

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

NATÁLIA CARIDE TEIXEIRA

QUÍMICA DOS ODORES

BAURU
2016

UNIVERSIDADE DO SAGRADO CORAÇÃO

NATÁLIA CARIDE TEIXEIRA

QUÍMICA DOS ODORES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação do Prof. M.e Erik Ceschini Panighel Benedicto.

BAURU
2016

T2663q Teixeira, Natália Caride

Química dos odores / Natália Caride Teixeira. --
2016.
55f. : il.

Orientador: Prof. M.e Erik C. Panighel Benedicto.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em
Química) - Universidade do Sagrado Coração - Bauru
– SP.

1. Odores. 2. Aroma. 3. Óleos essenciais. 4.
Cravo-da-índia. 5. Eugenol. I. Benedicto, Erik Ceschini
Panighel. II. Título.

NATÁLIA CARIDE TEIXEIRA

QUÍMICA DOS ODORES

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro de Ciências Exatas Sociais Aplicadas da Universidade do Sagrado Coração como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel em Química, sob orientação do Prof. M.e Erik Ceschini Panighel Benedicto.

Banca examinadora:

Prof. M.e Erik Ceschini Panighel Benedicto
Universidade do Sagrado Coração

Profa. Dra. Ana Paula Cerino Coutinho
Universidade do Sagrado Coração

Prof. Dr. Ângelo Ricardo Fávaro Pipi
Universidade do Sagrado Coração

Bauru, 17 de junho de 2016.

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãs, por sempre acreditarem no meu potencial e me apoiarem em todos os momentos durante a graduação.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela ajuda concedida a todos instantes da minha vida.

Aos meus pais por acreditarem sempre em mim, me dando a oportunidade de estudar nas melhores escolas desde criança, e por todo o suporte financeiro e psicológico durante toda a graduação.

Às minhas irmãs Samantha, Marília e Fernanda por todas as conversas, conselhos, apoio e amizade.

Ao orientador professor Erik Ceschini Panighel Benedicto, pela confiança depositada, tempo disponibilizado nas correções do trabalho e orientações, e pela paciência durante todo o tempo decorrido durante o semestre.

A todos os professores (as) que compartilharam suas experiências e por todo conhecimento transmitido.

Ao colega de sala Hernani Lopes, pela ajuda fundamental durante a parte prática do trabalho.

E por fim a todos as pessoas que conheci durante o curso, em especial aos colegas de classe, inesquecíveis.

“Feliz aquele que transfere o que sabe e aprende o que ensina.”

Cora Coralina

RESUMO

O presente trabalho busca englobar todos os aspectos de odores, tais como sua definição, como é possível percebê-lo, como um determinado cheiro pode suscitar recordações, bem como os odores agradáveis provenientes de especiarias, perfumes e suas respectivas origens, e também os odores desagradáveis, presentes na atmosfera e até mesmo exalados pelo próprio corpo. Apresenta também uma gama de estruturas moleculares que causam a sensação de odor, como a estrutura dos óleos essenciais e seus componentes, de compostos sintéticos entre outros. A obra disserta de forma sucinta, sobre sabores, em quais regiões da língua se sente cada um e como o cérebro responde ao estímulo da alimentação. Também aborda a produção da baunilha de três formas distintas, a partir da biotecnologia, de forma natural e sintética. Este estudo conta com uma parte experimental, tratando-se da extração do óleo essencial do cravo-da-índia, eugenol, a partir da destilação por arraste a vapor.

Palavras-chave: Odores. Estruturas. Óleos essenciais. Cravo-da-índia. Eugenol.

ABSTRACT

This study aims to encompass all aspects of odors, such as their definition, the way it can be felt, the way a particular smell can evoke memories and the pleasant odors from spices, perfumes and their respective origins, and also unpleasant odors, present in the atmosphere and even exhaled by the body itself. It also has a range of molecular structures that cause the sensation of smell, such as the structure of essential oils and their components, and other synthetic compounds. The work lectures succinctly on flavors in which the tongue areas regions feel each of these smells and how the brain responds to the stimulus of food. It also addresses the production of vanilla in three different ways, from biotechnology, natural and synthetic form. This study also has an experimental part, in the case of extraction of essential oil of clove, eugenol, from the distillation by steam distillation.

Keywords: Odors. Structures. Essential oils. Clove. Eugenol.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Aparelho de destilação utilizado no método direto.....	15
Figura 2 - Modo correto de se agitar um funil de separação; Separação das fases..	16
Figura 3 - Evaporação do solvente.....	17
Figura 4 - Destilação por arraste a vapor, método indireto.....	18
Figura 5 - Sete locais receptores formulados por Amoore	21
Figura 6 - Estruturas das moléculas de odores desagradáveis.....	23
Figura 7 - Eugenol, molécula do cravo-da-índia.....	24
Figura 8 - Piperina, capsaicina e zingerona	25
Figura 9 - Estrutura molecular do isoeugenol e do eugenol.	26
Figura 10 - Sabores sentidos pelos humanos e suas localizações.	26
Figura 11 - Estrutura da cisteína e metionina.....	27
Figura 12 - Componentes dos óleos essenciais.....	30
Figura 13 - Diferentes classes de terpenos.....	31
Figura 14 - Compostos encontrados em óleos essenciais e suas fontes.....	31
Figura 15 - Estrutura de alguns compostos que causam sensação de odor e aroma.	32
Figura 16 - Fenilpropano	33
Figura 17 - Estrutura geral do éster.....	33
Figura 18 - Estrutura molecular de sabores e fragrâncias dos ésteres.	34
Figura 19 - Escala de notas de um perfume e a participação de diferentes fragrâncias nessas notas.....	37
Figura 20 - Diferentes composições para produtos de perfumaria.....	38
Figura 21 - Compostos sintéticos usados como fragrâncias artificiais	39
Figura 22 - Estrutura química da vanilina.....	40
Figura 23 - Fungo “orelha de pau” - <i>Pycnoporus sanguineu</i>	42
Figura 24 - Hidrólise enzimática de gluco-vanilina em glucose e vanilina.....	42
Figura 25 – Síntese da vanilina a partir do guaiacol.....	44
Figura 26 - Propriedades físicas e químicas da água e do eugenol.....	45
Figura 27 - Destilação a vapor pelo método direto.....	46
Figura 28 - Destilado obtido	47
Figura 29 - Extração do eugenol com diclorometano e separação das fases.....	48
Figura 30 - Secagem da amostra com o sulfato de sódio anidro	49

Figura 31 - Solução após a secagem.....	49
Figura 32 - Evaporação do solvente.....	50
Figura 33 - Produto final: óleo essencial, eugenol, do cravo-da-índia.....	50
Figura 34 - Destilação a vapor pelo método indireto.....	51
Figura 35 - Destilação do eugenol.....	51

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	OBJETIVO GERAL.....	13
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
3	METODOLOGIA	14
3.1	PARTE I – DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE ODORES E SUAS RAMIFICAÇÕES	14
3.2	PARTE II – PARTE EXPERIMENTAL	14
4	PROCEDIMENTO	15
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
5.1	PARTE I – DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE ODORES E SUAS RAMIFICAÇÕES	19
5.1.1	Sensações de odor – propriedade fisiológicas	19
5.1.2	Os tipos de odores e suas funções	21
5.1.2.1	<i>Odores desagradáveis</i>	22
5.1.2.2	<i>Odores agradáveis</i>	23
5.1.3	Sabores	26
5.1.4	Óleos essenciais, ésteres e perfumes	28
5.1.4.1	<i>Óleos essenciais</i>	28
5.1.4.2	<i>Ésteres</i>	33
5.1.4.3	<i>Perfumes</i>	35
5.1.5	Produção da vanilina na indústria	38
5.1.5.1	<i>Produção de vanilina através de processos biotecnológicos</i>	40
5.1.5.2	<i>Produção da vanilina natural</i>	42
5.1.5.3	<i>Produção da vanilina sintética</i>	43
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
6.1	PARTE II – PARTE EXPERIMENTAL	46
7	CONCLUSÃO	52
	REFERÊNCIAS	53

1 INTRODUÇÃO

Desde os primórdios da humanidade os odores estão presentes nos cotidianos das pessoas, sejam eles bons ou ruins. O odor é a propriedade sensorial perceptível pelo órgão olfativo quando determinadas substâncias voláteis são aspiradas.

Esses compostos, para serem percebidos, devem possuir um peso molecular entre 15 e 300g/mol, serem solúveis em água e em lipídios (ANTUNES, 2006).

Um odor tem a capacidade de suscitar emoções, estimular a criatividade, a memória e até mesmo transformar nosso humor. Muitas vezes um aroma específico pode nos trazer recordações de um ente querido que se foi, pode nos proporcionar uma sensação de bem-estar quando entramos em um cômodo que acaba de ser limpo, ou o contrário, pode remeter uma imensa sensação de repulsa ao sentir um odor desagradável. Isso ocorre, pois, através do olfato, enviamos mensagens ao nosso cérebro que associam esses odores a variadas sensações.

Há vários tipos de cheiros que podem ser exalados pelo corpo. A ansiedade, por exemplo, desencadeia o hormônio do estresse, o cortisol, que aliado a bactérias presentes na pele resultam em um odor desagradável, sentir um cheiro frutado ao respirar pode significar oscilações de açúcar no sangue, associados à diabetes ou hipoglicemia. Alguns anticoncepcionais, antidepressivos ou remédios para emagrecer podem trazer consigo efeitos colaterais que resultam em boca seca, trazendo um acúmulo de enxofre na boca, causando um odor fétido. Balas de goma são uma das sobremesas favoritas das bactérias, o açúcar refinado pode promover o crescimento de levedura, que converte o açúcar em álcool e resulta em um cheiro nada agradável. (ODORES..., [2016?]).

Todavia, também estão presentes no nosso cotidiano os odores agradáveis, responsáveis pela sensação de prazer como é o caso dos perfumes. A fragrância de um perfume é um complexo sistema de substâncias extraídas a partir de óleos essenciais de algumas plantas, especiarias ou animais. O perigo de extinção de algumas espécies levou os cientistas ao laboratório a fim de buscar novas essências, inclusive de menor custo, para produzir substâncias sintéticas, que vem ao longo dos anos, substituindo os naturais (DIAS, 1996).

De forma geral, a causa dos odores está associada à presença de compostos odoríferos no ar, em consequência de emissões químicas gasosas, sendo que a

intensidade com que se sente um odor possa a ser influenciada por exposições anteriores, através de dois efeitos: fadiga (diminuição da intensidade de percepção do odor em consequência de exposições prolongadas) ou adaptação olfativa (aumento da capacidade para identificação do odor resultante de exposições repetidas) (ANTUNES, 2006).

2 OBJETIVOS

Apresenta-se nos tópicos abaixo os objetivos gerais e específicos da pesquisa.

2.1 OBJETIVO GERAL

Dissertar sobre os odores e suas características químicas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Os objetivos específicos são:

- a) definir odores e suas propriedades fisiológicas;
- b) discutir sobre os odores desagradáveis e agradáveis e suas respectivas moléculas químicas, focando nas suas propriedades e funções;
- c) discorrer a respeito dos óleos essenciais, perfumes e especiarias de uma forma geral e tratar especificamente de alguns;
- d) diferenciar a produção da vanilina a partir de sua forma natural, sintética e biotecnológica nas indústrias;
- e) realizar a extração do eugenol de cravo-da-índia através de destilação a vapor.

3 METODOLOGIA

Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa estão delimitados nos tópicos abaixo.

3.1 PARTE I – DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE ODORES E SUAS RAMIFICAÇÕES

A elaboração do presente estudo teve como base duas origens de informação, uma primeira de revisão bibliográfica, fazendo uma abordagem direta dos assuntos expostos, utilizando-se de fontes bibliográficas como procedência para os diversos assuntos apresentados e uma segunda de experimento em laboratório.

A revisão bibliográfica pretendeu enquadrar os odores, focando aspectos como definição de odor e aroma, caracterização de odores agradáveis e desagradáveis e suas funções, especiarias, óleos essenciais e perfumes e finalmente, odores naturais e sintéticos na indústria química.

3.2 PARTE II – PARTE EXPERIMENTAL

A segunda parte do trabalho conta com um experimento laboratorial que teve como objetivo o isolamento de eugenol de cravos-da-índia através do método de destilação a vapor através de duas formas: destilação direta e indireta, extração do óleo essencial, secagem e evaporação da amostra.

Todo o procedimento foi retirado do livro Química Orgânica Experimental: Técnicas De Escala Pequena, de (ENGEL et al., 2012) com algumas adaptações julgadas necessárias pela autora.

