



LAURA CAROLINA PEINE BRITES SANTOS

**AROMATIZANTES EM PRODUTOS PLANT-BASED: UMA
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

**LAVRAS - MG
2023**

LAURA CAROLINA PEINE BRITES SANTOS

**AROMATIZANTES EM PRODUTOS PLANT-BASED: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de Alimentos,
para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Luis Roberto Batista
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

LAURA CAROLINA PEINE BRITES SANTOS

**AROMATIZANTES EM PRODUTOS PLANT-BASED: UMA REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA**

FLAVORS IN PLANT-BASED PRODUCTS: A LITERATURE REVIEW

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal de Lavras, como parte das
exigências do Curso de Engenharia de Alimentos,
para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADO em 10 de Março de 2023.
Prof. Dr. Luis Roberto Batista DCA/UFLA
Profa. Dra. Ana Carla Marques Pinheiro DCA/UFLA
Profa. Jaqueline de Paula Rezende DCA/UFLA

Prof. Dr. Luis Roberto Batista
Orientador

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Agradeço inicialmente a Deus pela força, coragem e resiliência para poder chegar até essa etapa final da minha vida acadêmica.

A minha mãe, por toda luta, sonhos abdicados, e esperança depositada em mim, para que eu pudesse conquistar meu sonho. Sem ela, tudo isso não seria possível. A minha família, por todo apoio e incentivo para que eu pudesse chegar até aqui.

Agradeço também aos meus amigos, que fizeram parte dessa longa jornada comigo, sempre na busca por conhecimento, e compartilhando bons momentos. Um agradecimento especial para Isabelle e Fernanda, por estarem ao meu lado em todos os momentos de alegria e angústias. As nossas histórias serão inesquecíveis.

Ao meu orientador, Luis Roberto, por aceitar o meu convite de me auxiliar no desenvolvimento deste trabalho e dedicar seu tempo a meu aprendizado.

À Universidade Federal de Lavras, por ter me engrandecido com ótimos professores, e possuir uma rede enorme de atividades extracurriculares, das quais me orgulho muito de ter feito parte.

Muito obrigada!

RESUMO

A alimentação plant-based consiste em uma dieta a base de produtos alimentícios de origem vegetal. Nos últimos anos, esse tipo de dieta vem crescendo sob uma forte demanda, se tornando uma realidade no mercado global de alimentos. O Brasil apresenta um forte aumento no número de pessoas adeptas a essa modalidade de alimentação, o que tem pressionado a indústria alimentícia buscase por novas estratégias e tecnologias para poder atender esse público, desenvolvendo assim os produtos a base de plantas. Entretanto, devido aos sabores residuais deixados pelas proteínas utilizadas nesses produtos, mais comumente a soja e a ervilha, muitos consumidores se queixam dos aspectos visuais e sensoriais dos alimentos. Assim, o objetivo deste trabalho foi, por meio de revisão da literatura, levantar as principais alternativas utilizadas pelas indústrias de alimentos para a composição dos aromas empregados nos produtos plant-based, obtendo-se assim um melhor entendimento da aceitação sensorial dos alimentos plant-based.

Palavras-chave: Plant-based. Aromas. Indústria Alimentícia.

ABSTRACT

The plant-based diet consists of a diet based on food products of plant origin. In recent years, this type of diet has been growing under strong demand, becoming a reality in the global food market. Brazil has seen a strong increase in the number of people adept at this type of food, which has pressured the food industry to seek new strategies and technologies to be able to serve this public, thus developing plant-based products. However, due to the residual flavors left by the proteins used in these products, most commonly soy and peas, many consumers complain about the visual and sensory aspects of the food. Thus, the objective of this work was, through a literature review, to raise the main alternatives used by the food industries for the composition of the aromas used in plant-based products, thus obtaining a better understanding of the sensorial acceptance of plant-based foods.

Keywords: Plant-based. Flavorings. Food Industry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Exemplos de produtos vegetais a base de soja	14
Figura 2 - Molécula Estrutural da Inosina, Ribose e Cisteína. ... Erro! Indicador não definido.	
Figura 3 - Classificação dos Aditivos Alimentares.	21
Figura 4 - Classificação dos Aromatizantes.	24
Figura 5 - Estruturas Químicas do Eugenol e Carvona	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
2.1 Objetivo Geral	10
2.2 Objetivos Específicos	10
3. METODOLOGIA	11
4. REFERENCIAL TEÓRICO	12
4.1 O mercado plant-based	12
4.1.1 Definição	12
4.1.2 A produção Industrial	13
4.2 Cenário Regulatório dos Alimentos de Origem Vegetal	14
4.3 Os Sabores dos Alimentos Plant-Based	16
4.4 Aditivos Alimentares	19
4.4.1 Definição	19
4.4.2 Classificações e Importância	20
4.5 Aromas	22
4.5.1 Definição	22
4.5.2 Importância	25
4.6 Aromas e Tecnologias Utilizadas	26
4.6.1 Especiarias	27
4.6.2 Óleos Essenciais	27
4.6.3 Proteína Hidrolisada	28
4.6.4 Extrato de Leveduras (Origem de Microrganismos)	29
4.6.5 Óleos Vegetais	29
4.6.6 Aromas de Reação	30
4.6.7 Tecnologia de Encapsulação	31
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
6. REFERÊNCIAS	34

1. INTRODUÇÃO

No decorrer da história da humanidade, a população mundial cresceu rapidamente. Estima-se que foram necessários cerca de 200.000 anos para que a população da Terra ultrapassasse 1 bilhão, e desde a década de 1970 esse montante vem sendo acrescentado a cada 13 anos, com a estimativa de chegar a 8 bilhões no início de 2023 (ALVES, 2017).

Devido aos fatores de globalização e conscientização da população em relação à mudança de hábitos alimentares, nota-se um aumento na demanda por produtos naturais, de origem vegetal. A alimentação a base de plantas incentiva a ingestão de muitos vegetais (cozidos ou crus), frutas, feijões, ervilhas, lentilhas, soja, sementes e nozes (em pequenas quantidades) e geralmente tem baixo teor de gordura (TUSO et. al ,2013). No Brasil, em 2018, 14% da população se encaixam neste padrão, totalizando 30 milhões de brasileiros (IBOPE, 2018).

Apesar da ascensão dos concentrados e hidrolisados de proteínas vegetais utilizados na fabricação de produtos vegetarianos e veganos produzidos, seu uso tem como histórico uma baixa aceitação pelo consumidor, principalmente devido ao seu sabor residual, descrito como “beany” (feijão cru), “grassy” (de grama), além do amargor duradouro, limitando a palatabilidade do consumidor (RACKIS, 1979). Entretanto, além do preço, saúde, conveniência e compatibilidade ambiental, o sabor é uma das principais fatores que interferem nas decisões de compra (UENOJO, 2007).

Para poder sanar este problema, os aromatizantes são indispensáveis para que o produto apresente características sensoriais adequadas ao consumo. Os aromas são formados por combinações químicas de vários grupos funcionais, como álcoois, ácidos, aldeídos, ésteres, cetonas e lactonas (URBACH, 1997). Cerca de 6.500 voláteis naturais são conhecidos, mas apenas 300-400 são amplamente utilizados na indústria de alimentos (HOSOGLU, 2018). Os sabores podem ser obtidos por extração natural, síntese química ou produção biotecnológica (ANVISA, 2022).

Com base nesses dados, este trabalho teve como objetivo pesquisar sobre os produtos plant-based e descrever, por meio de uma revisão de literatura, a percepção do consumidor em relação à esses produtos e quais os aromas e tecnologias utilizadas para melhorar sua qualidade sensorial.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Realizar uma revisão bibliográfica sobre os produtos plant-based, a percepção do consumidor em relação ao produto, e quais os aromas e técnicas utilizadas para melhorar a qualidade sensorial desses alimentos.

2.2 Objetivos Específicos

- Entender o perfil dos consumidores de alimentos plant-based e suas queixas em relação ao sabor desses alimentos;
- Analisar as alternativas mais utilizadas de aromas para poder mascarar os sabores desagradáveis.

3. METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão bibliográfica visando analisar a alimentação plant-based e seus aspectos sensoriais, com foco no sabor e odor do alimento, e os possíveis aromas e técnicas a serem utilizados para poder mascarar esses problemas.

Artigos científicos, e livros sobre aromas alimentícios, aspectos sensoriais e alimentação à base de plantas foram consultados, além das legislações disponibilizadas pelo Ministério da Saúde, a fim de verificar a correta utilização dos aromatizantes. A escolha do material foi realizada com o intuito de dar credibilidade e embasamento à pesquisa.

4. REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 O mercado plant-based

4.1.1 Definição

O termo plant-based (à base de plantas) é um termo inglês, cuja tradução literal para o português é “à base de plantas“, que refere-se a produtos feitos à base de ingredientes de origem vegetal. Esses produtos, geralmente, são desenvolvidos com o objetivo de serem semelhantes em termos de sabor, textura e aparência aos produtos feitos à base de proteína animal (EMBRAPA, 2022a).

O objetivo de uma dieta saudável baseada em vegetais é maximizar o consumo de alimentos vegetais ricos em nutrientes e minimizar alimentos processados, óleos e alimentos de origem animal (incluindo laticínios e ovos). A alimentação a base de plantas incentiva a ingestão de muitos vegetais (cozidos ou crus), como frutas, feijões, ervilhas, lentilhas, soja, sementes e nozes (em pequenas quantidades), que, geralmente, apresentam baixo teor de gordura (TUSO et. al ,2013).

Nos anos 70, o extrato de soja já era uma alternativa ao leite bovino e era inclusive oferecido na merenda escolar para suprir o déficit nutricional que atingia a população com baixo poder aquisitivo. Produtos enlatados de origem vegetal que se assemelhavam à carne animal também podiam ser vistos nas prateleiras dos supermercados, embora em poucas opções (EMBRAPA, 2022b).

