

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

ANA BEATRIZ LEISTER AGUIAR

**EXPLORANDO O PAPEL DOS AROMAS NA PERCEPÇÃO E ACEITAÇÃO DE
ALIMENTOS**

BURI, 2025

ANA BEATRIZ LEISTER AGUIAR

**EXPLORANDO O PAPEL DOS AROMAS NA PERCEPÇÃO E ACEITAÇÃO DE
ALIMENTOS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial para a obtenção do título
de Bacharel em Engenharia de Alimentos pela
Universidade Federal de São Carlos.

Orientadora: Thais Jordânia Silva

BURI, 2025

Aguiar, Ana Beatriz Leister

Explorando o papel dos aromas na percepção e aceitação
de alimentos / Ana Beatriz Leister Aguiar -- 2025.

42f.

TCC (Graduação) - Universidade Federal de São Carlos,
campus Lagoa do Sino, Buri

Orientador (a): Thaís Jordânia Silva

Banca Examinadora: Isabelle Cristina Oliveira Neves,
Edison Tutomu Kato Junior, Thais Jordania Silva
Bibliografia

1. Sabor. 2. Análise sensorial. 3. Compostos voláteis. I.
Aguiar, Ana Beatriz Leister. II. Título.

Ficha catalográfica desenvolvida pela Secretaria Geral de Informática
(SIn)

DADOS FORNECIDOS PELO AUTOR

Bibliotecário responsável: Lissandra Pinhatelli de Britto - CRB/8 7539

ANA BEATRIZ LEISTER AGUIAR

**EXPLORANDO O PAPEL DOS AROMAS NA PERCEPÇÃO E ACEITAÇÃO DE
ALIMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como requisito parcial à obtenção do título de
Bacharel em Engenharia de Alimentos pela
Universidade Federal de São Carlos.

Aprovado em: 11/02/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **THAIS JORDANIA SILVA**
Data: 12/02/2025 12:49:59-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Thaís Jordânia Silva (Orientadora)
Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente
 **EDISON TUTOMU KATO JUNIOR**
Data: 18/02/2025 09:53:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dr. Edison Tutomu Kato Junior
Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino

Documento assinado digitalmente
 **ISABELLE CRISTINA OLIVEIRA NEVES**
Data: 14/02/2025 12:42:33-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Isabelle Cristina Oliveira Neves
Universidade Federal de São Carlos – Campus Lagoa do Sino

RESUMO

AGUIAR, Ana Beatriz Leister. **Explorando o papel dos aromas na percepção e aceitação de alimentos.** Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2025.

O aroma é um elemento essencial na indústria alimentícia, influenciando diretamente a aceitação e o consumo dos alimentos. Embora frequentemente associado ao cheiro, o aroma é parte do "*flavor*", uma percepção integrada que combina sabor, odor e textura. Seu principal objetivo é intensificar ou conferir características sensoriais desejadas a um alimento. Dentre os sentidos químicos, o olfato é o principal determinante do sabor, que resulta da ativação dos sentidos químicos do paladar e do olfato. Através das papilas gustativas são perceptíveis os compostos não voláteis - doce, azedo, amargo, salgado e umami - enquanto os compostos voláteis, percebidos pelo tecido olfativo, geram uma ampla gama de aromas. A indústria utiliza aromas para restaurar características perdidas durante o processamento e assegurar a uniformidade sensorial do produto final e os aromas podem ser classificados como naturais, idênticos aos naturais ou artificiais. Assim, esse estudo visou entender a importância do aroma e sua influência na percepção do alimento, além de compreender os tipos de moléculas existentes na natureza ou sinteticamente, conceitos de percepção sensorial neurociência olfativa e química dos aromas, através de uma revisão bibliográfica utilizando artigos, livros e pesquisas sobre o tema. Para conseguir detectar a diferença dos aromas, uma ciência muito utilizada é a análise sensorial, que desempenha um papel crucial no desenvolvimento de produtos, ao avaliar características percebidas pelos sentidos e garantir a qualidade final dos alimentos. Esta e outras técnicas foram discutidas ao longo deste estudo, bem como especificações de diferentes aromas utilizados na indústria de alimentos.

Palavras-chave: *flavor*, sabor, análise sensorial, compostos voláteis.

ABSTRACT

AGUIAR, Ana Beatriz Leister. **Exploring the role of aromas in food perception and acceptance.** Final Course Work – Federal University of São Carlos, *campus* Lagoa do Sino, Buri, 2025.

The aroma is an essential element in the food industry, directly influencing the acceptance and consumption of food. Although often associated with smell, aroma is part of "flavor," an integrated perception that combines taste, odor, and texture. Its primary objective is to enhance or impart desirable sensory characteristics to a food product. Among the chemical senses, the sense of smell is the main determinant of flavor, which results from the activation of the chemical senses of taste and smell. Through the taste buds, non-volatile compounds—such as sweet, sour, bitter, salty, and umami—are perceived, while volatile compounds, detected by the olfactory tissue, generate a wide range of aromas. The industry uses aromas to restore characteristics lost during processing and to ensure the sensory uniformity of the final product. Aromas can be classified as natural, nature-identical, or artificial. This study aimed to understand the importance of aroma and its influence on food perception, as well as to explore the types of molecules found in nature or synthetically, concepts of sensory perception, olfactory neuroscience, and aroma chemistry through a bibliographic review using articles, books, and research on the topic. To detect differences in aromas, sensory analysis is a widely used science that plays a crucial role in product development by assessing characteristics perceived by the senses and ensuring the final quality of food. This and other techniques were discussed throughout the study, along with specifications of different aromas used in the food industry.

Keywords: flavor, sensory analysis, volatile compounds.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. OBJETIVO	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	5
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
4.1. Fundamentos da percepção sensorial humana.....	5
4.1.1 O que é percepção?	5
4.1.2 Olfato e Nariz.....	6
4.1.3 Língua e gosto	6
4.1.4 Olho e visão	8
4.1.5 Tato	8
4.1.6 Ouvido e audição	9
4.2 Mecanismos neurofisiológicos envolvidos na detecção de aromas	9
4.3. Classificação dos aromas alimentares	10
4.3.1. Aromas Naturais	10
4.3.2. Aromas idênticos aos naturais	17
4.3.3. Aromas Artificiais	18
4.4. Análise sensorial de aromas	20
4.4.1. Método de escalas	21
4.4.2 Métodos de diferença ou discriminativos.....	23
4.4.2.1 Teste Triangular	24
4.4.2.2 Teste duo-trio.....	24
4.4.2.3 Teste Comparação Pareada.....	24
4.4.3 Método analítico	25
4.5. Instrumentação utilizada na medição de aromas.....	27
4.5.1 Nariz Eletrônico	27
4.5.2 Cromatografia gasosa-olfatometria.....	28
4.6. Aspectos Regulatórios e Éticos.....	31
5. CONCLUSÃO.....	37
6. REFERÊNCIAS.....	33

1. INTRODUÇÃO

O olfato, sabor e aroma são considerados "sentidos trigeminais" detectados em regiões da língua, boca e garganta (Small e Green, 2012; Jeremy *et al.*, 2012). Desses três sentidos químicos, o olfato é o principal determinante do odor de um alimento. O sabor é a sensação sensorial de um alimento e/ou outra substância originada pela ativação dos sentidos químicos do paladar e do olfato. O ser humano possui receptores das papilas gustativas para os tipos básicos de sabores - doce, azedo, amargo, salgado, umami - devido a interação com os compostos, que normalmente não são voláteis à temperatura ambiente. Já o aroma são compostos voláteis que são percebidos pelos sítios receptores do tecido olfativo da cavidade nasal (Belitz *et al.*, 2009).

O aroma exerce um papel fundamental nos alimentos produzidos pela indústria moderna, sendo de grande importância na satisfação do consumidor para conferir ou intensificar o aroma e/ou sabor (Belitz *et al.*, 2009). A palavra “aroma” é denominada tempero e é determinada como percepção de cheiro, porém sua origem “*flavor*” possui uma denominação mais ampla, pois corresponde a uma resposta integrada ao consumo do alimento, envolvendo a interação entre sabor, odor e textura (Damodaran *et al.*, 2010).

O gosto é influenciado por compostos não voláteis, tais quais são sentidos pelas papilas gustativas. Por outro lado, o aroma é atribuído aos compostos voláteis, que pertencem a diferentes classes químicas, são sensíveis ao calor (termolábeis) e geralmente encontrados em concentrações muito pequenas nos alimentos (Franco e Janzanti, 2004).

O aroma característico de um alimento é, em sua maioria, o resultado da interação de dezenas ou até centenas de compostos voláteis presentes em um alimento. Mesmo em concentrações extremamente baixas, como nanogramas ou picogramas, esses compostos podem exercer grande influência no aroma do alimento. Em alguns casos, certos compostos voláteis, chamados de compostos de impacto, são capazes de remeter ao aroma do alimento por si só. Já os demais compostos, conhecidos como contribuintes, atuam em conjunto para formar o aroma completo e característico do alimento (Garruti, 2001).

Os aromas possuem a capacidade de restaurar características de sabor específicas que podem ser perdidas durante processos como a pasteurização, armazenamento ou processamento de alimentos. Um exemplo disto é a inclusão de sabores artificiais em sucos,

sendo empregada para assegurar a uniformidade do sabor após o envase. Esses aromas também são utilizados em pratos preparados para garantir que os alimentos mantenham o mesmo perfil de sabor quando consumidos em diferentes partes do mundo (Mosia; Sukdeo; Pradhan, 2022).

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Investigar através de uma revisão bibliográfica como os aromas interferem na percepção sensorial dos alimentos identificando os fatores que influenciam a percepção e preferência por diferentes aromas em alimentos.

2.2. Objetivos Específicos

- Citar os principais aromas utilizados na indústria alimentícia e sua composição.
- Compreender conceitos de percepção sensorial, neurociência olfativa e química dos aromas.
- Conhecer as principais aplicações tecnológicas, além dos aspectos regulatórios e éticos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A partir de artigos, livros, sites e fontes de dados relacionados foi realizada uma revisão bibliográfica. Para a redação do trabalho foram selecionados artigos e pesquisas científicas, livros e revisões recentes que abordem o tema dos aromas na indústria de alimentos utilizando palavras-chaves como *flavor*, aroma, aroma natural, aroma artificial e composto aromático. Foi utilizada base como *Web of Science*, *Scopus*, *Google Acadêmico* e livros didáticos.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fundamentos da percepção sensorial humana

4.1.1 O que é percepção?

Durante a avaliação sensorial de algum alimento, são utilizados alguns métodos essenciais para compreender a percepção tanto psicológica quanto fisiológica. Qualquer objeto, seja um alimento ou não, possui características próprias. Quando alguém observa um objeto em determinado ambiente, ele age como um estímulo para os sentidos, gerando uma sensação no

observador, que é influenciada pelas qualidades do objeto, ou seja, é uma função das características inatas do objeto. A percepção acontece quando o observador se torna consciente dessa sensação. Esse processo envolve filtragem, interpretação e organização da vasta quantidade de informações que os receptores captam (Dutcosky, 2019).