4 PROCEDIMENTO

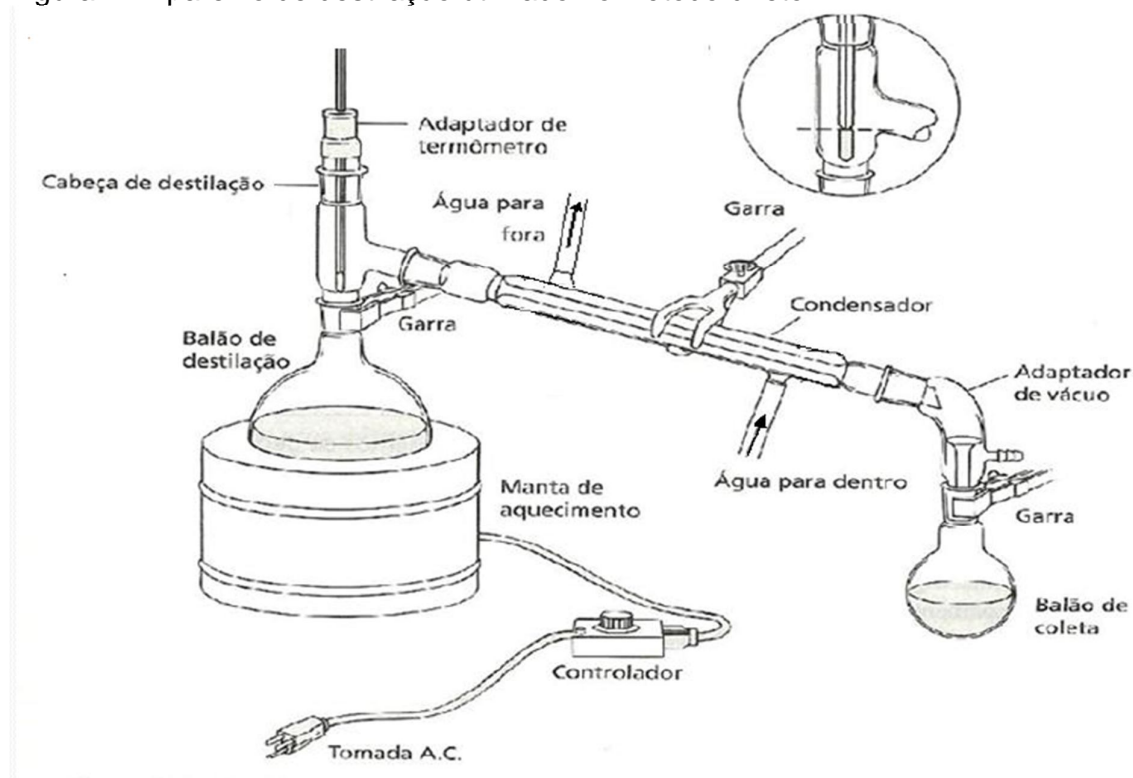
A) Isolamento de eugenol do cravo-da-índia:

Este procedimento foi realizado de duas formas distintas, ambas de cunho qualitativo.

A primeira forma para realizar a extração do óleo foi através do método direto da destilação a vapor. Com o auxílio de um balão de fundo redondo com capacidade de 250 mL para destilar e um balão de fundo redondo de 100 mL para coletar, montou-se um aparelho de destilação semelhante ao aparelho de destilação simples. Uma manta aquecedora foi utilizada e o frasco, preso por uma garra, coletou a amostra. A água foi utilizada sob-refluxo para evitar desperdícios.

O esquema do aparelho de destilação é ilustrado na Figura 1.

Figura 1 - Aparelho de destilação utilizado no método direto



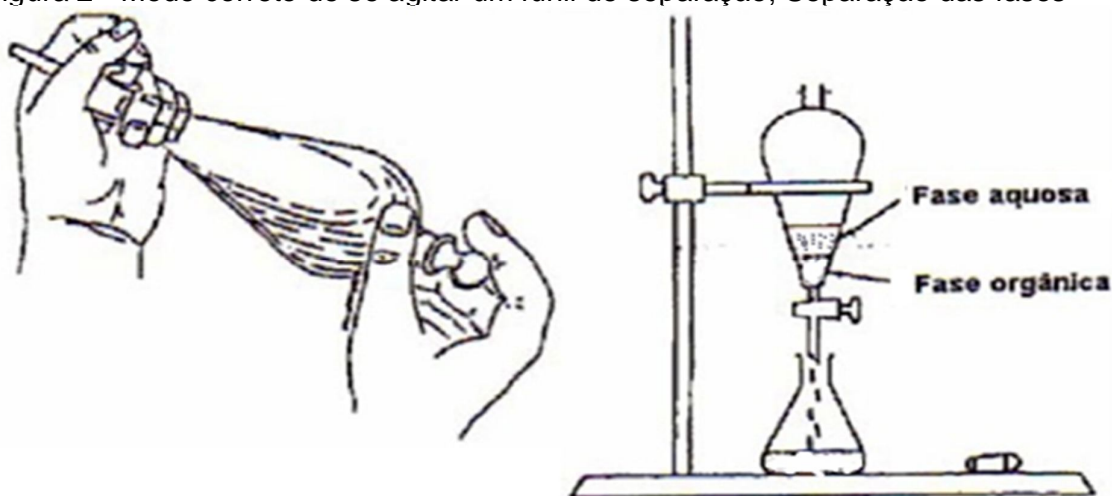
Fonte: Pavia, Lampman e Kriz (2009).

Uma massa de 30 g de cravo-da-índia foi pesada em um papel de pesagem e posteriormente, misturada com 350 mL de água no balão de fundo redondo de 500 mL juntamente com pérolas de ebulição.

A água refrigerante do condensador foi ligada e a mistura começou a ser aquecida, para que se pudesse obter uma taxa de destilação constante. Foram coletados 50 mL da amostra.

Transferiu-se o destilado para um funil de separação e foi acrescentado a ele 50 mL de cloreto de metileno, solvente mais comumente utilizado, com o objetivo de extrair o destilado. Agitou-se o funil intensamente, com ventilação constante para que houvesse a separação das fases (Figura 2). A camada inferior, de cloreto de metileno, foi transferida para um erlenmeyer.

Figura 2 - Modo correto de se agitar um funil de separação; Separação das fases

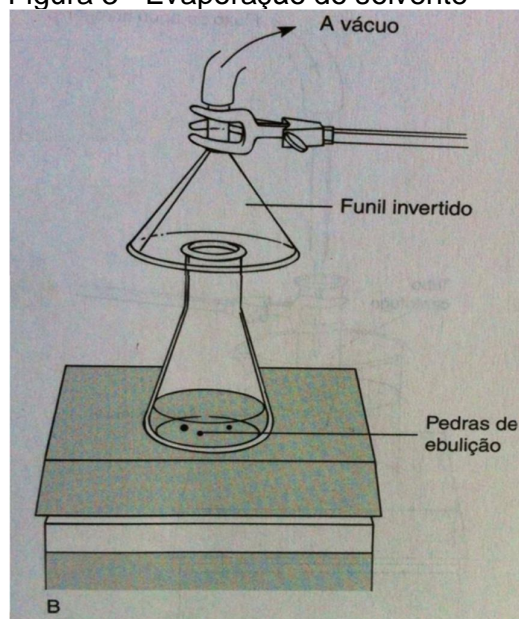


Fonte: Modificado a partir de Pavia, Lampman e Kriz (2009).

A solução de cloreto de metileno foi secada utilizando 10 g de sulfato de sódio anidro granular e uma porção de algodão através de uma filtração simples.

Para realizar a evaporação, utilizou-se um método simples que consistiu em colocar o Erlenmeyer com a solução de cloreto de metileno sobre uma chapa de aquecimento juntamente com pérolas de ebulição, e com auxílio de um funil invertido preso por uma garra e conectado a ele uma bomba a vácuo, realizou-se a evaporação por sucção, assim como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Evaporação do solvente



Fonte: Engel et al. (2012).

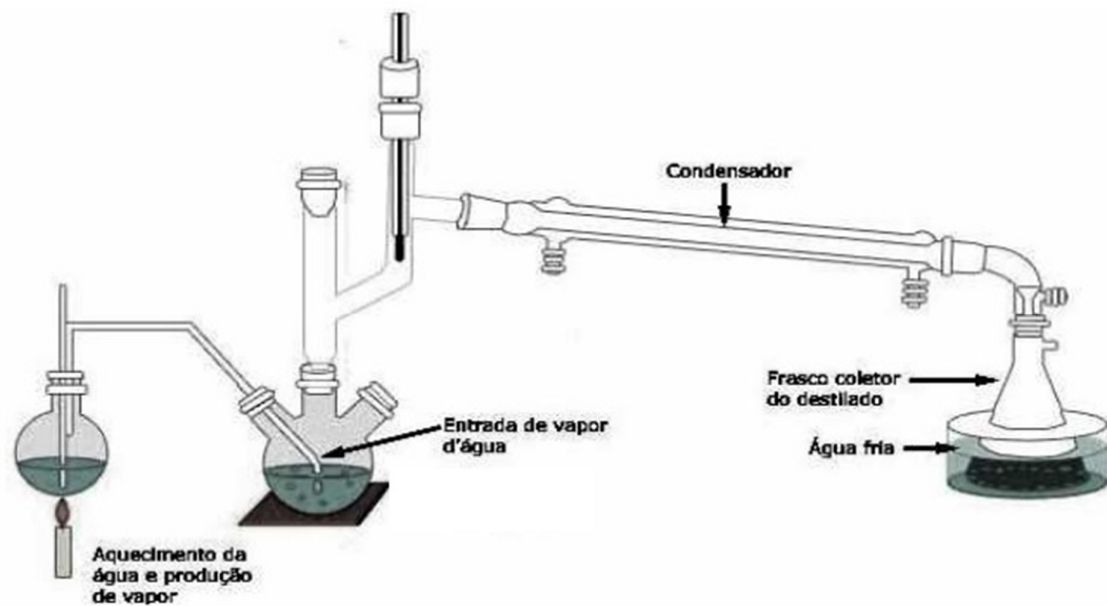
Após todo o solvente ter sido evaporado, pode-se notar a presença do óleo essencial no fundo do erlenmeyer. Seu rendimento é baixo, por isso buscam-se rotas alternativas para a produção de algumas especiarias de forma sintética.

A segunda forma de extração foi através do método indireto, que consiste numa aparelhagem diferente da primeira.

A mesma quantidade de cravo foi colocada em um balão de destilação com três bocas, apenas a especiaria, sem estar embebida na água, de forma que a água, que estava contida no interior de outro balão de destilação pudesse entrar em ebulição e arrastar o vapor, através de um tubo de entrada, para o balão com a especiaria, para que, indiretamente, ela destilasse.

O aparelho utilizado é mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Destilação por arraste a vapor, método indireto.



Fonte: Coelho (c2016).

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este tópico subdivide-se em duas partes, bem como a metodologia, sendo a primeira parte teórica e a segunda experimental.

5.1 PARTE I – DISCUSSÃO TEÓRICA SOBRE ODORES E SUAS RAMIFICAÇÕES

A seguir se inicia a discussão teórica sobre odores e suas ramificações.

5.1.1 Sensações de odor – propriedade fisiológicas

Com o aumento da industrialização, muitas técnicas de controle de qualidade dos alimentos foram desenvolvidas, tornando-se então interessante a descoberta de compostos relacionados à sensação de aroma. Sabe-se que diversas substâncias que causam aroma são encontradas na natureza, todavia, muitas também foram desenvolvidas pelo homem. Essas substâncias começaram a ser sintetizadas em laboratório a partir das fórmulas dos compostos naturais, conferindo o gosto característico de alimentos industrializados. A vantagem de sintetizar aromas sintéticos é que eles são mais baratos, têm uniformidade na qualidade e garantia do suprimento. As substâncias que tem o poder de causar e intensificar aromas são chamadas de aromatizantes, muitas usadas na conservação de alimentos e outras que possuem propriedades medicinais. (RETONDO; FARIA, 2008).

O aroma é a mistura de duas sensações: a sensação de sabor e a sensação de odor. As moléculas que causam sensação de odor agradável são conhecidas como fragrâncias, por isso, podem ser utilizadas em cosméticos, perfumes e alimentos. Porém, existem também odores desagradáveis muitas vezes produzidos pelo próprio corpo humano, as quais podem ser mascaradas com essas fragrâncias presentes em cosméticos. (RETONDO; FARIA, 2008).

Como apresentado anteriormente, o odor é a propriedade de um composto, definida em termos de estrutura química e concentração, que estimula o olfato. É o atributo organoléptico perceptível pelo órgão olfativo por inalação de compostos voláteis. (ANTUNES, 2006). Apesar do ser humano possuir um bom sistema de olfato, este se apresenta menos apurado que o de outros animais como os cães e

urubus que tem capacidade de farejar e sentir cheiros a quilômetros de distância e alguns insetos que se comunicam quimicamente por meio de feromônios (RETONDO; FARIA, 2008), produto químico secretado por um organismo, que produz uma resposta específica em outro organismo da mesma espécie (ENGEL et al., 2012).

Para consagrar-se um especialista, é necessário muito treinamento, como é o caso de provadores de vinho e perfumistas, por isso é interessante entender a sensação de odor e as substâncias que estão relacionadas com esta sensação. Os centros olfativos do nariz podem identificar substâncias odoríferas mesmo em pequenas quantidades. (RETONDO; FARIA, 2008).

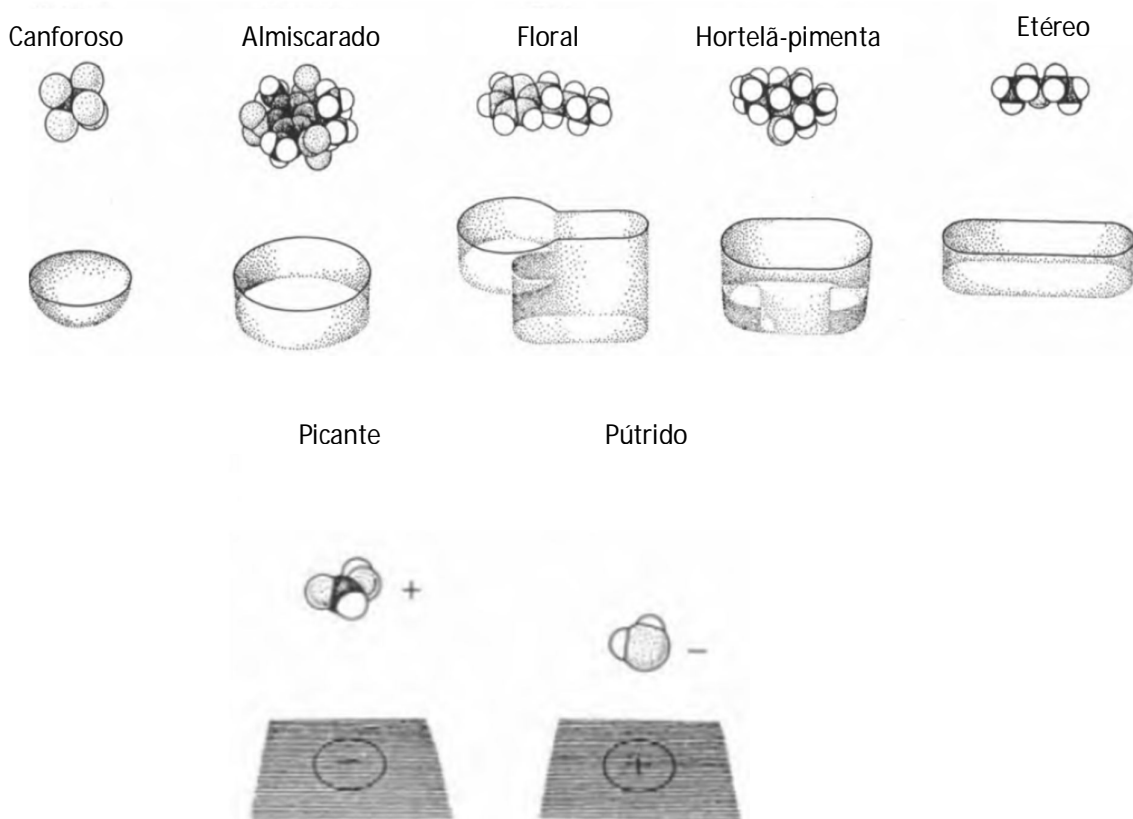
Um dos primeiros atomistas gregos, chamado Lucrecio, preconizou que substâncias que tem odor exalam um vapor de miúdos “átomos”, todos da mesma forma e mesmo tamanho, e quando esses átomos entram nos poros do nariz têm-se a percepção do odor. Lucrecio afirmou também que o odor percebido depende do tamanho dos poros e em quais deles os átomos conseguem entrar. (ENGEL et al., 2012).