Segundo o Instituto Kantar, nos últimos cinco anos, houve uma desaceleração do consumo de proteína animal (CANAL AGRO, 2022). Os alimentos à base de plantas tiveram faturamento de US\$ 82,8 milhões em 2020, o equivalente a R\$ 457,52 milhões, segundo dados da empresa Euromonitor. Esse faturamento representou um crescimento de quase 70% quando comparado ao ano de 2015 (MARTINS, 2021).

Como resultado do crescimento populacional, novas fontes de proteína estão sendo utilizadas para complementar e ser uma alternativa à demanda de proteínas animais. Segundo a FAO, a demanda mundial de proteína mais que dobrará até 2050, portanto é necessário pensar em novas alternativas de fontes de proteína, devido às pressões populacionais, considerações ecológicas e eficiência (FAO, 2013).

O consumidor brasileiro vem acompanhando uma onda de lançamentos de produtos à base de ingredientes vegetais, conhecidos como produtos *plant-based*. Muitas vezes, esses produtos apresentam aparência, textura e sabor que se assemelham aos produtos feitos com proteína animal. São oferecidos de bebidas e sorvetes a hambúrgueres, empanados, almôndegas e até pedaços inteiros de carne, peixe ou frango. O consumidor flexitariano talvez seja o grande responsável pela rápida evolução dos produtos *plant-based* nos últimos anos, pois é o indivíduo que opta por reduzir o consumo de proteína animal, sem, no entanto, deixar de consumi-la. E por não deixar de consumir produtos de origem animal são mais exigentes quanto ao sabor, aroma e textura (EMBRAPA, 2022b).

Apesar da crescente expansão desse mercado, ainda existem obstáculos a serem superados no desenvolvimento dessa categoria de alimentos, como custos de produção, restrições alimentares e características organolépticas para atender a demanda do consumidor (CANAL AGRO, 2022).

4.1.2 A produção Industrial

Segundo pesquisa feita pelo *The Good Food Institute* (2019), em 2019, 39% dos entrevistados consumiam alternativas de alimentos à base de plantas pelo menos três vezes por semana. Isso demonstra uma tendência crescente de consumo desse tipo de alimento, e para que o mercado não deixe de abastecer essa população, novos tipos de alimentos estão surgindo, os alimentos *plant-based* industrializados.

Assim, o segmento vegetariano encontra formas de facilitar a transição para o consumo de produtos de origem vegetal e de alguma forma promovê-los para consumidores que apreciam as qualidades sensoriais dos produtos de origem animal (DE LUCCA, 2019).

No setor de lácteos, os “leites” vegetais são representados pelas bebidas vegetais, que são produzidos utilizando matérias primas como castanhas, coco ou soja (CIRILO, 2021). Embora esses produtos sejam feitos de forma semelhante ao leite de vaca, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) define o leite de vaca como “um produto oriundo da ordenha completa e ininterrupta de vacas sadias ou de outros mamíferos”, e as bebidas vegetais, na sua denominação legal, não podem ser considerados leite (BRASIL, 2017).

Da mesma forma, a soja é muito utilizada pelo setor cárneo para produzir alimentos nutricionalmente semelhantes aos produtos cárneos em relação ao teor de proteína e com

menor teor de gordura e colesterol, reconhecidas suas propriedades funcionais e apresentadas como um dos substitutos das proteínas animais (ALBUQUERQUE, 2009). A proteína de soja é comumente processada para fazer hambúrgueres e salsichas e é utilizada pela indústria alimentícia na forma texturizada (PTS).

Figura 1 - Exemplos de produtos vegetais a base de soja.



Fonte: Da autora (2023).

4.2 Cenário Regulatório dos Alimentos de Origem Vegetal

O mercado de proteínas vegetais é considerado muito promissor, com múltiplas oportunidades de crescimento e, até o momento, sem um líder claro. O Brasil, sendo um importante fornecedor global de matérias-primas e de produtos vegetais prontos para o consumo, pode desempenhar um papel importante neste cenário (ÁVILA, 2021).

Mudanças no comportamento do consumidor devem alavancar a prosperidade desse mercado, uma vez que ele é impulsionado pelo aumento da alergia às proteínas animais (principalmente a do leite) e uma crescente população vegana. O avanço do investimento em empresas especializadas em alimentos à base de plantas também está sob pressão.

Sabe-se que o Brasil atualmente não possui regulamentação definindo quais produtos podem ser rotulados como “vegetal”. Dadas as diferenças de nomenclatura existentes, este é um segmento em pleno crescimento no país que já demonstrou a importância de uma regulamentação justa e leal para a concorrência entre as empresas (PANSINI, 2021).

Em março de 2021, foi publicada a norma técnica ISO 23662 que estabelece e define padrões para toda a cadeia de produção de alimentos veganos e vegetarianos. Os padrões especificam os critérios e as informações do rótulo, incluindo a denominação de aromas e aditivos. De acordo com a norma técnica, não são permitidos quaisquer alimentos ou ingredientes de origem animal (incluindo aditivos e coadjuvantes de tecnologia, aromas e enzimas). A ISO 23662 não é uma norma que prevê penalidades para violações, mas fornece um padrão internacional com padrões técnicos para alimentação vegana e vegetariana. Portanto, a utilização da ISO deve ser resultado de uma decisão estratégica da organização (DIDIER, 2021).

Em 11 de julho de 2021, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento anunciou a aceitação geral de subsídios com apoio financeiro por meio do Regulamento n.º 375/2021 entrará em vigor a 1 de setembro de 2021 e estabelece os requisitos e critérios para a certificação voluntária de produtos de origem vegetal. A certificação voluntária permite que o setor produtivo demonstre as características de qualidade de seus produtos e comunique essas informações de forma mais completa aos consumidores de todo o país. No mercado internacional, essa certificação voluntária aumenta o reconhecimento dos produtos brasileiros por meio da emissão de certificados oficiais de conformidade.

Diante do exposto, os produtos de origem vegetal estão sujeitos a inovações na indústria de alimentos e carecem de regulamentação clara, e portanto, podemos observar um movimento amplo e dinâmico dos reguladores nacionais no sentido de regulamentar os produtos de origem vegetal.

Embora os concentrados e hidrolisados de proteínas vegetais estejam ganhando cada vez mais atenção nos alimentos, seu uso continua resultando em baixa aceitação do consumidor, principalmente devido ao seu aroma desagradável de "verde", "grama" ou "feijão" e amargor persistente e/ou sabor residual adstringente, que pode limitar a aceitação do produto pelo consumidor. É necessário lembrar que pontos como preço, saudabilidade, conforto e sustentabilidade ambiental, são fatores importantes na decisão de compra do cliente (IFIC, 2020). Além disso, as queixas dos consumidores referem-se frequentemente, por exemplo, à falta de autenticidade do sabor culinário (aroma e sabor) dos análogos de carne,

porque as características sensoriais ainda não são totalmente comparáveis aos produtos de origem animal (MITTERMEIER, 2021).

Segundo pesquisa realizada por Aydar (2023), análises sensoriais e analíticas foram feitas para verificar a quantidade de proteína presente na bebida vegetal a base de feijão, assim como sua aceitação sensorial. O leite de feijão vermelho tinha 1,92–2,32% de proteína, o que era maior do que outras alternativas comerciais de leite à base de plantas. Porém, a aceitação geral dos leites de feijão variou entre 2,9 e 4,1 em 10, o que é considerado baixo. Isso mostra que, apesar do leite de feijão ser uma alternativa para a indústria de alimentos com sua rica capacidade antioxidante bioacessível e perfil de ácidos graxos, o seu intenso sabor de feijão foi destaque durante a análise sensorial.

Recentemente, os produtos de oxidação de ácidos graxos do ácido linoléico foram identificados como os principais agentes amargos em isolados de proteína de ervilha (Gläser et al, 2020). Além disso, alcalóides e saponinas já foram discutidos como substâncias amargas em isolados de proteínas vegetais, o que enfatiza que não apenas a proteína em si, mas também aspectos tecnológicos influenciam na qualidade do sabor do produto proteico final (Heng et al, 2006).

Acredita-se que a genistina, um glicosídeo de isoflavona amargo e adstringente, seja responsável pelo sabor desagradável da proteína de soja (HUANG, 1981). As isoflavonas estão associadas à fração protéica da soja, isolados de soja e proteína texturizada de soja. Os glicosídeos de isoflavonas amargas, genistina e daidzina, são hidrolisados durante a fermentação em agliconas de isoflavonas amargas, genisteína e daidzeína. Diz-se que a genisteína e a daidzeína são responsáveis pelo sabor desagradável do leite de soja. Suas concentrações aumentam durante a imersão da soja, a primeira etapa da fabricação do leite de soja. Eles também conferem o sabor característico aos produtos secundários missô, pasta de soja e molho de soja (MURPHY, 1998).

4.3 Os Sabores dos Alimentos Plant-Based

. Quando um alimento é ingerido, uma mistura de sabores e odores chegam aos receptores quimio-sensoriais do nariz e boca, ativando assim a percepção de textura, de sabor e aroma. É necessário uma melhor compreensão da liberação desses sabores e sua dependência da matriz e da textura. Estudos sugerem que as novas estratégias para a utilização de proteína vegetal deverão abordar o impacto da textura do alimento no aroma e na

percepção do gosto, e dessa forma tornar o alimento mais agradável, e com menos gosto residual (TOURNIER, 2007).

