-2354, 2021. DOI: 10.1111/1750-3841.15610.

LOPES, A.C.C.B., *et al.* Caracterização química e comparação entre hambúrguer artesanal e o industrializado. **Acta tecnológica**, v.16, n. 1, p. 73-86, 2021.

LOS, P. R. *et al.* Optimization of beef patties produced with vegetable oils: a mixture design approach and sensory evaluation. **Food Science and Technology**, v. 40, n. suppl 1, p. 12–20, jun. 2020.

LU, Y. *et al.* The technological and nutritional advantages of emulsified sausages with partial back-fat replacement by succinylated chicken liver protein and pre-emulsified sunflower oil. **LWT**, v. 149, p. 111824, set. 2021.

MACHADO, A. M. *et al.* Effects of brown and golden flaxseed on the lipid profile, glycemia, inflammatory biomarkers, blood pressure and body composition in overweight adolescents. **Nutrition**, v. 31, n. 1, p. 90–96, jan. 2015.

MACHADO, E. A. **Avaliação da Qualidade Nutricional de Hamburgueres Suplementados com farinha de quinoa**: 2014. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação do curso superior em tecnologia em Alimentos) -Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, 2014.

MAGALHAES, D. R. *et al.* Changes in the Current Patterns of Beef Consumption and Consumer Behavior Trends—Cross-Cultural Study Brazil-Spain-Turkey. **Foods**, v. 12, n. 3, p. 475, 19 jan. 2023.

MAHAN, L.K. Krause: **Alimentos, Nutrição & Dietoterapia**. São Paulo: Roca, 1998.

MARTIN, C.A., ALMEIDA, V.V., RUIZ, M.R., VISENTAINER, J.E.L., MATSUSHITA, M., DE SOUZA, N.E., VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, 19, p. 761-770, 2006.

MARQUES, C. **Gastronomia do Rio de Janeiro: um pouco de história, trajetórias e saberes**. Rio de Janeiro: Senac, 2023.

MCSWEENEY, M. B. The effect of health-related claims on consumers' sensory perception. **Current Opinion in Food Science**, v. 47, p. 100893, out. 2022.

MEISELMAN, H. L. Food experience and consumer acceptance: **A review. Food Quality and Preference**, 50, p. 138-145. 2016. DOI: 10.1016/j.foodqual.2016.01.007.

MINIM, R.; SILVA, C.S.N. **Análise Sensorial Descritiva** Viçosa: UFV, 280p., 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Termo de compromisso N° 4/2011**. Disponível em <<http://www.saude.gov.br>> Acesso em: 01 de jul. de 2024.

MINISTERIO DA SAUDE. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa - IN nº 161, de 1º de julho de 2022**. Publicado em: 06/07/2022, Edição: 126, Seção: 1, Página: 235.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Segurança do Paciente em Serviços de Saúde: Higienização das Mãos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2009.

MITTERER-DALTOÉ, M. L. *et al.* Sensory perception in the replacement of NaCl by MSG in fish burgers. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 39, n. suppl, p. 565-572, 2017.

MOHAMED, R. S.; FOUUDA, K.; AKL, E. M. Hepatorenal protective effect of flaxseed protein isolate incorporated in lemon juice against lead toxicity in rats. **Toxicology Reports**, v. 7, p. 30–35, 2020.

MORAES, F. P.; COLLA, L. M. Alimentos funcionais e nutracêuticos: definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, Goiânia, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006.

MOSCA, Ana Carolina *et al.* Effect of spatial distribution of tastants on taste intensity, fluctuation of taste intensity and consumer preference of (semi-)solid food products. **Food Quality And Preference**, [S.L.], v. 28, n. 1, p. 182-187, abr. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodqual.2012.07.003>.

MOSKOWITZ, H. R. Product Testing and Sensory Evaluation of Foods – Marketing and R&D Approaches. Westport: Food and Nutrition Press, Inc., 1983. 605 p.