Atualmente já se sabe que para que uma molécula cause um determinado odor ou aroma, ela deve estimular os quimiorreceptores presentes no nariz mais precisamente em uma região chamada de epitélio olfativo. (ENGEL et al., 2012). Contabiliza-se cerca de 50 milhões de quimiorreceptores no epitélio olfativo, que nada mais são do que neurônios que são repostos continuamente. Estes neurônios estão intimamente ligados aos centros de processamento das emoções, justificando o inconsciente impacto de odor. (RETONDO; FARIA, 2008).

Em 1949, R. W. Moncrieff propôs que na área olfativa do nariz existe um sistema de células receptoras com vários tipos e formatos, sugerindo então que cada local receptor correspondia a um diferente tipo de odor primário. Amoore, em 1952 complementou a pesquisa de Moncrieff alegando que existiam apenas sete odores primários básicos, formulando então possíveis formatos para os sete receptores necessários. Os odores são: canforado, almiscarado, floral, picante, hortelã-pimenta, etéreo e pútrido. Nota-se que moléculas com formatos semelhantes têm odores parecidos, por isso, cada grupo de substâncias tem o mesmo tipo de odor básico, mas suas moléculas individuais diferem na qualidade do odor. (ENGEL et al., 2012).

A Figura 5 ilustra os sete locais receptores formulados por Amoore.

Figura 5 - Sete locais receptores formulados por Amoore



Fonte: Modificado a partir de Peixoto (1994).

Para que as moléculas odoríferas cheguem até os receptores é necessário que sejam voláteis e solúveis no muco que reveste a região olfativa do nariz, pois o muco é uma solução aquosa de proteínas e carboidratos. Porém, as moléculas no muco podem agir como uma espécie de detergente, e carregar moléculas insolúveis pela água até os receptores, por isso, é preciso também que as moléculas tenham uma parte lipossolúvel e uma hidrossolúvel, para poderem se desenvolver no muco e ir até os quimiorreceptores. (RETONDO; FARIA, 2008).

5.1.2 Os tipos de odores e suas funções

A percepção que um indivíduo tem de sentir determinados odores é resultado de um estímulo sensorial simples ou múltiplo, que varia de pessoa para pessoa, pois esses efeitos não necessariamente têm a ver com a concentração dos compostos odoríferos, mas sim de acordo com a natureza química dessas moléculas e das condições físicas, psicológicas e ambientais do indivíduo. Generalizando, a

percepção de odores está associada com a presença de compostos odoríferos no ar, devido à emissão desses compostos químicos na atmosfera. (ANTUNES, 2006).

É comum que a sensação de odores desagradáveis venha associada de lugares sujos, como estações de tratamento de água e esgoto, banheiros públicos, lixões e aterros sanitários, mas eles também podem ser oriundos de nós mesmo, como é o caso das flatulências.

Geralmente, a qualidade do odor é associada ao tipo de ligações químicas e o potencial odorífero é relacionado com o peso molecular, na medida em que quanto menor for o peso molecular do composto maior será a sua volatilidade e conseqüentemente maior será a probabilidade de ser sentido (potencial de percepção de odores) (ANTUNES, 2006).

5.1.2.1 Odores desagradáveis

As flatulências possuem gases como o nitrogênio N_2 , dióxido de carbono CO_2 , metano CH_4 e hidrogênio H_2 , que a princípio não emitem cheiro algum. As proteínas presentes nos alimentos que consumimos possuem átomos de nitrogênio e muitas delas de enxofre, logo, as bactérias presentes em nosso intestino atacam os aminoácidos dessas proteínas, dando origem a traços do gás amônia NH_3 e do sulfeto de hidrogênio H_2S , que são os verdadeiros responsáveis pelos odores desagradáveis. (RETONDO; FARIA, 2008). Não apenas as flatulências possuem o gás, H_2S , mas em esgotos e até mesmo nas águas residuárias.

O gás sulfídrico é formado a partir da ação de microrganismos sobre o sulfato e outros compostos que possuem enxofre em sua estrutura. Esses microrganismos são usados como agentes oxidantes durante a decomposição de compostos orgânicos em condições onde não há presença do gás oxigênio, em um processo conhecido como “redução dissimilatória de sulfato”, promovido por bactérias chamadas de bactérias redutoras de sulfato. (LEITE, 2001). O cheiro forte de urina vindo de banheiros públicos está associado ao amoníaco, originado da decomposição da uréia, a principal constituinte da urina. (ANTUNES, 2006).

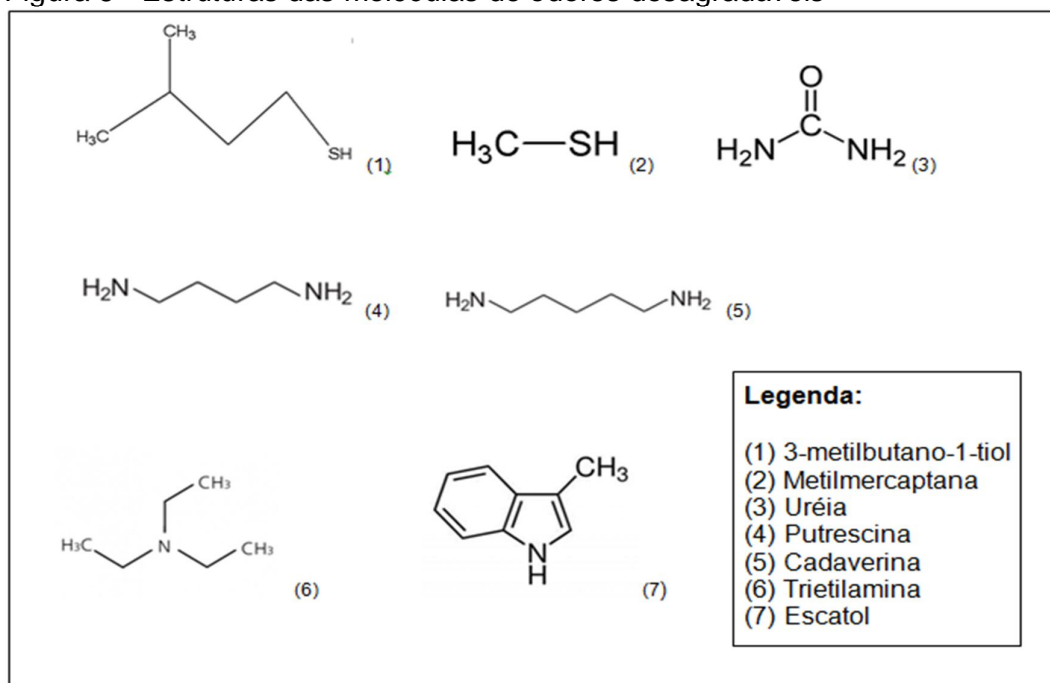
Outro composto derivado do enxofre, sintetizado pelo corpo humano, é a metilmercaptana, odor característico quando consumimos alho, deixando-nos com mau hálito. O sulfeto de hidrogênio e o sulfeto de dimetila também são responsáveis pelo mau hálito. A metilmercaptana também pode ser liberada pelos micróbios

presentes nos nossos pés, causando o famoso cheiro de “chulé”. O mamífero marsupial gambá, quando sente-se ameaçado emite um odor indesejável de sua urina, a 3-metilbutano-1-tiol, que contém mercaptana na estrutura. A fêmea deste animal, na fase do cio, costuma exalar este odor para atrair os machos. (RETONDO; FARIAS, 2008).

De modo geral, podemos determinar alguns compostos que apresentam odores desagradáveis: compostos sulfurados, marcantes pelo cheiro característico de ovo podre ou vegetal em decomposição (H_2S); amoníaco, cujo odor é forte e irritante, aminas, que possuem um odor a peixe em putrefação, diaminas caracterizadas por um odor a decomposição orgânica e compostos cíclicos (metilaminas, etilaminas, trietilamina, escatol, indol); aldeídos e cetonas provenientes de ácidos que possuem odores irritantes; compostos nitrogenados que possuem odor característico a carne apodrecida (cadaverina, putrescina). (ANTUNES, 2006; RETONDO; FARIAS, 2008).

A Figura 6 exibe as estruturas das moléculas causadoras de odores desagradáveis.

Figura 6 - Estruturas das moléculas de odores desagradáveis



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1.2.2 Odores agradáveis

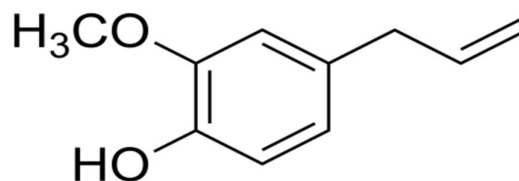
Quando se trata de aromas agradáveis, remetemos a um passado longínquo em meados de 1498, quando os marinheiros de Vasco da Gama se aproximavam das Índias com o intuito de fazer uma grande fortuna com condimentos que durante séculos haviam sido monopólio dos mercadores de Veneza. A Era dos Descobrimentos foi marcada justamente pela descoberta das especiarias que antes eram muito valiosas e moveram o mundo a fim de encontra-las. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

A noz-moscada e o cravo-da-índia eram especiarias muito exóticas e valiosas e foram originadas nas Ilhas Molucas, atualmente uma província da Indonésia, antigamente conhecida por “ilha das Especiarias”. Ao Norte dessa ilha, situava-se uma outra, chamada de Ternate e Tiodore, o único lugar no mundo onde crescia o cravo-da-índia. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

O cravo-da-índia é um botão floral, que brota do craveiro-da-índia e contém uma quantidade de óleo essencial de 15 a 20%. Essa essência contém o componente eugenol (Figura 7), que é a molécula que confere ao cravo-da-índia seu aroma e sabor picante peculiar (PELT, 2003). Na época de 200 a.C., o cravo-da-índia era utilizado por cortesãos da corte imperial chinesa para perfumar o hálito, além do seu uso como antisséptico e remédio para dor de dente. Nos dias atuais, essa especiaria é utilizada em consultórios odontológicos como uma espécie de cimento provisório em dentes cariados (LE COUTEUR; BURRESON, 2006; PELT, 2003). Além de ser anti-inflamatório, anestésico, cicatrizante, o óleo também é utilizado para combater micoses de unha, frieira, entre outros problemas dermatológicos e na produção de cigarros de cravos (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2011).

Na Figura 7 encontra-se a molécula característica cravo-da-índia.

Figura 7 - Eugenol, molécula do cravo-da-índia

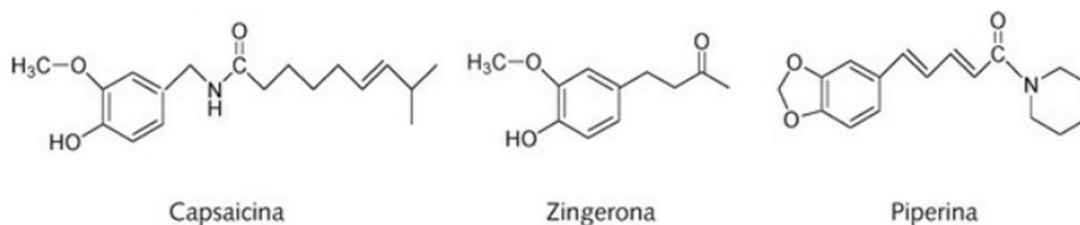


Fonte: Le Couteur e Burreson (2006).

As plantas produzem essas moléculas extremamente perfumadas para proteger-se de animais herbívoros, insetos e infestações fúngicas, que funcionam como uma espécie de arma química como o eugenol, o isoeugenol (noz-moscada), a piperina e capsaicina (pimenta) e zingerona (gengibre). Todas essas moléculas são pesticidas naturais. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

A Figura 8 ilustra as moléculas citadas e suas particularidades químicas.

Figura 8 - Piperina, capsaicina e zingerona



Fonte: Le Couteur e Burreson (2006).

A piperina é a molécula principal ativa tanto na pimenta branca quanto na preta, sua fórmula química é $C_{17}H_{19}O_3N$, já a capsaicina de fórmula química $C_{18}H_{27}O_3N$ tem um sabor forte e uma ardência considerável. A zingerona, outra molécula picante, de fórmula química $C_{11}H_{14}O$.