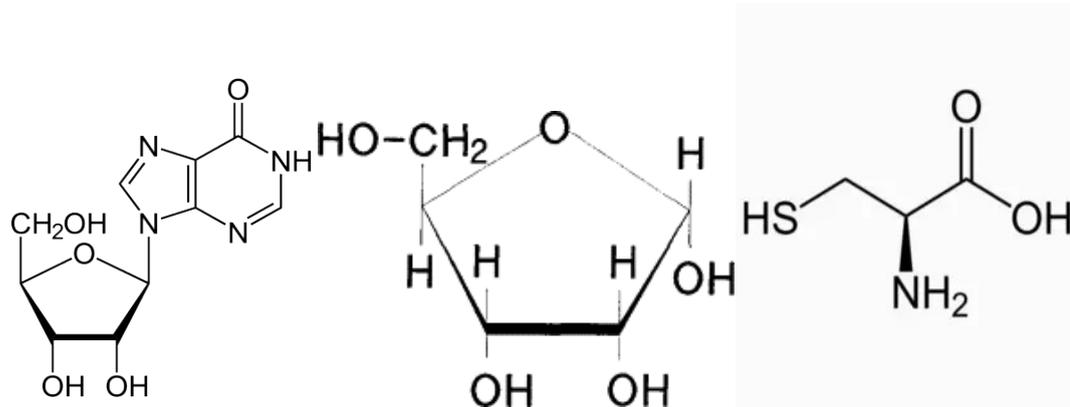
Vários ingredientes derivados de plantas diferentes podem ser usados para criar alimentos à base de plantas, com a seleção dos mais importantes sendo críticos para o desenvolvimento de um produto final de sucesso. As proteínas, carboidratos e os lipídeos são os principais agentes para a composição destes produtos, oferecendo a qualidade sensorial e nutricional estabilizantes, preservativos, agente de reticulação, corantes e aromas (MCCLEMENTS, 2021).

Em sistemas alimentares com alto teor de água, os mecanismos de interação dos sabores das proteínas não dependem apenas do teor de água, mas também da quantidade e estrutura das cadeias laterais das proteínas. Isso pode resultar na atuação de múltiplas forças, incluindo forças não covalentes e covalentes (WANG, 2015). Em geral, a maioria das interações são reversíveis, como a de van der Waals, ligações iônicas, ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas (Heng et. al, 2004).

No entanto, algumas moléculas aromáticas interagem covalentemente com cadeias laterais de proteínas, como aldeídos de lisina e grupos de carbonila de amina, e essas interações geralmente não são reversíveis. Estudos publicados recentemente identificaram a formação de ligações covalentes entre β -lactoglobulina e grupos funcionais contendo aldeído, tiol e furano. A formação lenta ou rápida dessas ligações pode alterar as características de sabor dos alimentos ao longo do tempo (ANANTHARAMKRISHNAN, 2020). Apenas os aromas que interagem com as proteínas por meio de forças não covalentes são benéficos para o perfil de sabor dos alimentos proteicos. Efeitos de ligação reversíveis podem ser usados para reduzir a perda de sabor durante o processamento e liberar componentes de sabor novamente durante o consumo, enquanto interações irreversíveis podem ser usadas para remover sabores desagradáveis dos alimentos (Gu et al, 2020).

O sabor da carne decorre dos sais inorgânicos, peptídeos curtos, aminoácidos livres e metabólitos de ácidos nucleicos, como inosina e ribose presentes, e o aroma da carne vem de compostos de sabor voláteis, como cetona aldeído insaturado, compostos heterocíclicos e compostos contendo enxofre que são comumente produzidos por aquecimento (Robbins et al, 2003).

Figura 2 - Molécula Estrutural da Inosina, Ribose e Cisteína



Fonte: Wikipédia (2023).

As carnes feitas à base de plantas se assemelham às características estéticas de certos tipos de carne, e são misturas de diferentes fontes de proteínas. A texturização feita a partir da extrusão é usada para desenvolver análogos de carne de proteínas vegetais para substituir as proteínas animais na dieta humana (Guo et al, 2020).

Embora os concentrados e hidrolisados de proteínas vegetais estejam ganhando cada vez mais atenção nos alimentos, seu uso continua resultando em baixa aceitação do consumidor, principalmente devido ao seu odor desagradável de "verde", "grama" ou "feijão" e amargor persistente e/ou sabor residual adstringente, que pode limitar o sabor dos alimentos. É necessário lembrar que pontos como preço, saudabilidade, conforto e sustentabilidade ambiental, são fatores importantes na decisão de compra do cliente (IFIC, 2020). Além disso, as queixas dos consumidores referem-se frequentemente, por exemplo, à falta de autenticidade do sabor culinário (aroma e sabor) dos análogos de carne, porque as características sensoriais ainda não são totalmente comparáveis aos produtos de origem animal (MITTERMEIER, 2021).

Recentemente, os produtos de oxidação de ácidos graxos do ácido linoléico foram identificados como os principais agentes amargos em isolados de proteína de ervilha (Gläser et al, 2020). Além disso, alcalóides e saponinas já foram discutidos como substâncias amargas em isolados de proteínas vegetais, o que enfatiza que não apenas a proteína em si, mas também aspectos tecnológicos influenciam na qualidade do sabor do produto proteico final (Heng et al, 2006).

Acredita-se que a genistina, um glicosídeo de isoflavona amargo e adstringente, seja responsável pelo sabor desagradável da proteína de soja (HUANG, 1981). As isoflavonas estão associadas à fração protéica da soja, isolados de soja e proteína texturizada de soja. Os glicosídeos de isoflavonas amargas, genistina e daidzina, são hidrolisados durante a fermentação em agliconas de isoflavonas amargas, genisteína e daidzeína. Diz-se que a genisteína e a daidzeína são responsáveis pelo sabor desagradável do leite de soja. Suas concentrações aumentam durante a imersão da soja, a primeira etapa da fabricação do leite de soja. Eles também conferem o sabor característico aos produtos secundários missô, pasta de soja e molho de soja (MURPHY, 1998).

4.4 Aditivos Alimentares

4.4.1 Definição

A portaria nº 540 de 1997, da Secretaria de Vigilância Sanitária do Ministério da Saúde define aditivos alimentares como:

“1.2 Aditivo alimentar: é qualquer ingrediente adicionado intencionalmente aos alimentos, sem propósito de nutrir, com o objetivo de modificar as características físicas, químicas, biológicas ou sensoriais, durante a fabricação, processamento, preparação, tratamento, embalagem, acondicionamento, armazenagem, transporte ou manipulação de um alimento. Ao agregar-se poderá resultar em que o próprio aditivo ou seus derivados se convertam em um componente de tal alimento. Esta definição não inclui os contaminantes ou substâncias nutritivas que sejam incorporadas ao alimento para manter ou melhorar suas propriedades nutricionais.” (BRASIL, 1997).

De acordo com a FAO, aditivo é definido como “uma substância não nutritiva, adicionada intencionalmente ao alimento, geralmente em quantidades pequenas para melhorar a aparência, sabor, textura e propriedades de armazenamento”. As substâncias adicionadas principalmente com a finalidade de aumentar o valor nutritivo, tais como vitaminas e sais minerais, não são consideradas como aditivos, porém reconhece-se que em certos casos, as substâncias químicas adicionadas para melhorar a qualidade do alimento ou com outro propósito qualquer, poderão aumentar o seu valor nutritivo (FAO, 2022).

É desejável que o uso de aditivos seja feito ao menor nível para alcançar o efeito desejado, sendo limitado para alimentos específicos, e em condições específicas. A segurança do aditivo a ser utilizado é de extrema importância. Ele deve ser submetido a uma adequada avaliação toxicológica, em que se deve levar em conta, entre outros aspectos, qualquer efeito acumulativo, sinérgico e de proteção, decorrente do seu uso (BRASIL, 1997).

Na mesma portaria já citada, diz que:

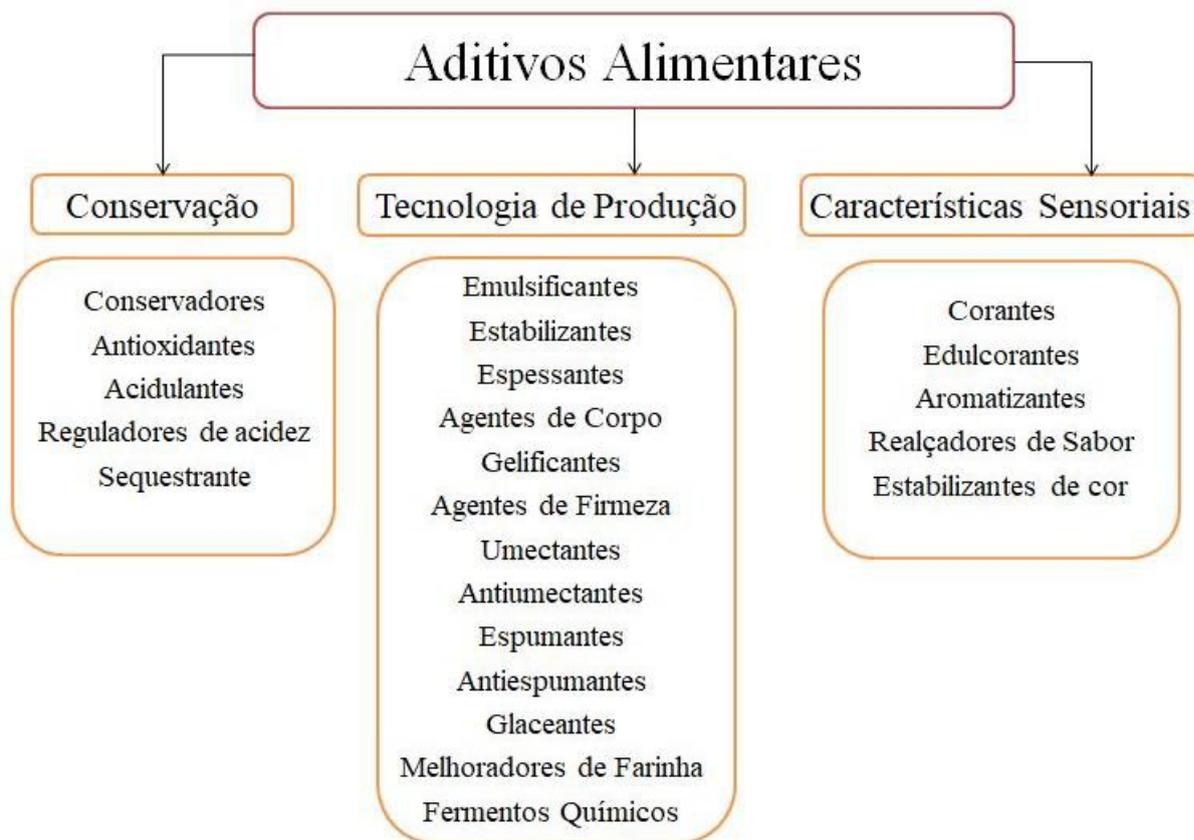
“A necessidade tecnológica do uso de um aditivo deve ser justificada sempre que proporcionar vantagens de ordem tecnológica e não quando estas possam ser alcançadas por operações de fabricação mais adequadas ou por maiores precauções de ordem higiênica ou operacional.” (BRASIL, 1997).