MRIDULA, D.; BARNWAL, P.; SINGH, K. K. Screw pressing performance of whole and dehulled flaxseed and some physico-chemical characteristics of flaxseed oil. **Journal of Food Science and Technology**, v. 52, n. 3, p. 1498–1506, 15 mar. 2015.

NACAK, B. *et al.* Peanut and linseed oil emulsion gels as potential fat replacer in emulsified sausages. **Meat Science**, v. 176, p. 108464, jun. 2021.

NESSLER, Marivana Aparecida dos Santos *et al.* Produção de hambúrguer misto sem adição de aditivos químicos. In: III Simpósio em saúde e alimentação da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Chapecó, 3., 2019, Chapecó. **Resumo expandido**. Chapecó, 2019.

NEVES, M. P. *et al.* Effect of pork quality and salt replacer KCl on technological and sensorial characteristics of restructured cooked hams. **Food Sci Technol Int**, v. 26, n. 8, p. 676-684, 2020.

NORTHRUP, C. **A sabedoria da Menopausa: criando saúde física e emocional, curando-se durante a mudança**. São Paulo: Ed. Gaia, 2004.

NOVELLO, D. & POLLONIO, M. A. R. Adição de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) e derivados em hambúrgueres bovinos: aceitação sensorial e análise de sobrevivência. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, 30, 2, 2012.

NOVELLO, D.; POLLONIO, M. A. R. Golden flaxseed and its byproducts in beef patties: physico-chemical evaluation and fatty acid profile. **Ciência Rural**, v. 43, n. 9, p. 1707-1714, 2013.

NÔŽKOVÁ, J. **Descriptor list for flax (*Linum usitatissimum* L.)**. [s.l.] Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, 2016.

O'KEEFE, J.H.; NELSON, J.; HARRIS, W.B, Life-style change for coronary artery disease. **Postgrad Med** 99:2:89-106, 1996.

OLIVEIRA, Débora Francielli de *et al.* Alternatives for a healthier meat product: a review. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [s.l.], v. 16, n. 3, p.163-174, set. 2013.

OLIVEIRA, D. F. **Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio**. 2014. 69 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

OLIVEIRA, R. S., E MENDES, L. A. Sensory Perception of Food Products. **Journal of Sensory Studies**, 36(2), e12734, 2021.

OLIVEIRA, R. S., *et al.* Substituição de Gordura em Produtos Cárneos: Efeitos sobre a Aceitação Sensorial. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 40(2), p. 215-222, 2020.

OLIVEIRA, D. F. DE *et al.* Farinha de linhaça dourada como substituto de gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n. 4, p. 273–282, dez. 2014.

OLIVEIRA, L. DE P. G. *et al.* Desenvolvimento de hambúrguer bovino substituindo teores de cloreto de sódio por cloreto de potássio adicionando potenciador de sabor / Development beef burger levels substituting sodium chloride by potassium chloride adding flavor enhancer. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 13396–13415, 2021.

OMS. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Sodium intake for adults and children**. Disponível em: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/77985/9789241504836_eng.pdf;jsessionid=B4C61965717EFC0141848AFCE509E6A0?sequence=1>. Acesso em: 18 ago. 2023.

ONYEAKA, H. *et al.* Global nutritional challenges of reformulated food: A review. **Food Science & Nutrition**, v. 11, n. 6, p. 2483–2499, 6 jun. 2023.

OPS (Organización Panamericana de la Salud). **Metas regionales actualizadas de la OPS para la reducción del sodio**.

ORSI, N. **Seleção de progênies de linhaça dourada (*Linum usitatissimum* L.) com base em caracteres produtivos**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Curitibanos, Curitibanos, 2019.

PENS, C.J.S; DIAS, M.A; SILVA, L.C; DIAS, M.A; BOTH, F.L. Avaliação da contagem de microrganismos aeróbios mesófilos em sushis de buffets de Porto Alegre, Rio Grande do Sul. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 11, nº 1, p. 45-57, 2020.