Existe uma diferença entre sensação e percepção. As percepções são armazenadas pela mente na memória e constantemente atualizadas por novas percepções, resultando em impressões. No processo de percepção, os sinais, a integração e a interpretação dos estímulos ocorrem de forma interligada e difícil de separar (Dutcosky, 2019).

4.1.2 Olfato e Nariz

Os cheiros são elaborados por meio de misturas de moléculas voláteis complexas. No caso dos alimentos, é utilizado o termo "odor" ao em vez de "cheiro". O odor é um dos aspectos mais complexos dos alimentos, resultante das substâncias voláteis liberadas, e está sujeito a fatores como fadiga e adaptação. A fadiga pode acontecer, por exemplo, quando cheiramos diversos perfumes em sequência, a ponto de não conseguirmos mais distinguir suas diferenças. A adaptação, por sua vez, ocorre, por exemplo, quando entramos em uma biblioteca antiga; inicialmente, o cheiro de mofo e poeira nos causa impacto, mas, com o tempo, sua intensidade percebida diminuiu. Ao sair do local, recuperamos rapidamente a sensibilidade ao odor. Em casos específicos, no entanto, quando alguém fica exposto a certos odores por um período prolongado, pode ser necessário mais tempo para restabelecer a sensibilidade após o estímulo ser removido. Já a não percepção do odor, é denominado (Dutcosky, 2019).

O olfato humano é extremamente sensível, onde certos compostos, como as etil mercaptanas, presentes no aroma do capricorniano e no cheiro característico do gambá, podem ser detectados pelo nariz em concentrações tão baixas quanto uma parte por bilhão (ppb) (Dutcosky, 2019).

4.1.3 Língua e gosto

Existem cinco gostos principais reconhecidos em determinadas áreas da mucosa bucal e da língua: o doce, salgado, ácido, amargo e *umami*. O gosto é percebido por células receptoras distribuídas na parte frontal, laterais e no final da língua, além de outras áreas como o palato, as bochechas e o esôfago. Acredita-se que a sensibilidade a cada gosto seja relativamente

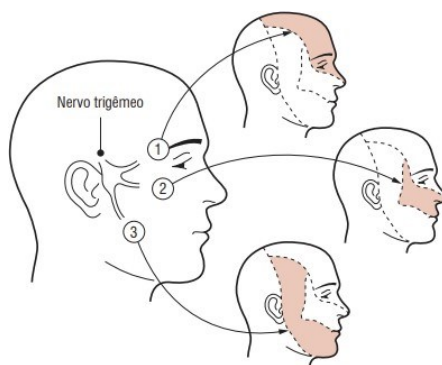
uniforme em toda a língua, instigando a teoria de que o gosto doce seria sentido apenas na ponta da língua, o salgado e o ácido nas laterais, e o amargo no fundo (Laing; Jinks, 1996).

Os botões gustativos das células receptoras são estimulados por diferentes gostos. A transdução ocorre quando essas células liberam neurotransmissores na sinapse, gerando um sinal nervoso. A percepção do gosto é maior em temperaturas de 20 °C à 30 °C e quando é degustado em uma solução aquosa (Dutcosky, 2019).

Também é comum ocorrer uma irritação química, que é causada pela ativação das terminações do nervo trigêmeo, que se encontram na córnea e nas cavidades nasais e orais, conforme ilustrado na Figura 1. Esse nervo é estimulado por diversos compostos químicos, como por exemplo, a capsaicina que é presente na pimenta vermelha, a piperina que é presente na pimenta preta, o isotiocinato de alila que é encontrado na mostarda, os taninos entre outros. Sendo responsável pelas nossas lágrimas quando cortamos cebolas e pelos nossos espirros quando sentimos o cheiro da pimenta. (Herz, 2009; 2008a; 2002; 2001).

Além de responder a estímulos químicos, o nervo trigêmeo também processa sensações de tato, temperatura e dor, o que às vezes dificulta diferenciar a química relaxante de uma sensação tátil, como no caso da adstringência causada pelos taninos. Embora os taninos sejam um estímulo químico, a adstringência – a sensação de "secura" ou de "amarra" na boca – é uma sensação tátil. Esse efeito adstringente é notado em alimentos como frutas verdes (banana e caqui). Já a pungência é uma sensação de ardência nas mucosas da boca e do nariz, provocada por substâncias como vinagre e mostarda (Soares *et al.*, 2016).

Figura 1 - Terminações do nervo trigêmeo



Fonte: Dutcosky (2010).

Quando ingerimos algum alimento, a primeira sensação a ser detectada é a do gosto, detectado pelo paladar. Porém, é possível também sentir o cheiro dos alimentos. Devido a isso, quando estamos resfriados, o canal fica obstruído e os odores não conseguem alcançar as células sensoriais no nariz, que são responsáveis pela percepção do cheiro, alterando a percepção dos alimentos. Sem a presença do aroma, os alimentos ficam menos intensos, pois estamos impedindo a combinação dessas duas sensações, ou seja, nesse caso será gerado apenas uma informação do aroma, apenas o paladar, enquanto o olfato encontra-se inerte frente ao bloqueio nasal. Além do cheiro e do gosto da comida, outros fatores como a textura, a cor, e sua temperatura também ajudam a criar percepções sobre os alimentos. A combinação de todas essas características determina se a comida é deliciosa ou desagradável e a partir desses fatores criamos nossa própria percepção sobre cada alimento (Palheta Neto, 2011).

4.1.4 Olho e visão

A visão fornece informações valiosas sobre a aparência de um alimento, incluindo seu estado, tamanho, formato, textura e cor. Os sinais visuais também são cruciais para avaliar a qualidade dos ingredientes, como por exemplo verificar o frescor de frutas ou peixes. Durante o processamento, eles ajudam, por exemplo, a avaliar o ponto de torra do café pela cor. A indústria alimentícia usa esse impacto visual para tornar os alimentos mais atrativos. O aspecto visual do alimento leva o consumidor a associá-lo a certos sabores, com base nas experiências anteriores de relação (Dutcosky, 2019).

4.1.5 Tato

A sensação proporcionada pelo sentido do tato, fornece uma informação sobre a textura, peso, forma, consistência de um determinado produto/alimento, também sendo um sentido essencial para a interpretação e influência sobre determinado produto ao consumidor. As sensações despertadas durante o manuseio de um produto integralizam as informações recebidas pela visão (Dutcosky, 2019).

4.1.6 Ouvido e audição

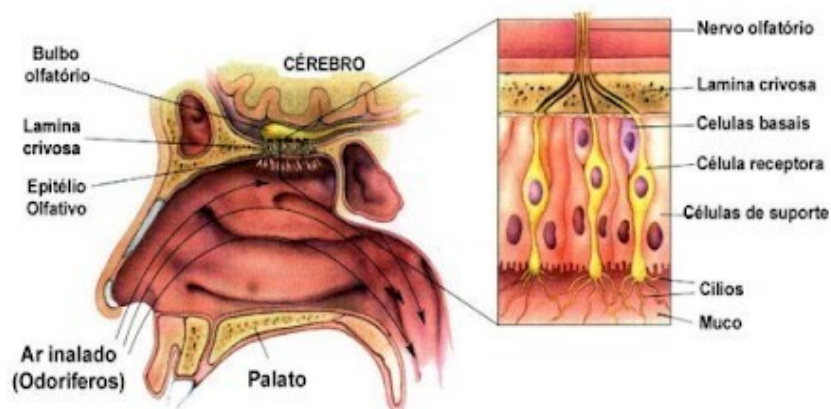
Ao consumir determinado alimento, o consumidor espera detectar determinados sons, devido à sua experiência prévia com outros tipos de alimentos similares. Os sons

ocasionados pela mastigação ou mordida, acrescentam a percepção da textura do alimento, ocasionando uma satisfação ao comer. Como por exemplo, podemos citar o caso de biscoitos, que ao morder espera-se uma percepção de crocância, essas vibrações durante a mastigação e deglutição chegam ao ouvido interno (Vicari; Gularte; Santos, 2021).

4.2 Mecanismos neurofisiológicos envolvidos na detecção de aromas

Os aromas são substâncias voláteis que são detectadas por células receptoras do sistema olfativo, através do nariz, que é o órgão responsável por detectar quando essas moléculas odoríferas chegam ao epitélio nasal ou membrana olfativa, localizada na parte superior da cavidade nasal (Figura 2). O aroma é resultante da combinação de duas sensações, ou seja, dois sentidos químicos: o olfato, que capta os cheiros, e o paladar, que identifica os gostos dos alimentos (Oliveira, 2014). A percepção dos aromas ocorre durante a mastigação, quando moléculas gasosas são liberadas, ativando o olfato através de um canal que conecta a parte posterior da garganta ao nariz. Sem a presença do aroma, os alimentos ficam menos intensos, pois estamos impedindo a combinação das sensações, ou seja, nesse caso será gerado apenas uma informação do aroma, apenas o paladar, enquanto o olfato encontra-se inerte frente ao bloqueio nasal (Retondo e Faria, 2010).

Figura 2 - Ilustração da cavidade nasal e da mucosa olfativa.



Fonte: Nascimento (2008).

A sensação do odor ocorre quando as informações odoríferas chegam ao cérebro através de impulsos elétricos e as moléculas atingem os axônios, penetrando no osso etmoide para chegar ao bulbo olfativo. O bulbo olfativo envia essas informações para o sistema nervoso central com o auxílio de estruturas sinápticas chamadas glomérulos, produzindo essa sensação de odor. Transformando os produtos voláteis, substâncias

hidrossolúveis, substâncias lipossolúveis e gases perfumados em aromas e odores (Nascimento, 2008).

Os receptores presentes na língua interagem com as moléculas do alimento e essa interação é compreendida pelo cérebro como diferentes tipos de sabores. Tanto o paladar quanto o olfato são sentidos químicos, ou seja, dependem da interação de moléculas, da estrutura e das propriedades físico-químicas que irão ativar os receptores neuronais específicos e interligam-se através do rinencéfalo na hora da formação da nossa percepção sobre o aroma. No que se refere ao paladar a propriedade essencial a ser compreendida é a solubilidade. Já para o olfato, a principal propriedade físico-química a ser estudada é a volatilidade dos componentes do produto que está sendo cheirado, devido às interações entre as moléculas dessas substâncias, de forma a permitir a passagem do estado líquido para a fase gasosa (evaporação) e ser conduzido pelo ar até os bulbos olfativos no interior do nariz (Retondo e Faria, 2010).

