

Aqui tem Química: Parte VI. O Prazer dos Sabores Naturais

There is Chemistry Here: Part VI. The pleasure of natural flavors

Cristina M. Hüther,^a Patricia G. Ferreira,^a Luana da S. M. Forezi,^b Fernando de C. da Silva,^b Vitor F. Ferreira^{a,b,*}

^aUniversidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Aplicadas a Produtos para a Saúde, CEP 24241-000 Niterói-RJ, Brasil.

^bUniversidade Federal Fluminense, Faculdade de Farmácia, Departamento de Tecnologia Farmacêutica, CEP 24241-000, Niterói-RJ, Brasil.

*E-mail: vitorferreira@id.uff.br

Recebido em: 30 e Julho de 2021

Aceito em: 4 de Abril de 2022

Publicado online: 13 de Abril de 2022

Food flavors, also called seasonings, spices and flavors are complex mixtures of substances that represent different classes of organic compounds and that present a voluminous international trade. Many industries are involved in these sectors, such as agriculture, chemicals, food, beverages, pharmaceuticals and cosmetics. The history of spices used by mankind is perhaps the most adventurous, fascinating and romantic. These vegetable raw materials are obtained from roots, rhizomes, bulbs, leaves, stems, bark, wood, flowers, fruits and seeds that produce gums, oleoresins, resins, essential oils and extracts for medicinal purposes. Ancient civilizations such as Chinese, Indian, African and South American offered the world a large arsenal of plants that became tasty spices that boosted navigations and the global market, in addition to contributing to traditional medicine. In the “**There is Chemistry Here**” series of articles, the seven pleasures of natural flavors are expected to be useful for all those who wish to know a little more about the history and other aspects of the various spices selected in this article, including the main chemical substances that give them flavors and medicinal properties.

Keywords: Spices; pepper; ginger; cloves; turmeric; garlic; onion; flavors; condiments

“Se meu olfato era estimulado no laboratório por certos odores - o cheiro pungente e irritante de amônia ou dióxido de enxofre, o asqueroso cheiro de sulfeto de hidrogênio -, era muito mais agradavelmente estimulado pelo jardim lá fora e pela cozinha, com seus aromas de comidas, essências e temperos. O que dava aroma ao café? Quais eram as substâncias essenciais do cravo-da-índia, das maçãs e das rosas?”

Oliver Sacks em Tio-Tungstênio, 2002.

1. Introdução

A vida é uma experiência multissensorial que se desenvolveu em todos os animais no sentido de manter a sobrevivência das espécies, pois eles conseguem experimentar o meio ambiente ao redor. Os cinco sentidos primários são sistemas de informação que fornecem dados sobre o mundo: visão, olfato, audição, paladar e sensação do toque (efeitos táteis). A informação coletada pelos órgãos sensoriais é decisiva para tomada de uma decisão, pois cada um desses sentidos está associado a um órgão sensorial específico, que dependendo da espécie pode ser mais acurado do que em outras, o que pode ser uma questão da continuidade da espécie, contribuindo para a perpetuação da espécie. Todos os sentidos são muito importantes, mas a visão e a audição se sobrepõem em questão de sobrevivência em um meio hostil. Não se pode deixar de destacar que, além das questões de sobrevivência há razões biossociais, bioquímicos e comportamentais.

Nesse artigo serão abordados os temas relacionados ao paladar e as moléculas que influenciam as papilas gustativas. Essas estão presentes na língua, o órgão sensorial responsável pela percepção dos diferentes sabores. Para isso, serão abordados vários compostos que conferem sabores aos alimentos, porém não serão comentados todos, pois a quantidade é muito grande. Contudo, vários aspectos gerais dos flavorizantes precisam ser compreendidos quanto as regulamentações das organizações, os métodos de determinação, especificações e avaliações de segurança para sabores.

Os sabores naturais são constituídos de substância ou mistura complexas de substâncias que tem, atualmente, levado a preferência para consumo de determinados produtos alimentícios.

Obviamente, produtos sintéticos podem ser desenvolvidos para imitar a natureza ou criar sabores e aromas. Neste contexto, o paladar é muito importante, pois permite se desfrutar dos diferentes sabores dos alimentos líquidos ou sólidos. Se o sabor for agradável há uma tendência à repetição do alimento. A língua pode detectar sabores doces, azedos, salgados, amargos e, também, alimentos, como por exemplo, carne e queijo, que possuem aminoácidos como o glutamato, que proporcionam uma sensação de quinto sabor, chamado “umâmi”¹ (palavra japonesa que significa essência da delícia) (Figura 1).

O gosto umâmi é comum em alimentos com L-glutamato, guanosina-5'-monofosfato (GMP) e inosina-5'-monofosfato (IMP), principalmente em peixes, crustáceos, carnes curadas, certas hortaliças, como repolho chinês, espinafre, cogumelos, tomates maduros, chá verde, produtos fermentados e envelhecidos, como os queijos.^{2,3} A língua tem cerca de 10.000 papilas gustativas que se conectam aos nervos gustativos e levam as informações para o cérebro. A biologia molecular moderna tem contribuído muito para o mapa da língua, pois já foram identificadas muitas proteínas receptoras nas células da boca, e evidências científicas com base nesses estudos vem demonstrando que o mapa da língua com as divisões por sabores, pode não ser tão separado, como por exemplo, o doce ativa o mesmo receptor, enquanto compostos amargos ativam outro tipo de receptor e estes podem ser encontrados em todas as áreas da língua e não serem divididos por áreas da língua.⁴

O receptor umâmi foi descoberto em 2002, fica localizado na região central da língua, que também é conhecida como região glutamato monossódico, pois aprofunda um gosto inerente e universal do sabor. A língua é tão sensível que também pode detectar a texturas da superfície dos alimentos,

como materiais gordurosos sólidos, materiais arenosos ou pequenos fragmentos de ossos e espinhas. Por exemplo, o sorvete é doce porque produzimos com açúcares ou adoçantes e são estas moléculas que são capazes de disparar um efeito fisiológico na língua e que ao ser transmitido informa ao cérebro a sensação de que esse é um alimento doce. Outros exemplos, como o suco de limão e o iogurte natural têm sabores azedos, mas que se for adicionado açúcares, este se sobrepõe ao sabor azedo e, portanto, fica ressaltado o efeito fisiológico predominante do doce. O mesmo ocorre com o café que tem um gosto amargo, bem específico e reconhecido pelos baristas, mas que pode ser modificado com o acréscimo do leite e adição de uma agente adoçante.

Os sentidos paladar e olfato trabalham juntos para criar uma impressão geral do que está sendo consumido, pois o aroma dos alimentos chega antes do alimento alcançar a língua. Dessa forma, até o ato de triturar os alimentos, pelos dentes, favorece a liberação de mais aromas flavorizantes dos alimentos. Conseqüentemente os receptores são continuamente estimulados através de uma cascata de informações e enviadas para o cérebro. O sabor é criado a partir de um conjunto complexo de sinais originados das papilas gustativas e dos receptores olfativos e interpretados pelo cérebro. “O sabor está no cérebro e não na comida” é o que o campo da neurogastronomia vem elucidando, de como o cérebro categoriza as entradas sensoriais, como percepção do sabor salgado, doce, azedo, amargo, umâmi e picante.⁵

Em primatas, incluindo humanos, o sabor, a textura oral, o olfato e o visual convergem no córtex orbitofrontal para representar o prazer alimentar. A representação no córtex orbitofrontal é do valor da recompensa e do prazer da comida, sendo esta região importante no controle do apetite.⁶

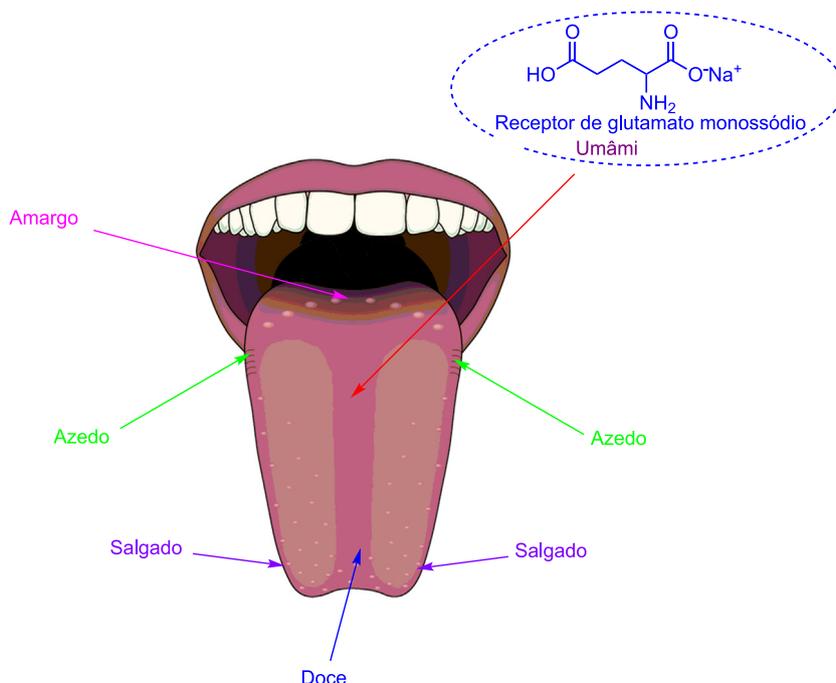


Figura 1. Representação das regiões da língua responsáveis pela percepção dos sabores

Cada alimento tem uma substância química que confere uma pungência de sabor e aroma. As fórmulas químicas dessas substâncias variadas incluem ésteres, produtos fenólicos, terpenos cíclicos e acíclicos, substâncias contendo enxofre e derivados de produtos cítricos. Muitas análises realizadas atualmente, utilizam sistemas de teste com nariz eletrônico (*E-nose*) e língua eletrônica (*E-tongue*), que podem efetivamente diferenciar compostos voláteis e propriedades de sabor, por exemplo.^{7,8} A substituição da análise sensorial do paladar por análises eletrônicas são importantes em formulações farmacêuticas, como na área pediátrica, pois podem ser usadas nos estágios iniciais de desenvolvimento da formulação para eliminar sabores, que podem pouco contribuir para a palatabilidade de uma formulação, sendo também importantes para análise de substâncias potencialmente perigosas ou desagradáveis, garantindo a segurança dos avaliadores e evitando a exposição aos produtos.⁹

2. As Especiarias

Os animais, peixes e insetos escolhem seus alimentos, ou não, pelo seu sabor. As plantas se defendem produzindo algumas substâncias com sabores desagradáveis para repelir, principalmente a herbivoria. Muitas plantas atraíram o homem pelo sabor que então começou a usá-las como especiais, para extrair e produzir novos sabores nos alimentos, além de melhorar a qualidade dos sabores. Com isso, foram sendo retirados vários princípios ativos das plantas, de diferentes órgãos, como raízes, frutos, caules e folhas. Ao mesmo tempo as especiarias também se tornaram medicamentos ou formulações medicamentosas através de testes empíricos que resistiram por milênios.¹⁰ Na Idade Média, na Europa, houve uma obsessão por especiarias na culinária, na busca de compensar sabores pungentes com outros agradáveis. Paralelamente, essas especiarias foram ensaiadas como medicamentos e muitas aplicações chegaram até os dias atuais.

As especiarias, condimentos ou aditivos naturais, que os homens passaram a usar na sua alimentação eram apenas uma das muitas atrações das especiarias naturais. Os produtos que liberam sabores especiais aos alimentos, como a sensação de calor da pimenta na língua, são usados há muito tempo, no preparo de alimentos, sendo muitas vezes capazes de adicionar um sabor muito mais agradável, por exemplo à uma carne seca e salgada. Esses condimentos são usados nas formas moídas, trituradas, desidratadas ou extraídas de modo a se obter maior teor do sabor. Atualmente são chamadas de condimentos alimentares e comercializados nos mercados e lojas especializadas, representando um dos maiores grupos de sabores que impulsionaram as grandes navegações para as Índias Orientais, pois as especiarias eram caras e difíceis de encontrar. Atualmente, podemos comprar as especiarias com bastante facilidade em supermercados a custos bem acessíveis. Ao mesmo tempo que o preço das

especiarias caíram significativamente, suas aplicações foram ampliadas e sua produção mundial aumentou abruptamente.

As Índias Orientais, era o termo antigo usado para se referir uma área geográfica bastante difusa, que ia do Sudeste Asiático, incluindo arquipélagos da Indonésia e Filipinas e, também, partes do Leste Asiático, como costas indiana e africana.¹¹ Muitas guerras foram travadas por causa das valiosas especiarias que haviam nas Índias Orientais.¹² Por milênios, elas dominaram o comércio suplantadas apenas pelo comércio de ouro, mas na realidade, em muitas ocasiões foi utilizada como moeda e pagamentos de tributos. O historiador Yuval Harari destaca em seu famoso livro *Sapiens* como as especiarias eram valiosas: “Era possível travar uma guerra por terra, ouro, pimenta ou escravos, não por petróleo”.¹³ As especiarias não preenchem ou conferem ao corpo energia como grãos ou carne, mas enchem seus sentidos com prazer. Mesmo que hoje entendamos a química das especiarias, a relação histórica dos povos antigos está repleta de informações de temperos, em cada uma de suas refeições. Eram produtos muito comercializados (pimentas, açafrão, *curry*, canela, cravo-da-Índia, cominho, mostarda, noz-moscada) com grandes lucros nos mercados europeus. Cristóvão Colombo, por exemplo, descobriu a América por engano, numa busca por rota alternativa para as especiarias do Oriente. Em realidade, as especiarias do Oriente eram muito mais do que produtos para dar novos sabores na culinária, havia produtos com propriedades terapêuticas, perfumes, preservar alimentos, crenças populares milagrosas e para embalsamar os mortos.¹⁴ A pimenta e a canela eram usadas regularmente para untar os corpos nos enterros dos nobres. Já a noz-moscada tinha a fama de invocar deuses, dissipar demônios e prevenir pestilências, como a peste negra que assolou a Europa entre os séculos XIV e XV.

Cada espécie de planta contém centenas de substâncias químicas, em concentrações variáveis, e no caso das especiarias, essas são capazes de conferir sabor aos produtos culinários e atividades biológicas. Esses fitoquímicos podem agir isoladamente ou sinergicamente com outros compostos da planta. Nessa pequena digressão serão apresentados os principais compostos que são responsáveis pelos efeitos biológicos desses importantes condimentos. A ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária), através da RDC Nº 276¹⁵ fixa a identidade e as características mínimas de qualidade das especiarias, temperos e molhos. Ela reconhece como “produtos constituídos de partes (raízes, rizomas, bulbos, cascas, folhas, flores, frutos, sementes, talos) de uma ou mais espécies vegetais (Tabela 1), tradicionalmente utilizadas para agregar sabor ou aroma aos alimentos e bebidas”.

Assim, este texto não pretende cobrir a química de todas as especiarias e temperos que estão na Tabela 1. Para este artigo foram selecionadas algumas especiarias consideradas importantes para serem analisadas do ponto de vista histórico, comércio internacional, comércio popular em supermercados, atividades medicinais, substâncias químicas por trás dos sabores e propriedade biológicas. Essas

Tabela 1. Nome comum das especiarias, nome científico e parte do vegetal utilizada