A conservação de alimentos por aditivos consiste na adição de produtos químicos aos alimentos. Assim como outros processos já estudados, esse método também não é um processo moderno de conservação. O homem pré-histórico, com a descoberta do fogo, criou o processo de defumação, usado até hoje na preservação de alguns alimentos, depois ele aprendeu a usar o sal na conservação das carnes, condimentos para melhorar a palatabilidade, como também realizar fermentações de produtos de origem animal e vegetal (GAVA, 1983).

4.4.2 Classificações e Importância

A legislação brasileira segue como referência parâmetros internacionais, tais como do *Codex Alimentarius* e também do Mercosul, abrangendo assim 23 classes de aditivos. A divisão se baseia na função exercida por cada substância. São elas: Agente de Massa, Antiespumante, Antiumectante, Antioxidante, Corante, Conservador, Edulcorante, Espessantes, Gelificantes, Estabilizante, Aromatizante, Umectante, Regulador de Acidez, Acidulante, Emulsionante, Melhorador de Farinha, Realçador de Sabor, Fermento Químico, Glaceante, Agente de Firmeza, Sequestrante, Estabilizante de Cor e Espumante (BRASIL, 1997).

Figura 3 - Classificação dos Aditivos Alimentares.



Fonte: Da autora (2023).

Antigamente, os alimentos eram preparados e produzidos na mesma área ou áreas próximas às de comercialização. Atualmente, devido ao desenvolvimento da globalização e da logística a nível nacional e internacional, a maior parte dos alimentos provenientes de regiões remotas necessitam muitas vezes de aditivos e conservantes para a sua integridade (AISSA, 2010). Historicamente, os aditivos alimentares eram de origem natural, depois os aditivos sintéticos foram gradualmente introduzidos e sua utilização se tornou predominante. Centenas de aditivos, sintéticos ou naturais, são usados atualmente na indústria alimentícia. Porém, o interesse recente em produtos naturais tem levado ao aumento no uso de substâncias provenientes de plantas e animais (RANDHAWA, 2009).

Com o benefício do avanço da indústria química a indústria alimentícia passou a utilizar um grande número de aditivos nos alimentos, para melhorar as condições de armazenagem e oferecer alimentos seguros, e assim atender às expectativas do mercado consumidor (RESENDE, 2008). Do ponto de vista tecnológico, os aditivos alimentares desempenham um papel importante no desenvolvimento de alimentos. Entretanto, o uso de aditivos é um tema

que desperta a preocupação dos consumidores. Nos últimos anos, os consumidores tornaram-se cada vez mais cautelosos sobre segurança alimentar, dos vários itens relacionados com a segurança alimentar, os aditivos alimentares estão entre os mais controversos (VARELA, 2013).

4.5 Aromas

4.5.1 Definição

O ministério da saúde e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), na mais recente Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 725 de 1 de julho de 2022, determinam que:

“Aromatizante ou aroma: substância ou mistura de substâncias com propriedades aromáticas ou sápidas, capazes de conferir ou reforçar o aroma ou sabor dos alimentos” (ANVISA, 2022).

Aroma, sabor e aparência são três indicadores-chave da qualidade dos alimentos. Dentre eles, os compostos aromáticos voláteis têm grande influência no sabor dos alimentos e afetam a avaliação do alimento como um todo. A análise de voláteis de sabor em alimentos pode ser dividida em duas partes: Análise sensorial e análise instrumental. Ao combinar a avaliação sensorial subjetiva com a análise instrumental objetiva, podemos descrever melhor a relação entre a química do sabor dos alimentos e a experiência sensorial, a fim de entender os mecanismos de sabores específicos (SHUQI, 2020).

As técnicas analíticas instrumentais mais comumente usadas para identificar voláteis de sabor em alimentos incluem cromatografia gasosa-espectrometria de massa (GC-MS), cromatografia gasosa-olfatometria-espectrometria de massa (GC-MS) e cromatografia gasosa-olfatometria-espectrometria de massa (GC-O-MS) e nariz eletrônico. GC-MS é a técnica analítica preferida para compostos voláteis e é amplamente utilizada (SONG, 2018).

O sabor é geralmente o resultado da presença de muitos componentes voláteis e não voláteis em uma matriz complexa com diferentes propriedades químicas e físico-químicas. Os compostos não voláteis contribuem principalmente para o sabor, enquanto os compostos voláteis afetam tanto o sabor quanto o aroma. Uma ampla gama de compostos contribui para o aroma dos alimentos, incluindo álcoois, aldeídos, ésteres, dicarbonilas, ácidos graxos livres

de cadeia curta a média, metilcetonas, lactonas, compostos fenólicos e compostos de enxofre (URBACH, 1997).

Os aromatizantes podem ser divididos em 3 tipos:

- Naturais: substância ou mistura de substâncias obtidas exclusivamente por métodos físicos, microbiológicos ou enzimáticos, a partir de matérias-primas aromatizantes naturais, compreendendo o óleo essencial, o extrato, a oleorresina e a substância aromatizante natural isolada (ANVISA, 2022). A International Organization of the Flavor Industry (IOFI), organismo representativo da indústria mundial de flavorizantes, incluiu o uso de bactérias, leveduras, fungos filamentosos, células animais ou vegetais, e enzimas derivadas destas, como processo bioquímico para produção de substâncias flavorizantes naturais (aromas naturais produzidos por microrganismos);
- Sintéticos: Os aromas artificiais são compostos químicos obtidos por síntese, que ainda não tenham sido identificados em produtos de origem animal ou vegetal utilizados por suas propriedades aromáticas, em seu estado primário ou preparados para o consumo humano (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2015). Dentro desta classificação, compreendem os aromas sintéticos e idênticos ao natural;
- Idêntico ao natural: substância quimicamente definida obtida por síntese e aquela isolada por processos químicos a partir de matérias-primas de origem animal, vegetal ou microbiana que apresentam uma estrutura química idêntica às substâncias presentes nas referidas matérias-primas naturais processadas (ANVISA, 2022).

Em 2015, os sabores representavam mais de um quarto do mercado mundial de aditivos alimentares e a maioria deles é fornecida por extração de fontes naturais ou por métodos tradicionais, como síntese química (AKACHA, 2015).

Portanto, os aromas podem ser obtidos de três formas diferentes: (i) via extração da natureza; (ii) através de sínteses químicas, ou (iii) via biotecnológica (BERGER, 2007).

Os aromas considerados naturais, obtidos através das plantas, apresentam como características principais o alto custo e baixo rendimento, já que sua obtenção é dependente da sazonalidade, fatores climáticos e geopolíticos. Além disso, a sua extração sem um controle adequado pode implicar em problemas ecológicos (Zhou et al. 2014).

Para os aromatizantes obtidos através de sínteses químicas, apesar de apresentar rendimento satisfatório, apresentam como desvantagem principal a perda do apelo mercadológico, já que nas embalagens dos produtos, os aromas precisam ser descritos como “aroma artificial” ou “aroma idêntico ao natural”, levando o consumidor a acreditar que o produto tem menor saudabilidade (AKACHA, 2014).

No que se refere a via biotecnológica, a obtenção dos aromas é feita a partir da utilização de enzimas isoladas, culturas de células ou microorganismos que podem ser usados como culturas em crescimento, células imobilizadas, células em repouso, ou em sistemas multifásicos (fase aquosa contendo biocatalisador e fase orgânica contendo substratos/produtos). Os produtos obtidos por esse método podem ser rotulados como “naturais” e em geral apresentam maior pureza enantiomérica em função da capacidade enantiosseletiva apresentada por sistemas biológicos.(PACHECO, 2010).

Figura 4 - Classificação dos Aromatizantes.

		Artificial	Idêntico ao natural	Natural
Fonte	Vegetal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Animal	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Microbiológica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Petroquímica	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Processos de obtenção	Síntese Química	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Tradicional (culinário)	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Físico	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Microbiológico/enzimático	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Identificação	Presente na Natureza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
	Ausente na Natureza	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Fonte: Da autora (2023).

A RDC nº 725/2022 dispõe sobre a legislação para aditivos alimentares aromatizantes. Para que um aroma seja produzido no Brasil, ele deverá ser composto de ingredientes que estão listados em pelo menos uma das seguintes organizações: (i) Comitê Conjunto de Especialistas da FAO/OMS sobre Aditivos Alimentares (Joint FAO/WHO Expert Committee

on Food Additives - JECFA); (ii) Food and Drug Administration (FDA); (iii) Flavor Extract Manufacturers Association (FEMA); ou (iv) União Europeia.