4.3. Classificação dos aromas alimentares

Existem três principais tipos de aromatizantes alimentares, que são baseadas em sua origem: aromas naturais, aromas idênticos aos naturais e aromas artificiais.

4.3.1. Aromas Naturais

Os aromas naturais são oleorresinas, óleos essenciais ou extratos naturais, que tem como objetivo acrescentar sabores que não adicionem qualquer valor nutricional, mas adiocina sabor ou cheiro específico a um produto (Ranadive, 2006). A natureza produz uma infinidade de substâncias aromatizantes que oferecem uma variedade de aromas em alimentos.

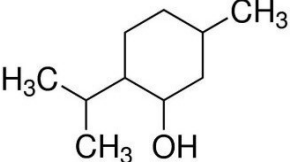
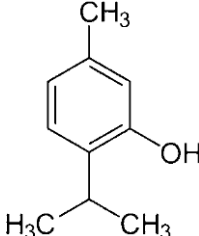
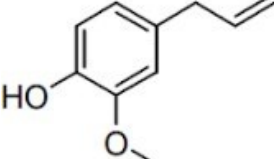
Os aromatizantes naturais são obtidos de frutas, especiarias, ervas, vegetais e são obtidos através de processos físicos, enzimáticos ou fermentação microbiana (Ciaa, 2008). Para um aroma ser classificado como natural é necessário que ele seja extraído da planta, por exemplo, um aroma natural de morango deve vir da planta de morango e ser extraído do fruto, folha ou caule. Há alguns aromas que são obtidos a partir de óleos essenciais, como por exemplo das amêndoas e limão. Os métodos de extração podem incluir a extração com solvente ou destilação; por exemplo, o mentol é obtido por destilação fracionada do óleo de menta. O limoneno é obtido por destilação a vapor de laranjas (Tisi, 2021).

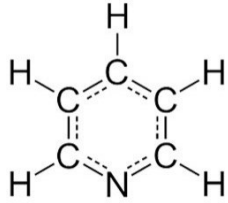
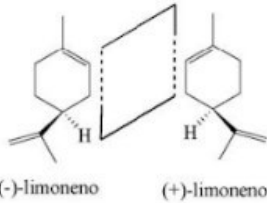
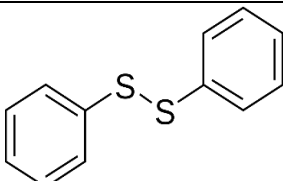
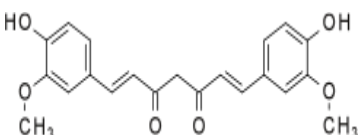
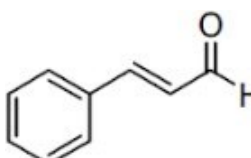
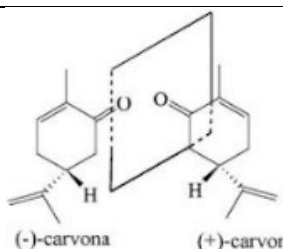
4.3.1.1. Principais compostos naturalmente encontrados em alimentos

Podemos encontrar diversas fontes de vegetais que são utilizados para conferir sabor aos alimentos, sendo esses aromas encontrados em ervas, especiarias e outros vegetais. Entre as ervas, destacam-se o manjerição, hortelã, salsa, aipo e tomilho. No grupo das especiarias, encontram-se cardamomo, cravo, cúrcuma e pimenta. As sementes aromáticas incluem anis, cominho, erva-doce e endro. Já entre as frutas, estão laranja, limão, maçã, banana, morango e abacaxi. Por fim, no grupo dos vegetais, encontram-se cebola, alho, cogumelos, ervilha e repolho (AL Saqqa, 2022).

Os alimentos contêm uma ampla variedade de agentes naturais responsáveis pelo sabor, que variam conforme sua composição e origem. Cada tipo de alimento apresenta um aroma característico, resultado de compostos específicos que interagem para criar perfis sensoriais únicos. Essa diversidade de compostos evidencia a complexidade química que enriquece a experiência sensorial e torna os alimentos que consumimos tão variados e atraentes. No quadro abaixo, mostra alguns exemplos de aromas encontrados em diferentes alimentos e sua composição química responsável pela característica aromática de cada componente (Quadro 1).

Quadro 1 – Principais aromas encontrados em alimentos

Alimento	Principal agente de aroma	Peso molecular (g/mol)	Ponto de ebulição (°C)	Estrutura química
Hortelã	Mentol	156,27	212	
Tomilho	Timol	150,22	232	
Cravo-da-índia	Eugenol	164,2	254	

Alimento	Principal agente de aroma	Peso molecular (g/mol)	Ponto de ebulição (°C)	Estrutura química
Pimenta	Piperidina	85,15	106	
Limão	Limoneno	136,24	176	
Alho	Dissulfeto de dialila	146,27	180	
Açafrão-da-terra	Curcumina	368,38	183	
Canela	Cinamaldeído	132,16	248	
Cominho	Carvona	150,22	231	

Fonte: Adaptado de AL SAQQA (2022), Nascimento (2008), Serra, Murtinho *et al.* (2001).

Hortelã

A hortelã possui o mentol como seu principal aroma, possuindo um cheiro pungente e proporcionando um aroma refrescante. Além disso, essa erva é composta por uma vasta quantidade de flavonoides e compostos fenólicos, o que contribui para sua atividade antioxidante (Ertekin; Heybeli, 2014). Devido ao fato, da hortelã possuir um baixo ponto de ebulição (Quadro 1), isso influencia na sua percepção aromática inicial, caracterizando o frescor peculiar dessa erva. Além do mais, o peso molecular também pode impactar como o composto se liga aos receptores sensoriais. Os compostos menores podem penetrar mais facilmente nos receptores, enquanto compostos maiores podem interagir de maneira mais complexa, alterando a percepção. Sua volatilidade controlada contribui tanto para a percepção do aroma quanto para a sensação refrescante na boca (Baser; Buchbauer, 2015).

Tomilho

O tomilho, por sua vez, é caracterizado pelo timol, que confere um aroma terroso e herbáceo, além de ser reconhecido por diversas atividades biológicas, atribuídas principalmente à presença do timol, um composto encontrado em concentrações elevadas em seu óleo essencial, extraído das folhas da planta. O timol é considerado um agente antimicrobiano e é utilizado em várias formulações comerciais, o que destaca a relevância da produção de seu óleo essencial. Além disso, as folhas de tomilho são comercializadas para uso tanto culinário quanto medicinal, contribuindo para a popularidade e o cultivo comercial dessa planta (Guarda *et al.*, 2011).

Cravo

O cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thun.) contém eugenol, que é responsável por seu aroma quente, picante e doce. Eugenol constitui aproximadamente 80% da composição do óleo de cravo e é utilizado como analgésico no tratamento de distúrbios do aparelho digestivo, como náuseas e flatulência. O eugenol possui um ponto de ebulição relativamente elevado e um peso molecular moderado, ou seja, o aroma do cravo não evapora rapidamente à temperatura ambiente. Isso significa que o aroma do cravo é liberado de maneira contínua e suave, ao invés de dissipar rapidamente (Silvestri *et al.*, 2010).

Pimenta

A pimenta, com piperidina, traz uma sensação picante característica. Estudos fitoquímicos realizados sobre a pimenta preta (*Piper nigrum* L.) conhecida popularmente como Pimenta-do-Reino, identificaram a presença de 35 amidas, 36 amidas alcaloides e 21 bisamidas em suas raízes. Entre os alcaloides predominantes da espécie, destacam-se a piperina e a capsaína (Bomtempo, 2007; Pissinate, 2006).

A piperina apresenta propriedades terapêuticas, podendo atuar de maneira eficaz no fortalecimento do sistema imunológico, especialmente em casos de imunossupressão causados por tratamentos como quimioterapia e radioterapia em pacientes com câncer (Cardoso *et al.*, 2005). Além disso a piperina também é reconhecida pelas atividades citotóxica, anti- inflamatória, analgésica, antioxidante, antitumoral, antifúngica e bactericida (Bomtempo, 2007; Bong, 2010; Abbasi *et al.*, 2010; Khan et al. 2010). Tanto a capsaína quanto a piperina que estão presentes no óleo essencial de pimenta, possuem atividade citotóxica aos seres humanos, sendo prejudiciais à saúde principalmente quando seus capsaicinóides são ingeridos na quantidade de 512 mg a 13 g de capsaína/kg por humanos. Em doses superiores, estas substâncias podem ser letais (Bomtempo, 2007).

Limão/Laranja

O limoneno e a carvona são monoterpenos, compostos químicos pertencentes à classe dos terpenos, formados por duas unidades de isopreno (C_5H_8) possuindo uma fórmula molecular geral ($C_{10}H_{16}$) (Peters, 2010; Bakkali *et al.*, 2008). Os monoterpenos são amplamente encontrados em óleos essenciais de limoneno por exemplo, como o D-limoneno, sendo os principais responsáveis por seus sabores e odores.

O limoneno e a carvona, são hidrocarbonetos naturais, com cadeias insaturadas e cíclico. Pelo fato do limoneno ser um enantiômetro e possui dois isômeros, ou seja, são imagens especulares um do outro, mas que não podem ser sobrepostas. Esses enantiômeros possuem as mesmas fórmulas estruturais e químicas, mas diferem na disposição espacial dos seus átomos. Isso é importante, pois cada configuração representa um odor característico, ou seja, não é apenas a estrutura da molécula que influencia no odor, mas também a configuração molecular. O que distingue o odor de laranja ou de limão é a sua forma enantiomérica. O (-)-limoneno é o enantiômero que dá o cheiro característico dos limões. Já o (+)-limoneno é o enantiômero responsável pelo cheiro das laranjas (Quadro 1) (Baser &

Demirci, 2007).

Os sinais (-) e (+) que acompanham os enantiômeros indicam a direção em que esses compostos giram o plano da luz polarizada, uma propriedade chamada de atividade óptica. Os compostos que apresentam essa característica são chamados de compostos opticamente ativos, e, ao atravessar uma solução contendo tais compostos, a luz polarizada linearmente tem seu plano de oscilação rotacionado (Baser & Demirci, 2007). O enantiômero identificado pelo sinal (-), conhecido como levorrotatório, gira o plano da luz polarizada no sentido anti-horário (para a esquerda). Já o enantiômero identificado pelo sinal (+), denominado dextrorrotatório, gira o plano da luz polarizada no sentido horário (para a direita) (Baser & Demirci, 2007). É importante destacar que esses sinais não estão relacionados diretamente com a configuração tridimensional da molécula, mas sim com a forma como ela interage com a luz polarizada. Assim, o (-)-limoneno gira a luz polarizada para a esquerda, enquanto o (+)-limoneno a gira para a direita, mesmo que suas estruturas sejam imagens especulares entre si (Silva, 2024).