Açafrão / <i>Crocus sativus</i> L. / estigmas florais
Aipo marrom e verde / <i>Apium graveolens</i> L. / talos, folhas e sementes
Alçaçuz / <i>Glycyrrhiza glabra</i> L. / raízes
Alcaparra / <i>Capparis spinosa</i> L. / botões florais
Alecrim / <i>Rosmarinus officinalis</i> L. / folhas e talos
Alho / <i>Allium sativum</i> L. / bulbos
Alho-poró / <i>Allium porrum</i> L. / folhas e talos
Anis estrelado / <i>Illicium verum</i> Hook. / frutos
Baunilha / <i>Vanilla planifolia</i> Jacks. / frutos
Canela-da-china / <i>Cinnamomum cassia</i> Ness ex Blume / cascas
Canela-do-ceilão / <i>Cinnamomum zeylanicum</i> Ness / cascas
Cardamomo / <i>Elettaria cardamomum</i> L. / sementes
Cebola / <i>Allium cepa</i> L. / bulbos
Cebolinha verde / <i>Allium schoenoprasum</i> L. / folhas e talos
Cerofólio / <i>Anthriscus cerofolium</i> (L.) Hoffm. / folhas e frutos
Coentro / <i>Coriandrum sativum</i> L. / talos, folhas e frutos
Cominho / <i>Cuminum cyminum</i> L. / frutos
Cravo-da-índia / <i>Caryophyllus aromaticus</i> L. ou <i>Eugenia caryophyllata</i> Thumb / botões florais
Cúrcuma / <i>Curcuma longa</i> L. e <i>Curcuma domestica</i> Valenton / rizomas
Curry / <i>Murraya koenigii</i> L. Spreng / folhas
Endro ou aneto ou dill / <i>Anethum graveolens</i> L. / frutos, folhas e talos
Erva-doce ou anis ou anis doce / <i>Pimpinella anisum</i> L. / frutos
Estragão / <i>Artemisia dracunculus</i> L. / folhas e talos
Feno-grego / <i>Trigonella foenum-graecum</i> L. / sementes
Funcho / <i>Foeniculum vulgare</i> Mill. / folhas e talos
Gengibre / <i>Zingiber officinale</i> Roscoe / rizomas
Gergelim / <i>Sesamum indicum</i> L. / sementes
Hortelã ou hortelã-pimenta / <i>Mentha piperita</i> L. / folhas e talos
Kümmel ou alcaravia / <i>Carum carvi</i> L. / sementes
Louro / <i>Laurus nobilis</i> L. / folhas
Manjeriço ou alfavaca ou basilico / <i>Ocimum basilicum</i> L. / folhas e talos
Manjerona / <i>Majorana hortensis</i> Moench. ou <i>Origanum majorana</i> L. / folhas e talos
Menta ou menta doce ou hortelã-doce / <i>Mentha arvensis</i> L. / folhas e talos
Mostarda-branca / <i>Sinapsis alba</i> L. ou <i>Brassica alba</i> Rabenth / sementes
Mostarda-preta / <i>Brassica nigra</i> (L.) Koch ou <i>Sinapsis nigra</i> L. / sementes
Mostarda amarela ou parda / <i>Brassica hirta</i> Moench. ou <i>Brassica juncea</i> L. / sementes
Noz-moscada ou macis / <i>Myristica fragrans</i> Houtt / sementes e arilos
Orégano chileno / <i>Origanum vulgare</i> L. / folhas e talos
Orégano mexicano / <i>Lippia graveolens</i> Kunth / folhas e talos
Papoula / <i>Papaver somniferum</i> L. / sementes
Páprica / <i>Capsicum annum</i> L. / frutos
Pimenta-branca, preta, verde ou pimenta-do-reino / <i>Piper nigrum</i> L. / frutos
Pimenta-de-caiena / <i>Capsicum baccatum</i> L. / frutos
Pimenta vermelha ou pimenta-malagueta / <i>Capsicum frutescens</i> L. / frutos
Pimenta cumari / <i>Capsicum praetermissum</i> Heiser & Smith / frutos
Pimentão vermelho, verde, amarelo e pimenta doce / <i>Capsicum annum</i> L. / frutos
Pimenta-da-jamaica / <i>Pimenta officinalis</i> Lindl. ou <i>Pimenta dioica</i> L. Merr. / frutos
Pimenta rosa / <i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi / frutos
Raiz forte / <i>Armoracia rusticana</i> P. Gaertn / folhas e raízes
Salsa / <i>Petroselinum sativum</i> Hoffm. ou <i>Petroselinum crispum</i> Mill.) Nyman. / folhas e talos
Sálvia / <i>Salvia officinalis</i> L. / folhas
Segurelha / <i>Satureja hortensis</i> L. / folhas e talos
Tomate / <i>Lycopersicum esculentum</i> L. / frutos
Tomilho / <i>Thymus vulgaris</i> L. / folhas e talos
Urucum / <i>Bixa orellana</i> L. / sementes
Zimbro / <i>Juniperus communis</i> L. / folhas e frutos

especiarias podem ser adicionadas aos alimentos de várias formas: inteiras, moídas, óleos essenciais, oleorresinas, infusões de vinagre preparadas e filtradas. A extração de óleos e oleorresinas podem ser realizadas usando diversos métodos, incluindo destilação a vapor, extração com hidrocarbonetos ou solvente clorado, tratamento enzimático e fermentação e extração supercrítica de dióxido de carbono.

3. Pimentas

Em qualquer época, a pimenta do reino (*Piper nigrum*) foi a mais excepcional das especiarias. Após o descobrimento da América, outros tipos de pimenta foram introduzidos nas especiarias e continuaram se destacando entre todos os condimentos, pela variedade de espécies, tamanhos, colorações e intensidade do sabor. O nome pimenta é derivado da palavra latina “*pimentum*”, que significa matéria corante e que na língua espanhola virou “*pimienta*” e em português pimenta.^{16,17} Possivelmente, foram os árabes que introduziram a pimenta na Europa através da Grécia e, posteriormente, ela foi adotada pelo Império Romano. É impossível imaginar a culinária de alguns países sem o sabor das pimentas e especiarias para tornar os alimentos insossos mais atraentes para o consumo. As substâncias das pimentas não são detectadas pelas papilas gustativas humanas. A sensação de calor causada pelas pimentas é resultante da interação com os receptores vaniloides localizados na boca.¹⁸

Historicamente a mais famosa das pimentas foi a pimenta-preta (ou pimenta-do-reino) e a pimenta-branca. A diferença entre elas é o tipo de processamento da semente, mas ambas possuem a piperina como substância ativa (Figura 2). Essa espécie é conhecida como *Piper nigrum* (família Piperaceae), uma espécie nativa da Índia, e era uma das especiarias mais preciosas das Índias-Oriental, sendo atualmente também cultivada em muitos outros países. Já a pimenta-do-reino é a mais comercializada no mundo, tanto na sua forma preta fermentada e seca, como também sua forma de pimenta-branca.¹⁹

Uma nova espécie de pimenta vermelha foi encontrada no Haiti em 1492 por Cristóvão Colombo, que a levou para a Espanha por entender que ela poderia competir com a pimenta-do-reino. Era uma pimenta do gênero *Capsicum* que ao longo dos anos recebeu diversas denominações: pimenta, chili, chile, chilli, pimentão, aji e páprica. Novas espécies do gênero *Capsicum* foram descobertas e se espalharam em todo o mundo, até mesmo nos países em que essas pimentas não são nativas. Esses vegetais que

foram denominados como pimenta passaram a competir com a pimenta verdadeira ou pimenta-preta se tornando um novo condimento para fins terapêuticos, cosméticos e alimentícios. Os frutos da pimenteira variam em tamanho, forma, cor, sabor e pungência. Nos dias atuais, as pimentas classificadas como fortes, podem ser incorporadas a praticamente quase todos os tipos de alimentos comercializáveis, que estão prontos para consumo e nos pratos culinários dos restaurantes.²⁰ Também estão presentes em molhos tradicionais, como o chimichurri, que é um molho tradicional da cozinha argentina, utilizado para temperar diferentes tipos de pratos, principalmente carnes.²¹

No Brasil há uma grande variedade de pimentas gênero *Capsicum* (vermelha, malagueta, dedo-de-moça, cambuci, *jalapeño*, americana, cumari-do-pará, pimenta-de-cheiro, murupi, habanero, caiena, tabasco, pipirí, chifre de veado entre outras) que são bastante apreciadas e usadas na culinária. Apesar de estarem associadas a cor vermelha, elas podem ser encontradas nas cores amarelo, verde, branco e roxo. O gênero *Capsicum* pertence à família Solanaceae que ocorre em diversas partes do mundo e tem como centro de diversidade a América do Sul.²² As pimentas do gênero *Capsicum* spp. são nativas da América do Sul e são consideradas alimentos funcionais, pois desempenhar um papel potencialmente benéfico a saúde, além do sabor. Dentre os benefícios a saúde, destacam também suas atividades anti-inflamatória, termogênica, antimicrobiana,²³ analgésica²⁴ e antioxidante.²⁵ As pimentas também apresentam propriedades vasorrelaxantes²⁶ e com base nessa atividade, se tem verificado também o efeito da aplicação tópica do óleo essencial da pimenta-do-reino para contribuir na inserção de cateter intravenoso periférico, pois promove um aumento na visibilidade e palpabilidade da veia, importante para tal procedimento, principalmente para seleção adequada da veia, sendo relatado que há satisfação pela área médica e por pacientes.²⁷ Outra aplicação que é bastante conhecida pelos órgãos de segurança são os extratos de pimenta *Capsicum* na forma de *sprays*²⁸ que tem efeito adstringente nos olhos e vias respiratórias.

Os capsaicinoides são os compostos orgânicos que conferem os sabores picantes (ardência) e suas maiores concentrações estão nas sementes. O gênero *Capsicum* possui centenas de tipos pimentas sendo algumas selvagens e outras cultivadas, que possuem interesse comercial. Algumas espécies comerciais são: *Capsicum annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*, *C. praetermissum*, *C. chinense*, *C. pubescens* e *C. annuum*). Essas pimentas possuem muitos capsaicinoides, que se destacam as substâncias

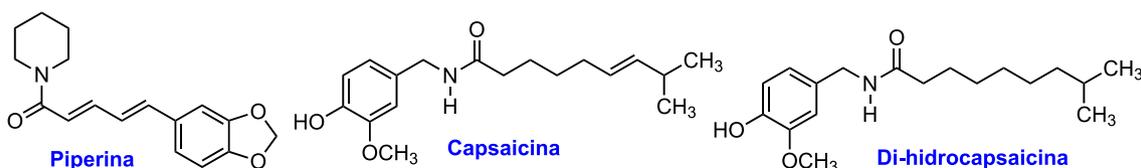


Figura 2. Principais substâncias químicas presentes nas pimentas

capsaicina e di-hidrocapsaicina (Figura 2) que lhes confere o sabor picante e cuja concentração varia entre as espécies. Geralmente, a ardência das pimentas aumenta quando o fruto é ressecado ou extraído com óleo. A função primária dos capsaicinoides é desencorajar os animais de consumir as vagens e destruir as sementes. Especificamente a quantidade de capsaicina na pimenta malagueta geralmente varia entre 0,1 a 1,0% em peso.²⁹ As pimentas do gênero *Capsicum* contêm também outras substâncias importantes como carotenoides, carboidratos, lipídios, vitaminas A e C, dentre outros. A ardência da pimenta-preta é devido a presença da substância piperina (Figura 2).

As pimentas também vem sendo alvos de pesquisa no setor alimentício, não só por dar sabor aos alimentos, mas também para verificar como o efeito da sensação picante provocada pela oleoresina de pimenta de Sichuan (gênero *Zanthoxylum*), por exemplo, influencia na percepção sensorial de salinidade, isso em diferentes grupos de idades (mais jovens e mais velhos), demonstrando que esse efeito de reconhecimento de salinidade diminuiu na presença da oleoresina, mas isso difere entre os grupos de idade, sendo que o percentual de redução do NaCl atingiu um nível de até 34,4% no grupo mais jovem e 4,4% no grupo mais velho, enfatizando que esse enfoque é muito importante, tanto para a nutrição, quanto para a saúde humana.³⁰ Quando comparado a pimenta de Sichuan com a pimenta malagueta, a primeira possui compostos bioativos específicos, como as cumarinas e mais carotenoides que a malagueta.³¹ Essa pimenta é uma fonte econômica importante nas áreas pobres do meio-oeste da China, conhecida como ‘Pimenta de Sichuan’ e o seu preço depende principalmente de seu aroma e sabor, bem como de sua aparência.³²

Em estudos voltados para a química alimentar, a pimenta preta, verde e rosa, afetam de forma diferente a oxidação de lipídios durante o cozimento e a digestão da carne em análises *in vitro*, sendo a mais indicada a pimenta rosa, pois apresentou os maiores teores de fenólicos e de atividades antioxidantes, além de que, quando adicionada antes do cozimento, podem ser utilizadas para minimizar a oxidação de lipídios no trato gastrointestinal, pois a geração de produtos dessa oxidação pode contribuir para o risco de doenças cardiovasculares e do câncer colorretal.³³

Em relação ao mercado global da pimenta, de acordo com a empresa de pesquisa Marker and Research, esse comércio continua sendo muito importante para os países produtores. Em 2018 a receita foi de US\$ 4,1 bilhões e o consumo de pimenta continua indicando forte expansão. Os países com os maiores volumes de consumo foram Vietnã (166 mil toneladas, US\$ 904 milhões), Índia (86 mil toneladas, US\$ 506 milhões) e os EUA (68 mil toneladas, \$ 374 milhões). No entanto, o consumo de pimenta per capita em 2018 foi para Bulgária (7.641 kg por 1.000 pessoas), Cingapura (5.288 kg por 1.000 pessoas) e o Vietnã (1.724 kg por 1.000 pessoas). Há estimativas de que o mercado continue com forte tendência de crescimento até 2025, numa taxa de 1,2% ao ano.³⁴

4. Noz-Moscada

A pimenta não foi a única especiaria de grande valor comercial que atraiu os grandes navegadores europeus. A noz-moscada e o cravo-da-Índia eram outras especiarias muito raras e atualmente ainda despertam muito interesse como alimentos funcionais, pois as pessoas estão mais preocupadas com os alimentos que proporcionem benefícios extras para a saúde.³⁵

Devido as suas múltiplas aplicações na medicinais e em alimentos, mais a questão dos locais exclusivos de plantações nativas, a noz-moscada alcançou altíssimo valor comercial. Seu uso na Idade Média ocorria em diferentes áreas, desde produto medicinal, tempero, aromatizante e conservante na culinária. Isso se deve principalmente a fragrância distinta e pungente, com um sabor quente e ligeiramente adocicado. Atualmente é usada para dar sabor a muitos tipos de produtos assados, confeitos, pudins, carnes, salsichas, gemada molhos, vegetais e algumas bebidas, como os vinhos apimentados. Em termos de uso doméstico, o óleo da noz-moscada é usado como componente de fragrância em sabonetes, detergentes, cremes, loções e perfumes. Quando ralada, pode ser usada como sachê repelente de insetos e na Idade Média os romanos também usavam como incenso.

A noz-moscada é o caroço seco, obtido da árvore moscadeira *Myristica fragrans* Houtt. da família das Myristicaceae, que também tem diversas espécies no Brasil.³⁶ Os frutos amarelos, com pericarpo carnudo têm de 6 a 9 cm de comprimento. Essa é uma árvore frondosa que pode chegar a 18 metros de altura. A noz-moscada era uma das mais valorizadas especiarias originária das lendárias ilhas de Banda (grupo de dez pequenas ilhas vulcânicas no Mar de Banda) que compõem o arquipélago das Molucas (Filipinas).

É atribuída a noz-moscada muitas propriedades como condimento e medicinal. Ela pode ser usada na forma de pó ralado que se extrai diretamente do caroço, nos mais variados preparos culinários, pois tem sabor característico, inconfundível, além de nutritivo, pois contém sais minerais, lipídios e vitaminas. Também há mercado para o seu óleo essencial que é extraído da semente, que contém cerca de 5-15% de óleo volátil e cuja composição varia muito.³⁷ Os constituintes principais são o limoneno e canfeno e os constituintes minoritários incluem miristicina (ou metóxi safrol), safrol, elemicina, terpineol, linalol, eugenol, isoeugenol, metileugenol e vários terpenoides, com menores números de carbono (Figura 3). A planta também pode render até 40% de óleo não volátil, mas também possui proteínas, amido, celulose e diarilpropanoides, bem como elemicina e safrol.³⁸⁻⁴¹ Os fenilpropanoides são centralmente ativos e a miristicina e a elemicina da noz-moscada são narcóticos.⁴² Na costa do Pacífico, há aproximadamente 20 espécies de plantas classificadas na família Myristicaceae que também são usadas como plantas medicinais.^{43,44}

Existem inúmeros estudos mostrando que o óleo da noz-moscada apresenta importantes atividades biológicas,

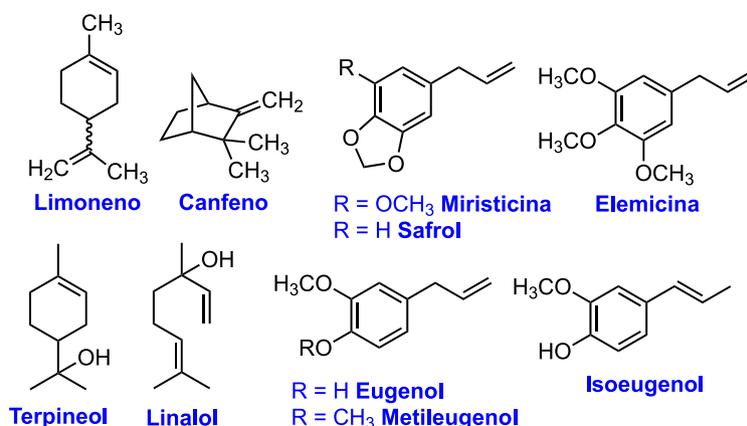


Figura 3. Principais substâncias químicas presentes na noz-moscada e seu óleo essencial

como antifúngica contra *Aspergillus flavus*, *A. ochraceus*⁴⁵ e *Chenopodium ambrosioides* L.⁴⁶, *Colletotrichum gloeosporoides* e *C. musa*,⁴⁷ antimicrobiano contra *Shigella Dysenteriae*, *Salmonella entérica* sorotipo Typhi e *Staphylococcus epidermis*,⁴⁸ propriedades inseticidas,^{49,50} antioxidantes,^{51,52} utilizada no tratamento da impotência masculina,⁵³ efeito de melhoria da memória,⁵⁴ antimicrobiano,⁵⁵ atividades antitrombóticas em roedores⁴⁴ e anti-inflamatório.⁵⁶

Várias pesquisas, nas diversas áreas, são realizadas para verificar outras atividades. Assim, a utilização do seu óleo essencial em nanoemulsão é indicado como conservante verde, para alimentos, contra a contaminação por fungos e aflatoxinas em produtos alimentícios.⁵⁷ Testes com extratos de *M. fragrans* também foram realizados em camundongos, pois podem atenuar o comprometimento da memória (induzida por escopolamina), tendo em vista que essas plantas são amplamente utilizadas na Índia para a doença de Alzheimer. Assim, a fração N-butanol do extrato da *M. fragrans* pode ser usado como agente terapêutico promissor no tratamento de demências, como doença de Alzheimer e perda de memória.⁵⁸ Efeitos anti-obesidade da MT (7- metóxi-3-metil-5-((E)-prop-1-enil)-2-(3,4,5-trimetóxi-fenil)-2,3-di-hidrobenzofurano), um benzofurano isolado do caroço de *M. fragrans* sobre adipogênese e metabolismo lipídico em adipócitos, também foram verificados, isso em um estudo *in vitro*.⁵⁹ Além disso, outros pesquisadores também sugerem que a noz-moscada e seus constituintes ativos podem ser utilizados não apenas para o desenvolvimento de agentes para tratar a obesidade, mas também possivelmente para a diabetes tipo 2, por serem ativadores da proteína quinase ativada por AMP (AMPK), que é um alvo terapêutico.⁶⁰