As estruturas da capsaicina e da piperina possuem um átomo de nitrogênio (N) ao lado de um átomo de carbono (C) duplamente ligado ao oxigênio e ambas possuem um anel aromático com uma cadeia de átomos de carbono ligados à sua estrutura. A zingerona apesar de ser menor, compõe-se da mesma estrutura, porém, sem o átomo de nitrogênio (N). Essa é uma teoria possível para explicar o fato de algumas moléculas serem picantes. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

Outra especiaria muito importante é a noz-moscada. Na Europa, ela era usada em um saquinho pendurado no pescoço como proteção contra a peste negra, em meados de 1347. Como dito anteriormente, o isoeugenol, molécula presente na noz-moscada, é um poderoso inseticida e é possível afirmar que a noz-moscada agia como um repelente para as pulgas, que transmitiam as bactérias da peste bubônica. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

As moléculas aromáticas do isoeugenol da noz-moscada e do eugenol do cravo-da-índia difere-se entre si apenas pela posição de uma ligação dupla, como mostra a Figura 9, indicado pela seta.

Figura 9 - Estrutura molecular do isoeugenol e do eugenol.



Fonte: Le Couteur e Burreson (2006).

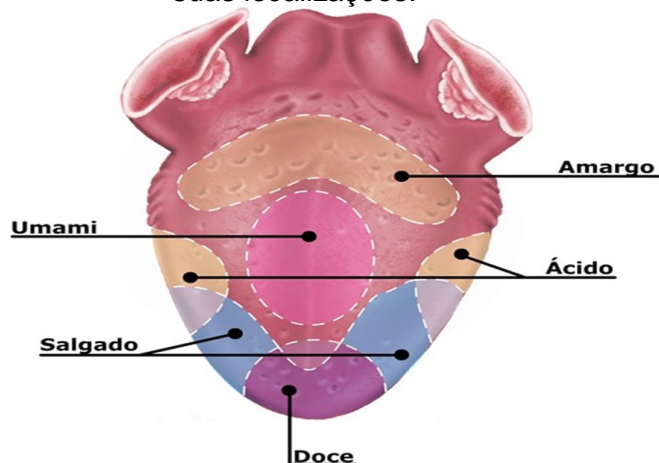
A sensação picante dessas moléculas não é realmente um sabor e sim uma resposta do nosso sistema nervoso a uma sensação de dor a um estímulo químico. A capsaicina, a piperina e a zingerona aumentam a produção de saliva na nossa boca quando ingeridas, facilitando a digestão além de estimular a passagem do alimento pelo intestino. (LE COUTEUR; BURRESON, 2006).

O fascínio pelas especiarias faz parte do passado e hoje não se pensa mais nas fortunas construídas por elas e sua luta para obtê-las, apenas as apreciamos pelo seu delicioso gosto que suas moléculas conferem as comidas que ingerimos.

5.1.3 Sabores

O sabor é uma combinação de gosto, sensação de aroma e odor transmitidos por receptores nas papilas gustativas e nos receptores olfativos. Sabe-se que o ser humano é capaz de sentir quatro sabores básicos, doce, azedo, salgado e amargo, cada um percebido em áreas específicas da língua (Figura 10).

Figura 10 - Sabores sentidos pelos humanos e suas localizações.



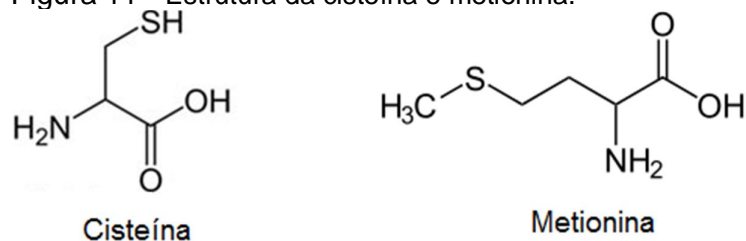
Fonte: Como... (2015).

As laterais da língua percebem o gosto ácido e salgado, a ponta é capaz de notar sabores doces, e a parte posterior da língua percebe o amargo. As pessoas têm aproximadamente 9 mil papilas gustativas, e é a combinação dessas papilas que faz com que haja a percepção de um determinado sabor. (ENGEL et al., 2012).

Há pessoas capazes de sentir alguns desses gostos básicos mais profundamente, e por outro lado, ter uma percepção nula ou quase nula de alguns outros gostos. O que diferencia um sabor do outro são os efeitos táteis, térmicos, dolorosos e sensações de natureza diferente, mas que estão ligadas entre si, chamadas de sinestésicas. (TEIXEIRA, 2009).

Os compostos de enxofre são os responsáveis pelo odor característico do alho e da cebola, constituintes dos membros do gênero *Allium*, bem como plantas que possuem proteínas e aminoácidos ricos em cisteína e metionina, e contêm enxofre na cadeia lateral, como mostra na Figura 11. Outro ingrediente muito conhecido é o glutamato monossódico, conhecido como Aji-no-moto. Além de causar um aroma característico na carne, ele provoca uma sensação de sabor única e diferente, chamada pelos japoneses de “umami”, que estimula ainda mais os receptores da língua. (HERCULANO-HOUZEL, 2009; RETONDO; FARIA, 2008).

Figura 11 - Estrutura da cisteína e metionina.



Fonte: Fogaça ([2016?]).

O neurocientista inglês, Edmund Rolls, da Universidade de Oxford foi o pioneiro dos estudos sobre os prazeres da comida, buscando saber como o cérebro processa os sabores dos alimentos. Segundo Rolls, os neurônios respondem ao gosto da comida melhor quando se consumido em menor quantidade, ou seja, o cérebro interpreta essa ação e responde como uma forma de “prêmio” por aquele indivíduo ter ingerido a comida, fazendo com que ela tenha vontade de comer ainda mais. A atividade desses neurônios corresponde à apreciação da comida e também ao prazer e à motivação para se continuar comendo, por isso que um alimento é tão

suculento no início das refeições e vai se tornando cada vez menos à medida que se come, isso porque os neurônios respondem cada vez menos a essa ação, diminuindo a recompensa, o “prêmio”, proporcionado a cada garfada. (HERCULANO-HOUZEL, 2009).

Uma vez que a comida deixa de ativar os neurônios do córtex orbitofrontal e do hipotálamo, não mais se tem vontade de comer. Rolls propõe que a recompensa é a própria ativação desses neurônios. Isto ocorre semelhantemente no caso das drogas, que ativam o sistema de recompensa deixando-o cada vez menos capaz de responder a um próximo estímulo, a diferença é que no caso da comida, a adaptação, propriedade presente dos neurônios do córtex orbitofrontal causada pela sua própria ação, é muito mais rápida e reversível. (HERCULANO-HOUZEL, 2009).

5.1.4 Óleos essenciais, ésteres e perfumes

Os tópicos abaixo englobam os assuntos: óleos essenciais, ésteres e perfumes.

5.1.4.1 Óleos essenciais

Fragrância refere-se às substâncias odoríferas voláteis utilizadas em perfumes e cosméticos em geral. (BESSLER; NEDER, 2004). Para se obter moléculas utilizadas como fragrância, é realizada uma extração do óleo essencial das flores, folhas, caules, cascas, raízes, sementes das plantas, animais selvagens e até mesmo especiarias. Apenas um tipo de óleo essencial pode conter variados tipos de moléculas e a percepção de odor pode ser diferente ao remover algumas moléculas presentes em concentrações muito baixas. (RETONDO; FARIA, 2008). O óleo essencial recebe esse nome por conter a essência daquilo que atribui à planta, ao animal ou à especiaria o seu odor característico. (DIAS; SILVA, 1996).

Segundo Wolffenbüttel (2007 apud SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2011):

Os óleos essenciais são compostos voláteis retirados das plantas ou especiarias. A sua composição química depende de vários fatores principalmente da origem da planta, por isso cada óleo tem uma composição química específica. O óleo essencial é composto por mais de 300 componentes químicos diferentes, o que faz dele um produto tão valorizado.

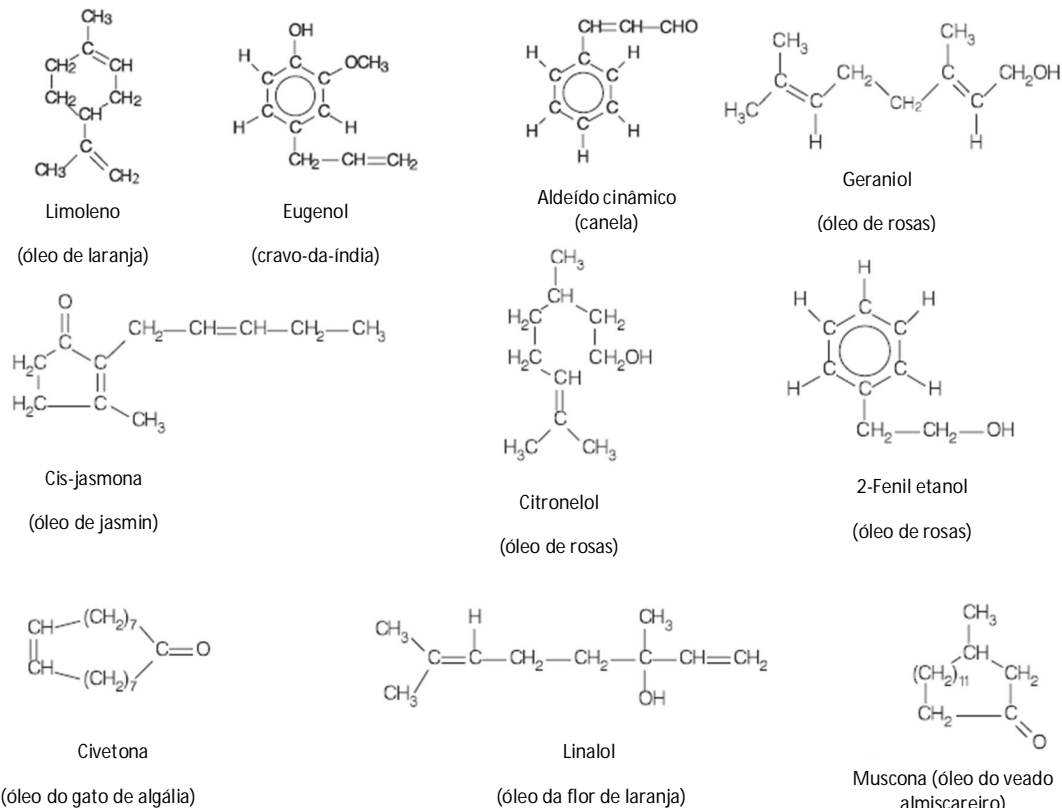
Há diversos anos os óleos essenciais apresentam um valor comercial consideravelmente regular. Sua produção é muito explorada em regiões da Guatemala, China, Indonésia, Egito, Brasil, entre outros, que são pouco desenvolvidas devido à agricultura primária envolvida em culturas menos rigorosas. Estes países são tradicionais quando se fala em exportação de óleos essenciais. (CRAVEIRO; QUEIROZ, 1992).

Algumas das fontes dos óleos essenciais conhecidas são pimenta-da-jamaica, alho, jasmim, laranja, rosa, hortelã, tomilho, violeta entre outros, e possuem diversas aplicações: são utilizados devido ao seu agradável aroma em perfumes e também como temperos e agentes aromatizantes em alimentos. Apresentam variadas funções como ação antibacteriana e antifúngica, como fins medicinais (cânfora e eucalipto), e até mesmo como repelente de insetos (citronela). (ENGEL et al., 2012).

As essências podem ser de origem natural ou sintética, reproduzidas dentro do laboratório. Uma das formas de obter-se a essência é através da extração com solventes, destilação por arraste a vapor, prensagem e maceração. (GUIMARÃES; OLIVEIRA; ABREU, 2000), curiosamente estas duas últimas eram usadas pelos árabes há cerca de mil anos, realizando a extração a partir de flores maceradas em água obtendo “água de rosas”, “de violetas” e outras plantas. (DIAS; SILVA, 1996).

Na Figura 12 observam-se alguns dos principais componentes de alguns óleos essenciais.

Figura 12 - Componentes dos óleos essenciais



Fonte: Dias e Silva (1996).

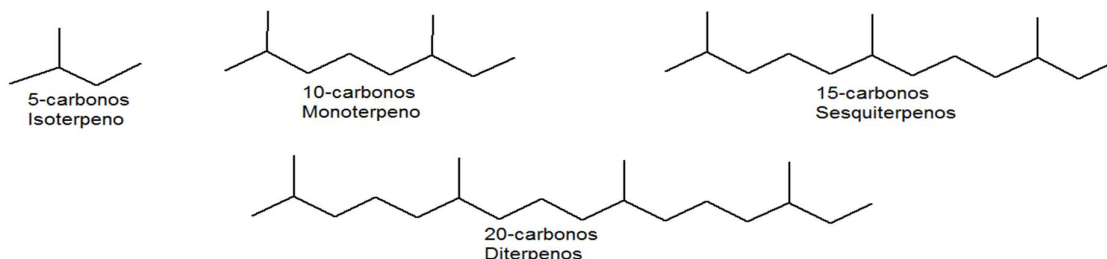
Muitos componentes dos óleos essenciais são voláteis e podem ser isolados por destilação a vapor, técnica usada para extrair o eugenol do cravo-da-índia. Os ingredientes de óleos essenciais podem ser misturas complexas de compostos de hidrocarbonetos, álcoois e carbonila e esses componentes pertencem a dois grupos de produtos naturais, chamados de terpenos e fenilpropanoides, que possuem o isopreno como unidade básica. (ENGEL et al., 2012; RETONDO; FARIA, 2008).

Por volta do século XIX, descobriu-se que os compostos responsáveis pelos aromas agradáveis sustentavam exatamente 10 átomos de carbono, originando então o nome terpenos caso fossem hidrocarbonetos, e terpenoides caso contivessem oxigênio em sua estrutura e fossem álcoois, cetonas ou aldeídos. (ENGEL et al., 2012).