Embora o limoneno possua diferentes enantiômeros, ele contém propriedades físicas semelhantes, incluindo peso molecular e ponto de ebulição. Essas características permitem que ambos os enantiômeros sejam facilmente voláteis e, portanto, transportados pelo ar até os receptores olfativos, possibilitando a percepção dos odores (Baser e Demirci, 2007).

Alho/Cebola

O alho (*Allium sativum* L.) e a cebola (*Allium cepa* L.) têm sido amplamente utilizados por suas propriedades anticoagulantes, anti-hipertensivas, antimicrobianas, anticancerígenas, hepatoprotetoras e como antídotos contra intoxicação por metais pesados (Lanzotti, 2006). Quando o alho é submetido a uma ação mecânica, como ser esmagado ou triturado, ocorre uma reação enzimática catalisada pela alinase. Essa enzima transforma a alina em alicina, um composto predominante no alho que confere seu odor forte e característico, cheiro forte e pungente. No entanto, a alicina é quimicamente instável e rapidamente se converte em compostos organossulfurados. Esses compostos, como o sulfeto de dialila, dissulfeto de dialila e trissulfeto de dialila, estão presentes no óleo volátil do alho e possuem propriedades terapêuticas benéficas para a saúde (Shukla e Singh, 2007).

Açafrão

O açafrão contém curcumina, dando-lhe um aroma terroso e levemente picante. O

mesmo também é conhecido como cúrcuma ou turmerico, é amplamente utilizado na culinária, especialmente na Índia, onde é consumido principalmente em forma de pó seco. Este pó é utilizado tanto como corante alimentar, devido à sua intensa coloração amarela, quanto por seus reconhecidos efeitos terapêuticos e dietéticos. O turmerico apresenta propriedades biológicas significativas, incluindo ação anti-inflamatória, antimicrobiana, cicatrizante e digestiva. Além disso, tem sido associado a potenciais benefícios no tratamento de doenças como Alzheimer, condições parasitárias e diversos tipos de câncer (Sueth-santiago *et al.*, 2015).

Quimicamente, a cúrcuma é composta por uma ampla variedade de substâncias, sendo os terpenos voláteis (presentes no óleo essencial) e os curcuminoides os principais grupos. Entre os curcuminoides, a curcumina destaca-se como o composto mais abundante (Sueth-santiago *et al.*, 2015).

Canela

A canela, com cinamaldeído, é conhecida por seu aroma quente, doce e picante. O cinamaldeído é uma substância presente na canela (*Cinnamomum zeylanicum* Breyn). O cinamaldeído é um líquido amarelo, que está presente cerca de 90% do óleo essencial da canela, e só é obtido na forma de isômero na natureza. Outros compostos, como o eugenol, também podem estar presentes na canela, mas em menor proporção. Essas características contribuem para o fato do cinamaldeído ter um aroma forte e persistente, devido ao seu alto ponto de ebulição, impedindo que o aroma se evapore rapidamente (Nascimento, 2008).

Cominho

O cominho possui carvona, que lhe confere um sabor ligeiramente picante e herbáceo. O mesmo ocorre para a carvona, que é uma cetona, ou seja, sua estrutura possui um grupo carbonila ligado a dois átomos de carbono, com propriedades odoríferas e se encontra na natureza na forma de dois enantiômeros. A carvona pode ser encontrada em duas formas: tanto como (R)-carvona (responsável pelo aroma de hortelã), quanto como (S)-carvona (responsável pelo aroma de cominho) (FOREZI, Luana SM *et al.*, 2022).

4.3.2. Aromas idênticos aos naturais

Devido ao alto custo ou à indisponibilidade de extratos de sabores naturais, a maioria

dos aromas comerciais é idêntico à natureza, o seja, são quimicamente e organolepticamente idênticos aos sabores naturais, porém são obtidos por processos químicos ou modificação química de outras substâncias naturais, o que significa que não extraídos de matérias-primas.

Um exemplo é a vanilina, que é idêntica à baunilha, mas não é obtida da fava de baunilha. A baunilha (*Vanilla planifolia*) é marcada pela vanilina, que proporciona um aroma doce e agradável. A vanilina é um sólido cristalino branco. Embora a vanilina seja a principal responsável pelo sabor e aroma característicos da baunilha, a baunilha natural também contém alguns compostos aromáticos que contribuem para a complexidade do sabor, como ácidos fenólicos, ésteres e outros compostos voláteis. Sendo utilizada largamente na aromatização de sorvetes, chocolates, bebidas e produtos de confeitaria. Sendo encontrada no interior da fava, onde possuem minúsculos grãos que exalam um cheiro perfumado, doce autêntico da baunilha (Silva, 2022). O peso molecular da vanilina é relativamente baixo (152,15 g/mol), isso significa que a vanilina pode evaporar e se dispersar no ar, permitindo que seu aroma seja percebido. Apesar de não ser tão volátil quanto alguns compostos aromáticos, sua volatilidade contribui para que o aroma da baunilha seja percebido em temperaturas ambientes. A tabela 1, mostra alguns componentes químicos que possuem o aroma/odor idêntico ao natural.

Tabela 1 – Agentes aromatizantes idênticos ao natural

Químico	Odor
Diacetil	Manteiga
Isoamil acetato	Banana
Cinamaldeído	Canela
Etil propinato	Frutado
Limoneno	Laranja
Etil-2,4-decadienoato	Pera
Alil hexanoato	Abacaxi
Etil maltol	Açúcar, algodão doce
Metil salicilato	Hortelã
Benzaldeído	Amêndoa amarga
Metil antrabilato	Uva
Etilvanilina	Baunilha
Manzarato	Maçã Verde
2,4-Ditiopentano	Trufa

Fonte: Al saqqa (2022).

4.3.3. Aromas Artificiais

Os aromatizantes artificiais são compostos quimicamente sintetizados, ou seja, não possuem aromas equivalentes na natureza. São produzidos a partir de ingredientes não comestíveis, como por exemplo, a polpa de papel, petróleo e o óleo bruto, que são obtidos por meio de destilação fracionada e manipulação química adicional. Os aromas artificiais são produzidos com as mesmas características sensoriais (cheiro e gosto) dos aromatizantes naturais, porém quimicamente são diferentes. Eles também precisam passar por testes de segurança mais rigorosos e são cuidadosamente escolhidos para oferecer uma gama mais ampla e diversificada de sabores para o mercado consumidor.

Os aromas artificiais são regularmente utilizados em produtos alimentares devido ao seu baixo custo, à grande disponibilidade ou à alta potência quando comparado com os aromas naturais (Brannen *et al.*, 2001). A tabela 2 apresenta alguns exemplos de produtos químicos utilizados na indústria alimentícia.

Tabela 2 – Aromas artificiais mais utilizados nos aromas em alimentos

Químico	Aroma
Alilpirazina	Noz torrada
Metoxipirazina	Legumes terrosos
2-metoxi-3-isobutilpirazina	Pimenta Verde
Acetil- L-Pirazina	Pipoca
2-acetilpirazina	Sabores torrados
Aldeídos	Verde
Álcoois	Amargo
Ésteres	Frutado
Cetonas	Manteiga
Pirazina	Caramelo / Queimado
Fenóis	Medicinal
Terpenos	Pinheiro / Cítrico

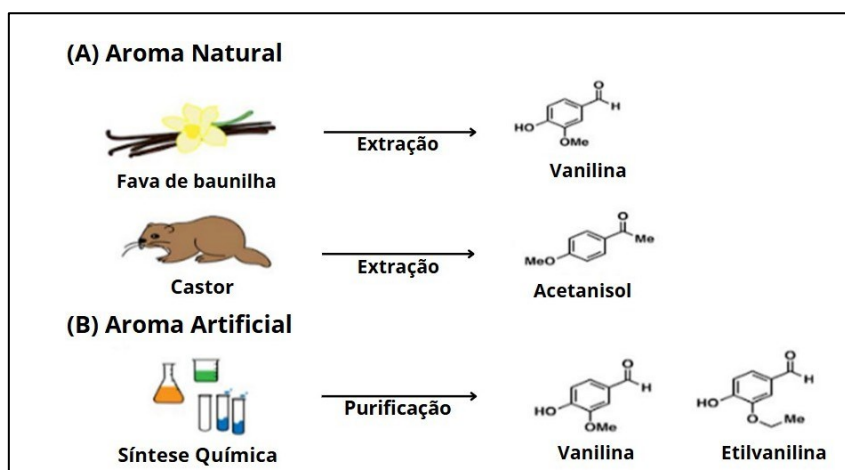
Fonte: (Al saqqa, 2022).

Para a obtenção de aromas artificiais, é necessário envolver vários cientistas e aromistas, que são responsáveis por identificar os compostos aromáticos que ocorrem

naturalmente e combiná-los de maneira adequada para alcançar o aroma desejado, ou desenvolver um novo composto sintético e seguro que forneça um aroma específico. Podemos perceber essa diferença em vários produtos alimentícios, por exemplo em balas artificialmente aromatizadas que, embora feitas de bases com sabor semelhante, possuem sabores notavelmente diferentes devido ao uso de aromas distintos (Al saqqa, 2022).

Um exemplo é a etilvanilina, que é artificial e possui cheiro e gosto semelhantes à vanilina, porém é mais intensa no paladar, aproximadamente três vezes, quando adicionada a sorvetes e produtos de panificação. Na Figura 2 é demonstrado diferentes métodos de criação dos sabores de baunilha natural e artificial. Um método para a obtenção do aroma natural é a extração de vanilina das favas de baunilha ou a extração de acetanisol das glândulas de castores, para produzir o sabor natural da baunilha (Figura 3). Já no método artificial podemos obter o aroma artificial de baunilha através da síntese química de compostos sintéticos, produzindo a etilvanilina, de forma muito mais eficiente e mais potente que o método natural (Al saqqa, 2022).

Figura 3 - Compostos utilizados para criar o sabor de baunilha.



Fonte: (Al saqqa, 2022).

4.4. Análise sensorial de aromas

A análise sensorial, conforme definido pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1993), é uma área científica que busca evocar, medir, analisar e interpretar as respostas às características de alimentos e outros materiais, conforme são percebidas pelos sentidos – visão, olfato, paladar, tato e audição.