Vem sendo alvo também de pesquisas para uso como inseticida verde, por sua segurança e eficácia contra *Musca domestica* L., sendo analisados seus compostos individuais e com diferentes formulações combinadas, à base de óleos essenciais de plantas, em que o α -Pinoeno (composto orgânico da classe dos terpenos) dessa espécie teve efeito sinérgico com outros óleos essenciais de outras espécies, como *C. citratus*, *I. verum*, e *M. fragrans* foram

fortemente potentes, apresentando efeitos sinérgicos contra *M. domestica* e mais eficaz do que a própria cipermetrina.⁶¹ O extrato também atua como um inibidor verde (ecológico) da corrosão em aço macio, pois a presença de vários constituintes fitoquímicos no extrato promovem a diminuição da taxa de corrosão em meio ácido, com uma eficiência de inibição de 87,81% na concentração de 500 mg/L.⁶²

A alta popularidade da noz-moscada na culinária milenar asiática, na indiana, cingalesa e tailandesa (cozinhas étnicas) são alguns dos fatores que impulsionam o crescimento do seu mercado numa taxa de 3,6% para o período de 2020 até 2025. A noz-moscada é um dos ingredientes do famoso condimento chamado *curry* que é muito utilizado em pratos indianos e asiáticos sazonais. A Guatemala, Índia e Indonésia são os principais produtores, enquanto a Europa, os países do Oriente Médio e os Estados Unidos são os principais destinos de importação desse produto. Em 2017, a Holanda foi um dos maiores importadores de noz-moscada, correspondendo por cerca de 28% do total das importações europeias. Recentemente, sua produção na região Nordeste (Bahia) do Brasil aumentou significativamente, com possibilidades de ampliação do seu cultivo, tendo em vista a excelente adaptação da planta às condições de clima e de solo.⁶³

5. Cravo-da-Índia

O cravo-da-Índia é produzido na flor do craveiro (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry) que é uma árvore perene da família Myrtaceae, nativa do sudeste da Ásia (Leste da Indonésia), e cresce até 12 m de altura. Essa especiaria já era usada há mais de 2.000 anos como tempero nutricional para alimentos e remédio para uma variedade de problemas de saúde, tanto na medicina tradicional indiana, quanto chinesa. Atualmente é cultivado na África e em áreas tropicais da Ásia e da América, pois seu interesse na preparação de alimentos continua em alta.⁶⁴ O interesse provém da composição química do óleo essencial do cravo-

da Índia, pois apresenta muitas propriedades terapêuticas e com isso há muitos estudos científico para a comprovação do seu uso na área farmacológica, pois buscam relacionar aos usos descritos por populares.⁶⁵

A parte mais nobre do botão da flor do cravo é utilizada na culinária como condimento para pratos agrídoces aromáticos. O cravo é o que chamamos de um botão escurecido que é obtido após a secagem. O botão floral seco do cravo é uma das especiarias trazidas pelos navegantes da Índias Orientais mais valorizadas no mercado do início do século XVI. Era considerado um produto nobre para a fabricação de pratos culinários e medicamentos. Normalmente o cravo é utilizado *in natura* diretamente no cozimento dos alimentos. Porém, do craveiro podem ser obtidos três óleos essenciais de diferentes partes da planta: botão floral seco dos cravos (15-18%), caules (4-6%) e folhas (2-3%), sendo realizada a extração por destilação de arraste de vapor. Um quilograma de cravos secos fornece cerca de 150 ml de eugenol.³⁷ O eugenol é o principal constituinte do óleo essencial de *Syzygium aromaticum*.⁶⁶

Os constituintes do cravo incluem, além do óleo essencial, glicosídeos de esteróis, éster metílico de ácido cratagólico, ácido oleanólico, quercetina, eugeniina, kaempferol, ramnetina, proteínas, lipídeos, carboidratos, vitaminas e outros. O óleo do botão floral seco do cravo contém 90-95% e o óleo das folhas 82-88% de eugenol e menor proporção do análogo acetato e β -cariofileno (Figura 4). O botão floral e o óleo cravo-da Índia foram incluídos nas seguintes monografias aprovado para o 2º Suplemento da Farmacopeia Brasileira, 5ª edição pela Resolução da ANVISA RDC Nº 167, de 24 de julho de 2017 e, constam da Resolução da ANVISA RDC Nº 276, de 22 de setembro de 2005. O óleo de cravo foi listado como uma substância “considerada como segura” pela FDA (*Food and Drug Administration*) dos Estados Unidos da América quando administrado em níveis que não excedem 1500 ppm em todas as categorias de alimentos. Valente e colaboradores que estudaram a toxicidade aguda do extrato de cravo-da Índia em roedores, verificaram que os animais apresentaram sinais tóxicos não letais de até 5.000 mg/kg com LD₅₀ de 255 mg/kg e em condições agudas, sendo considerado o óleo, um agente venenoso que depende da dose administrada ou absorvida.⁶⁷

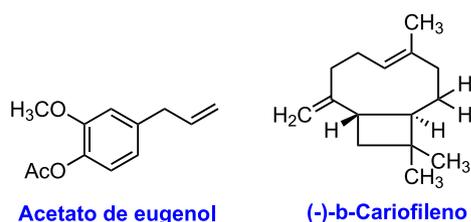


Figura 4. Substâncias químicas presentes no óleo do cravo-da Índia

Além do uso na medicina tradicional asiática, se fez uso extensivo de flores de cravo e óleo de cravo⁶⁸ para dor dentária e antisséptico bucal,⁶⁹ muitas outras aplicações biológicas

são relatadas na literatura para seus óleos essenciais.⁷⁰ A análise química mostra que o óleo do *Syzygium aromaticum* possui 36 compostos diferentes, sendo o eugenol o mais importante (Figura 3), além de outros flavonoides que contribuem para as suas diversas propriedades, como antimicrobianas,⁷¹ antivirais (HSV),⁷² antioxidante,^{73,74} anti-inflamatória⁷⁵ e formulação para repelente,^{76,77} além de apresentar potencial como anticarcinogênicos,⁷⁸ para doenças neurodegenerativas, como doença de Alzheimer,⁷⁹ com efeito ansiolítico,⁸⁰ além de que óleo essencial pode constituir um agente terapêutico promissor para a doença de Chagas, principalmente quando adicionado em conjunto com benzonidazol, isso para resposta verificada em camundongos,⁸¹ dentre outras aplicações como síntese de nanopartículas verdes de ferro magnético multifásico, a partir de seu extrato, pois possuem propriedades magnéticas, devido a presença de polifenóis e ácidos orgânicos, visto que está cada vez mais desejável projetar nanomateriais com diminuição dos riscos ambientais, sendo o extrato do cravo-da Índia ecologicamente correto e sustentável.⁸²

O cravo-da Índia geralmente era vendido em pacotes sem marca ou a granel, hoje em dia existem empresas especializadas no beneficiamento. A Indonésia é o maior produtor e consumidor mundial, pois consome cerca de 90% de sua própria produção de cravo. De acordo o relatório Mordor Intelligence,⁸³ em 2016 a produção de cravo na Indonésia foi de 139,6 mil toneladas métricas. Outros maiores produtores de cravo incluem Madagascar, Zanzibar, Índia e Sri Lanka. O mercado global de cravo está projetado para registrar uma taxa de crescimento anual de 3,1% entre 2021-2026.

6. Canela

A canela é mais uma das especiarias utilizadas na culinária, na produção de perfumes, além de apresentar inúmeras propriedades benéficas para saúde que foram acumuladas como conhecimento popular pela humanidade por milênios. Os óleos de canela e cravo-da Índia foram combinados e usados pelos antigos egípcios para embalsamar as múmias. A canela e a cássia foram mencionadas em Êxodo 30 (23-35),⁸⁴ uma seção do Antigo Testamento, onde o Senhor orienta Moisés a fazer um unguento sagrado para ungir o santuário, móveis e sacerdotes: “Escolha as especiarias mais cheirosas para fazer o azeite sagrado de ungir; seguindo a arte dos perfumistas: em três litros de azeite de oliva, misture seis quilos de mirra líquida, a metade disso, ou seja, três quilos de canela, três quilos de cana cheirosa, e seis quilos de cássia, tudo pesado de acordo com a tabela oficial”.⁸⁵

A maioria das especiarias que foram trazidas para a Europa eram as flores, os frutos ou as sementes da planta, mas a canela era diferente, pois usava tiras externas das cascas do caule, cortadas da árvore e enrolada como pequenos rolos. A árvore que produz um tipo de canela é a

espécie *Cinnamomum zeylanicum* Ness, nativa do Sri Lanka e pertencente à família Lauraceae. A casca interna seca dessa canela é conhecida no comércio como canela-do-Ceilão ou canela do Sri Lanka, onde é cultivada em grande escala e exportada. Outro tipo de canela com sabor bem similar é a canela-da-China ou canela cássia (*Cinnamomum cassia* Ness ex Blume), reconhecida pela ANVISA.⁸⁶

Canela e cássia são utilizadas como especiarias e medicamentos desde os tempos antigos, sendo que há muito tempo que são apreciadas como tempero aromático. O termo *Cinnamomum* é derivado da raiz grega *kinnamon* ou *kinnamomon*, que significa madeira doce, o mesmo para o nome “*kayu manis*” em malaio e indonésio. O nome canela do português e espanhol são derivados do latim “*canella*”, que significa pequeno tubo ou cachimbo, referindo-se à forma das cascas secas.⁸⁷ A canela é um condimento termogênico, antioxidante e tem efeitos benéficos contra diversas doenças. O seu uso *in natura* ou como chás medicinais trazem diversos benefícios para saúde, como alívio de espasmos estomacais, musculares, resfriados, náuseas, vômitos, gases e diarreia. A composição química do óleo essencial de canela varia dependendo de vários fatores que incluem a parte da planta usada, estação de crescimento, idade das árvores, localização e métodos de extração.⁸⁸

O óleo essencial da folha da canela tem o *trans*-cinamaldeído como seu principal constituinte, seguido de 3-metoxi-1,2-propanodiol e eugenol. De forma similar, o óleo essencial da casca varia bastante entre as espécies sendo os principais componentes o *trans*-cinamaldeído (50-65%) e a cânfora (Figura 5). Outros componentes minoritários são cumarina, ácido cinâmico, β -sitosterol, colina, ácido protocatecuico, ácido vanílico e ácido singnífico.⁸⁹ O *trans*-cinamaldeído e análogos são produtos facilmente obtidos por síntese orgânica e, portanto, suas atividades biológicas já foram investigadas exaustivamente comprovando que são substâncias com atividades antifúngicas (*Penicillium digitatum*⁹⁰ e *Aspergillus flavus*⁹¹), além da capacidade de inibição da divisão celular bacteriana⁹² e cicatrizante de feridas.⁹³

Cada país que utiliza a canela, principalmente em pratos culinários, faz desse uso e a personalização dos pratos, de acordo com a cultura local. Em geral, o principal uso da canela é na indústria de alimentos, onde tem múltiplas utilidades para enriquecer os produtos culinários, principalmente aumentando a segurança e o prazo de validade dos produtos alimentícios, agindo contra patógenos de origem alimentar e bactérias deteriorantes.⁹⁴ Como tempero moído é essencial para dar sabor a produtos assados e marinados, em bolos, pãesinhos, biscoitos, panquecas, pudins cozidos no vapor,

sopas, cremes, xaropes, tortas, cereais, farinhas balas, gomas de mascar, pratos de chocolate, café, sorvetes, sobremesas de peras e maçãs, picles, molhos, confeitos, bebidas, vinhos aromatizados e frutas em conserva.⁹⁵ O óleo essencial é muito utilizado na indústria farmacêutica e de cosméticos, como ingrediente em diversos medicamentos e produtos de higiene pessoal.⁹⁶ Em termos de atividade biológicas comprovadas, destacam-se: atividade inibidora da enzima tirosinase,⁹⁷ antimicrobiano⁹⁸ (*Pseudomonas aeruginosa*,⁹⁹ *Streptococcus mutans*,¹⁰⁰ *Aspergillus flavus*,¹⁰¹ *Clostridium perfringens*,¹⁰² *Salmonella* sp.¹⁰³), diabetes resistente a insulina,¹⁰⁴ apoptose em células HSC-3 de carcinoma epidermoide oral humano,¹⁰⁵ atividade antipirética¹⁰⁶ e antirreumática.¹⁰⁷

O tamanho do mercado global de canela foi avaliado em US\$ 760 milhões em 2018 com a participação dominante da canela-do-Ceilão com mais de 35% no mercado global. Há previsões de que esse mercado possa crescer entre 2020-2030 numa taxa entre 2,2-3,7% ao ano, principalmente pela entrada de novos produtos orgânicos. O segmento residencial foi responsável em mais de 50% do consumo do mercado global em 2018. A canela-do-Ceilão é mais importada em países da América Latina, criando um cenário de mercado favorável para sua produção na região. O Sul da Ásia e o Leste Asiático dominam o mercado global em termos de produção e consumo da canela-da-China, por ser mais barata, bem como na medicina tradicional chinesa.¹⁰⁸⁻¹¹⁰ A Tabela 2 mostra a produção em toneladas de canela em 2019 indicando claramente o domínio da indonésia na produção global (fonte *Food and Agriculture Organization*).¹¹¹

Tabela 2. Produção de canela em toneladas em 2019

País	Produção em Toneladas
Indonésia	134.792
Madagascar	23.120
Tanzânia	8.970
Comores	6.471
Sri Lanka	4.377
Quênia	2.387
China	1.403

Fonte: *Food and Agriculture Organization*.¹¹²

7. Alho e Cebola

As plantas do gênero *Allium* são bastantes conhecidas e usadas em culinária, tanto de forma *in natura* e como

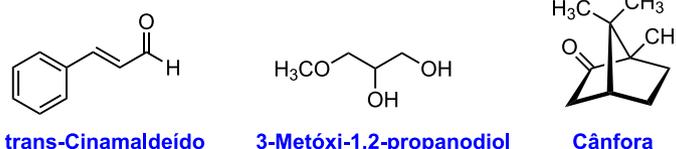


Figura 5. Componentes do óleo essencial da folha e casca da canela

também na forma desidratada, ambos bastante comuns como condimento na indústria alimentícia, tempero e para fins medicinais. As espécies mais comuns são o alho (*Allium sativum* L., gênero *Allium*, família Amaryllidaceae) e a cebola (*Allium cepa* L., gênero *Allium*, família Amaryllidaceae), no entanto, esse gênero tem sido recentemente alvo de estudos e questionamentos quanto a sua posição filogenética, pois para alguns taxonomistas, com base nas características morfológicas e fisiológicas, classificam a sua posição dentro da família Liliaceae ou da Amaryllidaceae (classe Monocotyledoneae, ordem Asparagales), devendo ser mantida a classificação original, mas por outro lado, estudos morfológicos e moleculares têm reforçado a ideia de que o gênero *Allium* pertence a uma família monofilética (Alliaceae), que apresenta características distintas, porém estreitamente relacionadas com a família Amaryllidaceae.¹¹³ De toda forma, o gênero *Allium* possui mais de 500 espécies que têm sido cultivadas pelo homem e isso há milhares de anos, sendo usadas como especiarias e plantas medicinais por suas propriedades terapêuticas e profiláticas.

Povos antigos do Oriente Médio e no Extremo Oriente cultivavam e consumiam cebola e alho há mais de 5.000 anos, mas possivelmente seu cultivo remonta muitos anos anteriores.¹¹⁴ Em diversos compêndios escritos pelos romanos, esses já descreviam formulações medicinais para cebola e alho. Plínio, o Velho (79 d.C.) descreveu vários usos medicinais para aplicação interna e externa.¹¹⁵ Há milhares de anos o *Allium sativum* e seus extratos têm sido usados para tratar infecções e isso está relatado no Codex Elgers, um papiro médico egípcio datado de cerca de 1500 a.C., onde 22 preparações contendo alho foram recomendadas contra uma variedade de enfermidades, incluindo dor de cabeça, fraqueza corporal e distúrbios da garganta.¹¹⁶ Atualmente, o alho e a cebola são extensivamente cultivados em todos os países para uso culinário ou são usados em processos de fabricação de alimentos desidratados, congelados *chutneys*, *pickles*, *curry* em pó, carne e *ketchup* de tomate. O alho ainda é empregado na medicina popular tanto como profilático quanto como cura para uma variedade de doenças.

O alho (*Allium sativum* L.) é um vegetal perene classificado como especiaria pela ANVISA, originário da Ásia Central. Em sua morfologia, o caule é subterrâneo (Bulbo) do tipo composto ou bulbilho (dente de alho), onde estão concentrados os fitoquímicos terapêuticos. Os bulbilhos quando amassado liberam as substâncias que dão vida a diversos produtos comerciais sob a forma de alho em pó, sal de alho, pão de alho, alho cozido, vinagre de alho, alho frito e em conserva. Junto com a cebola, é o alimento mais consumido e comercializado nos mercados para uso em todas as culinárias do mundo. O alho que tem pungência natural, possui a característica de dominar os outros ingredientes em prato culinário.