PEREIRA, A. M. & FEIHRMANN, A. C. Farinha de linhaça em hambúrguer de carne bovina. **Revista Nacional da Carne**, 389, 2, 110-114, 2009.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; *et al.* Effects of flaxseed flour on the nutritional profile and texture of reduced-fat meat products. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [S.l.], v. 99, n. 14, p. 6189-6196, 2019.

PIETRASIK, Z. *et al.* The impact of salt replacers and flavor enhancer on the processing characteristics and consumer acceptance of restructured cooked hams. **Meat Science**, [S.L.], v. 96, n. 3, p. 1165-1170, mar. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.11.005>.

PINTADO, T. *et al.* Chia and oat emulsion gels as new animal fat replacers and healthy bioactive sources in fresh sausage formulation. **Meat Science**, v. 135, p. 6–13, jan. 2018.

PIRES, D.R. Chemical characterization of marine fish of low-commercial value and development of fish burgers. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.52, n.11, p.1091-1098, 2017.

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.
RIBEIRO, G. F. PROCESSO DE FABRICAÇÃO DO HAMBÚRGUER. *Em: Open Science Research VII*. [s.l.] Editora Científica Digital, 2022. p. 972–982.

RODRIGUES, F. M. *et al.* Alternatives to reduce sodium in processed foods and the potential of high pressure technology. **Food Science and Technology**, v. 36, n. 1, p. 1–8, 10 nov. 2015.
RODRIGUES JUNIOR, E. *et al.* A gourmetização do hambúrguer. **Revista Valore**, v. 4, n. 1, p. 709–727, 2019.

ROJAS, M., *et al.* Effects of salt substitution on the sensory quality of processed meat products. **Food Quality and Preference**, 59, p. 104-111, 2017. DOI: 10.1016/j.foodqual.2017.02.001.

RUUSUNEN, M. *et al.* Reducing the sodium content in meat products: The effect of the formulation in low-sodium ground meat patties. **Meat Science**, v. 69, n. 1, p. 53–60, jan. 2005.

SAITA, Gabriel Hideki. **Avaliação do uso da semente do pinhão (araucaria angustifolia) como substituinte de gordura suína em formulações de hambúrgueres bovinos**. 2019. 34 f. TCC (Graduação) - Curso de Técnico em Biotecnologia, Instituto Federal do Paraná, Londrina, 2019.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E., *et al.* Preparation of dietary fibre powder from tiger nuts (*Cyperus esculentus*) milk (“horchata”) by-products and its physicochemical properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 57, p. 7719–7725. 2009.

SÁNCHEZ-ZAPATA, E. *et al.* Effect of tiger nut fibre on quality characteristics of pork burger. **Meat Science**, [S.L.], v. 85, n. 1, p. 70-76, maio 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2009.12.006>.

SANTOS, E.; *et al.* Fat content and texture quality of hamburgers with different fat sources. **Meat Science**, [S.l.], v. 121, p. 211-218, 2016.

SANTOS, M. DOS *et al.* Strategies for the reduction of salt in food products. *Em: Food Structure Engineering and Design for Improved Nutrition, Health and Well-Being*. [s.l.] Elsevier, p. 187–218, 2023.

SANTOS, A. C., *et al.* Oxidação Lipídica e Qualidade de Alimentos. **Revista Brasileira de Ciência de Alimentos**, 12(4), p. 289-295, 2008.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERNBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science, Champaign**, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SEABRA, L. M. J.; ZAPATA, J. F. F.; NOGUEIRA, C. M.; DANTAS, M. A.; ALMEIDA, R. B. 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. 244-248, 2002.

SEGUNDO, J. F. L., *et al.* Desenvolvimento de hambúrguer vegano adicionado da farinha de couve folha: avaliação físico-química, microbiológica e sensorial. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, 2021.