A análise sensorial geralmente é realizada por uma equipe especializada, que avalia

as propriedades sensoriais de um produto para atender a um objetivo específico. Pode-se analisar a seleção das matérias-primas de um novo produto, o impacto dos processos de fabricação, a qualidade da textura e do sabor, a estabilidade durante o armazenamento e a acessibilidade dos consumidores, entre outros aspectos. Para cada objetivo, são aplicados métodos específicos de avaliação (Tabela 3), que visam obter respostas mais precisas de acordo com o perfil do produto em estudo. Esses métodos são desenvolvidos para serem adequados ao propósito de cada análise e, ao final, os resultados são analisados estatisticamente para verificar as previsões do produto (Teixeira, 2009; Chaves, 1980; Teixeira *et al*, 1987; Moraes, 1988; Pedrero e Pangborn, 1989; Huy, 1992; Anzaldúa-Morales, 1994).

Tabela 3 - Exemplos de métodos sensoriais, seus pré-requisitos e finalidades.

Método	Nº de amostras testadas	Nº de amostras servidas	Finalidade
Escala			
Descritiva	1-6	1-6	Seleção da amostra
Numérica	1-6	1-6	Seleção da amostra
Composta	1-4	1-4	Avaliação comparada
Diferença			
Triangular	1	3	Detectar diferenças quando as variações entre as amostras são pequenas
Duo-trio	1	3	Detectar diferenças quando existem variações entre as amostras e também para treinamento
Comparação pareada	2	8	Detectar pequenas diferenças quando há pequena variação entre as amostras
Comparação múltipla	1-4	1-5	Detectar diferença de intensidade média quando há pequena variação entre as amostras
Analítico			
Estímulo único	1	1	Detectar sabor estranho
Perfil de sabor	1	1	Detectar sabor estranho ou mudança de sabor

Fonte: Adaptado de Laboissière *et al* (2001).

4.4.1. Método de escalas

Existem diferentes tipos de escalas utilizadas em testes de avaliação sensorial, que são fundamentais para analisar as preferências e satisfações dos provadores. Elas podem ser definidas em três tipos principais: escalas hedônicas, escalas hedônicas visuais e escalas numéricas. Esses métodos são aplicados por meio de formulários, que o provador preenche ou verbalmente, expressando sua avaliação ao coordenador do teste. Embora a aplicação verbal seja mais prática, não é indicada para estudos que envolvam mais de cinco categorias de avaliação ou mais de duas amostras, devido à complexidade (Anzaldúa-Morales, 1994).

O termo "hedônica" deriva do grego e está associado ao conceito de "prazer". As escalas hedônicas são utilizadas para quantificar o nível de satisfação dos participantes, permitindo que eles classifiquem o quanto gostam ou desgostam de determinado produto. Nessas escalas, cada descrição corresponde a uma pontuação que posteriormente é convertida em dados quantitativos. É característico das escalas hedônicas ou ponto de neutralidade, resultando em um número ímpar de classificações que geralmente varia de três a três (Esteves, 2009).

Em casos de análise sensorial com crianças, adota-se a escala hedônica facial, um recurso visual que utiliza "carinhas" com diferentes expressões faciais para que a criança possa facilmente associar a expressão à sensação experimentada ao provar o produto (Figura 4) (Teixeira *et al.*, 1987; Moraes, 1988).

Figura 4 - Escala hedônica facial

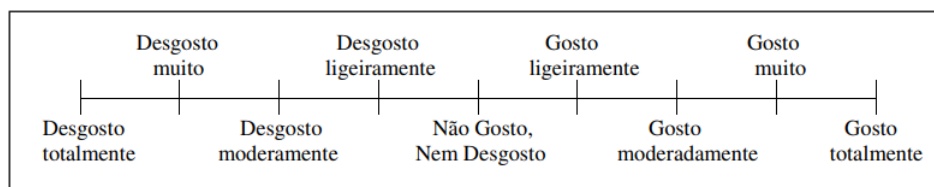


Fonte: Basaglia, Marques e Benatti (2015).

As escalas numéricas, por sua vez, permitem que o provador atribua uma classificação ao produto, sem normas de apreciação. Essas escalas são subdivididas em estruturadas e não estruturadas. A escala numérica estruturada apresenta todos os níveis e termos indicados, enquanto a não estruturada consiste em uma linha contínua com apenas as extensões sinalizando os limites máximos e mínimos de intensidade dos parâmetros avaliados (Teixeira *et al.*, 1987; Moraes, 1988). A Figura 5 mostra um exemplo de escala

numérica estruturada, onde a escala possui 9 níveis e cada categoria corresponde um valor numérico, ou seja, para a categoria “Desgosto totalmente” corresponde ao número 1.

Figura 5 – Escala hedônica estruturada



Fonte: (Esteves, 2009).

Segundo Araújo, Silva e Minim (2003), através do seu estudo, utilizou a escala hedônica de nove pontos, sendo 1 = desgostei extremamente e 9 = gostei extremamente, onde foi avaliado seis marcas de cervejas produzidas no Brasil. As marcas 1, 2, 3 e 4 são provenientes de microcervejarias, enquanto as marcas 5 e 6 representam líderes no mercado nacional. As marcas 1 e 2 apresentaram concentrações mais elevadas de ácidos voláteis e foram as que evidenciaram maior intensidade no gosto amargo, aroma de levedura, aroma frutado, aroma de papelão, sabor oxidado, gosto doce e aroma de diacetil mais intensos. Já as marcas 3, 4 e 5 foram avaliadas quanto à aceitação pelo consumidor, pelo fato de representarem o mesmo tipo de cerveja Pilsen e não foram observadas diferenças entre elas. Todas se situaram entre os termos hedônicos "gostei muito" e "gostei ligeiramente". Este resultado diverge do esperado, considerando que as microcervejarias têm como objetivo produzir cervejas diferenciadas e mais atrativas para os consumidores e todos os aromas percebidos e descritos pelos consumidores influenciam na aceitação do produto.

As cervejas tipo Pilsen produzidas por microcervejarias, segundo a avaliação dos consumidores, apresentam características que se alinham ao padrão das cervejas produzidas por grandes marcas. Contudo, no teste de aceitação, observa-se que os consumidores, em geral, não possuem a capacidade de identificar características específicas, como sabores "velho" ou "oxidado". Esses atributos, que podem comprometer a qualidade do produto, são detectados apenas por painéis sensoriais compostos por avaliadores treinados e interferem na sua aceitação sobre o produto final (Axcell & Torline, 1998).

4.4.2 Métodos de diferença ou discriminativos

Os testes discriminativos têm como objetivo identificar a existência ou não de diferenças de uma ou mais amostras. Este método é importante, pois é amplamente utilizado no desenvolvimento de novos produtos e no controle de qualidade a fim de aferir a precisão dos provadores (Teixeira *et al*, 1987; Chaves, 2001).

4.4.2.1 Teste Triangular

O avaliador recebe três amostras simultaneamente, onde duas são iguais e uma diferente. O principal objetivo é o provador conseguir identificar a amostra diferente. Esse método tem como principal finalidade identificar pequenas diferenças entre as amostras (Chaves, 1980; Teixeira *et al*, 1987; Huy, 1992; Anzaldúa-Morales, 1994; Chaves, 2001).

4.4.2.2 Teste duo-trio

Para este método o avaliador recebe três amostras, das quais uma é identificada como referência, e as outras duas são codificadas aleatoriamente. O objetivo é identificar qual das amostras é igual a referência. Este tipo de teste é recomendado quando a amostra é analisada, ou seja, a amostra de referência é bastante comum entre os provadores (Huy, 1992; Anzaldúa Morales, 1994; Chaves, 2001).

4.4.2.3 Teste Comparação Pareada

O teste de comparação pareada consiste em identificar similaridades ou diferenças entre duas amostras, onde o avaliador sempre receberá as amostras aos pares, possuindo grande vantagem na sua simplicidade de execução. Além disso, há pouca chance de ocorrer fadiga sensorial. Para a avaliação, é comum utilizar grau de diferença, ou seja, o avaliador recebe uma amostra padrão e duas amostras onde ele precisa determinar o grau de diferença entre elas. A escala varia de zero para nenhuma diferença, à cinco quando há uma grande diferenciação entre elas (Teixeira *et al*, 1987; Chaves, 2001).

4.4.2.4 Teste Comparação Múltipla

O teste de comparação múltipla oferece ao avaliador três amostras que são comparadas com o padrão. Nele, há possibilidade do provador categorizar as amostras em dois grupos similares. Neste teste, assim como o anterior, é comum ser utilizado um

questionário de escala (Teixeira *et al.*, 1987; Chaves, 2001).

4.4.3 Método analítico

Os métodos analíticos, são utilizados a fim de avaliar e quantificar características específicas de um produto que tem como principal objetivo descrever, medir e diferenciar os atributos que estão sendo avaliados.

4.4.3.1 Teste de estímulo único

Neste teste o avaliador recebe uma única amostra para análise, sem qualquer comparação com outra. Este é utilizado para detectar sabor estranho ou medir a aceitação ou preferência de consumidores em relação a uma amostra específica, ou seja, analisar um produto de forma isolada, seja para entender suas qualidades individuais ou para verificar se atende a critérios específicos. É prático e rápido de aplicar, pois não é necessário amostras adicionais para comparação (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.4.3.2 Teste de perfil de sabor

O teste de perfil é uma análise descritiva quantitativa, que é um método que avalia por meio de resultados, diferentes atributos de um produto, como aparência, cor, aroma, sabor e textura. Esse processo cria um perfil sensorial detalhado, capturando as qualidades sensoriais tanto do produto final quanto de seus ingredientes. Para esta análise, utiliza-se uma escala numérica de um a cinco, onde “um” indica uma avaliação muito negativa, “três” representa uma qualidade satisfatória e “cinco” reflete uma avaliação excelente (Anzaldúa-Morales, 1994).

Essa técnica requer um grupo de avaliadores bem treinados, geralmente mais de cinco, com habilidades refinadas para diferenciar as características do produto. É indicado especialmente para o desenvolvimento de novos produtos e controle de qualidade, sendo também uma forma eficaz de treinamento para os painelistas sensoriais (Chaves, 1980; Teixeira *et al.*, 1987; Anzaldúa-Morales, 1994).