A espécie *A. schoenoprasum*, conhecida como cebolinha, não forma bulbos e sim folhas enroladas e ocas, sendo a espécie desse gênero mais difundida, como um

todo. Já a espécie do gênero *Allium* mais difundida em todo, sendo muitas espécies conhecidas e algumas até mesmo comerciais, como *A. cepa*, *A. vineale*, *A. scorodoprasum*, *A. Cipura*, *A. paludosa*, *A. nigrum*, *A. sativum*, *A. porrum*, *A. ampeloprasum*, *A. ampeloprasum*, *A. roseum* e *A. ursinum*. Há evidências de que os humanos começaram a praticar a agricultura do alho durante a revolução agrícola onde a vida nômade foi abandonada e plantas comestíveis da natureza passaram a ser cultivadas.¹¹⁷

A Portaria n.º 242, de 17 de setembro de 1992, do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, é a norma que define as características de identidade, qualidade, acondicionamento, embalagem e apresentação do alho (*Allium sativum* L.), para fins de comercialização.¹¹⁸ As espécies do gênero *Allium* têm muitas substâncias que lhes conferem valores nutritivos e sabores bem característicos, além de terem papel na defesa química contra insetos, pragas ou patógenos. Quatro compostos que ocorrem naturalmente se destacam e que dão origem ao sabor e a pungência quando o tecido é rompido. Esses compostos são aminoácidos de enxofre não proteicos que são produzidos por uma rede metabólica que produz os sulfóxidos de sulfóxido de (+)-S-alil-L-cisteína, sendo que esse é o ponto de partida para muitos outros compostos de enxofre voláteis que são responsáveis pelos sabores conferidos aos alimentos e as ações fitoterápicas. Os derivados da cisteína são os sulfóxidos de 5-metil cisteína, de 5-propil cisteína, de 5-propenil cisteína e de 5-alil cisteína (Figura 6). O sulfóxido de 5-metil cisteína é um composto encontrado nas cebolas, mas é o principal produto de muitas espécies do gênero *Allium*. Algumas espécies contêm todos os quatro compostos, mas alguns não apresentam o sulfóxido de 5-propenil cisteína.

O sulfóxido de 5-alil cisteína é o composto dominante que tem características inodora, estável e solúvel em água e com toxicidade 30 vezes menor do que a alicina e está presente em várias preparações de alho, sendo que é comumente usada para padronizar e comparar os produtos de alho (Figura 6). A composição dos precursores dos sabores das plantas *Allium* spp. podem ser utilizadas como marcadores para classificação taxonômica. As células de alho intactas não têm odor, mas quando essas células são rompidas, a enzima alinase hidrolisa os sulfóxidos. Essa é a reação central para produzir o odor e sabor do alho depois de amassado ou triturado. A transformação da alliína (sulfóxido de 5-alil cisteína) em alicina produz o sabor e o odor característico. Outros compostos também estão presentes nos bulbilhos além dos sulfóxidos citados, como os carboidratos que estão presentes como produtos estruturais e não estruturais. As espécies *Allium* spp. incluem os carboidratos glicose, frutose e sacarose, juntamente com oligossacarídeos da série frutanos,¹¹⁹ pectinas, ácido graxo palmítico, oleico e linoleico, dipeptídeos de γ -glutamil-5-alqu(en)ilcisteína e γ -glutamil-sulfóxido de 5-alqu(en)ilcisteína.¹²⁰⁻¹²²

Embora o alho seja mais conhecido como tempero para intensificar o sabor em pratos culinários, ele também tem



Figura 6. Compostos voláteis de enxofre presentes no alho

sido utilizado de muitas maneiras para tratar naturalmente várias condições de saúde, como fresco, inteiro, seco ou liofilizado, ou na forma de extratos de alho envelhecidos contendo óleo e alho. O efeito biológico do alho não é folclórico, pois existem publicações científicas atestando sua eficácia.¹²³ A alinase catalisa a conversão de sulfóxidos (+)-*S*-alquenil-*L*-cisteína em tiosulfinais voláteis que são liberados pela mastigação ou esmagamento do alho cru para induzir a ação da alicina.¹²⁴

O alho apresenta diversas propriedades biológicas conhecidas, como antimicrobianas, antifúngicas,¹²⁵⁻¹²⁷ antioxidantes¹²⁸⁻¹³¹ e anticâncer.¹³²⁻¹³⁶ A Organização Mundial de Saúde (OMS) também relata que o alho se usado regularmente na alimentação são eficazes na prevenção e no tratamento da aterosclerose e outros fatores de risco para doenças.¹³⁷ *Allium sativum* pode ser uma medida preventiva aceitável contra a infecção por COVID-19 para estimular as células do sistema imunológico e reprimir a produção e secreção de citocinas pró-inflamatórias, bem como de um hormônio leptina derivado do tecido adiposo de natureza pró-inflamatória.¹³⁸

Até agora, uma grande quantidade de pesquisas foi conduzida com alho, principalmente com foco nos bulbos, mas suas raízes são pouco estudadas e são descartadas em quantidades consideráveis como resíduos vegetais, com isso, o extrato etanólico total de raízes de *A. sativum* demonstraram que também possuem a capacidade de inibir significativamente o crescimento de células tumorais e na produção de potentes nanopartículas de prata (síntese verde), a partir de raízes de *A. sativum*.¹³⁹ Esses resultados podem abrir caminho para as possíveis aplicações terapêuticas e farmacêuticas dos subprodutos do alho, incluindo as raízes e suas nanopartículas biogênicas. As folhas também apresentam compostos com atividades e são utilizadas para produção de suplemento quimioterápico formulado por nanopartículas de ouro, que contém extrato aquoso de folhas de *A. sativum* L.¹⁴⁰ O alho também vem sendo utilizado para produzir nanopartículas de óxido de cobre (CuO), que é classificada como uma síntese ambientalmente amigável e que têm aplicações eficientes e especiais em drogas, óptica, baterias, sensores de gás, catalisadores, cosméticos e aplicações de semicondutores.¹⁴¹

O alho é a cultura mais importante na maioria da Ásia-Pacífico sendo consumido em todas as casas e utilizado na indústria de processamento, sendo essas regiões responsáveis por 91% do consumo global do alho. A pandemia que iniciou em 2019, tem tido um impacto direto e negativo no mercado global de alho entre 2020-2021 e

mesmo assim estima-se que registre um crescimento de 4,7% no próximo período entre 2022-2026. A China foi a maior produtora de alho do mundo em 2019, produzindo 23.305.888 toneladas, que corresponde por 80% de toda a produção mundial, sendo o maior exportador mundial deste produto (Tabela 3).¹⁴²

Tabela 3. Produção de alho em toneladas no ano de 2019 de acordo com a FAO

País	Alho (t)
Bangladesh	466.389
Brasil	131.523
China	23.305.888
Egito	318.800
Equador	1.349
Índia	291.000
Japão	20.690
Mali	14.956.
México	82.910
Nova Zelândia	2.016

A outra espécie do gênero *Allium* que tem enorme interesse comercial é a *Allium cepa* L. conhecida popularmente como cebola comum. É uma espécie originária da Ásia Central, que foi levada para o Oriente Médio. Existem muitos outros tipos de espécies com o mesmo arranjo da estrutura da cebola (cebola-japonesa: *Allium fistulosum*, cebola-galega: *Allium schoenoprasum*).

A cebola é produzida em todos os países em maior ou menor quantidade, pois a cebola e o alho são parte integrante dos cozimentos e dos sabores conferidos aos pratos, porém à cebola é atribuída o temido hálito de cebola. A cebola é uma das mais antigas hortaliças domesticadas e consumidas, até mesmo antes de comerem grãos. A parte comestível é o bulbo carnudo e pode ser consumida crua, frita, cozida ou assada, antes do consumo. Além disso, as cebolas são processadas em óleo ou pó de cebola (desidratada) e usadas para dar sabor a uma variedade de produtos.¹⁴³

A cebola desidratada é preparada por secagem em prateleira a vácuo, liofilização, secagem em fluxo e moagem, que não prejudicam o sabor e o conteúdo de nutrientes. Em comparação com cebolas cruas e frescas, a em pó oferece uma série de vantagens, pois está disponível durante todo o ano, uma vida útil mais longa, mais leve, com menor volume a granel, menor tempo de cozimento e preço acessível. Esse produto é empregado em vários produtos alimentícios como

tempero para massas, frango grelhado, pizza, lanches, frutos do mar, agente aromatizante em pratos de vegetais e carnes, sopas, molhos e etc. Como esse produto não necessita de manuseio humano para seu corte, é portanto, preferencial na indústria de processamento de alimentos.

Existem inúmeras formas e variedades de cebola com diferentes cores, sabores e formatos de bulbo, sendo as mais comuns as de bulbo branco, amarelo, vermelho e roxo, mas todas são classificadas como *A. cepa*. A cebola tem muitos compostos que lhe conferem o sabor e a textura como os aminoácidos livres arginina, ácido glutâmico, valina, serina e cisteína. O ácido glutâmico é abundante, mas os outros são relativamente baixos. A cebola possui muitos compostos orgânicos do enxofre que também estão presentes no alho, como os sulfóxidos de 5-alquênil cisteínas, sulfóxidos (Figura 6) e cicloalliína (Figura 7). Esses compostos são convertidos pela enzima alinase em sulfetos voláteis mais simples quando a cebola é cortada ou esmagada. Esses sulfetos são instáveis e sofrem decomposição adicional a dissulfetos (R-S-S-R), responsáveis pelo sabor da cebola (Figura 7).^{144,145} Whitaker isolou 28 compostos contendo enxofre utilizando alguns métodos de extração incluindo diversos dipeptídeos γ -glutamil. O sulfóxido de *trans*(+) S-(1-propenil)cisteína (Figura 6) é o mais abundante e que dá origem *in vitro* a cicloalliína e tiossulfinato, que é o responsável pelo sabor da cebola fresca.¹⁴⁶ Outra classe de compostos isolados da cebola são glicosídeos de flavonoides mais especificamente derivado da quercetina,¹⁴⁷⁻¹⁴⁹ que está presente na casca externa amarela, anéis internos, folhas e nas cebolas processadas. Cada uma dessas partes tem quantidades diferentes de glicosídeos de quercetina sendo que os anéis internos têm um conteúdo total maior.¹⁵⁰ É importante ressaltar que alimentos como a cebola, que apresentam derivados flavonóis, apresentam tem muitos efeitos benéficos para saúde humana.¹⁵¹

A cebola em pó, vem sendo indicada para substituir a farinha de trigo refinada, na produção do pão, para melhorar seus aspectos nutricionais e de saúde, incluindo propriedades antimicrobianas e antidiabéticas.¹⁵² Também

vem sendo utilizada para síntese verde de nanopartículas de prata contra diabetes, pois apresenta maior nível de atividade inibitória da α -amilase e da α -glucosidase¹⁵³ e essas nanopartículas também para atividade anticâncer, como de mama.¹⁵⁴ A cebola também é muito utilizada em aulas práticas para o ensino de genética em escolas de ensino médio, por ser de fácil extração e visualização do DNA, pois facilita a compreensão de conceitos relacionados à molécula de DNA.^{155,156}

Um fato marcante é a cebola causar lágrimas quando cortada. Uma antiga explicação é que compostos voláteis de enxofre, produzidos após a ação da enzima alinase, são liberados quando as cebolas são picadas. Presumia-se que o fator lacrimogênico irritante ocorresse quando essas substâncias entravam em contato com a água dos olhos transformando-se em produtos ácidos. No entanto, o agente lacrimogênico e causador da ardência nos olhos é o composto volátil S-óxido-sin-propanotial que é biossintetizado pela enzima *lachrymatory factor synthase* (LFS) a partir do ácido 1-propenilsulfênico que, por sua vez, é produzido tendo como substrato o *trans*(+)-S-(1-propenil)-L-cisteína sulfóxido (Figura 8).^{157,158}

A cebola é um produto sazonal e perecível cujo mercado global é dominado por dois produtos, a cebola fresca e a cebola em pó. De acordo com um novo relatório da *Expert Market Research*,¹⁵⁹ o mercado global de cebola em pó atingiu um volume de 61.100 toneladas em 2020 e espera-se ainda que chegue a 79.101 toneladas em 2026. Durante o período entre 2016-2020, a produção de cebola em pó cresceu significativamente com o uso desses produtos em pratos comercializados prontos para consumo imediato. O mercado global de cebola é muito fragmentado em sua natureza e países. A Ásia-Pacífico dominou o mercado com uma participação de mais de dois quintos da produção global total em 2020, seguida pela América do Norte, Europa, Oriente Médio e África. A China foi a maior produtora de cebola no mundo em 2019 e, comparativamente, pode-se notar nas Tabelas 2 e 3, que a produção de cebola é sempre superior à de alho em todos os países.¹⁶⁰



Figura 7. Compostos de enxofre presentes na cebola

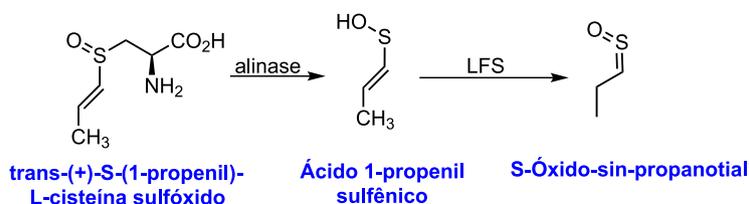


Figura 8. Produção do agente lacrimogênico da cebola

Tabela 4. Produção de cebola em toneladas no ano de 2019 de acordo com a FAO

País	Cebola (t)
Bangladesh	1.802.868
Brasil	1.556.885
China	24.966.366
Egito	3.081.047
Equador	96.430
Índia	22.819.000
Japão	1.319.000
Mali	522.997
México	1.487.102
Nova Zelândia	264.864

8. Gengibre

O gengibre (rizoma) é produzido pela espécie vegetal *Zingiber officinale* Roscoe, que pode ser adquirido em qualquer supermercado e que apresenta coloração amarelo ou amarelo-marrom. A planta é classificada como monocotiledônea, pertencente à família Zingiberaceae. Seu rizoma tem aparência híbrida entre uma cenoura e uma batata retorcida e que confere um sabor único a diferentes pratos. A família Zingiberaceae compreende várias espécies que produzem óleos essenciais nas sementes e rizomas. O rizoma é o caule do gengibre, que quando jovem é macio e suculento, sendo o sabor mais suave e muito valorizado pelo seu aroma e pungência. Ela é nativa do sul da China e se espalhou rapidamente para o sul da Ásia incluindo a Índia, mas atualmente é cultivada em quase todas as partes do continente. Duas variedades são conhecidas, a variedade das Índias Ocidentais de sabor suave e frequentemente descascada chamada de “gengibre jamaicano” e a variedade muito picante chamada “Nigeriano” ou “gengibre africano”.¹⁶¹

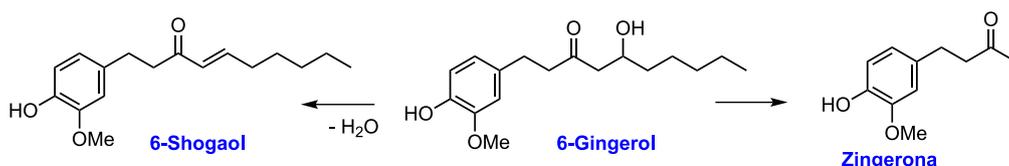
Esse tempero nutracêutico foi muito importante para os chineses, usado por milênios nos pratos culinárias, confeitarias, mistura de temperos e bebidas asiáticas. É uma das especiarias mais usadas na medicina tradicional asiática e indiana (Ayurvédica) como tratamento para gripe, febre, tosses e resfriados, enxaquecas, enjoos, dores de estomacais, desconfortos gastrointestinais, doenças reumáticas, além de ser diurético e contra a má digestão.^{162,163} Esses usos foram trazidos para o ocidente e se tornaram muito populares com o retorno aos medicamentos naturais. O gengibre é a especiaria mais fácil de transplantar manualmente com

estacas de raiz-caule. Essa especiaria não era conhecida na Europa e foi levada pelos navegantes, nas longas viagens, sob a forma cristalizada em calda, seca ou em pó.

O gengibre fresco é composto de água (80,9%), carboidratos (12,3%), fibras (2,4%), proteínas (2,3%), minerais (1,2%) e lipídios (0,9%) e outros componentes orgânicos minoritários.¹⁶⁴ A constituição do óleo volátil do gengibre é principalmente de monoterpenos, sesquiterpenos e compostos fenólicos pungentes. O pó de gengibre ou o gengibre desidratado tem outros compostos que o torna ainda mais pungente, pois os gingeróis quando se desidratam formam *shogaols* e se degradam formando a zingerona (Figura 9).¹⁶⁵ Os *shogaols* são duas vezes mais picantes do que os gingeróis, que são formados durante o processo de secagem e extração.^{166,167}

O gengibre pode ser consumido *in natura* ou processado para preparar produtos secos, em conserva e cristalizado. No Brasil há uma bebida chamada de quentão muito conhecida das festas juninas em que vai gengibre como um de seus ingredientes, além de cravo-da-Índia e canela. Já a forma em pó é a mais utilizada como condimento ou agente aromatizante em molhos para salada, ketchup, molhos de tomate, *picles*, salsichas de carne e pratos de *curry* e os clássicos como torta de maçã, balas e biscoitos de gengibre. Porém, um problema com o gengibre seco é a presença de micotoxinas capazes de produzir aflatoxinas e por essa razão esse produto foi banido do mercado Europeu até 2012. O nível máximo de aflatoxina para o gengibre seco deve ser de no máximo 5 µg/kg. Por sua vez, o óleo do gengibre é empregado na aromatização de bebidas, confeitarias, produtos de panificação, perfumes e, também, utilizado para adicionar fragrâncias em sabonetes, formulações cosméticas, produtos de higiene pessoal e para tratamento de várias doenças de pele.¹⁶⁸

O consumo regular de produtos processados com gengibre de qualidade reduz o risco de diversas doenças importantes, como diabetes, bem como também doenças do trato gastrointestinal e cardiovasculares.¹⁶⁹⁻¹⁷¹ Na verdade, a ciência está começando a estabelecer que há alguns fatos sólidos por trás dessas recomendações da medicina tradicional, uma vez que o gengibre contém dezenas de compostos bioativos que individualmente já haviam demonstrado ter várias atividades biológicas.¹⁷² Há muito suporte científico de que o gengibre contém constituintes com propriedades anti-inflamatórias, antimicrobianas, antifúngicas, analgésicas, controle do diabetes tipo II, antioxidantes, anti-histamínicas, antipiréticas, repelente de insetos, efeitos hipotensores, vasodilatadores e quimioterápico para o tratamento do câncer.¹⁷³⁻¹⁸⁷

**Figura 9.** Alguns componentes do gengibre

Outros estudos também vem comprovando efeitos e atividades importantes dessa espécie, como na contribuição da melhora na doença de Alzheimer e de deficiências cognitivas,^{188,189} além de outras aplicações, como o óleo essencial como anestésico para uso em peixes,¹⁹⁰ o preparo de nanopartículas de metal, como por exemplo nanopartículas de prata,¹⁹¹ como anticancerígeno,¹⁹² pois os componentes do pó de *Zingiber officinale* possuem moléculas com as funcionalidades hidroxila e carbonila que possibilitam que o Ag⁺ seja estabilizado e reduzido à nanopartículas de Ag.¹⁹³ Esse tipo de síntese limpa, vem sendo cada vez mais impulsionada, pois se busca a cada dia novas alternativas de síntese verde, que atenda a sustentabilidade e ao mesmo tempo atenda à sua demanda por aplicações generalizadas.