Todavia, verificou-se também que existem constituintes de plantas menores e menos voláteis que possuem mais que 10 átomos de carbono (C), por isso, outrora chamados de terpenos, passaram a chamar-se monoterpénos. Outros terpenos foram classificados da seguinte maneira: hemiterpetos para moléculas com 5

carbonos na estrutura, monoterpenos 10 átomos de C, sesquiterpenos 15 átomos, diterpenos 20, triterpenos 30 e finalmente, tetraterpenos 40 átomos de carbono na molécula (Figura 13). (ENGEL et al., 2012).

Figura 13 - Diferentes classes de terpenos



Fonte: Retondo e Faria (2008).

Outros compostos que não pertencem à classe dos terpenos também são encontrados em óleos essenciais, além de compostos sintéticos que são utilizados como aromatizantes e fragrâncias. Na Figura 14 é possível observar algum desses compostos e suas fontes.

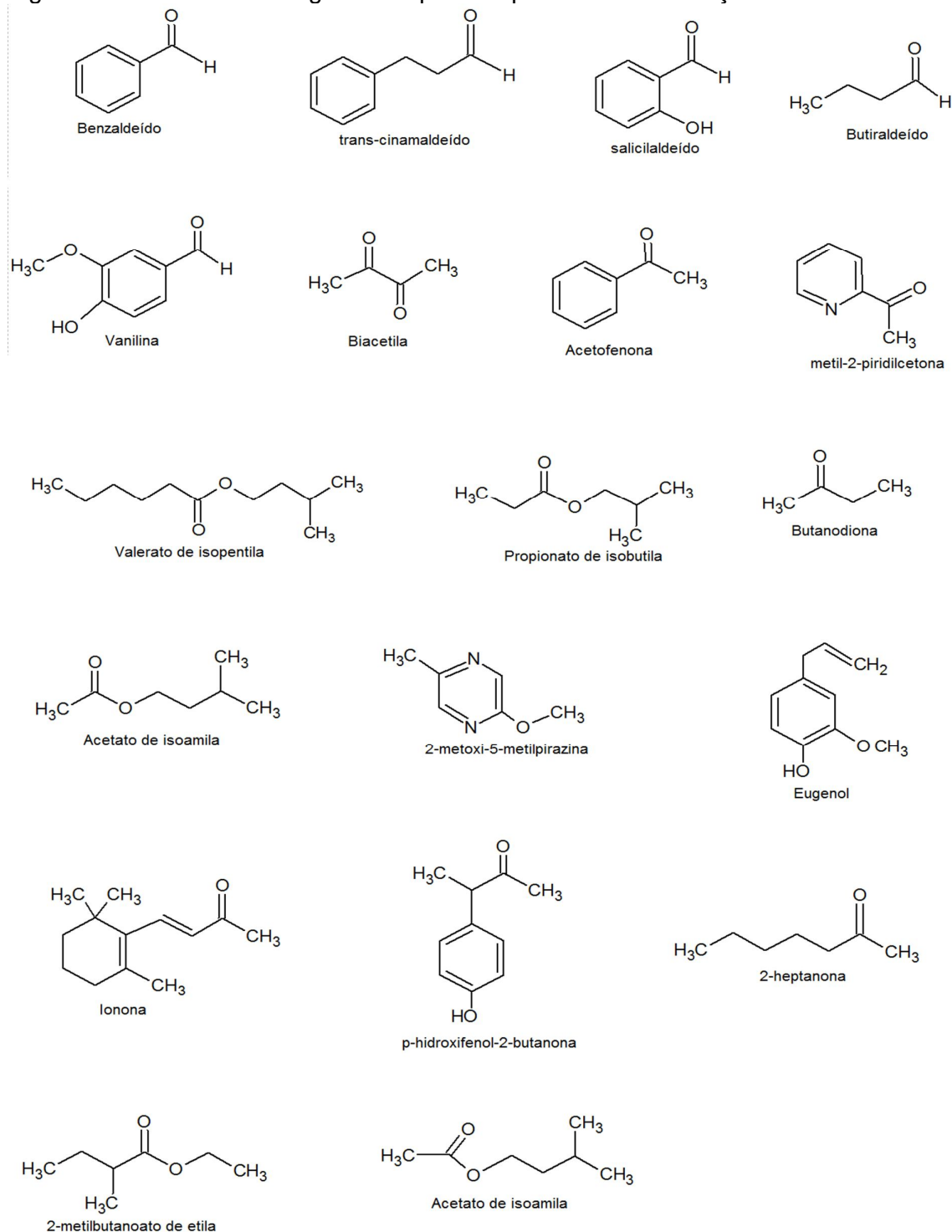
Figura 14 - Compostos encontrados em óleos essenciais e suas fontes

Composto	Fonte
α - pineno	Óleo de terebintina (espécies de coníferas e pinheiros).
α - terpineol	Óleo de pinho.
Limoneno	Óleo de limão e de laranja.
Carvona	Óleo de hortelã.
2-Heptanona	Cravos, frutas e laticínios (queijo roquefort).
Cinamaldeído	Óleo de canela.
Benzaldeído	Amêndoas amargas, cerejas e pêssegos.
Eugenol	Óleo de louro e cravo.
Vanilina	Essência de baunilha.
Acetato de isoamila e 2-metilbutanoato de etila	Aroma e odor característico de maçã madura.
Butanodiona	Odores da manteiga, do creme de leite e do queijo fresco.
p - hidroxifenol - 2 - butanona	Aroma de framboesas maduras.
Ionona	Óleo de violetas obtido das flores azul e púrpura.
Metil-2-piridilcetona	Pipoca.
2-metoxi-5-metilpirazina	Amendoim, casca de pão, ruim, uísque, entre outros.
2-furilmetanotiol	Café.
2,6-dimetilpirazina	Chocolate.
Acetato de isoamila	Banana.
Salicilaldeído	Amêndoas.
Butiraldeído	Manteiga.
Acetofenona	Pistache.
Muscona	Almíscar.
Valerato de isopentila	Maçã.
Propionato de isobutila	Rum.

Fonte: Modificada a partir de Retondo e Faria (2008).

Os terpenoides que possuem grupos funcionais como álcool, aldeído, cetona, éster, óxido, ácido carboxílico entre outros também causam a sensação de odor, e são alguns deles que se pode observar na Figura 15.

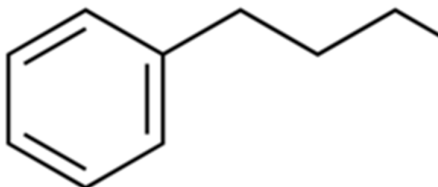
Figura 15 - Estrutura de alguns compostos que causam sensação de odor e aroma



Fonte: Modificada a partir de Retondo e Faria (2008).

Os compostos aromáticos também são um tipo importante de compostos encontrado em óleos essenciais e muitos deles são fenilpropanoides, que são baseados em uma estrutura de fenilpropano (Figura 16). (ENGEL et al., 2012).

Figura 16 - Fenilpropano

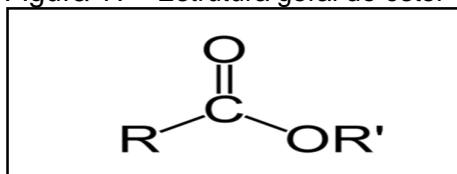


Fonte: Elaborada pela autora.

5.1.4.2 Ésteres

Outro grupo também responsável pelos odores característicos de frutas e flores e outras substâncias são os ésteres orgânicos, compostos que possuem a seguinte fórmula geral (Figura 17):

Figura 17 - Estrutura geral do éster

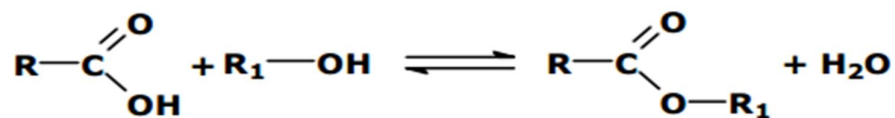


Legenda: R e R' representam cadeias carbônicas.

Fonte: Elaborada pelo autor.

Os ésteres orgânicos podem ser preparados pela reação entre um ácido carboxílico e um álcool ou fenol em uma reação conhecida por esterificação (Reação 1):

(1)

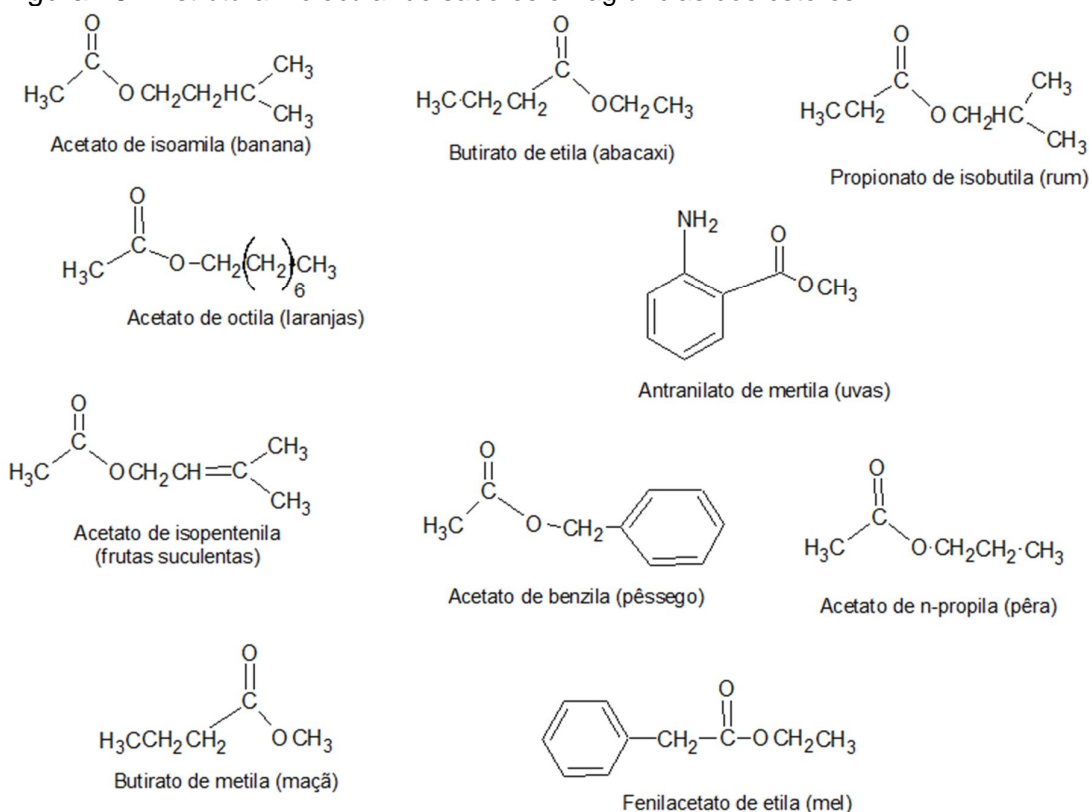


Muitas vezes o sabor e o aroma se devem a uma mistura complexa de ésteres, podendo haver predominância de certo composto. Devido isso, um único

composto dificilmente é utilizado em agentes imitadores de aroma de alta qualidade. Isto se aplica também as fragrâncias de um perfume, que de maneira geral consiste na mistura complexa de substâncias orgânicas com volatilidades diferentes (BESSLER; NEDER, 2004). Alguns fabricantes de alimentos e bebidas utilizam os ésteres como aditivos para melhorar a fragrância ou o aroma de um alimento ou uma bebida. (ENGEL et al., 2012).

A Figura 18 ilustra alguns sabores e fragrâncias dos ésteres mais conhecidos.

Figura 18 - Estrutura molecular de sabores e fragrâncias dos ésteres.



Fonte: Modificado a partir de Engel et al. (2012).

Diversas vezes, sabores e odores sentidos não são propriamente naturais, como é o caso do acetato de isopentenila. Por exemplo, um suco instantâneo de laranja pode nunca ter sido extraído da fruta natural, esse sabor pode ser duplicado pela mistura com outros componentes de menor importância, de formato de etila e propionato de isobutila. (ENGEL et al., 2012).

Muitos éteres possuem um aroma agradável, porém não costumam ser utilizados como fragrâncias em perfumes de alta qualidade, por serem suscetíveis à hidrólise ao contato com a pele, fornecendo ácidos carboxílicos que, geralmente, apresentam odor desagradável. (BESSLER; NEDER, 2004).

Portanto, ésteres são utilizados somente para as águas de colônia mais baratas. (ENGEL et al., 2012).

Um dos responsáveis pelo odor corporal é o ácido butírico, substância que faz com que o mau cheiro seja percebido por um animal e também é de grande valia para os cães de caça, treinados para seguir rastros desse odor. O odor de abacaxi e de maçã, provenientes dos ésteres de ácido butírico, butirato de etila e butirato de metila, respectivamente, conferem um cheiro doce de frutas e tem a desvantagem de poder atrair moscas e outros insetos que estão à procura de comida. (ENGEL et al., 2012).

O acetato de isoamila, conhecido como óleo de banana é análogo a um componente do feromônio de alarme de abelha, substância que serve como um meio de comunicação entre insetos. Quando uma abelha operária pica um intruso, um alarme de feromônio composto de acetato de isoamila é secretado junto com o veneno da abelha. Este produto faz com que mais abelhas sejam atraídas por aquele intruso, provocando um ataque em massa. (ENGEL et al., 2012).

5.1.4.3 Perfumes

Os perfumes surgiram por volta de 800 mil anos atrás quando o homem descobriu o fogo. Os deuses eram reverenciados com a oferenda de fumaça oriunda da queima de madeira e de folhas secas. Essa atividade foi assimilada pelos sacerdotes de diversos cultos, que utilizavam esses mesmos elementos e materiais de origem animal como incenso, pois acreditavam que o odor adocicado desprendido da fumaça era capaz de levar suas súplicas aos deuses. Por consequência, o termo “perfume” originou-se de duas palavras latinas *per* (origem de) e *fume* (fumaça). Posteriormente, a evolução do perfume se deu pelas próprias pessoas e seu uso pessoal, acredita-se que essa cultura tenha sido originada entre os egípcios. (DIAS; SILVA, 1996).