A interpretação dos resultados ocorre por meio da soma e cálculo das médias das contribuições atribuídas a cada atributo do produto. Os dados são frequentemente apresentados em gráficos multidimensionais para facilitar a comparação entre diferentes

produtos (Teixeira et al., 1987). Quando uma análise se concentra exclusivamente na textura, o teste é considerado descritivo qualitativo, geralmente aplicado a produtos de origem cárnica, e exige um grupo rigorosamente selecionado de seis a oito avaliadores com alto nível de treinamento (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.4.4 Teste de Tempo-intensidade

Certas propriedades sensoriais dos alimentos, como o odor, precisam de um tempo específico para serem realizadas. Essa manifestação é conhecida como "percepção retardada", onde alguns atributos demoram a se manifestar. Outro aspecto relevante é a "persistência", que ocorre quando a sensação persiste mesmo após a ingestão do alimento, como acontece com o sabor residual de alguns edulcorantes artificiais. Para medir a intensidade e as variações desses atributos ao longo do tempo, são utilizados testes de intensidade de tempo (Anzaldúa-Morales, 1994).

Nesse tipo de análise, é comum usar uma amostra padrão para qual o avaliador preenche um questionário em escala ou utilizar um instrumento para indicar a intensidade do atributo sensorial (como o sabor doce, amargo, acidez ou textura). Esse processo é então repetido para outras amostras. Para avaliar a persistência, o avaliado vai aumentar a marcação no instrumento ou na escala conforme o efeito do atributo decrescente com o tempo. Esse tipo de análise é particularmente útil para estudar como a percepção retardada (tempo necessário para sentir um atributo) e a persistência (tempo que o atributo permanece oculto após a ingestão) (Anzaldúa-Morales, 1994). Os dados são detalhados e muitas vezes representados graficamente, com a intensidade no eixo vertical e o tempo no eixo horizontal, mostrando a curva do atributo sensorial ao longo do tempo (Anzaldúa-Morales, 1994).

Esse método é amplamente utilizado para avaliar atributos sensoriais como odor, aroma e sabor, mas também pode ser aplicado à textura, com foco especial na análise da fibrosidade, ou seja, mede-se a persistência da percepção da textura enquanto o alimento é mastigado, o que ajuda a ajustar a maciez e a sensação na boca desses produtos (Anzaldúa-Morales, 1994). Outro exemplo bastante utilizado para aplicar esse tipo de teste é em produtos que contenham edulcorantes e adoçantes, pois com esse teste é possível avaliar o perfil de doçura de edulcorantes artificiais e naturais. Essa análise ajuda a entender não apenas a intensidade inicial do sabor doce, mas também sua persistência após a ingestão (Guinard *et al*, 1996).

4.5. Instrumentação utilizada na medição de aromas

Embora amplamente utilizadas, as análises sensoriais realizadas com painelistas apresentam algumas limitações. Entre elas, destacam-se a variabilidade nas respostas dos participantes, que podem influenciar os resultados (Torrico; Mehta; Borssato, 2023). Além disso, esse método possui outras desvantagens como formulários que podem ser confusos e levar a interpretações errôneas, demorar na coleta de dados, além da necessidade de deslocamento tanto dos participantes quanto dos pesquisadores. Ademais, tratar-se de um processo com custos elevados (Gonzalez Viejo; Fuentes, 2020; Yang; Wang; Zhao; Liet al., 2023).

Nesse contexto, o uso de inteligência artificial (IA) na ciência sensorial vem ganhando destaque (Bertolini; Mezzogori; Neroni; Zammori, 2021; Longin; Deroy, 2022; Nunes *et al.*, 2023). A IA demonstra grande potencial para auxiliar as indústrias na avaliação de alimentos, apresentando capacidades técnicas e precisão que podem igualar o desempenho humano em determinados aspectos (Angelov; Soares; Jiang; Arnold *et al.*, 2021).

4.5.1 Nariz Eletrônico

Narizes eletrônicos são dispositivos projetados para detectar e classificar automaticamente odores, sendo composto por um conjunto de sensores químicos podendo ser integrado a um sistema eletrônico integrado com IA para realizar o reconhecimento dessas moléculas. Esses instrumentos conseguem medir a concentração ou a intensidade de odores de maneira semelhante a um olfatômetro, porém superam as limitações do uso de painéis humanos, o que os torna especialmente vantajosos. Sendo aplicado em diversas áreas, incluindo a análise de alimentos (Stetter, 2007).

Conforme mencionado anteriormente, o nariz humano possui mais de 100 milhões de receptores especializados, que trabalham para reconhecer essas moléculas. (Firestein, 2001). Ao contrário do nariz humano, o Nariz Eletrônico é composto por um número significativamente menor de sensores, geralmente entre 8 e 32, que estão conectados a um sistema computacional ou a uma rede neural projetada para identificar padrões moleculares. As redes neurais, por sua vez, são estruturas computacionais que imitam o funcionamento do cérebro humano. (Ouellette, 1999).

No sistema olfativo humano, os sinais gerados pelos receptores são enviados ao cérebro para processamento, onde são traduzidos em sensações de odor. O nariz eletrônico tenta replicar esse processo por meio de sensores reduzidos e de um software avançado que simula o funcionamento cerebral (Marsili, 1995). Sendo um dispositivo capaz de aprender a identificar praticamente qualquer composto ou combinação de compostos. Ele pode ser "ensinado" a distinguir, por exemplo, entre Pepsi e Coca-Cola. Assim como o nariz humano, o nariz eletrônico é altamente versátil e apresenta uma sensibilidade ainda maior, sendo capaz de detectar mudanças eletrônicas em concentrações de 1 ppm (Miller, 2004).

Os narizes eletrônicos são compostos por sistemas automáticos de reconhecimento de odores são constituídos por *hardware* e *software* integrados. Nesse processo, um sistema de amostragem coleta uma porção do odor e a direciona para os sensores, que transformam as propriedades químicas em sinais elétricos. Esses sinais são enviados para um computador, onde são analisados e interpretados (Pioggia, 2007).

4.5.2 Cromatografia gasosa-olfatometria

A cromatografia gasosa integrada à análise sensorial, conhecida como cromatografia gasosa-olfatometria (CG-O), é uma técnica utilizada para avaliar a relevância de cada odor em um sistema aromático. Nesse método, os participantes analisam o efluente cromatográfico assim que ele sai da coluna e registram suas percepções sensoriais sobre cada composto liberado (Brito *et al.*, 2011).

Essa metodologia permite identificar quais compostos voláteis possuem características odoríferas e são essenciais para o desenvolvimento do aroma, contribuindo diretamente para a qualidade dos alimentos. O ser humano é capaz de reconhecer os compostos odoríferos presentes no efluente cromatográfico, além de avaliar a duração de cada odor (do início ao fim), medir sua intensidade e descrever suas características qualitativas. Isso ocorre porque o nariz humano é significativamente mais sensível a compostos odoríferos do que diversos tipos de detectores (Delahunty *et al.*, 2006).

Guadagni *et al.* (1964) introduziram a primeira técnica que combinava cromatografia gasosa com percepção olfativa, denominada CG-sniffing. Nesse método, os avaliadores inalavam os compostos voláteis separados pela coluna cromatográfica e descreviam o odor percebido com suas próprias palavras. No entanto, essa técnica não permitia a quantificação dos compostos voláteis odoríferos. Diversas técnicas têm sido descritas na

literatura para determinar a relevância dos compostos voláteis em termos de odor: as técnicas de diluição, frequência e tempo-intensidade (Delahunty *et al.*, 2006).

Em 1984, foi desenvolvida a primeira técnica de diluição chamada CHARM (*Combined Hedonic Response Measurement*). Esse método consistia em avaliar compostos isolados em diferentes diluições até que os avaliadores não percebessem mais o odor. Os participantes, previamente treinados, registravam o início e o fim da percepção de cada odor utilizando um *software* e forneciam uma descrição sensorial ao analista. Os dados gerados por essas avaliações resultavam em um aromagrama, ou seja, um mapa olfativo, onde cada composto odorífero era representado pela soma das diluições em que era detectado em um tempo específico de retenção. Os compostos com maiores áreas no aromagrama indicavam maior importância odorífera no alimento (Acree *et al.*, 1984).

Outra abordagem de diluição, conhecida como AEDA (*Aroma Extract Dilution Analysis*), avalia o limite máximo de diluição em que o odor ainda é perceptível para o avaliador. Cada composto odorífero recebe um fator de diluição, indicando sua relevância: quanto maior o fator, maior a importância do composto para o aroma do alimento (Ulrich e Grosch, 1987). A principal diferença entre as técnicas CHARM e AEDA está no processamento dos dados. A técnica AEDA relata apenas a diluição máxima em que um composto é percebido, enquanto a CHARM também avalia a duração da percepção do composto em diferentes diluições.

Na técnica de frequência, um grupo de seis a doze avaliadores analisa o isolado original. A relevância dos compostos odoríferos é determinada pelo número de avaliadores que conseguem identificar o odor de cada composto. O objetivo dessa técnica é identificar a percepção de um mesmo odor em um tempo de retenção específico. Assim, os compostos mais frequentemente detectados são considerados os de maior relevância odorífera. Uma vantagem significativa dessa abordagem é que não exige treinamento prévio dos avaliadores (Pollien *et al.*, 1997).

Já na técnica de frequência OGA (*Olfactometric Global Analysis*), é necessário selecionar e treinar os avaliadores, que analisam o efluente da coluna cromatográfica sem repetição. Durante a avaliação, os julgadores utilizam um *software* para registrar o tempo de duração do odor percebido e fornecer uma descrição sensorial ao analista. A partir dos dados coletados, que incluem a duração do odor e o número de avaliadores que o detectaram, é gerado um aromagrama coletivo. Quanto maior o número de avaliadores que percebem o

aroma de um composto, maior é sua contribuição para o perfil odorífero do alimento (Linssen *et al.*, 1993).

A técnica de tempo-intensidade ou OSME, é considerada uma das mais eficazes para avaliar a relevância odorífera de compostos voláteis, fundamentando-se na Lei de Stevens. Nesse método, avaliadores selecionados e treinados analisam o isolado original em diversas repetições. Durante a avaliação, o julgador detecta sensorialmente cada composto volátil liberado pelo efluente cromatográfico, descreve a qualidade do odor e utiliza um software de tempo-intensidade para registrar tanto a duração quanto a intensidade do odor percebido (Le guen *et al.*, 2000; Van ruth e O’connor, 2001; Delahunty *et al.*, 2006).

Segundo Da Silva *et al.* (1994) foi realizado um estudo onde desenvolveram o Sistema de Coleta de Dados Tempo-Intensidade (SCDTI), que permite ao julgador usar um mouse para registrar, em uma escala de 9 a 15 pontos, o tempo e a intensidade do odor. Os dados coletados em múltiplas repetições são integrados, gerando um aromagrama individual médio para cada avaliador. Posteriormente, os aromagramas individuais são analisados em conjunto, resultando em um aromagrama consensual da equipe. Os compostos de maior relevância odorífera são representados por picos mais altos ou áreas maiores no aromagrama. Esse resultado pode ser comparado ao cromatograma, permitindo a identificação de compostos importantes para o aroma do alimento, mesmo quando presentes em concentrações muito baixas (Lopez *et al.*, 1992).