Assim, o mercado global de gengibre foi de US \$ 3,4 bilhões no ano de 2020 e está projetado a chegar a US \$ 4,8 bilhões até 2027,¹⁹⁴ crescendo numa taxa de 5,4% ao ano. A Índia é o principal produtor. A China é o principal exportador e os EUA o principal importador (Tabela 5). A China se tornou em 2020 o maior produtor de gengibre do mercado global e a demanda pelo produto aumentou devido à pandemia.¹⁹⁵

Tabela 5. Países que produziram mais de 100.000 t de gengibre em 2019

País	Gengibre (t)
Índia	1.788.000
China	1.186.260
Nigéria	691.239
Nepal	297.512
Indonésia	174.380
Tailândia	166.923

9. Cúrcuma ou Açafrão-da-Terra

A cúrcuma, também conhecida como açafrão-da-Índia, açafrão-da-terra, açafrão indiano, ou turmérico, é o rizoma amarelo-alaranjado da planta herbácea de nome científico *Curcuma longa* da família da Zingiberaceae. Ela é uma espécie pertencente a mesma família do gengibre, inclusive tendo seu rizoma com a aparência similar. Normalmente ela é usada sob a forma de pó para temperar, conservar ou colorir pratos culinários como carnes e legumes. A cúrcuma faz parte da maioria dos temperos da culinária indiana, especialmente o *curry* indiano. Essa planta é cultivada extensivamente na Índia, mas supõe-se que a cúrcuma é nativa da Índia e depois se espalhou para o sudeste da Ásia. Embora existam várias espécies de cúrcuma na Índia, há poucas evidências que indiquem que *C. longa* seja nativa da Índia.¹⁹⁶ Há cerca de 70 espécies relacionadas do gênero cúrcuma que ocorrem na natureza (*Curcuma angustifolia* Roxb., *C. zanthorrhiza*, *C. amada* Roxb., *C. aromatica* Salisb., *C. caesia* Roxb., *C. zedoaria* Rosc., *C. domestica*) algumas espécies com aplicações

medicinais importantes.^{188,197} Há outros países do sudeste da Ásia onde a cúrcuma é cultivada, mas em menor escala, como Bangladesh, China, Tailândia, Camboja, Malásia, Indonésia e Filipinas.

É importante ressaltar que a palavra açafrão está relacionada a outras plantas, como a *Crocus sativus*, que é conhecida há centenas de anos em todo o Oriente Médio. Foi usada principalmente como corante alaranjado para a lã, cor conferida pela substância crocetina, e como condimento e medicamentos na medicina tradicional (Figura 10).

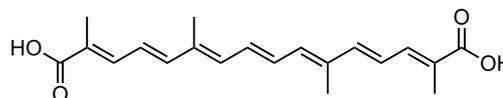


Figura 10. Estrutura da crocetina extraída da *Crocus sativus*

A cúrcuma tem pelo menos 6.000 anos de história documentada de seu uso como medicamento, dotado de uma variedade de propriedades curativas. O viajante Marco Polo (1280 DC) descreveu que o açafrão indiano era usado para tingir roupas. Na Índia, a cúrcuma é conhecida popularmente como “erva terrestre do Sol”, “erva do Sol”, “rainha da cozinha”, “rainha da medicina” e “sabor da vida”, ou seja, a única erva medicinal acima de todas as outras, pelos seus importantes usos como medicamentos na medicina Ayurvédica e tibetana, e também na produção de cosméticos e em muitos cultos religiosos. A cúrcuma na medicina Ayurvédica é prescrita para o tratamento da prisão de ventre e doenças de pele.^{198,199} Além disso, a cúrcuma é um condimento importante e um corante natural usada na culinária e em alimentos industrializados, como bebidas enlatadas, assados, bolos amarelos, molhos, laticínios, pipocas, doces, cereais, coberturas de bolo, sorvetes, sucos de laranja e biscoitos. Adicionalmente destaca-se que há inúmeros relatos de formulações onde a cúrcuma encontra aplicações, como farmacêuticas, de cosméticos e de medicamentos.²⁰⁰

O mercado global de cúrcuma cresceu entre 2017-2021 numa taxa de crescimento anual composta de 6,4% e espera-se que essa taxa aumente no período entre 2020-2026 a para 7,2%. O principal produto extraído da cúrcuma é a curcumina cujo principal uso é na área farmacêutica (Figura 11). Para a empresa de pesquisa de mercado *Grand View Research* o tamanho do mercado global de curcumina foi de cerca de US \$ 58,4 milhões em 2019 e deve crescer numa taxa global composta de 12,7% até 2027. Esse crescimento é atribuído as diversas atividades biológicas desse condimento em produtos farmacêuticos e de cosméticos com atividade antioxidante, anti-inflamatórias e antienvhecimento. Esse mercado foi estimado chegar a US \$ 7,9 milhões até 2027.²⁰¹⁻²⁰³

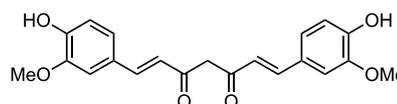


Figura 11. Estrutura da curcumina

A cúrcuma é vendida de várias formas, além de ser encontrada embutida em vários produtos nos supermercados. Normalmente a cúrcuma é fervida, seca em um forno e usada em sua forma de pó, seja para usar na culinária ou para fins medicinais. Há também possibilidade do uso do óleo essencial extraído por destilação de arraste a vapor. O rizoma da cúrcuma tem muitos constituintes moleculares, cada um com uma função diferente para a planta. Ela é rica em carboidratos, mas com baixo teor de gordura, proteínas, sais minerais e vitaminas.^{204,205} O principal princípio ativo do rizoma é a curcumina, e apesar do rizoma da cúrcuma ser comercializada em diversas formas, isoladamente tem seu próprio mercado global como produto químico, de forma independente da cúrcuma. A família dos corcuminoídeos tem cerca de 20 substâncias numa proporção que varia entre 3-5% do extrato da *Curcuma longa*. A curcumina, desmetoxicurcumina e bis-desmetoxicurcumina são os curcuminoídeos mais destacados da família, e são muito mais do que apenas corantes e condimentos para a culinária chinesa e indiana, são substâncias que exibem diversas propriedades biológicas. O óleo essencial pode ser extraído por arraste de vapor de várias partes *Curcuma longa* com rendimentos diferenciados em folhas, flores, raízes e rizomas, com composição rica em terpenos.^{37,206}

A cúrcuma tem numerosas atividades biológicas relatadas na literatura, tanto com o produto em pó, quanto como a curcumina de forma isolada. É utilizada como remédio caseiro com ação anti-inflamatória e antisséptica, sendo a primeira a atividade mais proeminente, com segurança comprovada.²⁰⁷⁻²⁰⁹ Um estudo interessante sobre a ação anti-inflamatória da curcumina comprovou o alívio às reações inflamatórias crônicas após a radioterapia ou quimioterapia.²¹⁰⁻²¹² Além disso, a curcumina se mostrou uma substância bastante ativa contra diversas linhagens de células tumorais e também em terapia combinada com drogas usadas no tratamento do câncer.²¹³⁻²¹⁶ Várias combinações da cúrcuma com outros óleos e extratos de plantas também foram avaliadas quanto a atividade anti-inflamatória e exibiram resultados satisfatórios.^{217,218} Há diversos outros relatos na literatura de atividades biológicas da curcumina, como ação antioxidante,^{219,220} inibidor da α -amilase pancreática humana, que é relacionada a diabetes tipo 2,²²¹ no tratamento de infecção por COVID-19²²² e antifúngico.²²³⁻²²⁵

Conforme relatado anteriormente, para o gengibre, a cúrcuma também vem tendo suas aplicações na produção de nanopartículas, como de cobre²²⁶ e de prata.¹⁸⁴ Essa espécie não é só utilizada e pesquisada para usos na saúde humana, mas em animais, por exemplo, em frangos de corte, como potenciador imunológico contra *Pasteurella multocida*, sendo adicionado como um aditivo natural nas rações, como alternativa eficaz, em vez de um antibiótico sintético,²²⁷ bem como no tratamento da infecção por *Eimeria tenella*, também em frangos.²²⁸ Outros estudos comprovam os benefícios medicinais do extrato de *C. longa* e curcumina como alternativa de tratamento das infecções

por *Acanthamoeba*,²²⁹ agente causador da ceratite em humanos, bem como atividade antiaderente do extrato, contra trofozoítos e cistos de *Acanthamoeba triangularis* em plástico e lentes de contato.²³⁰ Essas atividades e usos acima relatadas demonstram o quanto de razão existe sobre as da cúrcuma ter sido muito útil para a humanidade por milênios e ainda é atualmente, pois a cúrcuma e a curcumina continuam sendo investigadas contra diversos tipos de alvos farmacológicos.

10. Conclusão

O número de especiarias capazes de serem utilizadas como tempero e conferir sabores prazerosos aos produtos culinários é muito grande. Dentre as especiarias aprovadas pela ANVISA, apenas 56 são de origem natural. Entretanto, nós sabemos que essas especiarias podem ser combinadas e originar novos sabores. Os autores desse artigo decidiram escolher 8 especiarias que consideraram ser historicamente mais importantes e comercialmente relevantes para o mercado global. Não menos importantes são os aspectos de que essas especiarias têm grande relevância em termos de saúde e qualidade de vida. Todas essas especiarias têm tido relevância na medicina tradicional popular e, ainda atualmente, continuam sendo considerados para o tratamento de diversas doenças. Essas especiarias estão presentes no nosso cotidiano e continuam servindo de temas para investigações contra os mais diversos tipos de alvos farmacológicos. É importante ressaltar que são os produtos naturais biossintetizados por essas plantas que são responsáveis pelas suas atividades como alimentos nutracêuticos, tempero ou ervas medicinais.

Referências Bibliográficas

1. Strapasson, G. C.; Lopez, A. C. M.; Basso, T.; Santos, D. F.; Mulinari, R. A.; Wille, G. M. F. C.; Barreira, S. W.; Percepção de Sabor: Uma Revisão. *Visão Acadêmica* **2012**, *12*, 65. [Crossref]
2. Yamaguchi, S.; Kumiko, N.; Umami and food palatability. *Journal of Nutrition* **2000**, *130*, 921S. [Crossref] [PubMed]
3. Ninomiya, K.; Natural occurrence. *Food Reviews International* **1998**, *14*, 177. [Crossref]
4. Munger, S. D.; O mapa de sabores da língua que você estudou na escola está errado. Revista Galileu. Disponível em: <https://revistagalileu.globo.com/Ciencia/noticia/2015/07/o-mapa-de-sabores-da-lingua-que-voce-estudou-na-escola-esta-errado.html>. Acesso em: 01 julho 2021
5. Zeeze, M.; Em *Introduction to the Chemistry of Food*; Zeeze, M. eds. Elsevier Inc.: Amsterdam, 2020, cap. 6. [Crossref]
6. Rolls, E. T.; Em *The Senses: A Comprehensive Reference*; Fritzsche, B. ed.; 2a. ed., Elsevier: Amsterdam, 2020, cap. 3.15. [Crossref]
7. Yin, X.; Lv, Y.; Wen, R.; Wang, Y.; Chen, Q.; Kong, B.; Characterization of selected Harbin red sausages on the basis of

- their flavour profiles using HS-SPME-GC/MS combined with electronic nose and electronic tongue. *Meat Science* **2021**, *172*, 108345. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
8. Zhang, J.; Cao, J.; Pei, Z.; Wei, P.; Xiang, D.; Cao, X.; Shen, X.; Li, C.; Volatile flavour components and the mechanisms underlying their production in golden pompano (*Trachinotus blochii*) fillets subjected to different drying methods: A comparative study using an electronic nose, an electronic tongue and SDE-GC-MS. *Food Research International* **2019**, *123*, 217. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 9. Campbell, G. A.; Charles, J. A.; Roberts-Skilton, K.; Tsundupalli, M.; Oh, C. K.; Weinecke, A.; Wagner, R.; Franz, D.; Evaluating the taste masking effectiveness of various flavors in a stable formulated pediatric suspension and solution using the Astree™ electronic tongue. *Powder Technology* **2021**, *224*, 109. [[Crossref](#)]
 10. Duke, J. A.; Bogenschutz-Godwin, M. J.; duCellier, J.; Duke, P.-A. K.; *CRC Handbook of Medicinal Spices*, CRC Press LLC: Boca Raton, 2003.
 11. Aravamudan, S.; East Indies and West Indies: Comparative Misapprehensions. *Anthropological Forum* **2006**, *16*, 291. [[Crossref](#)]
 12. Fichter, J. R.; *As So Great a Proffit: How the east indies trade transformed Anglo-American capitalism*, Harvard University Press: Cambridge, Massachusetts, 2010.
 13. Harari, Y. N.; *Sapiens - Uma Breve História da Humanidade*, L&PM Editores: São Paulo, 2015.
 14. Pilcher, J.; *Food in World History*, Routledge: New York, 2006.
 15. Regulamento Técnico para Especiarias, Temperos e Molhos. RDC Nº 276, de 22 de setembro de 2005, DOU 184, 378-379.
 16. Pereira, R. D.; Caracterização de Pimentas do Gênero *Capsicum* spp. *Relatório do Estágio Supervisionado para a obtenção do Título de Engenheiro Agrônomo*. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, Estado de Pernambuco, 2018. Disponível em: <https://www.repository.ufrpe.br/bitstream/123456789/79711/tcc_eso_rebecadiogenespereira.pdf>. Acesso em: 28 julho 2021.
 17. Bontempo, M.; *Pimenta: e seus benefícios à saúde*, Editora Alaúde: São Paulo, 2007. [[Link](#)]
 18. Ishida, Y.; Ugawa, S.; Ueda, T.; Murakami, S.; Shimada, S.; Vanilloid receptor subtype-1 (VR1) is specifically localized to taste papillae. *Molecular Brain Research* **2002**, *107*, 17. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 19. Ravindran, P. N.; Kalluparackal, J. A.; Em *Handbook of herbs and spices*; Peter, K. V., ed.; Woodhead Publishing Limited, CRC Press: Boca Raton, 2001, cap 7. [[Crossref](#)]
 20. Berke, T. G.; Shieh, S. C.; Em *Handbook of herbs and spices*; Peter, K. V., ed.; Woodhead Publishing Limited, CRC Press: Boca Raton, 2001, cap 8. [[Crossref](#)]
 21. Sítio G1.; Aprenda a fazer o chimichurri, molho tradicional da cozinha argentina. Disponível em: <<http://g1.globo.com/minas-gerais/noticia/2013/12/aprenda-fazer-o-chimichurri-molho-tradicional-da-cozinha-argentina.html>>. Acesso em: 5 julho 2021.
 22. Soares, E. L. C.; Vignoli-Silva, M.; Vendruscolo, G. S.; Thode, V. A.; da Silva, J. G.; Mentz, L. A.; A família Solanaceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* **2008**, *6*, 177. [[Link](#)]
 23. Cichewicz, R. H.; Thorpe, P. A.; The antimicrobial properties of chile peppers (*Capsicum* species) and their uses in Mayan medicine. *Journal of Ethnopharmacology* **1996**, *52*, 61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 24. Grégio, A. M. T.; de Farias, M. M.; Gomes, M. C. B.; de Azevedo, L. R.; de Lima, A. A. S.; Machado, M. A. N.; Capsaicina e sua aplicação em odontologia. *Arquivos em Odontologia* **2016**, *44*, 45. [[Link](#)]
 25. Perucka, I.; Materska, M.; Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta Scientiarum Polonorum, Technologia Alimentaria* **2007**, *6*, 67. [[Link](#)]
 26. Eren, H.; Turkmen, A. S.; Aslan, A.; Effect of topical application of black pepper essential oil on peripheral intravenous catheter insertion: A randomized controlled study. *Explore* **2021**, In Press. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 27. Machado, F. B.; de Macêdo, I. Y. L.; Campos, H. M.; Moreno, E. K. G.; Silva, M. F. B.; de Oliveira Neto, J. R.; Ramalho, R. R. F.; Nascimento, A. R.; Vaz, B. G.; da Cunha, L. C.; Ghedini, P. C.; Diculescu, V. C.; Gil, E. S.; Antioxidant activity of thirty-six peppers varieties and vasorelaxant of selected varieties. *Food Bioscience* **2021**, *41*, 100989. [[Crossref](#)]
 28. Strybel, D.; Kumar, A. R.; Civilian pepper spray for self defense: Understanding user perception and impact of design on user performance. *International Journal of Industrial Ergonomics* **2020**, *80*, 103059. [[Crossref](#)]
 29. Cedrón, J. C.; La Capsaicina. *Revista de Química PUCP* **2013**, *27*, 7. [[Link](#)]
 30. Zhang, L.-L.; Zhao, L.; Zhang, Q.-B.; Shi, B.-L.; Zhong, K.; Wang, H.-Y.; Xie, R.; Liu, L.-Y.; The effect of the pungent sensation elicited by Sichuan pepper oleoresin on the sensory perception of saltiness throughout younger and older age groups. *Food Quality and Preference* **2020**, *86*, 103987. [[Crossref](#)]
 31. Zhang, D.; Sun, X.; Battino, M.; Wei, X.; Shi, J.; Zhao, L.; Liu, S.; Xiao, J.; Shi, B.; Zou, X.; A comparative overview on chili pepper (*Capsicum* genus) and sichuan pepper (*Zanthoxylum* genus): From pungent spices to pharma-foods. *Trends in Food Science & Technology* **2021**, In Press. [[Crossref](#)]
 32. Fan, L.; Zhang, C.; Zhao, R.; He, L.; Fan, W.; Wu, C.; Huang, Y.; Rapid and Nondestructive Determination of origin, volatile oil, sanshoamides and crack rate in the ‘Sichuan Pepper’ Based on a Novel Portable Near Infrared Spectrometer. *Journal of Food Composition and Analysis* **2021**, *101*, 103942. [[Crossref](#)]
 33. Martini, S.; Cattivelli, A.; Conte, A.; Tagliazucchi, D.; Black, green, and pink pepper affect differently lipid oxidation during cooking and in vitro digestion of meat. *Food Chemistry* **2021**, *350*, 129246. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
 34. Sítio Globe News Wire. Disponível em: <<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/02/05/1980349/0/en/World-Pepper-Market-2020-Historic-Review-of-2007-2018-with-Projections-to-2025.html>>. Acesso em: 28 julho 2021.
 35. Joseph, J.; Pushparani, D.; Baskar, V.; Sakthivel, K.; Potential socio-economic value-added therapeutic food from nutmeg fruit. *Journal of Biological and Information Sciences* **2013**, *2*, 13. [[Link](#)]