SELANI, Miriam M. *et al.* Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. **Meat Science**, [S.L.], v. 112, p. 69-76, fev. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>.

SIKES, A. L., *et al.* (2019). Sensory and Texture Properties of Freshly Prepared, HotHolding, and Reheated Hamburger Patties. **Journal of Food Science**, 84(7), 1911-1918.

SILVA, G. S.; LEONARDO SOUZA DA ROSA, L. S.; BONACINA, M.S. Farinha de linhaça dourada como substituto da gordura animal em hambúrguer de carne bovina com redução de sódio **Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica - SICT Res.**, Bento Gonçalves, v.9, 2020.

SILVA, H. L. A. *et al.* Sodium reduction and flavor enhancer addition in probiotic prato cheese: Contributions of quantitative descriptive analysis and temporal dominance of sensations for sensory profiling. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 10, p. 8837–8846, out. 2018.

SILVA, Carlos Eduardo da. **Elaboração e Avaliação de Hambúrgueres de Carne Bovina com Substituições de Toucinho por Farinha de Linhaça**. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia do Alimentos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2013.

SILVA, Neusely da. *et al.* **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2017. 1 recurso online. ISBN 9788521212263.

SILVA, C. E. *et al.* Influência de diferentes métodos de cocção sobre os macro e micronutrientes de hambúrguer bovino com linhaça. **Nutr. clín. diet. Hosp.**, v. 38, n. 3, p. 111-119, out. 2018.

SILVA, M. F., *et al.* Sodium reduction in meat products: Consumer acceptance and health benefits. **Food Research International**, 136, 109368, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109368.

SIMONETTI, Jaine de Oliveira. **Características sensoriais e a aceitabilidade de hambúrguer ovino com adição de proteína texturizada de ervilha**. 2023. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Tecnologia de Alimentos, Niversidade Estadual do Rio Grande do Sul, Encantado, 2023.

SIMOPOULOS A.P. Omega-6/Omega-3 essential fatty acid ratio and chronic diseases. **Food Review International**, 20, 77-90, 2004.

SMITH, A. F. **Hambúrguer: Uma história Global**. 1. ed. São Paulo: Senac, 2012.

SOUSA, A. M. B. *et al.* Storage of beef burgers containing fructooligosaccharides as fat replacer and potassium chloride as replacing sodium chloride. **Journal of Food Science and Technology**, v. 57, n. 9, p. 3232–3243, 18 set. 2020.

SRINIVASAN, K. Role of fat in flavor release of meat products. **Food Research International**, 115, p. 153-162, 2019. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.09.014.

SU, K.; HUANG, S.; CHIU, C.; SHWN, W.W. Omega-3 fatty acids in major depressive disorder: A preliminar double-blind, placebo-controlled trial. **European Neuropsychopharmacology**, v.13, p.267-271. 2003.

TOMAS, H.; et al. The role of fat in texture and sensory attributes of meat products. **Food Research International**, [S.l.], v. 105, p. 475-485, 2018.

TREVISAN, Yara Cavalcanti *et al.* Efeito da adição de fibra de aveia sobre as propriedades físico-químicas de hambúrguer cozido e congelado com redução de gordura e sal. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 19, n. 1, 2016. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.7915>.

TURATTI, J. M. A importância dos ovos numa dieta saudável. **Óleos e Grãos**, v. 9, n. 59, p. 22-24, 2001.

UAUY, R.; HOFFMAN, D.R.; PEIRANO, P.; BIRCH, D.G.; BIRCH, E.E. Essential fatty acids in visual and brain development. **Lipids**. v.36, p. 885-895. 2001.

VALENZUELA MELENDRES, M. *et al.* Response surface methodology for predicting quality characteristics of beef patties added with flaxseed and tomato paste. **Meat Science**, v. 97, n. 1, p. 54–61, maio 2014.