Le Guen *et al.* (2000) compararam as técnicas olfatométricas AEDA, OGA e OSME, avaliando aspectos como precisão, reprodutibilidade e facilidade de aplicação. Relataram que a técnica OGA é a mais simples para obter resultados, enquanto a AEDA é mais demorada, porém mais precisa e requer menos avaliadores. No entanto, se o objetivo principal do estudo for alcançar alta precisão, a técnica OSME é a mais recomendada.

Vale ressaltar, que para a escolha da técnica olfatométricas mais adequada para determinado projeto aromático é importante considerar o objetivo do mesmo. Pois no caso de resultados rápidos, as técnicas de frequência são as mais recomendadas, seguidas pelas de tempo-intensidade, enquanto as técnicas de diluição são menos ágeis, pois demandam maior tempo de aplicação. Em relação à facilidade de uso, as técnicas de tempo-intensidade são vistas

como mais complexas, enquanto as de frequência e diluição apresentam maior simplicidade e são mais fáceis de implementar.

4.6. Aspectos Regulatórios e Éticos

A legislação brasileira relacionada aos aromas segue as diretrizes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), conforme descrito na Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n.º 725, de 1º de julho de 2022 onde estabelece os requisitos para o uso de aromas em alimentos. Essa norma regulamenta os critérios para a inclusão de aromatizantes nos alimentos, garantindo que sejam seguros para o consumo e atendam aos padrões de qualidade. A RDC n.º 725 estabelece definições das categorias, como aromatizantes naturais, artificiais, idênticos aos naturais, de reação e de fumaça. A resolução exclui substâncias que conferem apenas sabores básicos (doce, salgado ou ácido) e matérias-primas aromatizantes intrínsecas não utilizadas exclusivamente como aromas (Brasil, 2022).

Além da regulamentação nacional, o Brasil também adota parâmetros internacionais definidos pelo Codex Alimentarius, que estabelece normas e orientações globais para a segurança do alimento. O uso de aromas em produtos alimentícios, portanto, deve seguir tanto as normas locais quanto às recomendações internacionais, garantindo que os produtos sejam seguros para o consumo humano.

4.7 Inovações em aromas de alimentos

A tendência atual é o crescente apelo por produtos naturais, refletindo a busca dos consumidores por opções mais saudáveis e orgânicas. Alimentos e bebidas que trazem no rótulo declarações como "sem aditivos artificiais" têm ganhado destaque, influenciando diretamente o mercado de aromas. Essa demanda surge do desejo de manter hábitos saudáveis sem comprometer o sabor dos alimentos, alinhando saúde e prazer ao consumir (Aromas, 2015). Desse modo, os consumidores estão mais exigentes e buscam sabores naturais, orgânicos e não artificiais, impulsionando a opção por extratos derivados de plantas com o apelo de rótulo limpo, ou seja, há uma preferência por produtos que contenham aromas naturais do que os idênticos aos naturais ou artificiais.

Na segunda metade do século XX, as indústrias de aromas passaram a ser foco de atenção regulatória devido ao aumento no uso de adoçantes, aditivos, aromatizantes e outros ingredientes em alimentos processados. As autoridades regulamentadoras precisaram proibir o uso de substâncias químicas e ingredientes prejudiciais nos alimentos. Entretanto, antes de introduzir um novo aditivo, as empresas do setor alimentício tiveram que comprovar sua segurança (Nielsen, 2015). Nos anos 1950, centenas de aditivos, adoçantes, aromatizantes e corantes já eram utilizados comercialmente, mas, na época, questões relacionadas à saúde ainda não haviam sido investigadas (Zwanenburg e Millstone, 2015).

Dessarte, as empresas de aromatizantes têm como objetivo não apenas inovar em seus aromas, mas também atuar de forma consciente e transparente, demonstrando compromisso com a saúde dos consumidores. Para isso, investem no uso de tecnologias e moduladores em seus produtos, visando a redução de sódio e açúcares em condimentos já existentes e fabricados. Essas iniciativas estão alinhadas ao estilo de vida que o mercado consumidor procura.

5. CONCLUSÃO

Os aromas desempenham um papel de destaque na indústria alimentícia, atuando na intensificação, conferência ou realce de características sensoriais perdidas durante os processos industriais. A partir de avanços científicos e tecnologias sofisticadas, como a cromatografia gasosa-olfatometria e o nariz eletrônico, é possível identificar uma vasta gama de moléculas responsáveis por sabores característicos, cuja combinação viabiliza a criação de perfis aromáticos únicos e a transformação sensorial de alimentos.

É imprescindível destacar a importância do uso criterioso e balanceado desses compostos, respeitando as regulamentações nacionais e diretrizes globais de segurança do alimento, de modo a assegurar qualidade e aceitação do produto final pelo consumidor. Além disso, o sucesso de um produto no mercado exige a realização de estudos aprofundados do comportamento do público-alvo, por meio de análises sensoriais conduzidas por painelistas treinados, capazes de identificar e interpretar as nuances sensoriais entre diferentes formulações. Assim, a integração entre ciência, tecnologia e percepção do consumidor é determinante para a inovação e competitividade na indústria de alimentos.

6. REFERÊNCIAS

- ABBASI, B.H. Conventional and modern propagation techniques in *Piper nigrum*. **Journal of Medicinal Plants Research**, v.4, n.1, p.7-12, 2010.
- ACREE, T. E.; BARNARD, J.; CUNNINGHAM, D. G. A procedure for sensory analysis of gas-chromatographic effluents. **Food Chemistry**, v. 14, n. 4, p. 273-286, 1984.
- AL SAQQA, G. S. R. O que saber sobre o sabor dos alimentos? Uma revisão. **Jordan Journal of Agricultural Sciences**, [S. l.] , v. 18, n. 1, p. 1–15, 2022.
- ANGELOV, P. P.; SOARES, E. A.; JIANG, R.; ARNOLD, N. I. *et al.* Explainable artificial intelligence: an analytical review. **WIREs Data Mining and Knowledge Discovery**, 11, n. 5, p. e1424, 2021.
- ANZALDÚA-MORALES, A. **La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica**. Zaragoza: Acribia SA, 1994. 198 p.
- ARAÚJO, F. B.; SILVA, P. H. A.; MINIM, V. P. R. Perfil sensorial e composição físico-química de cervejas provenientes de dois segmentos do mercado brasileiro. **Food Science and Technology**, v. 23, n. 2, p. 121–128, maio 2003.
- AROMAS. (2015). Revista food ingredients brasil Nº 33. Disponível em: <http://www.revista-fi/>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Análise sensorial dos alimentos e bebidas: terminologia. 1993. 8 p.
- ATTOKARAN, M. **Natural Food Flavors and Colorants**. 2. ed. il. John Wiley & Sons, 2017. 416 p.
- AXCELL, B., TORLINE, P. Some alternative views on beer flavour. **Technical Quarterly**, v.35, n.2, p.91-94, 1998.
- BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., & IDAOMAR, M. (2008). Biological effects of essential oils – a review. **Food and Chemical Toxicology**, 46(2), 446-475.
- BASAGLIA, P.; MARQUES, A. S.; BENATTI, L. Aceitação da merenda escolar entre alunos da rede estadual de ensino da cidade de Amparo-SP. **Saúde em Foco**, v. 7, p. 126-138, 2015.
- BASER, K. H. C.; BUCHBAUER, G. **Handbook of Essential Oils: Science, Technology, and Applications**. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 2015.
- BAŞER, K. H. C.; DEMIRCI, F. **Chemistry of Essential Oils**. In: BERGER, R.G. (ed.), 2007.
- BELITZ, H. D.; GROSCH, W.; SCHIEBERLE, P. **Food Chemistry**. 4ª ed. Berlin: Springer-Verlag, 2009.
- BERTOLINI, M.; MEZZOGORI, D.; NERONI, M.; ZAMMORI, F. Machine Learning for

industrial applications: A comprehensive literature review. **Expert Systems with Applications**, 175, p. 114820, 2021.

BOMTEMPO, M. **Pimenta e seus benefícios à saúde**. São Paulo: Alaupe, 2007.

BONG, C.F.J. Pellitorine, a potential anti-cancer lead compound against HL60 and MCT-7 Cell lines and microbial transformation of piperine from piper nigrum. **Molecules**, v.15, n.4, p.2398- 2404, 2010.

BRANEN, A.L.; DAVIDSON, P.M.; SALMINEN, S.; THORNGATE, J. (2001). **Food Additives**. CRC Press. pp. 599–600.

BRASIL. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA)**. Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 725, de 1º de julho de 2022. Dispõe sobre o uso de aditivos alimentares aromatizantes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 04 jul. 2022.

BRITO *et al.* Caracterização odorífera dos componentes de óleo essencial de capim-santo (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf., Poaceae) por cromatografia gasosa (CG) – olfatometria. **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2011.

CARDOSO, J. F. R. et al. Avaliação do efeito tóxico da Piperina isolada da pimenta do reino (*Piper nigrum* L) em camundongos. **Revista Universidade Rural**, v.25, n.1, p.85-91, 2005.

CHAVES, J. B. P. **Métodos de diferença em avaliação sensorial de alimentos e bebidas**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 91p. (caderno 33).

CIAA GUIDELINES on Regulation (EC) nº1334 de 2008. On flavorings and certain food ingredients with flavoring properties for use in and on foods.

Da SILVA, M.A.A.P; LUNDHAL, D.S.; McDANIEL, M. R. The capability and psychophysics of Osme: a new GC-olfactometry technique. In: MAARSE, H.; VAN DER HEIJ, D.G.(Eds). **Trends in Flavor Research**. Amsterdam: Elsevier Science Publishers, p. 191-209, 1994.

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

DELAHUNTY, C. M.; EYRES, G.; DUFOUR, J. P. Review: Gas chromatographyolfactometry. **Journal of Separation Science**, v. 29, p. 2107-2125, 2006.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos** / Silvia Deboni Dutcosky. 5. ed., rev. – Curitiba: PUCPRESS, 2019.

ERTEKIN, C.; HEYBELI, N. Thin-layer infrared drying of mint leaves. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 38, p. 1480-1490, 2014.

ESTEVEES, E. **Análise sensorial: apontamentos para as aulas teóricas da disciplina de Análise Sensorial do Curso de Engenharia Alimentar**. Instituto Superior de Engenharia, Universidade do Algarve, Faro, fevereiro de 2009.