36. Gottlieb, O. R.; Chemical studies on medicinal myristicaceae from Amazonia. *Journal of Ethnopharmacology* **1979**, *1*, 309. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
37. Khan, I. A.; Abourashed, E. A.; *Encyclopedia of Common Natural Ingredients Used in Food, Drugs, and Cosmetics*, 3a. ed., John Wiley & Sons: New Jersey, 2010.
38. Iwu, M. M.; *Handbook of African Medicinal Plants. Second Edition*, CRC Press: Boca Raton, 2014.
39. Maya, K. M.; Zachariah, T. J.; Krishnamoorthy, B.; Chemical composition of essential oil of nutmeg (*Myristica fragrans* Houtt.) accessions. *Journal of Spices and Aromatic Crops* **2004**, *13*, 135. [[Link](#)]
40. Somani, R.; Karve, S.; Jain, D.; Jain, K.; Singhai, A. K.; Phytochemical and pharmacological potential of *Myristica fragrans* Houtt: A comprehensive review. *Pharmacognosy Reviews* **2008**, *2*, 68.
41. Mallavarapu, G. R.; Ramesh, S.; Composition of essential oils of nutmeg and mace. *Journal Medicinal Aromatic Plant Science* **1998**, *20*, 746.
42. Sangalli, B. C.; Sangalli, B.; Chiang, W.; Toxicology of Nutmeg Abuse. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology* **2000**, *38*, 671. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
43. Wiart, C.; *Medicinal Plants of Asia and the Pacific*, CRC Press: Boca Raton, 2006.
44. Olajide, O. A.; Ajayi, F. F.; Ekhelar, A. I.; Awe, S. O.; Makinde, J. M.; Alada, A. R. A.; Biological effects of *Myristica fragrans* (nutmeg) extract. *Phytotherapy Research* **1999**, *13*, 344. [[Crossref](#)]
45. Valente, V. M. M.; Jham, G. N.; Jardim, C. M.; Dhingra, O. D.; Ghiviriga, I.; Major Antifungals in Nutmeg Essential Oil against *Aspergillus flavus* and *A. ochraceus*. *Journal of Food Research* **2015**, *4*, 51. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
46. Jardim, C. M.; Jham, G. N.; Dhingra, O. D.; Freire, M. M.; Composition and antifungal activity of the essential oil of the Brazilian *Chenopodium ambrosioides* L. *Journal of Chemical Ecology* **2008**, *34*, 1213. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. Valente, V. M. M.; Jham, N. G.; Onkar, D. D.; Ghiviriga, I.; Composition and antifungal activity of the Brazilian *Myristica fragrans* houtt essential oil. *Journal Food Safety* **2011**, *31*, 197. [[Crossref](#)]
48. Nurjanah, S.; Putri, I. L.; Sugiarti, D. P.; Antibacterial Activity of Nutmeg Oil. 2nd International Conference on Sustainable Agriculture and Food Security: A Comprehensive Approach, 2017. Disponível em: <<https://www.knepublishing.com/index.php/KnE-Life/article/view/1074>>. Acesso em: 28 julho 2021.
49. Huang, Y.; Tan, J. M. W. L.; Kini, R. M.; Ho, S. H.; Toxic and antifeedant action of nutmeg oil against *Tribolium castaneum* (Herbst). *Journal of Stored Products Research* **1997**, *33*, 289. [[Crossref](#)]
50. Chatterjee, D.; Inhibition of fungal growth and infection in maize grains by spice oils. *Letters in Applied Microbiology* **1990**, *11*, 148. [[Crossref](#)]
51. Olaleye, M. T.; Akinmoladun, A. C.; Akindahunsi, A. A.; Antioxidant properties of *Myristica fragrans* and its effects in select organs of albino rats. *African Journal of Biotechnology* **2006**, *5*, 1274. [[Link](#)]
52. Sonawane, G. S.; Sarveiya, V. P.; Kasture, V. S.; Kasture, V. B.; Anxiogenic activity of *Myristica fragrans* seeds. *Pharmacology Biochemistry and Behavior* **2002**, *71*, 239. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
53. Tajuddin, S. A.; Latif, A.; Qasmi, I. A.; Amin, K. M. Y.; An experimental study of sexual function improving effect of *Myristica fragrans* Houtt. (nutmeg). *BMC Complementary and Alternative Medicine* **2005**, *5*, 5. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
54. Parle, M.; Dhingra, D.; Kulkarni, S. K.; Improvement of mouse memory by *Myristica fragrans* seeds. *Journal of Medicinal Food* **2004**, *7*, 157. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
55. Pal, M.; Srivastava, M.; Soni, D. K.; Kumar, A.; Tewari, S. K.; Composition and antimicrobial activity of essential oil of *Myristica fragrans* from Andaman Nicobar Island. *International Journal of Pharmaceutical and Life Science* **2011**, *2*, 1115. [[Link](#)]
56. Olajide, O. A.; Makinde, J. M.; Awe, S. O.; Evaluation of the Pharmacological Properties of Nutmeg Oil in Rats and Mice. *Pharmaceutical Biology* **2000**, *38*, 385. [[Crossref](#)]
57. Das, S.; Singh, V. K.; Dwivedy, A. K.; Chaudhari, A. K.; Dubey, N. K.; *Myristica fragrans* essential oil nanoemulsion as novel green preservative against fungal and aflatoxin contamination of food commodities with emphasis on biochemical mode of action and molecular docking of major components. *LWT* **2020**, *130*, 109495. [[Crossref](#)]
58. Singh, D.; N-butanol fraction of *myristica fragrans* attenuates scopolamine-induced memory impairment in the experimental model of Alzheimer's disease in mice. *Journal of the Neurological Sciences* **2019**, *405*, 72. [[Crossref](#)]
59. Shyni, G. L.; Sajin, K. F.; Mangalam, S. N.; Raghu, K. G.; An *in vitro* study reveals the anti-obesity effects of 7- methoxy-3-methyl-5-((E)-prop-1-enyl)-2-(3,4,5-trimethoxyphenyl)-2,3-dihydrobenzofuran from *Myristica fragrans*. *European Journal of Pharmacology* **2021**, *891*, 173686. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
60. Nguyen, P. H.; Le, T. V. T.; Kang, H. W.; Chae, J.; Kim, S. K.; Kwon, K.; Seo, D. B.; Lee, S. J.; Oh, W. K.; AMP-activated protein kinase (AMPK) activators from *Myristica fragrans* (nutmeg) and their anti-obesity effect. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters* **2010**, *20*, 4128. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
61. Aungtikun, J.; Soonwera, M.; Sittichok, S.; Insecticidal synergy of essential oils from *Cymbopogon citratus* (Stapf.), *Myristica fragrans* (Houtt.), and *Illicium verum* Hook. f. and their major active constituents. *Industrial Crops and Products* **2021**, *164*, 113386. [[Crossref](#)]
62. Haldhar, R.; Prasad, D.; Saxena, A.; *Myristica fragrans* extract as an eco-friendly corrosion inhibitor for mild steel in 0.5 M H₂SO₄ solution. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2018**, *6*, 2290. [[Crossref](#)]
63. Salomão, K.; Conheça a rota das especiarias: De onde vieram os principais temperos e onde são produzidos no Brasil. Revista Globo Rural. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Noticias/noticia/2014/02/conheca-rota-das-especiarias.html>>. Acesso em: 7 julho 2021.
64. Singletary, K.; Clove. *Nutrition Today* **2014**, *49*, 207. [[Crossref](#)]
65. Affonso, R. S.; Rennó, M. N.; Slana, G. B. C. A.; França, T. C. C.; Aspectos Químicos e Biológicos do Óleo Essencial de Cravo da Índia. *Revista Virtual de Química* **2012**, *4*, 146. [[Crossref](#)]

66. Lambert, M. M.; Campos, D. R.; Borges, D. A.; de Avelar, B. R.; Ferreira, T. P.; Cid, Y. P.; Boylanc, F.; Scotta, F. B.; Chaves, D. S. A.; Coumendouros, K.; Activity of *Syzygium aromaticum* essential oil and its main constituent eugenol in the inhibition of the development of *Ctenocephalides felis felis* and the control of adults. *Veterinary Parasitology* **2020**, *282*, 109126. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
67. Valente, R. O. H.; Sampaio, F. C.; Souza, I. A.; Higino, J. S.; Preclinical (acute) toxicologic study of the extract of *Syzygium aromaticum* (L) in rodents. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **2009**, *19*, 557. [[Crossref](#)]
68. Bhowmik, D.; Kumar, K. P. S.; Yadav, A.; Srivastava, S.; Paswan, S.; Dutta, A. S.; Recent Trends in Indian Traditional Herbs *Syzygium aromaticum* and its Health Benefits. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* **2012**, *1*, 13. [[Link](#)]
69. Rhind, J. P.; *Essential Oils A Handbook for Aromatherapy Practice*, 2a. ed., Jessica Kingsley Publishers: London, 2012.
70. Chaieb, K.; Hajlaoui, H.; Zmantar, T.; Kahla-Nakbi, A. B.; Rouabhia, M.; Mahdouani, K.; Bakhrouf, A.; The chemical composition and biological activity of clove essential oil, *Eugenia caryophyllata* (*Syzygium aromaticum* L. Myrtaceae): a short review. *Phytotherapy Research* **2007**, *21*, 501. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
71. Matan, N.; Rimkeeree, H.; Mawson, A. J.; Chompreeda, P.; Haruthaithanasan, V.; Parker, M.; Antimicrobial activity of cinnamon and clove oils under modified atmosphere conditions. *International Journal of Food Microbiology* **2006**, *107*, 180. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
72. Takechi, M.; Tanaka, Y.; Purification and Characterization of Antiviral Substance from the Bud of *Syzygium aromaticum*. *Planta Medica* **1981**, *42*, 69. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
73. Gülçin, I.; Elmastaş, M.; Aboul-Enein, H. Y.; Antioxidant activity of clove oil – A powerful antioxidant source. *Arabian Journal of Chemistry* **2012**, *5*, 489. [[Crossref](#)]
74. Jirovetz, L.; Buchbauer, G.; Stoilova, I.; Stoyanova, A.; Krastanov, A.; Schmidt, E.; Chemical Composition and Antioxidant Properties of Clove Leaf Essential Oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2006**, *54*, 6303. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
75. Tanko, Y.; Mohammed, A.; Okasha, M. A.; Umah, A.; Magaji, R. A.; Anti-Nociceptive and Anti-Inflammatory Activities of Ethanol Extract of *Syzygium aromaticum* Flower Bud in Wistar Rats and Mice. *African Journal of Traditional, Complementary and Alternative Medicines* **2008**, *5*, 209. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
76. Hunter, M.; *Essential oils: art, agriculture, Science, industry and Entrepreneurship*, Nova Science Publishers Inc: New York, 2009.
77. Trongtokit, Y.; Rongsriyam, Y.; Komalamisra, N.; Apiwathnasorn, C.; Comparative repellency of 38 essential oils against mosquito bites. *Phytotherapy Research* **2005**, *19*, 303. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
78. Yassin, M. T.; Al-Askar, A. A.; Mostafa, A. A.-F.; El-Sheikh, M. A.; Bioactivity of *Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M.Perry extracts as potential antimicrobial and anticancer agents. *Journal of King Saud University - Science* **2020**, *32*, 3273. [[Crossref](#)]
79. Shekhar, S.; Yadav, Y.; Singh, A. P.; Pradhan, R.; Desai, G. R.; Dey, A. B.; Dey, S.; Neuroprotection by ethanolic extract of *Syzygium aromaticum* in Alzheimer's disease like pathology via maintaining oxidative balance through SIRT1 pathway. *Experimental Gerontology* **2018**, *110*, 277. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
80. Tiwari, P.; Verma, R.; Ahirwar, D.; Chandy, A.; Dwivedi, S.; Evaluation of anxiolytic effect of *Syzygium aromaticum*: a traditional herb of India. *Asian Pacific Journal of Tropical Disease* **2014**, *4*, S77. [[Crossref](#)]
81. Zanusso Junior, G.; Massago, M.; Kian, D.; Toledo, M. J. O.; Efficacy of essential oil of *Syzygium aromaticum* alone and in combination with benznidazole on murine oral infection with *Trypanosoma cruzi* IV. *Experimental Parasitology* **2018**, *185*, 92. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
82. Kumar, T. S. J.; Akshay, V. R.; Vasundhara, M.; Muthu, A.; Biosynthesis of multiphase Iron nanoparticles using *Syzygium aromaticum* and their magnetic properties. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* **2020**, *603*, 125241. [[Crossref](#)]
83. Sítip Mordor Intelligence. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/global-clove-market>>. Acesso em 29 julho 2021.
84. Lee, R.; Balick, M. J.; Sweet wood - cinnamon and its importance as a spice and medicine. *Explore* **2005**, *1*, 61. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
85. Sítio Bíblia Sagrada Online. Disponível em: <https://www.bibliacon.com/versiculo/exodo_30_23/>. Acesso em: 29 julho 2021.
86. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC N° 276, de 22 de Setembro de 2005. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0276_22_09_2005.html>. Acesso em 15 março 2022.
87. Ravindran, P. N.; Nirmal-Babu, N.; Shylaja, M.; *Cinnamon and Cassia: The Genus Cinnamomum*, CRC Press: Boca Raton, 2004.
88. Jayaprakasha, G. K.; Rao, L. J. M.; Sakariah, K. K.; Chemical composition of the flower oil of *Cinnamomum zeylanicum* blume. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2000**, *48*, 4294. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
89. Wang, R.; Wang, R.; Yang, B.; Extraction of essential oils from five cinnamon leaves and identification of their volatile compound compositions. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* **2009**, *10*, 289. [[Crossref](#)]
90. Gan, Z.; Huang, J.; Chen, J.; Nisar, M. F.; Qi, W.; Synthesis and Antifungal Activities of Cinnamaldehyde Derivatives against *Penicillium digitatum* Causing Citrus Green Mold. *Journal of Food Quality* **2020**, *1*. [[Crossref](#)]
91. Wang, P.; Ma, L.; Jin, J.; Zheng, M.; Pan, L.; Zhao, Y.; Sun, X.; Liu, Y.; Xing, F.; The anti-aflatoxigenic mechanism of cinnamaldehyde in *Aspergillus flavus*. *Scientific Reports* **2019**, *9*, 10499. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
92. Domadia, P.; Swarup, S.; Bhunia, A.; Sivaraman, J.; Dasgupta, D.; Inhibition of bacterial cell division protein FtsZ by cinnamaldehyde. *Biochemical Pharmacology* **2007**, *74*, 831. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]