Além disso, a Resolução determina que os componentes aromatizantes que compõem o aroma devem seguir a ordem de pureza e de identidade estabelecidas nas autoridades alimentares a seguir:

- I - Chemical Abstracts Service (CAS)/American Chemical Society;
- II - Code of Practice of the Flavor Industry/International Organization of the Flavor Industry (IOFI);
- III - Codex Alimentarius;
- IV - Código de Produtos Químicos Alimentares (Food Chemicals Codex - FCC);
- V - Farmacopeia Nacional dos Estados-Partes do Mercosul;
- VI - European Food Safety Authority (EFSA);
- VII - JECFA; VIII - FEMA;
- IX - FENAROLI. Handbook of Flavor Ingredients, CRC Publishing Co., Boca Raton, FL.;
- X - Steffen Arctander. Perfume and Flavor Chemicals, 1994, Allured Publishing. Co, USA;
- XI - Steffen Arctander. Perfume and Flavor Materials Natural Origin, 1994, Allured Publishing. Co, USA The Merck Index;
- XII - Nutrition and Food Research Institute (TNO), The Netherlands, Volatile Compounds in Food Qualitative and Quantitative - Data; ou
- XIII - USA Code of Federal Regulation (CFR)/Food and Drug Administration (FDA).

4.5.2 Importância

Historicamente, os gregos e romanos aromatizavam seus vinhos com rosas, violetas, ervas exóticas e especiarias trazidas por mercadores que viajavam pela China, Índia e Egito. No continente europeu, as especiarias também eram misturadas aos ingredientes de uma

refeição para torná-los mais saborosos. No século XIX, o desenvolvimento da química orgânica tornou possível sintetizar e adicionar importantes aromatizantes como a vanilina e a cumarina aos alimentos.

Existem muitas razões pelas quais as pessoas consomem alimentos, e sem dúvidas, a mais importante delas é para obter os nutrientes de que precisam para se manterem saudáveis. Em uma sociedade onde os alimentos são obtidos a partir de vários produtos industriais, aumenta a importância de escolher a sensação de prazer que eles proporcionam. Ao longo dos anos, os estudos feitos com consumidores comprovam como as propriedades sensoriais, particularmente o aroma, influenciam em suas escolhas pelo alimento consumido (CHIAPINNI, 2008).

Os sabores dos alimentos enlatados, congelados, empacotados e desidratados estão cada vez mais sofisticados devido à grandes inovações, como a utilização de novos equipamentos, e a utilização de aditivos na sua melhor versão. A fisiologia reconhece que os alimentos devem ser saborosos para serem consumidos em quantidades suficientes por um longo período de tempo. Os aditivos e aromas são tão importantes quanto os macronutrientes (proteínas, gorduras e carboidratos) e micronutrientes (vitaminas e minerais) e devem ser considerados parte integrante da dieta humana (ADITIVOS E INGREDIENTES, 2009).

4.6 Aromas e Tecnologias Utilizadas

Nos últimos anos, os aromas de vários alimentos diferentes têm sido investigados e utilizados, usando uma associação de experimentos sensoriais humanos e técnicas analíticas instrumentais. No entanto, o conhecimento sobre os estímulos de sabores em produtos com proteínas a base de plantas até agora é limitado (MITTERMEIER, 2021).

Muitas vezes, os sabores não agradáveis das proteínas não podem ser eliminados por processos tecnológicos, mas podem ser mascarados. Uma possibilidade é adicionar aromas e especiarias capazes de melhorar o perfil sensorial do alimento (MITTERMEIER, 2021).

A proteína isolada de soja (SPI) é uma das principais matérias-primas utilizadas em análogos de carne de origem animal e possui vantagens como alto valor nutricional, ampla fonte de fornecimento e baixo custo. No entanto, a proteína proporciona um gosto indesejável, que se torna uma desvantagem na hora de escolher um substituto para a proteína animal (DAMODARAN, 2013). Este sabor é descrito como de um broto cru (beany flavor),

gramíneo (grassy), calcário (chalky), amargo e adstringente, é causado por dois fatores: os sabores adstringentes e amargos são produzidos por isoflavonas e saponinas na proteína de soja, e os sabores gramíneos e de broto cru são formados devido à peroxidação de UFAs, tais como ácidos linoleico e linolênico, por lipoxigenase (LOX) (KUMARI, 2016).

4.6.1 Especiarias

Assim, algumas alternativas já vêm sendo utilizadas para poder ajudar a melhorar o sabor dos alimentos plant-based, tais como os aromas. Os aromas também são comumente usados para mascarar o sabor de alimentos em formas de dosagem sólidas e líquidas. A seleção do agente aromatizante adequado a ser adicionado depende da sensação original da substância alimentar (NEGPAL, 2012).

Os aromas naturais são derivados de especiarias, ingredientes vegetais com sabores diversos, desde sabores adocicados, amargos, picantes, etc. Cada especiaria possui um sabor e aroma único, e quando adicionado ao produto vegetal, pode ajudar a reduzir sabores indesejáveis, e destacar outras características do alimento. As especiarias podem ser adicionadas na forma de pó ou extrato para melhorar o sabor e as propriedades sensoriais. Além disso, algumas dessas especiarias contêm antioxidantes que podem proteger os lipídios e óleos em análogos de carne contra a degradação oxidativa (YASHIN, 2013).

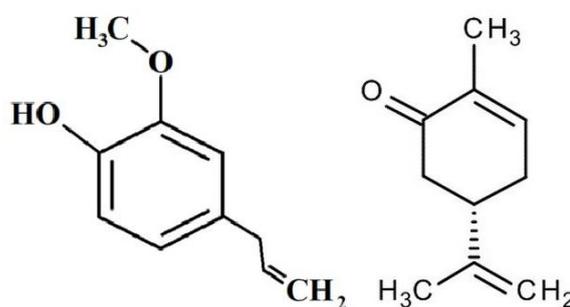
Ricon (2020), através de uma pesquisa feita com bebidas vegetais a base de grão bico e coco, foi possível analisar a aceitação da bebida adicionada do extrato de baunilha. Quando a primeira análise sensorial foi feita, os consumidores de leite vegetal aceitaram bem os extratos de grão-de-bico com 10 e 30% de coco. Quando o extrato de baunilha foi adicionado às duas bebidas avaliadas na análise sensorial secundária, a aceitação melhorou.

4.6.2 Óleos Essenciais

Outra substância muito utilizada para a composição dos aromas são os óleos essenciais. Os óleos essenciais possuem ampla utilização no mercado de perfumaria e cosméticos, mas também são muito utilizados na indústria alimentícia, já que melhoram a qualidade sensorial do alimento (RAVINDRA, 2015).

De forma geral, os óleos essenciais são constituídos por terpenos. Os terpenos são hidrocarbonetos insaturados (MCMURRY, 2015) que, na presença de oxigênio, se tornam terpenóides, podendo apresentar diferentes funções químicas: álcoois, ácidos, aldeídos, cetonas e fenóis. Os monoterpenos e os sesquiterpenos são subclassificações dos terpenos, e apresentam volatilidade acentuada, o que é de extrema importância para os aromas dos produtos naturais, principalmente de frutas cítricas, ervas aromáticas, especiarias e condimentos (FARKAS, 2016).

Figura 5 - Estruturas Químicas do Eugenol e Carvona.



Fonte: Ulanowska e Olas (2021).

4.6.3 Proteína Hidrolisada

As proteínas hidrolisadas também são uma alternativa para mascarar e melhorar o sabor dos alimentos plant-based. Elas são constituídas por uma mistura de oligopeptídeos, peptídeos e aminoácidos livres que são obtidos a partir da hidrólise das proteínas (NASRI, 2017). Além de atuarem como realçadores de sabor da própria proteína, podem auxiliar na criação do aroma característico desejado, juntamente com outros ingredientes (AASLYNG, 1998). A proteína hidrolisada contém muitos componentes voláteis que compõem um aromatizante, como pirazinas, piridinas, pirrole, ácidos orgânicos, furanos e furanonas, compostos contendo enxofre, álcoois, aldeídos, cetonas, ésteres e fenóis (LI, 2020).

Segundo pesquisa realizada por Zhao et al (2011), a mistura da proteína de colza hidrolisada com tripsina e uma protease neutra (um tipo especial de protease extraída de *Bacillus subtilis*), adicionadas de substratos da reação de Maillard, produz um sabor semelhante à carne. Eles descobriram que as condições ótimas de reação eram um pH de 6,0,

temperatura de reação de 120°C, tempo de reação de 60 min, 6,0% de xilose, 1,2% de cloridrato de cisteína, 0,8% de metionina e 0,1% de tiamina.

4.6.4 Extrato de Leveduras (Origem de Microrganismos)

Outro ingrediente capaz de conferir aroma para o alimento à base de plantas é extrato de levedura. Preparado a partir da levedura, principalmente de *Saccharomyces cerevisiae*, possui alto teor de proteína e de ácidos nucleicos. O processo de obtenção do extrato de levedura é resultado da solubilização e concentração do conteúdo celular rompido de uma cepa selecionada de levedura, seguindo três etapas: crescimento das células, lise celular, e concentração do conteúdo celular (THOMÉ, 2021). A própria levedura contém alguns compostos de sabor voláteis, como tiofeno e pirazina, que podem produzir um aroma de carne assada (Lin et al, 2014). Os extratos de levedura são amplamente utilizados em condimentos, produtos de carne e assados, refeições prontas, e é uma alternativa para o sabor de carne nos alimentos à base de plantas. Além disso, os extratos podem ser enriquecidos com ingredientes não voláteis, incluindo açúcares redutores, aminoácidos, peptídeos, nucleotídeos, lipídios e tiamina, que contribuem para o sabor (ALIM *et al*, 2018).