As Cruzadas, que ocorreram entre os séculos XI e XIII, foram uma grande aliada à disseminação do perfume pela Europa. Os cruzados trouxeram a aptidão e

o talento dos perfumes orientais, bem como informações relacionadas a fontes de óleos e compostos odoríferos exóticos como ilangue-ilangue, almíscar, sândalo entre outros. Ao final do século XIII, Paris tornou-se a capital mundial do perfume, posto que assume até hoje tendo a França como o país de onde provêm os melhores perfumes. As águas de colônia originaram-se em Colônia, na Alemanha há menos de 200 anos. (DIAS; SILVA, 1996).

Por definição, perfume é uma porção de matéria com mais de uma substância, ou seja, é uma complexa mistura de compostos orgânicos conhecida por fragrância. Antigamente as fragrâncias eram divididas conforme sua origem, a fragrância floral era obtida de óleo de flores, como a rosa e o jasmim, a fragrância verde consistia no óleo extraído de árvores e arbustos, como o eucalipto e a cânfora e finalmente, a fragrância animal, constituída de óleos advindos do veado almiscareiro (almíscar), do castor (castóreo) etc. Cerca de 150 dos óleos essenciais, dentro de milhares já descobertos pelos químicos, são importantes como ingredientes de perfumes. (DIAS; SILVA, 1996).

O almíscar é considerado muito raro e valioso pela cultura oriental, pois não se encontra em abundância e possui um preço elevado, além de um delicioso aroma. Os almíscares naturais são obtidos de glândulas animais como o almiscareiro, rato almiscarado ou são extraídos de sementes e raízes e abrangem as cicloalcanonas e lactonas de 15 a 17 membros. Nos tempos atuais, são conhecidos em torno de doze de almíscares cetônicos de origem animal e apenas seis de almíscares lactônicos de origem vegetal. (MAHAJAN, 1982).

Existe atualmente, um sistema que classifica as fragrâncias e engloba 14 grupos, que são divididos conforme a volatilidade de seus componentes, como a cítrica (limão), lavanda, ervas (hortelã), aldeídica, verde (jacinto), frutas (pêssego), florais (jasmim), especiarias (cravo), madeira (sândalo), couro (resina de vidoeiro), animal (algália), almíscar, âmbar (incenso) e baunilha. (DIAS; SILVA, 1996).

Os perfumistas costumam distribuir as fragrâncias de acordo com as *notas de um perfume*, que são três subdivisões que todo bom perfume possui. Essas notas são:

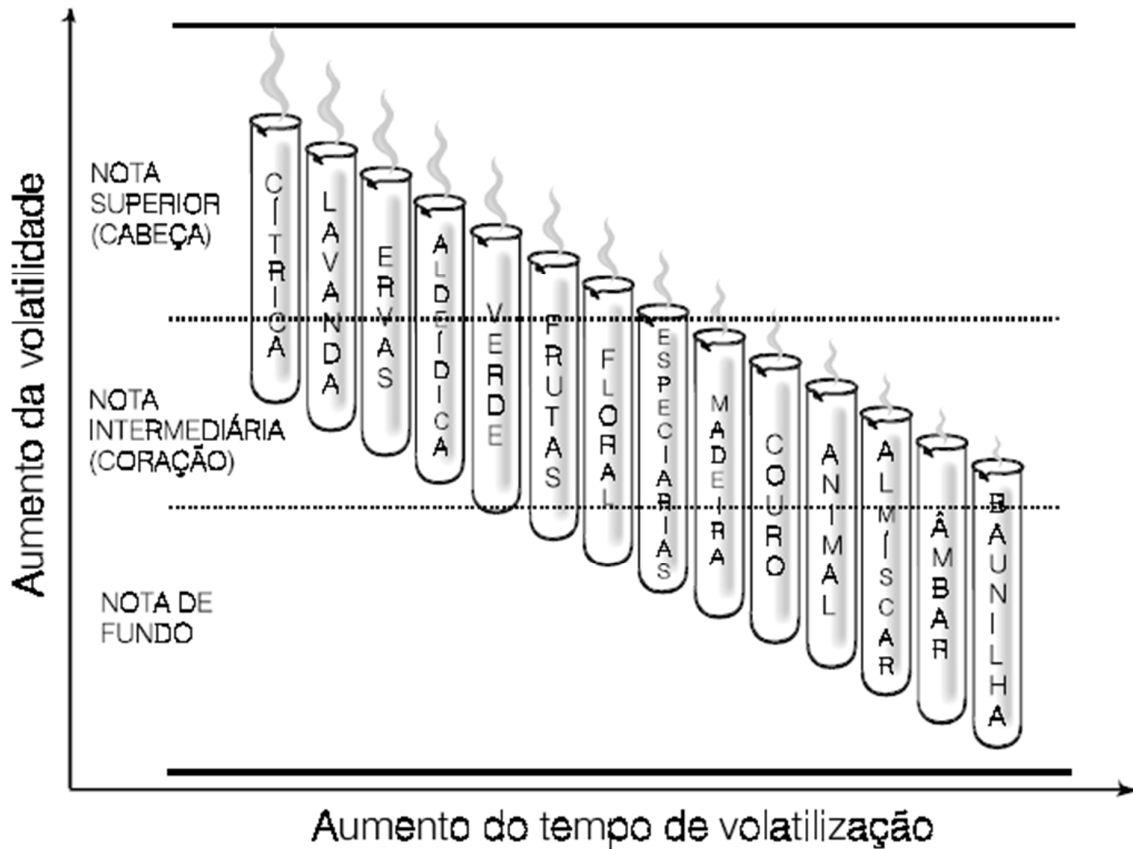
Nota superior: é a cabeça do perfume. É a parte mais volátil, da qual é possível sentir primeiro nos 15 minutos iniciais de evaporação.

Nota do meio: também chamada de coração do perfume, é parte intermediária do perfume, leva um tempo de três a quatro horas para ser detectada.

Nota de fundo: é também conhecida como “fixador”, é a parte menos volátil, que leva de quatro a cinco horas para ser percebida. (DIAS; SILVA, 1996).

Na Figura 19, pode-se notar a participação das fragrâncias nas notas de um perfume.

Figura 19 - Escala de notas de um perfume e a participação de diferentes



fragrâncias nessas notas.

Fonte: Dias e Silva (1996).

É sabido que existe uma grande diferença entre o preço dos produtos de perfumaria, isso porque são divididos em: perfume; água de colônia e loção pós-barba. Essa diferença se dá devido à composição da mistura desses produtos. Os perfumes possuem misturas de fragrâncias dissolvidas em um solvente, na maioria das vezes o etanol, que contém sempre na sua composição uma pequena quantidade de água. Por isso, quanto maior a porcentagem das essências nas fragrâncias, maior o preço do produto. Os fabricantes também costumam adicionar à mistura substâncias fixadoras, a fim de retardar a evaporação da essência, fazendo com que o perfume dure mais tempo. (DIAS; SILVA, 1996).

A Figura 20 mostra a composição de misturas utilizadas em produtos de perfumaria.

Figura 20 - Diferentes composições para produtos de perfumaria

	Fração em volume da essência (mL da essência/ L da mistura)	Composição do solvente(etanol: água)/mL:mL
Perfume	15% (150 mL/L)	950 : 50
Loção perfumada	8% (80 mL/L)	900 : 100
Água de toalete	4% (40 mL/L)	800 : 200
Água de colônia	3% (30 mL/L)	700 : 300
Deocolônia	1% (10 mL/L)	700 : 300

Fonte: Dias e Silva (1996).

Não são todas as pessoas que possuem uma sensação prazerosa quando em contato com perfumes, são aquelas que apresentam alergias ao produto ou a algum componente presente nele. As essências de anís, canela, citronela, cravo, hortelã, safrol, entre outras, podem gerar dermatites, manchas cutâneas entre outras. (DIAS; SILVA, 1996).

5.1.5 Produção da vanilina na indústria

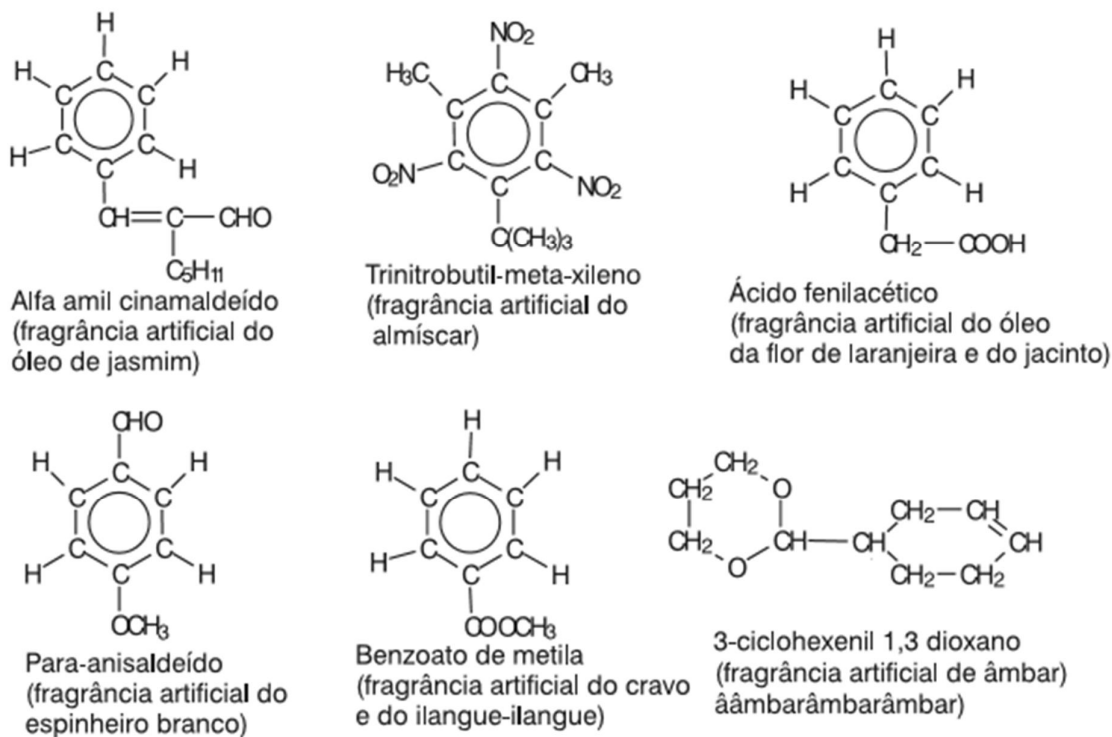
Com o grande crescimento da industrialização e a busca constante por produtos inovadores, a preservação das reservas naturais, o risco de extinção de espécies animais e vegetais no mundo se tornou a principal preocupação dos químicos, a fim de buscar métodos de fabricar substâncias sintéticas, que são mais baratas e menos prejudiciais ao meio ambiente.

Os óleos essenciais ainda são obtidos de forma natural, porém, cada vez mais a produção de sintéticos vem ganhando espaço no mercado. Uma alternativa muito interessante é a síntese de compostos com aroma similar ao produto natural, mas que possui uma estrutura totalmente diferente. Estes produtos sintéticos são

usados para aromatizar produtos de limpeza, de higiene pessoal e criar ilusões como, por exemplo, o “cheiro de plástico”, ou “cheiro de couro” (DIAS; SILVA, 1996).

A Figura 21 apresenta as estruturas de alguns compostos sintéticos, usados hoje em dia em perfumaria.

Figura 21 - Compostos sintéticos usados como fragrâncias artificiais

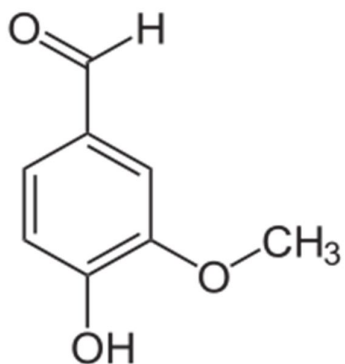


Fonte: Dias e Silva (1996).

Em perfumes, utilizam-se produtos sintéticos apenas para acentuar o aroma dos óleos naturais, por isso esses em específico são mais caros. Todavia, a química sintética é uma grande contribuinte no barateamento dos perfumes, fazendo com que uma porção maior da população possa usá-lo, além, é claro, da preservação de animais e vegetais. (DIAS; SILVA, 1996).

A molécula a ser tratada neste tópico é a 4-hidróxi-3-metoxibenzaldeído, segundo as regras da IUPAC, sendo mais conhecida como vanilina ou aroma de baunilha. É um composto cristalino branco, de peso molecular 152,14 g/mol e fórmula química (CH₃O)(OH)C₆H₃CHO, ilustrada na Figura 22.

Figura 22 - Estrutura química da vanilina



Fonte: Rodrigues (2012).

A vanilina é obtida da vagem de uma orquídea tropical, chamada de *Vanilla planifolia*, que já era cultivada e extraída pelos astecas antes da chegada de Hernán Cortés, em 1519, que introduziu a vanilina na Europa. O maior produtor mundial de vanilina é Madagascar, seguida pelo México, Tahiti e Indonésia. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

É um dos compostos aromáticos muito apreciados ao redor do planeta por apresentar várias funções. É um grande flavorizante para alimentos e bebidas, é usada em produtos farmacêuticos, além de auxiliar na prevenção de doenças, antimutagênico, antioxidante, conservante e antimicrobiano. (DAUGSH; PASTORE, 2005). A vanilina também possui aplicações medicinais, como no favorecimento da digestão, combate de afecções uterinas nervosas, diarreias, esterilidade, impotência, flatulência, entre diversas outras funções. (MAY et al., 2006).