93. Yuan, X.; Han, L.; Fu, P.; Zeng, H.; Lv, C.; Chang, W.; Runyon, R. S.; Ishii, M.; Han, L.; Liu, K.; Fan, T.; Zhang, W.; Liu, R.; Cinnamaldehyde accelerates wound healing by promoting angiogenesis via up-regulation of PI3K and MAPK signaling pathways. *Laboratory Investigation* **2018**, *98*, 783. [Crossref] [PubMed]
94. Nabavi, S. F.; Di Lorenzo, A.; Izadi, M.; Sobarzo-Sánchez, E.; Daglia, M.; Nabavi, S. M.; Antibacterial Effects of Cinnamon: From Farm to Food, Cosmetic and Pharmaceutical Industries. *Nutrients* **2015**, *7*, 7729. [Crossref] [PubMed]
95. Krishnamoorthy, B.; Rema, J.; Em *Cinnamon and Cassia: The Genus Cinnamomum*, CRC Press: Boca Raton, 2004.
96. Wijesekera, R.; Historical overview of the cinnamon industry. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **1997**, *10*, 1. [Crossref] [PubMed]
97. Chang, C.-T.; Chang, W.-L.; Hsu, J.-C.; Shih, Y.; Chou, S.-T. Chemical composition and tyrosinase inhibitory activity of Cinnamomum cassia essential oil. *Botanical Studies* **2013**, *54*, 10. [Crossref] [PubMed]
98. Becerril, R.; Nerín, C.; Gómez-Lus, R.; Evaluation of bacterial resistance to essential oils and antibiotics after exposure to oregano and cinnamon essential oils. *Foodborne Pathogens and Disease* **2012**, *9*, 699. [Crossref] [PubMed]
99. Utchariyakiat, I.; Surassmo, S.; Jaturanpinyo, M.; Khuntayaporn, P.; Chomnawang, M. T.; Efficacy of cinnamon bark oil and cinnamaldehyde on anti-multidrug resistant Pseudomonas aeruginosa and the synergistic effects in combination with other antimicrobial agents. *BMC Complement Alternative Medicine* **2016**, *16*, 158. [Crossref] [PubMed]
100. Chaudhari, L. K. D.; Jawale, B. A.; Sharma, S.; Sharma, H.; Kumar, C. D. M.; Kulkarni, P. A.; Antimicrobial Activity of Commercially Available Essential Oils Against Streptococcus Mutans. *The Journal of Contemporary Dental Practice* **2012**, *13*, 71. [Crossref] [PubMed]
101. Singh, G.; Maurya, S.; de Lampasona, M. P.; Catalan, C. A. N.; A comparison of chemical, antioxidant and antimicrobial studies of cinnamon leaf and bark volatile oils, oleoresins and their constituents. *Food and Chemical Toxicology* **2007**, *45*, 1650. [Crossref] [PubMed]
102. Lee, H. S.; Ahn, Y. J.; Growth-inhibiting effects of Cinnamomum cassia bark-derived materials on human intestinal bacteria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **1998**, *46*, 8. [Crossref] [PubMed]
103. Paudel, S. K.; Bhargava, K.; Kotturi, H.; Antimicrobial activity of cinnamon oil nanoemulsion against Listeria monocytogenes and Salmonella spp. on melons. *LWT* **2019**, *111*, 682. [Crossref]
104. Qin, B.; Nagasaki, M.; Ren, M.; Bajotto, G.; Oshida, Y.; Sato, Y.; Cinnamon extract (traditional herb) potentiates in vivo insulin-regulated glucose utilization via enhancing insulin signaling in rats. *Diabetes Research and Clinical Practice* **2003**, *62*, 139. [Crossref] [PubMed]
105. Chang, W.-L.; Cheng, F.-C.; Wang, S.-P.; Chou, S.-T.; Shih, Y.; Cinnamomum cassia essential oil and its major constituent cinnamaldehyde induced cell cycle arrest and apoptosis in human oral squamous cell carcinoma HSC-3 cells. *Environmental Toxicology* **2017**, *32*, 456. [Crossref] [PubMed]
106. Kurokawa, M.; Kumeda, C. A.; Yamamura, J.; Kamiyama, T.; Shiraki K.; Antipyretic activity of cinnamyl derivatives and related compounds in influenza virus-infected mice. *European Journal of Pharmacology* **1998**, *348*, 45. [Crossref] [PubMed]
107. Hariri, M.; Ghiasvand, R.; Em *Drug Discovery from Mother Nature*; Gupta, S. C.; Prasad, S.; Aggarwal, B. B., eds.; Springer International Publishing: Suíça, 2016. [Crossref]
108. Sítio Persistence Market Research. Disponível em: <https://www.persistencemarketresearch.com/market-research/cinnamon-market.asp>. Acesso em: 29 julho 2021.
109. Sítio Mordor Intelligence. Disponível em: <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/cinnamon-market>. Acesso em: 29 julho 2021.
110. Sítio Grand View Research. Disponível em: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/cinnamon-market>. Acesso em: 29 julho 2021.
111. Food and Agriculture Organization (FAO). Crops and livestock products. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 15 março 2022.
112. Food and Agriculture Organization (FAO). Production Indices. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QI>. Acesso em: 15 março 2022.
113. Kiill, L. H. P.; Resende, G. M.; Souza, R. J. Cultivo da Cebola no Nordeste. Embrapa Semi-Árido. Sistemas de Produção, 3. Nov/2007. Disponível em: <http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/sistema_producao/spcebola/botanica.htm>. Acesso em: 11 julho 2021.
114. Fenwick, G. R.; Hanley, A. B.; Whitaker, J. R.; The genus allium - part 1. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **2009**, *22*, 199. [Crossref]
115. Fenwick, G. R.; Hanley, A. B. Em *Onions and Allied Crops*; vol 3, Brewster, J. L.; Rabinowitch, H. D., eds.; CRC Press: Boca Raton, 1990, cap. 4.
116. Hanley, A. B.; Fenwick, G. R.; Cultivated Alliums. *Journal of Plant Foods* **1985**, *6*, 211. [Crossref]
117. Jay, M.; *Onions and Garlic - A Global History*, Reaktion Books Ltd: London, 2015.
118. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria 242/1992. Disponível em: <http://sistemasweb.agricultura.gov.br/sislegis/action/detalhaAto.do?method=visualizarAtoPortalMpa&chave=1429352813>. Acesso em: 15 março 2022.
119. Darbyshire, B.; Steer, B. T.; Em *Onions and Allied Crops*; Brewster, J. L.; Rabinowitch, H. D., eds.; CRC Press: Boca Raton, 1990, vol 3, cap. 1.
120. Suzuki, T.; Sugii, M.; Kakimoto, T.; New γ -glutamyl peptides in garlic. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* **1961**, *9*, 77. [Crossref]
121. Mütsch-Eckner, M.; Meier, B.; Wright, A. D.; Sticher, O.; γ -glutamyl peptides from Allium sativum bulbs. *Phytochemistry* **1992**, *31*, 2389. [Crossref]
122. Suzuki, T.; Sugii, M.; Kakimoto, T.; γ -L-Glutamyl-S-allyl-L-cysteine, a new γ -glutamyl peptide in garlic. *Chemical & Pharmaceutical Bulletin* **1962**, *10*, 345. [Crossref]
123. Sykes, D.; *The Miracle of Garlic*, Copyright by David Sykes, 2015.

124. Krest, I.; Glodek, J.; Keusgen, M.; Cysteine sulfoxides and alliinase activity of some *Allium* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **2000**, *48*, 3753. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
125. Fonseca, G. M.; Passos, T. C.; Ninahuaman, M. F. M. L.; Caroci, A. S.; Costa, L. S.; Avaliação da atividade antimicrobiana do alho (*Allium sativum* Liliaceae) e de seu extrato aquoso. *Revista Brasileira Plantas Medicinai* **2014**, *16*, 679. [[Crossref](#)]
126. Wang, Y.; Wei, K.; Han, X.; Zhao, D.; Zheng, Y.; Chao, J.; Gou, J.; Kong, F.; Zhang, C.-S.; The Antifungal Effect of Garlic Essential Oil on *Phytophthora nicotianae* and the Inhibitory Component Involved. *Biomolecules* **2019**, *9*, 632. [[Crossref](#)]
127. Hayat, S.; Cheng, Z. H.; Ahmad, H.; Ali, M.; Chen, X. J.; Wang, M. Y.; Garlic, from remedy to stimulant: Evaluation of antifungal potential reveals diversity in phytoalexin allicin content among garlic cultivars; allicin containing aqueous garlic extracts trigger antioxidants. *Frontier Plant Science* **2016**, *7*, article 1235. [[Crossref](#)]
128. Yin, M. C.; Cheng, W.; Antioxidant activity of several *Allium* members. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **1998**, *46*, 4097. [[Crossref](#)]
129. Nuutila, M.; Puupponen-Pimiä, R.; Aarni, M.; Oksman-Caldentey, K. M.; Comparison of antioxidant activities of onion and garlic extracts by inhibition of lipid peroxidation and radical scavenging activity. *Food Chemistry* **2003**, *81*, 485. [[Crossref](#)]
130. Mousa, A. S.; Mousa, S.; Anti-Angiogenesis Efficacy of the Garlic Ingredient Alliin and Antioxidants: Role of Nitric Oxide and p53. *Nutrition and Cancer* **2005**, *53*, 104. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
131. Mariutti, L. R. B.; Bragagnolo, N.; A oxidação lipídica em carne de frango e o impacto da adição de sálvia (*Salvia officinalis*, L.) e de alho (*Allium sativum*, L.) como antioxidantes naturais. *Revista Instituto Adolfo Lutz* **2009**, *68*, 1. [[Link](#)]
132. Hirsch, K.; Danilenko, M.; Giat, J.; Miron, T.; Rabinkov, A.; Wilchek, M.; Mirelman, D.; Levy, J.; Sharoni, Y.; Effect of purified allicin, the major ingredient of freshly crushed garlic, on cancer cell proliferation. *Nutrition and Cancer* **2000**, *38*, 245. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
133. Adaki, S.; Adaki, R.; Shah, K.; Karagir, A.; Garlic: Review of Literature. *Indian Journal Cancer* **2014**, *51*, 577. [[Crossref](#)]
134. Zhang, Y.; Liu, X.; Ruan, J.; Zhuang, X.; Zhang, X.; Li, Z.; Phytochemicals of garlic: Promising candidates for cancer therapy. *Biomedicine & Pharmacotherapy* **2020**, *123*, 109730. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
135. Kanamori, Y.; Via, L. D.; Macone, A.; Canettieri, G.; Greco, A.; Toninello, A.; Agostinelli, E.; Aged garlic extract and its constituent, S-allyl-L-cysteine, induce the apoptosis of neuroblastoma cancer cells due to mitochondrial membrane depolarization. *Experimental and Therapeutic Medicine* **2020**, *19*, 1511. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
136. Haidari, F.; Rashidi, M. R.; Eshraghian, M. R.; Mahboob, S. A.; Shahi, M. M.; Keshavarz, S. A.; Hypouricemic and antioxidant activities of *Allium cepa* Liliaceae and quercetin in normal and hyperuricemic rats. *Saudi Medical Journal* **2008**, 1573. [[PubMed](#)]
137. El-Sabban, F.; Abouazra, H.; Cardiovasculares. Review: Effect of garlic on atherosclerosis and its factors. *Eastern Mediterranean Health Journal* **2008**, *14*, 195. [[Link](#)]
138. Donma, M. M.; Donma, O.; The Effects of *Allium Sativum* on Immunity within the Scope of COVID-19 Infection. *Medical Hypotheses* **2020**, *144*, 109934. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
139. Ahmed, S. S. T.; Fahim, J. R.; Youssif, K. A.; Amin, M. N.; Abdel-Aziz, H. M. H.; Brachmann, A. O.; Piel, J.; Abdelmohsen, U. R.; Hamed, A. N. E.; Cytotoxic potential of *Allium sativum* L. roots and their green synthesized nanoparticles supported with metabolomics and molecular docking analyses. *South African Journal of Botany* **2021**, *142*, 131. [[Crossref](#)]
140. Liu, Q.; Wu, F.; Chen, Y.; Alrashood, S. T.; Alharbi, S. A.; Anti-human colon cancer properties of a novel chemotherapeutic supplement formulated by gold nanoparticles containing *Allium sativum* L. leaf aqueous extract and investigation of its cytotoxicity and antioxidant activities. *Arabian Journal of Chemistry* **2021**, *14*, 103039. [[Crossref](#)]
141. Velsankar, K.; Kumar, R. M. A.; Preethi, R.; Muthulakshmi, V.; Sudhahar, S.; Green synthesis of CuO nanoparticles via *Allium sativum* extract and its characterizations on antimicrobial, antioxidant, antilarvicidal activities. *Journal of Environmental Chemical Engineering* **2020**, *8*, 104123. [[Crossref](#)]
142. Sítio The Food and Agriculture Organization of the United Nations Organization. Pesquisa com a palavra “garlic”. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 3 junho 2021.
143. Shigyo, M.; Kik, C.; Em *Vegetables II: Fabaceae, Liliaceae, Solanaceae and Umbelliferae*; Prohens, J.; Nuez, F., eds.; Springer Science: Berlim, 2008.
144. Galetto, W. G.; Bednarczyk, A. A.; Relative flavor contribution of individual volatile components of the oil of onion (*Allium cepa*). *Journal of Food Science* **1975**, *40*, 1165. [[Crossref](#)]
145. Boelens, M.; de Valois, P. J.; Wobben, H. J.; van der Gen, A.; Volatile Flavor Compounds from Onion. *Journal Agriculture Food Chemistry* **1971**, *19*, 984. [[Crossref](#)]
146. Whitaker, J. R.; Development of Flavor, Odor, and Pungency in Onion and Garlic. *Advances in Food Research* **1976**, *22*, 73. [[Crossref](#)]
147. Galdón, B. R.; Rodríguez, E. M. R.; Romero, C. D.; Flavonoids in Onion Cultivars (*Allium cepa* L.). *Journal of Food Science* **2008**, *73*, C599. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
148. Patil, B. S.; Pike, L. M.; Yoo, K. S.; Variation in the Quercetin Content in Different Colored Onions (*Allium cepa* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science* **1995**, *120*, 909. [[Crossref](#)]
149. Kiviranta, J.; Huovinen, K.; Hiltunen, R.; Variation of flavonoids in *Allium cepa*. *Planta Medica* **1986**, 517. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
150. Patil, B. S.; Pike, L. M.; Distribution of potentially anticarcinogenic quercetin content in different rings of various colored onion (*Allium cepa* L.) cultivars. *Journal of Horticultural Science* **1995**, *70*, 643. [[Crossref](#)]
151. Augusti, K. T.; Therapeutic values of onion (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Indian Journal Experimental Biology* **1996**, *34*, 634. [[PubMed](#)]
152. Balakrishnaraja, R.; Swetha, V.; Srivigneswar, S.; Priyaa, S. S.; Gowrishankar, L.; Formulation and development of functionally enriched onion (*Allium cepa*) bread. *Materials Today: Proceedings* **2021**, In Press. [[Crossref](#)]

153. Jini, D.; Sharmila, S.; Green synthesis of silver nanoparticles from *Allium cepa* and its in vitro antidiabetic activity. *Materials Today: Proceedings* **2020**, *22*, 432. [Crossref]
154. Mani, M.; Okla, M. K.; Selvaraj, S.; Kumar, A. R.; Kumaresan, S.; Muthukumar, A.; Kaviyarasu, K.; El-Tayeb, M. A.; Elbadawi, Y. B.; Almaary, K. S.; Almunqedhi, B. M. A.; Elshikh, M. S.; A novel biogenic *Allium cepa* leaf mediated silver nanoparticles for antimicrobial, antioxidant, and anticancer effects on MCF-7 cell line. *Environmental Research* **2021**, *198*, 111199. [Crossref] [PubMed]
155. Silva, J. S.; Extração de DNA de cebola (*Allium cepa*) por alunos de uma Escola Estadual de Teresina-PI, como complemento no ensino de genética. *Revista Científica Semana Acadêmica* 2018. [Link]
156. Gonçalves, T. M.; Extrair o DNA de vegetais: uma proposta de aula prática para facilitar a aprendizagem de Genética no Ensino Médio. *Revista Educação Pública* **2021**, *21*, 1. [Link]
157. Imai, S.; Tsuge, N.; Tomotake, M.; Nagatome, Y.; Sawada, H.; Nagata, T.; Kumagai, H.; An onion enzyme that makes the eyes water. *Nature* **2002**, *419*, 685. [Crossref] [PubMed]
158. Spare, C. G.; Virtanen, A. I.; On the lacrimatory factor in onion (*Allium cepa*) vapours and its precursor. *Acta Chemica Scandinavica* **1963**, *17*, 641. [Crossref]
159. Sítio Expert Market Research. Disponível em: <<https://www.expertmarketresearch.com/pressrelease/global-onion-powder-market>>. Acesso em: 29 julho 2021.
160. Sítio The Food and Agriculture Organization of the United Nations Organization. Pesquisa com a palavra onion. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 6 junho 2021.
161. Zingiberaceae. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Zingiberaceae>>. Acesso em: 9 junho 2021. A família Zingiberaceae é a maior da ordem Zingiberales, contém 53 gêneros e mais de 1.200 espécies nativas de regiões tropicais, especialmente no sul e sudeste da Ásia, na África tropical e até a América do Sul e Central.
162. Manfrini, A. M.; Reconhecimento e Potencialidades de Plantas Medicinais Ayurvédicas Utilizadas na Medicina popular pela Comunidade da Costa de Cima, Lagoa do Peri, Florianópolis/SC. Florianópolis/SC, 2009. 121 páginas. Trabalho de conclusão de curso – Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina.
163. Deveza, A. C. R. S.; Ayurveda – a medicina clássica indiana. *Revista de Medicina* **2013**, *92*, 156-65. [Link]
164. Shakya, S. R.; Medicinal Uses of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) Improves Growth and Enhances Immunity in Aquaculture. *International Journal of Chemical Studies* **2015**, *2*, 83. [Link]
165. Narasimha, S.; Govindarajan, V. S.; Evaluation of spices and oleoresin-VI-pungency of ginger components, gingerols and shogaols and quality. *Journal Food Technology* **1978**, *13*, 31. [Crossref]
166. Narasimhan, S.; Govindarajan, V. S.; Evaluation of spices and oleoresin-VI-pungency of ginger components, gingerols and shogaols and quality. *International Journal of Food Science & Technology* **2007**, *13*, 31. [Crossref]
167. Connell, D. W.; The chemistry of the essential oil and oleoresin of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe). *Flavour Industry* **1970**, 677.
168. Entering the European market for dried ginger. Disponível em: <<https://www.cbi.eu/market-information/spices-herbs/dried-ginger/market-entry>>. Acesso em: 29 julho 2021.
169. Stone, A.; Ginger: Uncover the incredible healing and disease fighting powers of this ancient root. Copyright Ashley Stone, 2015.
170. Carvalho, G. C. N.; Lira-Neto, J. C. G.; Araújo, M. F. M.; Freitas, R. W. J. F.; Zanetti, M. L.; Damasceno, M. M. C.; Effectiveness of ginger in reducing metabolic levels in people with diabetes: a randomized clinical trial. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* **2020**, *28*, e3369. [Link]
171. Oliveira, C. T.; Caracterização físico-química, quantificação do 6-gingerol e determinação da atividade antioxidante e anti-inflamatória do gengibre (*Zingiber officinale*) / Cíntia Tarabal Oliveira. – **2018**. 108 f.
172. Semwal, R. B.; Semwal, D. K.; Combrinck, S.; Viljoen, A. M.; Gingerols and Shogaols: Important Nutraceutical Principles from Ginger. *Phytochemistry* **2015**, *117*, 554. [Crossref] [PubMed]
173. Grzanna, R.; Lindmark, L.; Frondoza, C. G.; Ginger - an herbal medicinal product with broad anti-inflammatory actions. *Journal of Medicinal Food* **2005**, *8*, 125. [Crossref] [PubMed]
174. Thomson, M.; al-Qattan, K.; al-Sawan, S.; Alnaqeeb, M.; Khan, I.; Ali, M.; The use of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) as a potential antiinflammatory and antithrombotic agent. *Prostaglandins, Leukotrienes & Essential Fatty Acids* **2002**, *67*, 475. [Crossref] [PubMed]
175. Beristain-Bauza, S. D. C.; Hernández-Carranza, P.; Cid-Pérez, T. S.; Ávila-Sosa, R.; Ruiz-López, I. I.; Ochoa-Velasco, C. E.; Antimicrobial Activity of Ginger (*Zingiber Officinale*) and Its Application in Food Products. *Food Reviews International* **2019**, *1*. [Crossref]
176. Yamamoto-Ribeiro, M. M. G.; Grespan, R.; Kohiyama, C. Y.; Dias, F.; Galerani, S. A.; Leite, E.; Alves de Abreu, B.; Graton, J. M.; Machinski, M.; Effect of *Zingiber officinale* essential oil on *Fusarium verticillioides* and fumonisin production. *Food Chemistry* **2013**, *141*, 3147. [Crossref] [PubMed]
177. Hussein, K. A.; Joo, J. H.; Antifungal Activity and Chemical Composition of Ginger Essential Oil against Ginseng Pathogenic Fungi. *Current Research in Environmental & Applied Mycology* **2018**, *8*, 194. [Crossref]
178. Lucky, E.; Igbinsosa, O. E.; Jonahan, I.; Antimicrobial Activity of *Zingiber Officinale* against Multidrug Resistant Microbial Isolates. *Health Science Research* **2017**, *4*, 76. [Link]
179. Hitomi, S.; Ono, K.; Terawaki, K.; Matsumoto, C.; Mizuno, K.; Yamaguchi, K.; Imai, R.; Omiya, Y.; Hattoti, T.; Kase, Y.; Inenaga, K.; [6]-Gingerol and [6]-Shogaol, Active Ingredients of the Traditional Japanese Medicine Hangehashinto, Relief Oral Ulcerative Mucositis-Induced Pain via Action on Na⁺ Channels. *Pharmacological Research* **2017**, *117*, 288. [Crossref] [PubMed]
180. Daily, J. W.; Yang, M.; Kim, D. S.; Park, S.; Efficacy of Ginger for Treating Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *Journal of Ethnic Foods* **2015**, *2*, 336. [Crossref]