Lu et al. (2011) obteve aromatizantes semelhantes a carne a partir do extrato de levedura de cerveja sem a adição de lipídios animais e hidrolisado de proteínas de carne. Através das análises de extração e de avaliações sensoriais, Lin et al. (2014) conseguiu identificar alguns compostos aromáticos no extrato de levedura, que conferem um sabor de carne torrada. Estes compostos originam-se da reação de Maillard, oxidação lipídica e degradação de tiamina no extrato de levedura, que é semelhante à via de formação de compostos de sabor na carne.

4.6.5 Óleos Vegetais

A adição de óleos vegetais em alimentos *plant-based* é outra possibilidade para potencializar a porção aromática do alimento. Sua adição no produto é considerada necessária porque o óleo vegetal pode se auto oxidar para produzir compostos de sabor e também pode evitar a perda de outros componentes de sabor durante o processamento (RESURRECCION, 2004). Os óleos vegetais mais utilizados nestes produtos incluem o óleo de coco, canola prensada e girassol, que são usados para simular o papel das gorduras animais na formação do sabor. A análise e a identificação de compostos de sabor mostraram que esses óleos vegetais contêm ácidos graxos semelhantes aos lipídios animais. Esses óleos são misturados em

proporção e oxidados direcionalmente a uma temperatura específica para simular o sabor dos lipídios animais (LI, 2020).

4.6.6 Aromas de Reação

Os aromas conhecidos como aromas de reação ou transformação são obtidos por aquecimento a uma temperatura não superior a 180 °C por um tempo não superior a 15 minutos, com seu pH não excedendo a 8.

De acordo com a RDC N° 725, de 1° de Julho de 2022, os aromas de reação podem ser classificados como:

“IV – aromatizante de reação natural: aromatizante de reação obtido exclusivamente de matérias-primas ou ingredientes naturais;

V – aromatizante de reação ou transformação: produto obtido por aquecimento comparável ao cozimento de alimentos, a partir do processamento conjunto de ingredientes ou alimentos que contêm nitrogênio amínico e açúcar redutor, compreendendo o aromatizante de reação natural e o aromatizante de reação sintético;

VI – aromatizante de reação sintético: aromatizante de reação obtido de pelo menos uma matéria-prima ou um ingrediente sintético;” (ANVISA, 2022).

As matérias-primas habitualmente utilizadas na fabricação desses aromas incluem fontes de nitrogênio protéico, ou seja, alimentos que contenham nitrogênio protéico, como por exemplo carnes, ovos, produtos lácteos, cereais, produtos vegetais, e seus extratos, leveduras autolisadas, peptídeos, aminoácidos e/ou seus sais. Os aromas podem ser obtidos também de fontes de carboidratos, fontes de lipídeos, ervas, especiarias e seus extratos. (FANI,[s.d])

O aroma de reação mais conhecido é obtido a partir da reação de Maillard, que é de grande importância na formação de cor e sabor dos alimentos (OSS, 2019).

A reação de Maillard é usada na indústria de aromas e alimentos para produzir aromas de processo/reação ou para produzir aromas no processamento de alimentos. A maioria das patentes baseadas na tecnologia de reação de Maillard é direcionada para a produção de sabores processados, como carne e seus análogos. A maioria desses sabores de reação aponta para cisteína e tiamina como importantes compostos precursores contendo enxofre (Kerler et al, 2010).

Em estudos recentes, a proteína vegetal se mostrou inicialmente pouco solúvel, a proteína de ervilha concentrada (PPC) ou isolada (PPI), poderia ser associada covalentemente com goma arábica seca (GA) através da reação de Maillard, especialmente devido a sua capacidade emulsificante e solubilidade próxima ao ponto isoelétrico (IEP) da proteína (Zha et al, 2019). Igualmente importante, as alterações conformacionais das proteínas da ervilha após a conjugação podem potencialmente afetar o nível de sabores desagradáveis, bem como a formação de alguns voláteis (CERNY, 2013).

4.6.7 Tecnologia de Encapsulação

Além das substâncias existentes que compõem os aromatizantes, e que favorecem a criação de novos aromas para produtos à base de plantas, algumas tecnologias também podem ser utilizadas para beneficiar este processo. A tecnologia de encapsulação em aromas e fragrâncias revolucionou a indústria de fragrâncias e alimentícia. A microencapsulação se resume no processo de encapsular, “cobrir”, pequenas quantidades de líquidos, sólidos ou gases com materiais que fornecem uma barreira contra o meio ambiente e/ou reações químicas, como aquecimento e oxidação (FINCH, 1993).

Diversos estudos estão sendo realizados no setor de alimentos com o objetivo de aplicar esses compostos para melhorar os produtos do ponto de vista nutricional e sensorial.

Em relação ao encapsulamento molecular, as ciclodextrinas apresentam as seguintes vantagens: ela abrange uma ampla variedade de compostos que podem ser encapsulados, é um método relativamente mais simples, e com baixo custo, preservando as propriedades físicas e químicas das moléculas (CARDELLO, 1996). As três ciclodextrinas de ocorrência natural são alfa (α -CD), beta (β -CD) e gama (γ -CD), com 6, 7 e 8 unidades D-(+)-glucopiranosose, respectivamente (LOFTSSON, 2001).

Uma das mais promissoras possibilidades de estabilização do flavor é a formação de complexo de inclusão (encapsulação molecular) com β -ciclodextrina (LINDNER, 1981). A β -ciclodextrina possui superfície externa hidrofílica e cavidade hidrofóbica, que formam complexos de inclusão com moléculas hidrofóbicas de dimensões adequadas (Singh et al, 2016). Ela é considerada GRAS (Generally Recognized As Safe) desde 1998. Além disso, tem sido investigado na melhoria do aroma e sabor usando sua capacidade de formar complexos de inclusão com vários compostos (SHAW, 1984).

Em um estudo recente, observou-se o efeito da β -ciclodextrina para a melhoria de sabor em uma proteína plant-based composta de filme de yuba (casca de tofu). A adição da β -ciclodextrina através da cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massa (GC-MS) contribuiu para as reduções significativas nos compostos relacionados ao sabor do feijão, como 1-octen-3-ol, 2-heptanona e benzaldeído, que foram usados para a formação do filme de yuba. A aplicação de uma concentração maior de β -ciclodextrina (2 ou 4%), e a remoção do excesso de β -ciclodextrina preso no aroma mostrou uma redução na percepção sensorial do sabor do feijão (LEE, 2020).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através do presente trabalho, é possível concluir que os alimentos plant-based se tornaram parte importante do comércio alimentício, devidos à mudanças de estilo de vida, culturais, e ambientais. Definitivamente, os aromatizantes adicionados aos produtos plant-based, assim como as técnicas utilizadas para mascarar o sabor e odor dos produtos são de extrema importância, já que a matéria-prima desses produtos possuem sabor residual marcante. As especiarias possuem uma forte tendência de estarem cada vez mais presentes na lista de ingredientes dos produtos à base de plantas, por serem viáveis economicamente, e fáceis de serem obtidas. Esse estilo de alimentação tende a aumentar ano após ano, e o uso de aromatizantes é indispensável para que o produto seja bem aceito pelos consumidores, fazendo com que a comercialização dos produtos continue abrangendo tantas pessoas.

6. REFERÊNCIAS

AASLYNG, M. D. *et al.* Sensory, chemical and sensometric studies of hydrolyzed vegetable protein produced by various processes. **European Food Research and Technology**, [New York], v. 209, p. 227-236, Aug. 1999. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s002170050485>. Acesso em: 21 nov. 2022

ADITIVOS & INGREDIENTES. **Aromas e outros ingredientes aromatizantes**. Butantã, 2009. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com/artigos/todos/aromas-e-outros-ingredientes-aromatizantes#:~:text=Os%20aromas%20s%C3%A3o%20geralmente%20compostos,nos%20alimentos%20que%20os%20cont%C3%AAm>. Acesso em: 24 nov. 2022.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução da diretoria colegiada - RDC nº 725, de 01 de julho de 2022**. ANVISA, 2022. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_725_2022_.pdf. Acesso em: 01 dez. 2022.

AISSA, A. F. **Avaliação da atividade antimutagênica do beta-caroteno microencapsulado em células de ratos tratados com o antitumoral doxorrubicina empregando os ensaios de micronúcleo e cometa**. 2010. 46 p. Dissertação (Mestrado em Toxicologia) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2010.

AKACHA, N. B.; GARGOURI, M. Microbial and enzymatic technologies used for the production of natural aroma compounds: synthesis, recovery modeling, and bioprocesses. **Food and Bioproducts Processing**, [Rugby], v. 94, p. 675-706, Apr. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960308514001199>. Acesso em: 21 nov. 2022

ALBUQUERQUE, T. L. de *et al.* Processamento e aceitação sensorial de produto do tipo hambúrguer à base de soja (*Glycine max*) e atum (*Thunnus spp*). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 191-198, jul./dez. 2009. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/alimentos/article/view/22028/14393>. Acesso em: 05 jan. 2023.

ALIM, A. *et al.* Flavour-active compounds in thermally treated yeast extracts. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 98, n. 10, p. 3774-3783, Aug. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29344949/>. Acesso em: 05 dez. 2022.

ALVES, J. E. D. **O impressionante crescimento da população humana através da história**. EcoDebate, 2017. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2017/04/05/o-impressionante-crescimento-da-populacao-humana-atraves-da-historia-artigo-de-jose-eustaquio-diniz-alves/>. Acesso em: 22 jan. 2023.

ANANTHARAMKRISHNAN, V.; HOYE, T.; REINECCIUS, G. A. Covalent adduct formation between flavor compounds of various functional group classes and the model protein β -Lactoglobulin. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 68, n. 23, p. 6395–6402, May 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.0c01925>. Acesso em: 10 jan. 2023.