FIRESTEIN, S. How the olfactory system makes sense of scents. **Nature**, v. 413, p. 211-18,

set. 2001.

FOREZI, Luana S. M, *et al.* Aqui tem química: parte IV. Terpenos na perfumaria. There is Chemistry Here: Part IV. Terpenes in Perfumery, 2022.

GONZALEZ VIEJO, C.; FUENTES, S. Low-cost methods to assess beer quality using artificial intelligence involving robotics, an electronic nose, and machine learning. **Fermentation**, v.6, n. 4, 2020.

GUADAGNI, D. G. *et al.* Correlation of sensory and gas-liquid chromatographic measurements of apple volatiles. **Food Techn.**, v. 18, n. 2, p. 166-169, 1964.

GUARDA, A.; RUBILAR, J. F.; MILTZ, J.; GALOTTO, M. J. The antimicrobial activity of microencapsulated thymol and carvacrol. **Int. J. Food Microbiol.**, Torino, v. 146, n. 2, p. 144- 150, 2011.

GUINARD, JX, SIVERTSEN, L., & ZIMBA, C. (1996). Intensidade de doçura e perfis temporais de 8 adoçantes em água usando análise descritiva e de intensidade de tempo. **Journal of Food Science**, 61(3), 609-615.

HAGEEN-SMIT, A. J., The history of flavour. **Journal of Engineering and Science Monthly**, v. 4, n. 2, 19-28, 2011.

Herz, Rachel S. (2001), Ah, Sweet Skunk! Why We Like or Dislike What We Smell, *Cerebrum*, 3, 31-47

Herz, R. S. (2002), Influences of odor on mood and affective cognition, Cambridge University Press, 160-177 3.

Herz, R. S. (2008a), O aroma do desejo, Estrela Polar Edições.

Herz, Rachel S. (2009), Aromatherapy facts and fictions: A scientific analysis of olfactory effects on mood, physiology and behavior, *International Journal of Neuroscience*, 119 (2), 263- 290

JEREMY, M. W., KEITH, R. K., DENNIS, M. L. **Sensation and perception** 3. ed, 2012.

KHAN, S. et al. Development of RAPD markers for authentication of *Piper nigrum* (L.). **Environ We Int J Sci Tech.**, v.5, n.1, p.47- 56, 2010.

LABOISSIÈRE, L. H. E. S.; PEREIRA, A. J. G.; MOTTA, S.; JUNQUEIRA, R. G. Análise Sensorial de Alimentos: tópicos em ciência de alimentos B. Apostilas do curso de pósgraduação em ciência de alimentos da Faculdade de Farmácia da UFMG, 2001.

LANZOTTI, V. The analysis of onion and garlic, **J. Chromatogr. A**, vol. 1112, p. 3-22, 2006.

LE GUEN, S.; PROST, C.; DEMAIMAY, M. Critical comparison of three olfactometric methods for the identification of the most potent odorants in cooked Mussels (*Mytilus edulis*). **J. Agric. Food Chem.**, v. 48, n. 4, p. 1307-1314, 2000.

LINSEN, J. P. H. et al. Combined gas chromatography and sniffing port analysis of

volatile compounds of mineral water packed in polyethylene laminated packages. **Food Chemistry**, v. 46, p. 367-371, 1993.

LONGIN, L.; DERROY, O. Augmenting perception: How artificial intelligence transforms sensory substitution. **Consciousness and Cognition**, n.99, p. 103280, 2022.

LOPEZ, R. et al. Identification of additional odor-active compounds in Pinot Noir wines. **Am. J. Enol. Viticul.**, v. 43, p. 90-92, 1992.

MARSILI, R. The electronic nose. 1995. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0023643898903760?via%3Dihub> Acesso em: 10. Jun.2024.

MAYO. Foundation for Medical Education and Research, 2010.

MILLER, K. Electronic Nose NASA researchers are developing an exquisitely sensitive artificial nose for space exploration. Outubro, 2004. Disponível em: http://science.nasa.gov/headlines/y2004/06oct_enose. Acesso em: 29 mai. 2007.

MORAES, M. A. C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 6. ed. Campinas: Editora da Unicamp, 1988. 93 p.

MOSIA, Sandy; SUKDEO, Nita; PRADHAN, Anup. *A Comparative Analysis of Natural and Artificial Flavorings through Analytical Methods and Flavor Additive Regulations*. In: **Proceedings of the 7th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management**, Orlando, Florida, USA, June 12-14, 2022. Disponível em: <https://ieomsociety.org/proceedings/2022orlando/62.pdf>. Acesso em: 22. dez. 2024.

NASCIMENTO, Leonardo Motta. **Relação entre o aroma e a molécula que o constitui**. 2008. NIELSEN, V. N., **An uncommon sense of the consumer**. New York.: Winston, 2015.

NUNES, C. A.; RIBEIRO, M. N.; DE CARVALHO, T. C. L.; FERREIRA, D. D. et al. Artificial intelligence in sensory and consumer studies of food products. **Current Opinion in Food Science**, n. 50, p. 101002, 2023.

OLIVEIRA, F. V. **Aromas: contextualizando o ensino de Química através do olfato e paladar**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

OUELLETTE, J. Electronic noses sniff out new markets. *The Industrial Physicist*, v. 5, n. 1, p. 26-29, 1999.

PALHETA NETO, F. X. et al.. Anormalidades sensoriais: olfato e paladar. **Arquivos Internacionais de Otorrinolaringologia**, v. 15, n. 3, p. 350–358, jul. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1809-48722011000300014>. Acesso em: 22. Out. 2024.

PETERS, R. J. *Terpenes*. In *Natural Products from Plants*, 2010.

PIOGGIA, G. The electronic nose. Eletronic book. Disponível em: www.piaggio.cci.unipi.it/~pioggia/electronicnose/electronicnose.html. Acesso em: 13 jun. 2024.

PISSINATE, K. Atividade citotóxica de *Piper nigrum* e *Struthanthus marginatus*. Rio de Janeiro: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2006.

POLLIEN, P. et al. **Hyphenated headspace-gas chromatography-sniffing technique: screening of impact odorants and quantitative aromagram comparisons.** Journal of Agriculture and Food Chemistry, v. 45, p. 2630-2637, 1997.

RANADIVE, A., Vanillin and related flavour compounds in vanilla extracts made from beans of various global origins. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 40, n. 10, 1922–1924, 2006.

RETONDO, C. G.; FARIA, P. **Química das Sensações**. 3 ed. Campinas: Editora Moderna, 2010.

SCIENCY DAILY. **Artificial snout enhances electronic nose**. Disponível em: www.sciencedaily.com/releases/2007/04/070430093948.htm Acesso em: 5 dez. 2024.

SHUKLA, Y.; SINGH, M. **Cancer preventive properties of ginger**: A brief review. *Food and Chemical Toxicology*, v. 45, n. 5, p. 683-690, 2007.

SILVA, F. N. **Potencial sensorial de baunilhas brasileiras**. 2022. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2022. Disponível em: <https://locus.ufv.br/server/api/core/bitstreams/2b5adcf3-545a-4498-a38e-0b917b542634/content>. Acesso em: 07 Out 2024.

SILVA, João. **Química Orgânica: Conceitos e Aplicações**. 2. ed. São Paulo: Editora Acadêmica, 2024.

SILVESTRI, J. D. F. et al. Perfil da composição química e atividades antibacteriana e antioxidante do óleo essencial do cravo-da-índia (*Eugenia caryophyllata* Thunb.). **Revista Ceres**, v. 57, n. 5, p. 589–594, set. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-737X2010000500004>. Acesso em 11. Nov. 2024.

SLUSS, R. J. Comparison of artificial flavours in commercial products and actual natural flavour via gas chromatography mass spectrometry data. **Unpublished Masters of Science in Chemistry**, East Tennessee State University, 2009.

SMALL, D.M.; GREEN, B.G. **A Proposed Model of a Flavor Modality** In: Murray, M.M. and Wallace, M.T., editors. *The Neural Bases of Multisensory Processes*. Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor and Francis; 2012. Acesso em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92876/>.

SOARES, S. et al. Contribution of human oral cells to astringency by binding salivary protein/tannin complexes. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 41, p. 7823-7828, 2016.

STETTER, J.R. 2007. **Electronic nose research at IIT**. Illinois Institute of Technology, BCPS Department.

SUETH-SANTIAGO, V. et al.. Curcumina, o pó dourado do açafrão-da-terra: introspecções sobre química e atividades biológicas. **Química Nova**, v. 38, n. 4, p. 538–552, maio 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5935/0100-4042.20150035>. Acesso em: 10 Nov.2024.

TEIXEIRA, E.; MEINERT, E. M.; BARBETTA, P. A. **Análise sensorial de alimentos**.

Florianópolis: Ed. da UFSC, 1987. 180 p.

TEIXEIRA, L. V. **Análise sensorial na indústria de alimentos**. *Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes*, v. 366, pág. 12 a 21, jan./fev. 2009.

TISI, D. (2021). **What are flavors?** Pharma excipients. Disponível em: <https://www.webstaurantstore.com/blog/3484/vanilla-flavor-guide.html>.

TORRICO, D. D.; MEHTA, A.; BORSSATO, A. B. New methods to assess sensory responses: a brief review of innovative techniques in sensory evaluation. **Current Opinion in Food Science**, 49, p. 100978, 2023.

ULRICH, F.; GROSCH, W. Identification of the most intense volatile flavor compounds formed during autoxidation of linoleic acid. *Z. Lebensm. Unters. Forsch.*, v. 184, p. 277-282, 1987.

VAN RUTH, S. M.; O'CONNOR, C. H. Evaluation of three gas chromatography-olfactometry methods: comparison of odour intensity-concentration relationships of eight volatile compounds with sensory headspace data. **Food Chemistry**, v. 74, p. 341–34, 2001.

VICARI, Lucila; GULARTE, Márcia Arocha; SANTOS, Roberta Bascke. Princípios da análise sensorial. In: DESCOMPLICANDO A ANÁLISE SENSORIAL: GRÃOS E

DERIVADOS. Mérida: Mérida Publishers, 2021. p. 7-17.

YANG, H.; WANG, Y.; ZHAO, J.; LI, P. et al. A machine learning method for juice human sensory hedonic prediction using electronic sensory features. **Curr Res Food Sci**, 7, p. 100576, 2023.

ZWANENBURG, P.; MILLSTONE, E., Taste and Power: The flavouring industry and flavour additive regulation, **Journal of Science as Culture**, v. 24, n. 2, 129-156, 2015.