181. Yeh, H. Y.; Chuang, C. H.; Chen, H. C.; Wan, C. J.; Chen, T. L.; Lin, L. Y.; Bioactive Components Analysis of Two Various Gingers (*Zingiber Officinale* Roscoe) and Antioxidant Effect of Ginger Extracts. *Food Science Technology* **2014**, *5*, 329. [Crossref]
182. Shirin, P. R.; Prakash, J.; Chemical Composition and Antioxidant Properties of Ginger Root (*Zingiber Officinale*). *Journal of Medicinal Plants Research* **2010**, *24*, 2674. [Crossref]
183. Grøntved, A.; Brask, T.; Kambskard, J.; Hentzer, E.; Ginger Root Against Seasickness: A Controlled Trial on the Open Sea. *Acta Oto-Laryngologica* **1988**, *105*, 45. [Crossref] [PubMed]
184. Soltani, E.; Jangjoo, A.; Aghaei, A. M.; Dalili, A.; Effects of Preoperative Administration of Ginger (*Zingiber Officinale* Roscoe) of Postoperative Nausea and Vomiting after Laparoscopic Cholecystectomy. *Journal of Traditional and Complementary Medicine* **2017**, *1*. [Crossref] [PubMed]
185. Zhang, W.; McAuslane, H. J.; Schuster, D. J.; Repellency of Ginger Oil to *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) on Tomato. *Journal of Economic Entomology* **2004**, *97*, 1310. [Crossref] [PubMed]
186. Kundu, J. K.; Na, H.-K.; Surh, Y.-J.; Em *Food Factors for Health Promotion*; vol. 61, Yoshikawa, T., ed.; Forum Nutr. Basel: Karger, 2009, cap 17. [Crossref]
187. Shukla, Y.; Singh, M.; Cancer preventive properties of ginger: a brief review. *Food Chemistry Toxicology* **2007**, *45*, 683. [Crossref] [PubMed]
188. Talebi, M.; İlgin, S.; Ebrahimi, V.; Talebi, M.; Farkhondeh, T.; Ebrahimi, H.; Samarghandian, S.; *Zingiber officinale* ameliorates Alzheimer's disease and Cognitive Impairments: Lessons from preclinical studies. *Biomedicine & Pharmacotherapy* **2021**, *133*, 111088. [Crossref] [PubMed]
189. Joshi, T.; Singh, L.; Jantwal, A.; Durgapal, S.; Upadhyay, J.; Kumar, A.; Rana, M.; Em *Naturally Occurring Chemicals Against Alzheimer's Disease*; Belwal, T.; Nabavi, S. M.; Nabavi, S. F.; Dehpour, A. R.; Shirooie, S., eds.; Academic Press: Cambridge, 2021, cap. 3.2.25. [Crossref]
190. da Silva, L. A.; Martins, M. A.; Santo, F. E.; Oliveira, F. C.; Chaves, F. C. M.; Chagas, E. C.; Martins, M. L.; de Campos, C. M.; Essential oils of *Ocimum gratissimum* and *Zingiber officinale* as anesthetics for the South American catfish *Pseudoplatystoma reticulatum*. *Aquaculture* **2020**, *528*, 735595. [Crossref]
191. Wang, Y.; Chinnathambi, A.; Nasif, O.; Alharbi, S. A.; Green synthesis and chemical characterization of a novel anti-human pancreatic cancer supplement by silver nanoparticles containing *Zingiber officinale* leaf aqueous extract. *Arabian Journal of Chemistry* **2021**, *14*, 103081. [Crossref]
192. Venkatadri, B.; Shanparvish, E.; Rameshkumar, M. R.; Arasu, M. V.; Al-Dhabi, N. A.; Ponnusamy, V. K.; Agastian, P.; Green synthesis of silver nanoparticles using aqueous rhizome extract of *Zingiber officinale* and *Curcuma longa*: In-vitro anti-cancer potential on human colon carcinoma HT-29 cells. *Saudi Journal of Biological Sciences* **2020**, *27*, 2980. [Crossref] [PubMed]
193. Eisa, W. H.; Zayed, M. F.; Anis, B.; Abbas, L. M.; Ali, S. S. M.; Mostafa, A. M.; Clean production of powdery silver nanoparticles using *Zingiber officinale*: The structural and catalytic properties. *Journal of Cleaner Production* **2019**, *241*, 118398. [Crossref]
194. Global Ginger Industry. Disponível em: <<https://www.globenewswire.com/news-release/2020/09/14/2092807/0/en/Global-Ginger-Industry.html>>. Acesso em: 29 julho 2021.
195. Overview Global Ginger Market. Disponível em: <<https://www.freshplaza.com/article/9263461/overview-global-ginger-market/>>. Acesso em: 29 julho 2021.
196. Ravindran, P. N.; Em *Turmeric: The Genus Curcuma*; Ravindran, P. N.; Babu, K. N.; Sivaraman, K., eds.; CRC Press: New York, 2007.
197. Khare, C. P.; *Indian Medicinal Plants*. Springer-Verlag Berlin: Heidelberg, 2007.
198. Sharma UK, Pegu S, Hazarika D, Das A.; Medico-religious plants used by the Hajong community of Assam, India. *Journal of Ethnopharmacology* **2012**, *143*, 787. [Crossref]
199. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia, Inovação e Insumos Estratégicos em Saúde. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. *Informações Sistematizadas da Relação Nacional de Plantas Medicinais de Interesse ao SUS: Curcuma longa L.*, Zingiberaceae – Açafraão-da-terra – Brasília: Ministério da Saúde, 2020, 182.
200. van Wyk, B.-E.; Wink, M.; *Phytomedicines, herbal drugs, and poisons*. Briza Publications: South Africa, 2014.
201. Global Turmeric Market 2017-2021. Disponível em: <<https://www.researchandmarkets.com/reports/4143786/global-turmeric-market-2017-2021>>. Acesso em 29 julho 2021.
202. Global Turmeric Market (2020 to 2026) - by Type, Distribution Channel, and Region. Disponível em: <<https://www.prnewswire.com/news-releases/global-turmeric-market-2020-to-2026---by-type-distribution-channel-and-region-301150094.html>>. Acesso em: 29 julho 2021.
203. Curcumin Market Size, Share & Trends Analysis Report by Application (Pharmaceutical, Food, Cosmetics), By Region (North America, Europe, Asia Pacific, Central & South America, Middle East & Africa), And Segment Forecasts, 2020 – 2027. Disponível em: <<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/turmeric-extract-curcumin-market>>. Acesso em: 29 julho 2021.
204. Heshelow, K.; *Turmeric: How to Use It for Your Wellness*. Sublime Beauty Naturals Publisher, 2017.
205. Lal, J.; Turmeric, Curcumin and Our Life: A Review. *Bulletin of Environment, Pharmacology and Life Sciences* **2012**, *1*, 11. [Link]
206. Leela, N. K.; Tava, A.; Shaf, P. M.; John, S. P.; Chempakam, B.; Chemical Composition of essential oils of turmeric (*Curcuma longa* L.). *Acta Pharmaceutica* **2002**, *52*, 137. [Link]
207. Luthra, P. M.; Singh, R.; Chandra, R.; Therapeutic uses of *Curcuma longa* (turmeric). *Indian Journal Clinical Biochemistry* **2001**, *16*, 153. [Crossref]
208. Jain, S.; Shrivastava, S.; Nayak, S.; Sumbhate, S.; Recent trends in *Curcuma Longa* Linn. *Pharmacognosy Reviews* **2007**, *1*, 119. [Link]
209. Chainani-Wu, N.; Safety and Anti-Inflammatory Activity of Curcumin: A Component of Tumeric (*Curcuma longa*). *The Journal of Alternative and Complementary Medicine* **2003**, *9*, 161. [Crossref] [PubMed]

210. Farhood, B.; Mortezaee, K.; Goradel, N. H.; Khanlarkhani, N.; Salehi, E.; Nashtaei, M. S.; Najafi, M.; Sahebkar, A.; Curcumin as an anti-inflammatory agent: Implications to radiotherapy and chemotherapy. *Journal Cell Physiology* **2019**, *234*, 5728. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
211. Adhvaryu M.; Vakharia, B.; Reddy, N.; Curcumin prevents mucositis and improves patient compliance in head & neck cancer patients under-going radio-chemotherapy. *Annals of Medicinal Chemistry and Research* **2018**, *4*, 1022. [[Link](#)]
212. Cheki, M.; Yahyapour, R.; Farhood, B.; Rezaeyan, A.; Shabeeb, D.; Amini, P.; Rezapoor, S.; Najafi, M.; COX-2 in radiotherapy: A potential target for radioprotection and radiosensitization. *Current Molecular Pharmacology* **2018**, *11*, 173. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
213. Chen, C.; Liu, Y.; Chen, Y.; Xu, J.; C086, a novel analog of curcumin, induces growth inhibition and down-regulation of NF- κ B in colon cancer cells and xenograft tumors. *Cancer Biology & Therapy* **2011**, *12*, 797. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
214. Kuttan, R.; Bhanumathy, P.; Nirmala, K.; George, M. C.; Potential anticancer activity of turmeric (*Curcuma longa*). *Cancer Letters* **1985**, *29*, 197. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
215. Boonrao, M.; Yodkeeree, S.; Ampasavate, C.; Anuchapreeda, S.; Limtrakul, P.; The inhibitory effect of turmeric curcuminoids on matrix metalloproteinase-3 secretion in human invasive breast carcinoma cells. *Archives of Pharmaceutical Research* **2010**, *33*, 989. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
216. Chen, X.; Wang, J.; Fu, Z.; Zhu, B.; Wang, J.; Guan, S.; Hua, Z.; Curcumin activates DNA repair pathway in bone marrow to improve carboplatin-induced myelosuppression. *Scientific Reports* **2017**, *7*, 17724. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
217. Soliman, W. E.; Shehata, T. M.; Mohamed, M. E.; Younis, N. S.; Elsewedy, H. S.; Enhancement of Curcumin Anti-Inflammatory Effect via Formulation into Myrrh Oil-Based Nanoemulgel. *Polymers* **2021**, *13*, 577. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
218. Heidari-Beni, M.; Moravejolahkami, A. R.; Gorgian, P.; Askari, G.; Tarrahi, M. J.; Bahreini-Esfahani, N.; Herbal formulation “turmeric extract, black pepper, and ginger” versus Naproxen for chronic knee osteoarthritis: A randomized, double-blind, controlled clinical trial. *Phytotherapy Research* **2020**, *34*, 2067. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
219. Selvam, R.; Subramanian, L.; Gayathri, R.; Angayarkanni, N.; The anti-oxidant activity of turmeric (*Curcuma longa*). *Journal of Ethnopharmacology* **1995**, *47*, 59. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
220. López-Malo, D.; Villarón-Casares, C. A.; Alarcón-Jiménez, J.; Miranda, M.; Díaz-Llopis, M.; Romero, F. J.; Villar, V. M.; Curcumin as a Therapeutic Option in Retinal Diseases. *Antioxidants* **2020**, *9*, 48. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
221. Ponnusamy, S.; Zinjarde, S.; Bhargava, S.; Rajamohanam, P. R.; RaviKumar, A.; Discovering Bisdemethoxycurcumin from *Curcuma longa* rhizome as a potent small molecule inhibitor of human pancreatic α -amylase, a target for type-2 diabetes. *Food Chemistry* **2012**, *135*, 2638. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
222. Zahedipour, F.; Hosseini, S. A.; Sathyapalan, T.; Majeed, M.; Jamialahmadi, T.; Al-Rasadi, K.; Banach, M.; Sahebkar, A.; Potential effects of curcumin in the treatment of COVID-19 infection. *Phytotherapy Research* **2020**, *34*, 2911. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
223. Senouci, H.; Benyelles, N. G.; Dib, M. E. A.; Costa, J.; Muselli, A.; Chemical Composition and Combinatory Antifungal Activities of *Ammoides verticillata*, *Allium sativum* and *Curcuma longa* Essential Oils Against Four Fungi Responsible for Tomato Diseases. *Combinatorial Chemistry & High Throughput Screening* **2020**, *23*, 196. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
224. Gámez-Espinosa, E.; Anaya, M.; Borges, P.; Crespo, D. M. B.; Antifungal effects of *Curcuma longa* L. essential oil against pathogenic strains isolated from indoor air. *Aerobiologia* **2021**, *37*, 119. [[Crossref](#)]
225. Hu, Y.; Zhang, J.; Kong, W.; Zhao, G.; Yang, M.; Mechanisms of antifungal and anti-aflatoxigenic properties of essential oil derived from turmeric (*Curcuma longa* L.) on *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry* **2017**, *220*, 1. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
226. Varghese, B.; Kurian, M.; Krishna, S.; Athira, T. S.; Biochemical synthesis of copper nanoparticles using *Zingiber officinalis* and *Curcuma longa*: Characterization and antibacterial activity study. *Materials Today: Proceedings* **2020**, *25*, 302. [[Crossref](#)]
227. Raheem, M. A.; Jiangang, H.; Yin, D.; Xue, M.; Rehman, K.; Rahim, M. A.; Gu, Y.; Fu, D.; Song, X.; Tu, J.; Khan, I. M.; Tipu, M. Y.; Qi, K.; Response of lymphatic tissues to natural feed additives, curcumin (*Curcuma longa*) and black cumin seeds (*Nigella sativa*), in broilers against *Pasteurella multocida*. *Poultry Science* **2021**, *100*, 101005. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
228. Aljedaie, M. M.; Al-Malki, E. S.; Anticoccidial activities of *Salvadora persica* (arak), *Zingiber officinale* (ginger) and *Curcuma longa* (turmeric) extracts on the control of chicken coccidiosis. *Journal of King Saud University - Science* **2020**, *32*, 2810. [[Crossref](#)]
229. Mitsuwan, W.; Bunsuwansakul, C.; Leonard, T. E.; Laohaprapanon, S.; Hounkong, K.; Bunluepuech, K.; Mahboob, T.; Raju, C.; Dhobi, M.; Pereira, M. L.; Mohammad, N.; Wiart, C.; Siyatpanah, A.; Norouzi, R.; Nissapatorn, V.; *Curcuma longa* ethanol extract and Curcumin inhibit the growth of *Acanthamoeba triangularis* trophozoites and cysts isolated from water reservoirs at Walailak University, Thailand. *Pathogens and Global Health* **2020**, *114*, 194. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
230. Mitsuwan, W.; Sangkanu, S.; Romyasamit, C.; Kaewjai, C.; Jimoh, T. O.; Pereira, M. L.; Siyatpanah, A.; Kayesth, S.; Nawaz, M.; Rahmatullah, M.; Butler, M. S.; Wilairatana, P.; Wiart, C.; Nissapatorn V.; *Curcuma longa* rhizome extract and Curcumin reduce the adhesion of *Acanthamoeba triangularis* trophozoites and cysts in polystyrene plastic surface and contact lens. *International Journal for Parasitology: Drugs and Drug Resistance* **2020**, *14*, 218. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]