ÁVILA, A. **Alimentos plant-based – Definição e Regulação no Brasil**. Ilha do Fundão: Fórmula Consultoria, 2021. Disponível em: <https://formulajr.com.br/alimentos-plant-based-definicao-e-regulacao-no-brasil/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

Aydar, E.F.; Mertdinç, Z.; Demircan, E.; Koca Çetinkaya, S.; Özçelik, B. **Kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) milk substitute as a novel plant-based drink: Fatty acid profile, antioxidant activity, in-vitro phenolic bio-accessibility and sensory characteristics**. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* **2023**, 83, 103254. Acesso em: 15 mar. 2023.

BERGER, R. G. **Flavours and fragrances: chemistry, bioprocessing and sustainability**. 1st ed. Berlin: Springer Verlag, 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 540, de 27 de outubro de 1997. Aprova o Regulamento Técnico: Aditivos Alimentares – Definições, classificação e emprego. **Diário Oficial da União**, Brasília, 28 out. 1997. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/PRT_540_1997_COMP.pdf/63aec844-9b16-4a16-88b9-ee847361b929. Acesso em: 24 nov. 2022.

BRASIL. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. **Diário Oficial da União**, Brasília, 30 mar. 2017. Seção 1, p. 3.

CANAL AGRO. **Plant-based: proteína vegetal ganha espaço no Brasil**. 2022. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/noticias-do-campo/plant-based-proteina-vegetalganha-espaco-no-brasil/>. Acesso em: 12 dez. 2022.

CARDELLO, H. M. A. B.; CELESTINO, E. M. Encapsulação de aromas e sabores: utilização de amidos como agentes encapsulantes. **B. SBCTA**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 166-171, jul./dez. 1996.

CERNY, C.; DAVIDEK, T. Formation of aroma compounds from ribose and cysteine during the maillard reaction. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 51, n. 9, p. 2714–2721, Mar. 2003. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf026123f>. Acesso em: 20 dez. 2023.

CHIAPINNI, C. C. Aromas naturais produzidos por microrganismos. **Food Ingredients Brasil**, n. 4, 2008. Disponível em: https://revista-fi.com/upload_arquivos/201606/2016060439657001465586172.pdf. Acesso em: 10 nov. 2022.

CIRILO, G. M. D.; OLIVIERI, C. M. R.; MARTINS, M. C. T. Bebidas vegetais alternativas ao leite: comparação nutricional com leite de vaca. **LifeStyle Journal**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 15-25, jan. 2020. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/346103079_BEBIDAS_VEGETAIS_ALTERNATIVAS_AO_LEITE. Acesso em: 05 dez. 2022.

CISTEÍN. *In*: **WIKIPÉDIA**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Ciste%C3%ADn>. Acesso em: 02 fev. 2023.

DAMODARAN, S.; ARORA, A. Off-flavor precursors in soy protein isolate and novel strategies for their removal. **Annual Review of Food Science and Technology**, [Palo Alto], v. 4, p. 327-346, Jan. 2013. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23297776/>. Acesso em: 05 dez. 2022.

DE LUCCA, W. **Por que veganos e vegetarianos tentam “imitar” a carne?**. Portalveg, 2019. Disponível em: <https://portalveg.com.br/colunas/por-que-veganos-e-vegetarianos-tentam-imitar-a-carne/>. Acesso em: 02 jan. 2023.

DIDIER, D. **Portaria nº 327, de 2 de junho de 2021 – SDA/MAPA**. Alimentus Consultoria e Acessoria, 2021. Disponível em: <https://alimentusconsultoria.com.br/portaria-no-327-de-2-de-junho-de-2021-sda/>. Acesso em: 04 jan. 2023.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Evolução dos alimentos plant-based no Brasil**. Brasília: EMBRAPA, 2022b. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67002613/artigo-evolucao-dos-alimentos-plant-based-no-brasil>. Acesso em: 13 dez. 2022.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **O que podemos aprender com os produtos plant-based?**. Brasília: EMBRAPA GADO DE LEITE, 2022a. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1142664/1/O-que-podemosaprender-com-produtos-plant-based.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2022.

FANI, M. **Os tipos de aromas e suas aplicações**. Aditivos & Ingredientes. Butantã, s.d. Disponível em: <https://aditivosingredientes.com/artigos/todos/os-tipos-de-aromas-e-suas-aplicacoes#:~:text=Os%20aromas%20de%20rea%C3%A7%C3%A3o%20ou,e%2Fou%20processos%20de%20elabora%C3%A7%C3%A3o.&text=Os%20aromas%20de%20fuma%C3%A7a%20s%C3%A3o,sabor%20de%20defumado%20aos%20alimentos>. Acesso em: 10 nov. 2022.

FARKAS, J.; MOHÁCSI-FARKAS, C. Safety of foods and beverages: spices and seasonings. *In*: MOTAJERMI, Y. (ed). **Foods, Materials, Technologies and Risks**. 1. ed. Amsterdam: Elsevier, 2014. p. 324-330.

FINCH, C. A. Industrial microcapsulation: polymers for microcapsule walls. *In*: **Encapsulation and controlled release**. Cambridge: Royal Society of Chemistry, 1993. p. 1-12.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAO Statistical Databases**. Italy: FAO, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 24 nov. 2022.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Dietary Protein Quality Evaluation in Human Nutrition**. 92nd ed. Italy: FAO, 2013.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Nobel, 1983.

GLÄSER, P. *et al.* Molecularization of bitter off taste compounds in pea-protein isolates (*Pisum sativum* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 68, n. 38, p. 10374–10387, Jan. 2020. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acs.jafc.9b06663>. Acesso em: 23 nov. 2022.

GU, S. *et al.* The binding of key fishy off-flavor compounds to silver carp proteins: A thermodynamic analysis. **RSC Advances**, [Cambridge], v. 10, p. 11292–11299, Mar. 2020. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2020/ra/d0ra01365j>. Acesso em: 23 nov. 2022..

GUO, Z. *et al.* Effects of material characteristics on the structural characteristics and flavor substances retention of meat analogs. **Food Hydrocolloids**, [Oxford], v. 105, Aug. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X19320715>. Acesso em: 26 nov. 2022.

HENG, L. *et al.* Bitterness of saponins and their content in dry peas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 86, n. 8, p. 1225–1231, June 2006. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.2473>. Acesso em: 26 nov. 2022.

HENG, L. *et al.* Protein-flavour interactions in relation to development of novel protein foods. **Trends in Food Science & Technology**, [London], v. 15, n. 3-4, p. 217–224, Mar./Apr. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224403002681>. Acesso em: 05 jan. 2023.

HOSOGLU, M. I.; GUNESER, O.; YUCEER, Y. K. **On production of bioflavor compounds**. Amsterdam: Elsevier Inc., 2018.

HUANG, A. S.; HSIEN, O. A.; CHANG, S. S. Characterization of the nonvolatile minor constituents responsible for the objectionable taste of defatted soybean flour. **Journal of Food Science**, [Malden], v. 47, n. 1, p. 19–23, Jan. 1981. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2621.1982.tb11017.x>. Acesso em: 04 jan. 2023.

INOSINA. *In*: **WIKIPÉDIA**: a enciclopédia livre. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Inosina>. Acesso em: 04 fev. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE OPINIÃO PÚBLICA E ESTATÍSTICA. **Pesquisa de opinião pública sobre vegetarianismo**. Brasil: Ibope, 2018. Disponível em: https://www.svb.org.br/images/Documentos/JOB_0416_VEGETARIANISMO.pdf. Acesso em 22 de Janeiro de 2023

INTERNATIONAL FOOD INFORMATION COUNCIL. **Food and Health Survey**. Washington: IFIC, 2020.

JIANG-HONG, L.; CHUN, C.; MOU-MING, Z. Preparation of non-meat sources meaty flavor essence from yeast extract by Maillard reaction and fuzzy evaluation. **Food and Fermentations Industries**, [Beijing], v. 37, n. 1, p. 57-62, 2011. Disponível em: <http://sf1970.cnif.cn/EN/abstract/abstract22241.shtml>. Acesso em: 27 nov. 2022.

KERLER, J. *et al.* Basic chemistry and process conditions for reaction flavours with particular focus on maillard-type reactions. *In*: TAYLOR, A. J.; LINFORTH, R. S. T. (eds). **Food Flavour Technology**. 2nd ed. Hoboken: Blackwell Publishing Ltd, 2010.

KUMARI, S. *et al.* Elucidation of the role of oleosin in off-flavour generation in soymeal through supercritical CO₂ and biotic elicitor treatments. **Food Chemistry**, [Oxford], v. 205, n. 264, Aug. 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030881461630379X>. Acesso em: 28 dez. 2022.

LEE, E.-J. *et al.* β -cyclodextrin-mediated beany flavor masking and textural modification of an isolated soy protein-based yuba film. **Foods**, [Basel], v. 9, n. 6, p. 818, June 2020. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7353564/>. Acesso em: 20 jan. 2023.

LI, X.; LI, J. The flavor of plant-based meat analogues. **Cereal Foods World**, [St Paul], v. 65, n. 4, p. 1-7, July/Aug. 2020. Disponível em: <https://www.cerealsgrains.org/publications/cfw/2020/July-August/Pages/CFW-65-4-0040.aspx>. Acesso em: 10 nov. 2022.

LINDNER, K.; SZENTE, L.; SZEJTLI, J. Food flavoring with β -cyclodextrin complex flavor substances. **Acta Alimentaria**, [Budapest], v. 10, n. 3, p. 175-185, Aug. 1981. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/283009309_Food_flavoring_with_beta-cyclodextrin-complexed_flavour_substances. Acesso em: 07 jan. 2023.

LIN, M. *et al.* Aroma-active components of yeast extract pastes with a basic and characteristic meaty flavour. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, [Chichester], v. 94, n. 5, 882-889, Mar. 2014. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23900959/>. Acesso em: 07 jan. 2023.