Dados de 1999 afirmaram que mais de 12.000 toneladas de vanilina são produzidas por ano, sendo 1% extraída da planta verdadeiramente, e os outros 99% sintetizados. O valor da vanilina natural fica entre US\$ 1.200,00 e 4.000,00 por quilo, enquanto que o quilo da vanilina sintética custa menos que US\$ 15,00, que é geralmente derivada de licores de sulfito produzida durante o processamento da polpa de madeira para a fabricação do papel. (DAUGSCH; PASTORE, 2005; PACHECO; DAMASIO, 2010).

5.1.5.1 Produção de vanilina através de processos biotecnológicos

O fato do crescimento populacional exacerbado das últimas centenas de anos impulsionou o aumento de mercados voltados, principalmente, à produção de

alimentos, aumentando conseqüentemente, a demanda por aditivos alimentares como a vanilina. (PACHECO; DAMASIO, 2005).

Para que as necessidades da população pudessem ser supridas, a busca por produtos sintéticos tornaram-se essenciais para o sustento da população mundial, pois grande parte da superfície do planeta já fora tomada pela agricultura. Mesmo que estes compostos sintéticos sejam imprescindíveis para as pessoas, ainda têm-se um movimento crescente de estímulo ao uso de produtos naturais (PACHECO; DAMASIO, 2005).

[...] a vanilina sintética produzida de forma rentável e menos poluente por meio de precursores derivados do petróleo se confronta com o fato de utilizar compostos não renováveis para sua produção e, ainda, o de ser um produto sintético. (PACHECO; DAMASIO, 2005).

Desta forma, a biotecnologia mostra-se muito eficaz para solucionar o problema entre a grande demanda dessa molécula e de caracterizá-la como um produto sintético.

Classificam-se como produtos naturais, compostos que são obtidos de fontes biológicas, onde se utilizam enzimas ou suas células vivas de fontes naturais, como por exemplo as biotransformações, portanto, a vanilina produzida biotecnologicamente é dita como um produto natural, podendo ser produzida com baixos custos. Esta forma de produção envolve extratos enzimáticos ou enzimas purificadas, microrganismos e cultura de células de planta. (DAUGSCH; PASTORE, 2005).

Um composto também utilizado para a produção da vanilina é a vanilil-amina, extraída da pimenta, podendo ser convertida em vanilina por meio da ação da enzima álcool vanilil-oxidase. Outra molécula que vem sendo estudada para essa mesma aplicação é o ácido ferúlico, componente principal da lignina que, após a celulose, é a substância orgânica mais presente na natureza. Este ácido também é muito encontrado na parede celular do arroz, trigo, milho e beterraba. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

O ácido vanílico também é um composto fenólico obtido de fontes naturais que também pode ser empregado para a fabricação biotecnológica da vanilina. A obtenção da vanilina por meio desse ácido se dá pela utilização do fungo

Pycnoporus sanguineus, conhecido no Brasil como “orelha de pau”. (PACHECO; DAMASIO, 2010). (Figura 23).

Figura 23 - Fungo “orelha de pau” - *Pycnoporus sanguineu*

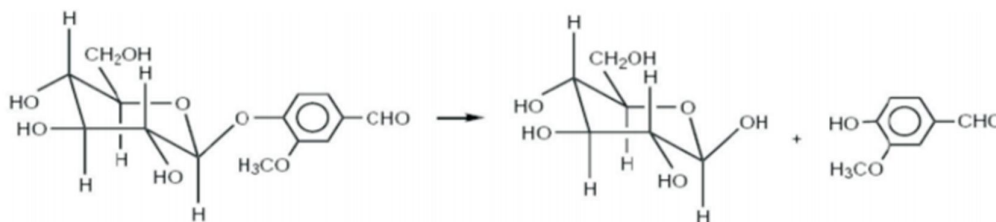


Fonte: Araguaia (c2016).

5.1.5.2 Produção da vanilina natural

Esta produção é feita através da colheita e maturação das vagens da orquídea, que neste momento encontra-se na forma de gluco-vanilina, não possuindo, ainda, o aroma característico da baunilha. Após o processo de maturação, que consiste na secagem e umificação das vagens, a gluco-vanilina é hidrolisada enzimaticamente em glucose e vanilina, como ilustra a Figura 24. Este processo permite a extração de 2,5% de vanilina em massa. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

Figura 24 - Hidrólise enzimática de gluco-vanilina em glucose e vanilina.



Fonte: Pacheco e Damasio (2010).

Outro processo proveitoso para a extração da vanilina natural é através do etanol, que ocorre por meio de temperaturas amenas ou por fluidos quentes, onde

as vagens da planta são depositadas sobre grades localizadas em tanques de aço, onde o solvente é recirculado por um período de aproximadamente duas semanas. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

5.1.5.3 *Produção da vanilina sintética*

Na teoria, não há diferenças entre a vanilina natural e sintética, porém, na prática, nota-se a diferença quando se trata do cheiro e flavor. Isso se dá, pois a vanilina natural é resultante de vários outros compostos extraídos que não se apresentam na vanilina sintética. Os custos para a produção de vanilina natural são muito elevados, enquanto que seu rendimento é muito baixo, por isso, estimulou-se a busca por rotas de produção de vanilina sintética. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

Em meados de 1874, a vanilina passou a ser sintetizada a partir do eugenol de cravos-da-índia, sendo comercializada na França e nos Estados Unidos por US\$176 por quilo. Entretanto, esta rota de produção consumia grandes quantidades de reagentes e apesar do grande rendimento, o eugenol deixou de ser utilizado como material de partida para esta síntese. Foi então que a lignina contida no licor negro passou a ser utilizada. (PACHECO; DAMASIO, 2010). O licor negro é um subproduto do processo kraft de tratamento químico da indústria de celulose e papel. Este processo de cozimento consiste em atuar sobre pequenos pedaços de madeira (cavacos), com uma combinação de hidróxido de sódio e sulfeto de sódio, tendo como resultado a dissolução da lignina e a liberação das fibras, que constituem a “celulose” marrom, que é uma polpa de celulose, produto obtido ao final do tempo de cozimento. (FORTUNATTO, 2014).

A produção da vanilina oriunda da lignina iniciou-se nos EUA em 1936 com a Salvo Chemical Corp. juntamente com a Marathon Paper Mills Co., de Wisconsin, fazendo uso da técnica criada por Tomlinson e Hibbert. Após um ano, a primeira planta de produção de vanilina foi desenvolvida pela Howard Smith Paper Mills Ltda., no Canadá. Em 1940, a Ontario Pulp and Paper construíram a segunda planta de produção de vanilina, obtendo uma proporção de 227.000 kg/ano em 1945. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

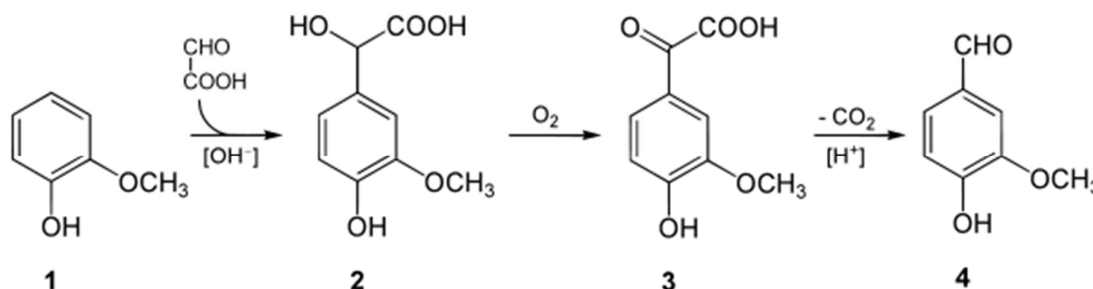
Contudo, a produção de vanilina a partir do licor negro apresentava muitas desvantagens, pois gerava um volume alto de resíduos tóxicos. Para produzir 1 kg de vanilina, eram utilizados 160 kg de líquidos cáusticos e gerados 150 kg de

substâncias de caráter tóxico e que não tinham nenhuma importância comercial. Por isso, as plantas no Canadá e nos EUA foram fechadas em meados de 1980 a 1990. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

A maior parte da vanilina sintética é produzida, nos dias atuais, a partir de precursores derivados do petróleo, que são originados da indústria petroquímica, como o guaiacol e o p-cresol (Figura 25). Essas alternativas vem se mostrando mais econômicas em relação as que utilizavam lignina, além de produzir menos efluentes devido ao rendimento de suas reações serem maiores. (PACHECO; DAMASIO, 2010).

O guaiacol (1) reage com o ácido glicóico (2) por substituição eletrofílica aromática, dando origem ao ácido vanililmandélico (3), que é depois convertido a vanilina (4) pelo ácido 4-hidroxi-3-metoxifenilglicóico, por descarboxilação oxidativa. (RODRIGUES, 2012).

Figura 25 – Síntese da vanilina a partir do guaiacol



Fonte: Rodrigues (2012).

5.2 PARTE II – PARTE EXPERIMENTAL

O método utilizado foi destilação a vapor, pois é o único aplicado a líquidos imiscíveis, diferentemente da destilação simples, fracionada e a vácuo. A mistura de líquidos imiscíveis entrará em ebulição a uma temperatura menor que o ponto de ebulição do(s) componente(s) puro(s) separado(s), ou seja, o material desejado (eugenol) entra em ebulição abaixo de 100°C . Isto ocorre, devido ao aumento da pressão de vapor¹ que somada a temperatura e ao aquecimento, fará com que o líquido seja capaz de entrar em ebulição no ponto em que a pressão de vapor se

¹ Pressão exercida por um vapor quando este está em equilíbrio termodinâmico com o líquido em que lhe deu origem, ou seja, a quantidade de líquido que evapora é a mesma que se condensa.

torne igual a pressão atmosférica. Quando um composto não é miscível com a água e possui um elevado ponto de ebulição, como é o caso do eugenol, à pressão de vapor do processo combinado com os dois compostos, é a soma das suas pressões de vapor separadas e assim fará com que a pressão de vapor da mistura seja maior do que a do composto sozinho.

(2)

$$P_{\text{total da mistura}} = P^0_{\text{água}} + P^0_{\text{eugenol}}$$

O aumento da pressão de vapor obtida através da mistura do composto com água ou vapor reduz o ponto de ebulição, permitindo um destilado sem decomposição. (ENGEL et al., 2012). Quando uma das fases imiscíveis é vapor de água, o processo ganha o nome de destilação por arraste a vapor. A Figura 26 mostra as propriedades físicas e químicas da água e do eugenol.

Figura 26 - Propriedades físicas e químicas da água e do eugenol

Propriedades	Água	Eugenol
Nomenclatura da IUPAC	-	4-Alil-2-Metoxifenol
Fórmula molecular	H ₂ O	C ₁₀ H ₁₂ O ₂
Peso molecular	18 g mol ⁻¹	164,20 g mol ⁻¹
Ponto de ebulição	100 °C	253,5 °C
Densidade (25 °C)	1,0 g/cm ³	1,064 g/cm ³
Características	líquido incolor	líquido incolor ou amarelado
Solubilidade	-	solúvel em álcool etílico, éter, clorofórmio e óleo mas pouco solúvel em água.

Fonte: Silva, Oliveira e Souza (2011).

É sabido que todos os gases se misturam, portanto, as duas substâncias em questão podem se misturar no vapor e codestilar. O componente desejado, no momento em que o destilado é resfriado, separa-se da água por não ser miscível a ela. (ENGEL et al., 2012).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este tópico trata dos resultados obtidos através da extração do eugenol de cravos-da-índia a partir do método destilação a vapor, de forma direta e indireta, bem como sua discussão.

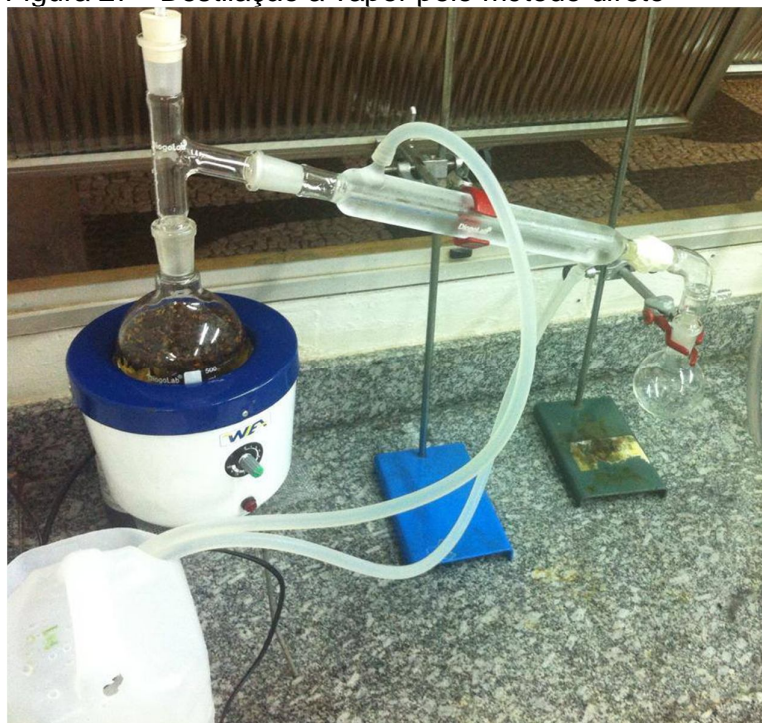
6.1 PARTE II – PARTE EXPERIMENTAL

a) Isolamento do eugenol do cravo-da-índia

O eugenol é o principal constituinte do óleo de cravo. É um composto muito eficiente, pois apresenta efeitos anti-inflamatórios, anestésicos, cicatrizantes, sendo muito utilizado na área odontológica e na indústria farmacêutica (SILVA; OLIVEIRA; SOUZA, 2011).