VARELA, P., *et al.* Impact of texture on consumer acceptance of meat products. **Meat Science**, 154, p. 78-85, 2019. DOI: 10.1016/j.meatsci.2019.04.012.

VERRUMA-BERNARDI, M.R. Avaliação da perda térmica em diferentes tipos de carne bovina para elaboração de bifés. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v.15, n.80/81,p.93, jan./fev.2001.

VIDAL, V. A. S. *et al.* Understanding the effect of different chloride salts on the water behavior in the salted meat matrix along 180 days of shelf life. **Food Research International**, v. 125, p. 108634, nov. 2019.

VIDAL, V. A. S. *et al.* Challenges to reduce or replace NaCl by chloride salts in meat products made from whole pieces – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 61, n. 13, p. 2194–2206, 20 jul. 2021.

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

VINCO PIMENTA, A. *et al.* Bioaccessibility and bioavailability of calcium in sprouted brown and golden flaxseed. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 101, n. 7, p. 2788–2798, 21 maio 2021.

VISENTAINER, J. V.; FRANCO, M. R. B.; **Ácidos Graxos em Óleos e Gorduras: Identificação e Quantificação**, 1ª ed, Varela: São Paulo, 2006.

VISENTAINER, J. V. Aspectos analíticos da resposta do detector de ionização em chama para ésteres de ácidos graxos em biodiesel e alimentos. **Química Nova**, v. 35, n. 2, p. 274–279, 2012.

XIONG, Y. L., *et al.* Role of fat in flavor and texture of meat products. **Food Research International**, 129, 108868, 2020. DOI: 10.1016/j.foodres.2019.108868.

XIONG, Y. L., *et al.* Fat sources influence sensory properties of meat products. **Journal of Food Science**, 85(1), p. 124-132, 2020. DOI: 10.1111/1750-3841.14990.

WASZKOWIAK, K.; RUDZIŃSKA, M. Effect of Flaxseed Meals and Extracts on Lipid Stability in a Stored Meat Product. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 91, n. 6, p. 979–987, jun. 2014.

WEI, C.-K. *et al.* Enzymatic hydrolysis of flaxseed (*Linum usitatissimum* L.) protein and sensory characterization of Maillard reaction products. **Food Chemistry**, v. 263, p. 186–193, out. 2018.

WHO. **World Health Organization. Saturated fatty acid and trans-fatty acid intake for adults and children.** Disponível em: <<https://www.who.int/publications/i/item/9789240073630>>. Acesso em: 1 nov. 2023.

WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I.; NUTE, G. R.; FISHER, A. V.; CAMPO, M. M.; KASAPIDOU, E.; SHEARD, P. R.; ENSER, M. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, Champaign, v. 66, n. 1, p. 21-32, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION - WHO. **Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases.** Report of a joint WHO/FAO expert consultation. WHO technical report series 916, Geneva, 2003.

ZHANG, L. *et al.* New Method for the Discrimination of Adulterated Flaxseed Oil Using Dielectric Spectroscopy. **Food Analytical Methods**, v. 12, n. 11, p. 2623–2629, 1 nov. 2019.

ZHUANG, H., *et al.* The impact of sodium reduction on the sensory properties of processed meats. **Meat Science**, 150, p. 99-107, 2019. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.12.005.

ZIEGLER, Valmor *et al.* Nutritional enrichment of beef burgers by adding components of non-conventional food plants. **Brazilian Journal Of Food Technology**, [S.L.], v. 23. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.03019>.

YE, X.-P. *et al.* Flaxseed protein: extraction, functionalities and applications. **Food Science and Technology**, v. 42, 2022.

YEHUDA, S; RABINOVITZ, S.; CARASSO, R.L.; MOSTOFSKY, D.I. The role of polyunsaturated fatty acids in restoring the aging neuronal membrane. **Neurobiology of Aging**, v. 23, p. 843-853. 2002.