LOFTSSON, T.; MASSON, M. Cyclodextrins in topical drug formulations: theory and practice. **International Journal of Pharmaceutics**, [Amsterdam], v. 225, n. 1-2, p. 15-30, Aug. 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037851730100761X>. Acesso em: 10 jan. 2023.

MARTINS, R. P.; MENDES, S. M. Seara incrível – crescimento da marca através de ampliação de mercado. **Revista Repensar**, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 31-37, Mar. 2022. Disponível em: <https://revistarepensar.emnuvens.com.br/revista/article/view/18>. Acesso em: 20 dez. 2023.

MCCLEMENTS, D. J.; GROSSMANN, L. The science of plant-based foods: Constructing next-generation meat, fish, milk, and egg analogs. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, [Malden], v. 20, n. 4, p. 4049–4100, July 2021. Disponível em: <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12771>. Acesso em: 03 dez. 2022.

MCMURRY, J. **Química Orgânica - Combo**. 7. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2011. 1344 p.

MITTERMEIER-KLEBINGER, V. K.; HOFMANN, T.; DAWID, C. Mitigating off-flavors of plant-based proteins. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 69, n. 32, p. 9202-9207, Aug. 2021. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.1c03398>. Acesso em: 03 dez. 2022.

MURPHY, P. A.; BARUA, K.; SONG, T. Soy isoflavones in foods: database development. In: SHIBAMOTO, T.; TERAQ, J.; OSAWA, T. (eds.). **Functional foods for disease prevention I. Fruits, vegetables, and teas**. Washington: American Chemical Society, 1998. p. 139–149.

NAGPAL, D. Taste masking technologies: an overview and recent updates. **International Journal of Research in Pharmaceutical and Biomedical Sciences**, v. 3, n. 2, p. 510-524, Apr./June 2012. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281447226_Taste_Masking_Technologies_An_Overview_and_Recent_Updates. Acesso em: 14 dez. 2022.

NASRI, M. Protein hydrolysates and biopeptides: Production, biological activities, and applications in foods and health benefits. A review. **Advances in Food and Nutrition Research**, [s.l.], v. 81, p. 109-159, 2017. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1043452616300572>. Acesso em: 14 dez. 2022.

OSS, J. F. **Aromas de transformação**: uma experiência completa de sabor. Duas Rodas, 2019. Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/aromas-de-transformacao-uma-experiencia-completa-de-sabor/>. Acesso em: 21 dez. 2022.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. Vanilina: Origem, Propriedades e Produção. **Química Nova na Escola**, [s.l.], v. 32, n. 4, p. 215-219, nov. 2010. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/02-QS3909.pdf. Acesso em: 29 nov. 2022.

PANSINI, D. C. **A era plant-based cresce sem parar. E agora? Qual o cenário regulatório para esta nova categoria de produto?.** Duas Rodas, 2021. Disponível em: <https://www.duasrodas.com/blog/legislacao/plant-based-cenario-regulatorio/>. Acesso em: 03 jan. 2023.

(R)-(-)-CARVONA. *In:* **MERCK.** Disponível em: https://www.merckmillipore.com/BR/pt/product/S-Carvone,MDA_CHEM-818410. Acesso em: 04 fev. 2023.

RACKIS, J. J.; SESSA, D. J.; HONIG, D. H. Flavor problems of vegetable food proteins. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, [New York], v. 56, p. 262–271, Mar. 1979. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/BF02671470>. Acesso em: 08 dez. 2023.

RANDHAWA, S.; BAHNA, S. L. Hypersensitivity reactions to food additives. **Current Opinion in Allergy and Clinical Immunology**, Hagerstown, v. 9, n. 3, p. 278-283, June 2009. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19390435/>. Acesso em: 13 dez. 2023.

RAVINDRA, N. S.; KULKARNI, R. N. Essential oil yield and quality in rose-scented geranium: Variation among clones and plant parts. **Scientia Horticulturae**, [Amsterdam], v. 184, p. 31–35, Mar. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423814006967>. Acesso em: 27 nov. 2022.

RESURRECCION, A. V. A. Sensory aspects of consumer choices for meat and meat products. **Meat Science**, [Oxford], v. 66, n. 1, p. 11-20, Jan. 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174003000214>. Acesso em: 27 nov. 2022.

REZENDE, S.; NASCIMENTO, D.; PIOCHON, E. Educação alimentar: aditivos alimentares encontrados nos sucos consumidos pelos acadêmicos do curso de ciências biológicas de Jataí - GO. *In:* CONGRESSO DE PEDAGOGIA, Jataí, 2008. **Anais...** Jataí, 2008.

RIBOSE. *In:* **ScienceDirect.** Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/neuroscience/ribose>. Acesso em: 07 fev. 2023.

RINCON, L., Braz Assunção Botelho, R., & de Alencar, E. R. (2020). Development of novel plant-based milk based on chickpea and coconut. **LWT- Food Science & Technology**, 128, 109479. Acesso em: 15 mar. 2023.

ROBBINS, K. *et al.* Effect of dietary vitamin E supplementation on textural and aroma attributes of enhanced beef clod roasts in a cook/hot-hold situation. **Meat Science**, [Oxford], v. 64, n. 3, p. 317-322, July 2003. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22063018/>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SHAW, P. E.; TATUM, J. H.; SILSON, C. W. Improved flavor of navel orange and grapefruit jices by removal of bitter components with b-cyclodextrin polymer. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, [Washington], v. 32, n. 4, p. 832-836, July 1984. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf00124a034>. Acesso em: 17 dez. 2022.

SINGH, M. *et al.* Microencapsulation and its various aspects: A review. **International Journal of Advanced Research**, [United Arab Emirates], v. 4, n. 6, p. 2094–2108, June 2016. Disponível em: <https://www.journalijar.com/article/10339/microencapsulation-and-its-various-aspects:-a-review.-/>. Acesso em: 16 jan. 2023.

SONG, H.; LIU, J. GC-O-MS technique and its applications in food flavor analysis. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 114, p. 187–198, Dec. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30361015/>. Acesso em: 10 nov. 2022.

SHUQI, W.; HAITAO, C.; BAOGUO, S. Recent progress in food flavor analysis using gas chromatography–ion mobility spectrometry (GC–IMS). **Food Chemistry**, [Oxford], v. 315, June 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619323106>. Acesso em: 21 dez. 2022.

THE GOOD FOOD INSTITUTE BRAZIL. **O consumidor brasileiro e o mercado Plant-Based**. GFI, 2021. 52 p. Disponível em: <https://gfi.org.br/wp-content/uploads/2021/02/O-consumidor-brasileiro-e-o-mercado-plant-based.pdf>. Acesso em: 17 dez. 2022.

TOMÉ, D. Yeast extracts: nutritional and flavoring food ingredients. **ACS Food Science & Technology**, [Washington], v. 1, n. 4, p. 487-494, Apr. 2021. Disponível em: <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsfoodscitech.0c00131>. Acesso em: 12 jan. 2023.

TOURNIER, C.; SULMONT-ROSSÉ, C.; GUICHARD, E. Flavour perception: aroma, taste and texture interactions. **Food**, [s.l.], v. 1, n. 2, p. 246–257, 2007. Disponível em: <https://hal.inrae.fr/hal-02823959/document>. Acesso em: 05 jan. 2023.

TUSO, P. J. *et al.* Nutritional update for physicians: Plant-based diets. **The Permanente Journal**, [s.l.], v. 17, n. 2, p. 61-66, June 2013. Disponível em: <https://www.thepermanentejournal.org/doi/10.7812/TPP/12-085>. Acesso em: 13 dez. 2022.

UENOJO, M. *et al.* Carotenóides: propriedades, aplicações e biotransformação para formação de compostos de aroma. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 616–622, jun. 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/7R78BnnsV5mNPsCjk938LbH/?lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 2022.

ULANOWSKA, M.; OLAS, B. Biological properties and prospects for the application of eugenol—a review. **International Journal of Molecular Sciences**, [Basel], v. 22, n. 7, p. 3671, Apr. 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1422-0067/22/7/3671>. Acesso em: 10 dez. 2022.

URBACH, G., The flavour of milk and dairy products: II. Cheese: Contribution of volatile compounds. **International Journal of Dairy Technology**, [Malden], v. 50, n. 3, p. 79–89, Aug. 1997. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1471-0307.1997.tb01743.x>. Acesso em: 10 dez. 2022.

VARELA, P.; FISZMAN, S. M. Exploring consumers' knowledge and perceptions of hydrocolloids used as food additives and ingredients. **Food Hydrocolloids**, [Oxford], v. 30, n. 1, p. 477-484, Jan. 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X12001543>. Acesso em: 08 jan. 2023.

WANG, K.; ARNTFIELD, S. D. Effect of salts and pH on selected ketone flavours binding to salt-extracted pea proteins: The role of non-covalent forces. **Food Research International**, [Amsterdam], v. 77, p. 1–9, Nov. 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S096399691500112X>. Acesso em: 09 jan. 2023.

YASHIN, A. *et al.* Antioxidant activity of spices and their impact on human health: A review. **Antioxidants**, [Basel], v. 6, n. 3, p. 70, Sept. 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5618098/>. Acesso em: 23 dez. 2023.

ZHA, F. *et al.* The structural modification of pea protein concentrate with gum Arabic by controlled Maillard reaction enhances its functional properties and flavor attributes. **Food Hydrocolloids**, [Oxford], v. 92, p. 30-40, July 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X18319957>. Acesso em: 12 nov. 2022.

ZHOU, J.; DU, G.; CHEN, J. Novel fermentation processes for manufacturing plant natural products. **Current Opinion in Biotechnology**, [London], v. 25, p. 17-23, Feb. 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0958166913006332>. Acesso em: 12 nov. 2022.