O primeiro experimento foi realizado através do método direto da destilação a vapor. Neste método, é gerado vapor *in situ* (no local), ou seja, o balão de destilação é aquecido contendo o composto e a água. A Figura 27 ilustra a aparelhagem utilizada no experimento e a Figura 28 ilustra o destilado obtido.

Figura 27 - Destilação a vapor pelo método direto



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 28 - Destilado obtido



Fonte: Elaborada pela autora.

Para realizar a extração do óleo essencial eugenol do cravo-da-índia fez-se uso do solvente cloreto de metileno (diclorometano). A maioria das extrações, como no caso desta, consiste em uma fase aquosa e uma fase orgânica e para que essa separação aconteça é necessário utilizar um solvente orgânico imiscível com a água. A densidade do cloreto de metileno é $d=1,330$ g/mL, por ser mais denso que a água ($d=1,0$ g/mL) quando a solução foi agitada, formou-se a camada inferior no funil de separação (fase orgânica) (Figura 29). A extração da fase aquosa com cloreto de metileno foi realizada novamente para que se conseguisse uma extração mais completa. (ENGEL et al., 2012).

Figura 29 - Extração do eugenol com diclorometano e separação das fases



Fonte: Elaborada pela autora.

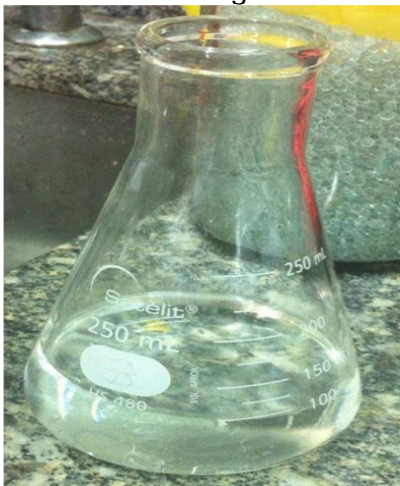
Os extratos de cloreto de metileno contendo ainda um pouco de água foram secos com o agente secante sulfato de sódio (Figura 30), que é um sal inorgânico anidro (livre de água) que adquire água de hidratação quando exposto a uma solução úmida. O sulfato de sódio anidro é o agente secante mais utilizado por ser eficaz, sendo capaz de remover a água dos solventes mais comuns, como o cloreto de metileno. O sal é utilizado à temperatura ambiente para que seja efetivo (ENGEL et al., 2012). A Figura 31 exibe a solução após ser seca pelo sulfato de sódio anidro.

Figura 30 - Secagem da amostra com o sulfato de sódio anidro



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 31 - Solução após a secagem



Fonte: Elaborada pela autora.

Finalmente, realizou-se a evaporação do solvente (Figura 32), para que pudesse obter apenas o óleo essencial do cravo-da-índia (Figura 33).

Figura 32 - Evaporação do solvente



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 33 - Produto final: óleo essencial, eugenol, do cravo-da-índia

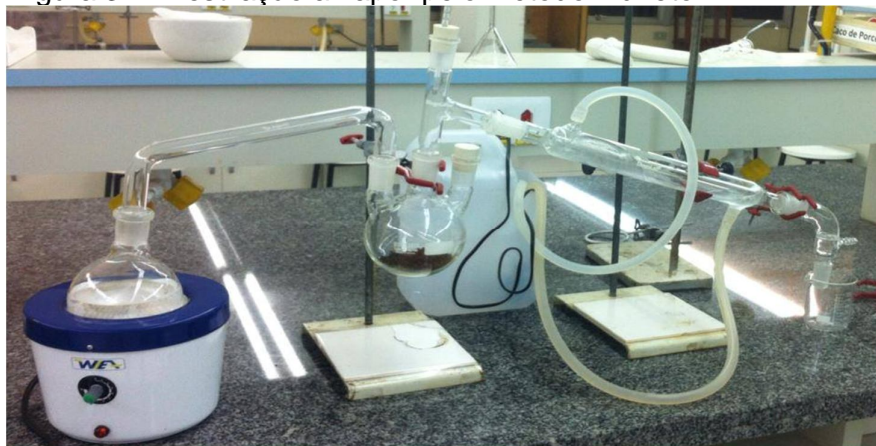


Fonte: Elaborada pela autora.

Nota-se que o rendimento do processo é muito baixo, não sendo possível quantificá-lo, por isso que a extração a partir de compostos naturais tem um custo elevado e buscam-se rotas para a produção dos mesmos de forma sintética.

Na segunda forma de se extrair o eugenol, utilizou-se o método indireto, onde o vapor é gerado externamente e é transferido para o balão de destilação com três bocas fazendo uso de um tubo de entrada. (Figura 34).

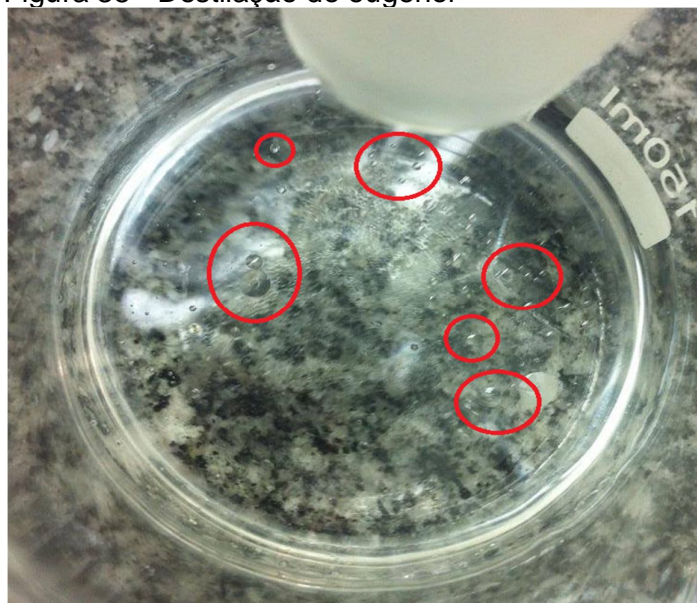
Figura 34 - Destilação a vapor pelo método indireto



Fonte: Elaborada pela autora.

A Figura 35 mostra o produto obtido da destilação. É possível observar as gotas do óleo destiladas juntamente com a água.

Figura 35 - Destilação do eugenol



Fonte: Elaborada pela autora.

Cerca de 30 mL foram obtidos neste processo. Apenas a etapa de destilação foi realizada devido à baixa eficiência do processo e o tempo despendido para ela ter sido muito grande.

7 CONCLUSÃO

Por este trabalho pode-se concluir que o odor é um atributo organoléptico, perceptível pelo órgão olfativo quando são inalados compostos voláteis que estimulam os receptores nervosos presentes no nariz, podendo ser desagradáveis como aqueles exalados pelo corpo, ou agradáveis, como os provenientes de especiarias e seus óleos essenciais, bem como os perfumes. Conclui-se também que os óleos essenciais são substâncias provenientes de plantas e especiarias e apresentam uma gama de compostos que causam a sensação de aroma, bem como os perfumes que são originados destes óleos e possuem um elevado valor comercial.

O cravo-da-índia e a baunilha foram as principais especiarias de estudo. Foi possível conhecer três distintas formas de produção da baunilha, através da biotecnologia, de forma natural e de forma sintética, mostrando que o processo biotecnológico é o mais eficaz para esta produção, pois soluciona o problema da grande demanda dessa molécula e ser considerado um produto sintético.

Finalmente, a extração do eugenol, óleo essencial do cravo-da-índia através do método da destilação a vapor se mostrou funcional porem ineficiente, pois apenas uma pequena quantidade de óleo essencial é obtida, tendo em vista a quantidade inicial de cravos utilizados.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, R. M. V. **Contribuição para o Estudo de Odores em Estações de Tratamento de Água Residuais Urbanas**. 2006. 299 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Sanitária) – Departamento de Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa. 2006. Disponível em: <http://run.unl.pt/bitstream/10362/1114/1/antunes_2006.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- ARAGUAIA, M. Classificação dos fungos. **Alunos on line**, c2016. Disponível em: <<http://alunosonline.uol.com.br/biologia/classificacao-dos-fungos.html>>. Acesso em 03 jun. 2016.
- BESSLER, K.; NEDER, A. **Química em Tubos de Ensaio: uma abordagem para iniciantes**. São Paulo: Edgard Blüncher, 2004.
- BIASSETO, C. R.; SILVA, V. P. Química Orgânica Experimental - Preparação Do Acetato De Isopentila. **Cempeqc Instituto de Química da Unesp**, 2013. Disponível em: <http://www.cempeqc.iq.unesp.br/Jose_Eduardo/Blog2013/Aula_26_04/Prepara%C3%A7%C3%A3o%20e%20purifica%C3%A7%C3%A3o%20do%20acetato%20de%20isopentila%20LIC%202007.pdf>. Acesso em: 05 maio 2016.
- COELHO, P. Destilação com arraste de vapor. **Eng Química Santos SP**, c2016. Disponível em: <<http://www.engquimicasantosp.com.br/2012/03/destilacao-com-arraste-de-vapor.html>>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- COMO nossa língua identifica os sabores. **Alanorte**, 2015. Disponível em: <<http://alanortenoticias.com.br/voce-sabia/47/como-nossa-lingua-identifica-os-sabores>>. Acesso em: 03 jun. 2016.
- CRAVEIRO, A. A.; QUEIROZ, D. C. Óleos Essenciais e Química Fina. **Química Nova**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 224-228, nov. 1992. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol16No3_224_v16_n3_%289%29.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2016.
- DAUGSCH, A.; PASTORE, G. Obtenção de Vanilina: Oportunidade Biotecnológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 642-645, abr. 2005. Disponível em: <quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol28No4_637_16-RV04068.pdf>.
- DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes – Uma química inesquecível. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 4, p. 3-6, nov. 1996. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc04/quimsoc.pdf>>. Acesso em: 23 fev. 2016.
- ENGEL, R. G. et al. **Química Orgânica Experimental: Técnicas de Escala Pequena**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learnig, 2012.
- FOGAÇA, J. R. V. Escova de carbocisteína. **Brasil Escola**, [2016?]. Disponível em <<http://brasilescola.uol.com.br/quimica/escova-carbocisteina.htm>>. Acesso em 03 de junho de 2016

FORTUNATTO, A.C. **Alternativas para o aproveitamento do licor negro da indústria de papel e celulose**. 2014. 68 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético) – Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

GUIMARÃES, P. I. C.; OLIVEIRA, R. E. C.; DE ABREU, R. G. Extrairdo Óleos Essenciais de Plantas. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n. 11, p. 45-46, maio 2000. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc11/v11a10.pdf>>. Acesso em: 16 fev. 2016.

HERCULANO-HOUZEL, S. **Sexo, Drogas e Rock'n'Roll... & Chocolate: o cérebro e os prazeres da vida cotidiana**. Rio de Janeiro: Vieira e Lent, 2009.

LE COUTEUR, P. M.; BURRESON, J. **Os Botões de Napoleão: as 17 moléculas que mudaram a história**. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

LEITE, V. D. et al. **Estimativa do potencial de corrosão e toxicidade e ocorrência de odores desagradáveis devido às espécies de enxofre presentes em águas residuárias**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/brasil/ii-042.pdf>>. Acesso em 31 mar. 2016.

MAHAJAN, J. R. Química de Almíscares Naturais e Artificiais. **Química Nova**, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 118-123, out. 1982. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol5No4_118_v05_n4_%285%29.pdf>. Acesso em: 27 abr. 2016.

MAY, A. et al. Baunilha (*Vanilla planifolia* Jack sex Andrews), 2006. Disponível em: <www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/46.pdf>. Acesso em: 18 maio 2016.

ODORES: veja 10 fontes de cheiros exalados pelo corpo. **Terra**, [2016?]. Disponível em: <<http://saude.terra.com.br/odores-veja-10-fontes-de-cheiros-exalados-pelo-corpo,81a2329570db7310VgnVCM3000009acceb0aRCRD.html>>. Acesso em: 23 fev. 2016.

PACHECO, S. M. V.; DAMASIO, F. Vanilina: Origem, Propriedades e Produção. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 32, n. 4, p. 215-219, nov. 2010. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_4/02-QS3909.pdf>. Acesso em: 23 fev. 2016

PAVIA, D. L., LAMPMAN, G. M., KRIZ, G. S. **Química Orgânica Experimental: Técnicas de Escala Pequena**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

PEIXOTO, F. M. C. Alguns aspectos químicos do odor. **Sociedade Portuguesa de Química**, Braga, s. 2, n. 52. , p. 30-33, mar. 1994. Disponível em: <<http://www.spq.pt/magazines/BSPQ/576/article/3000618/pdf>>. Acesso em: 20 maio 2016.

PELT, J. M. **Especiarias e Ervas Aromáticas**. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

RETONDO, C. G.; FARIA, P. **Química das Sensações**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2008.

RODRIGUES, J. Vanilina – molécula da semana. **FCiências**, 2012. Disponível em <<http://www.fciencias.com/2012/12/06/molecula-da-semana-vanilina/>>. Acesso em: 03 jun. 2016.

SILVA, T. C.; OLIVEIRA, J. R.; SOUZA, S. J. O. Extração de Eugenol a Partir do Cravo da Índia e Produção de Sabonetes Aromatizados. **Revista Crase.edu. – A revista do e-Tec Brasil – IFG / Campus Inhumas**, Inhumas, v. 1, n. 1, p. 1-12, 2011. Disponível em: <<http://simpoets.inhumas.ifg.edu.br/revistas/index.php/crase/article/viewFile/13/41>>. Acesso em: 12 maio 2016.

TEIXEIRA, L. V. Análise Sensorial na Indústria de Alimentos. **Rev. Inst. Latic. “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 64, n. 366, p. 12-21, jan./fev. 2009.

WOLFFENBUTTEL, Adriana Nunes. Óleos essenciais. **Informativo CRQ-V**, Porto Alegre, v. 11, n. 105, p. 6-7, nov./dez. 2007.