

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL  
ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS EXATAS E ENGENHARIAS  
CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA**

**LUIZ ALFREDO BEDIN MOTTER**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PERFUMES A PARTIR DA OBTENÇÃO DE  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE LARANJA, DE *VIOLA X WITTROCKIANA* E DE PINHA.**

**CAXIAS DO SUL**

**2024**

**LUIZ ALFREDO BEDIN MOTTER**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PERFUMES A PARTIR DA OBTENÇÃO DE  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE LARANJA, DE *VIOLA X WITTROCKIANA* E DE PINHA.**

Trabalho de Conclusão de Curso II  
apresentado como requisito para obtenção  
da aprovação na disciplina de Trabalho de  
Conclusão de Curso II do curso de  
Bacharelado em Engenharia Química.

Orientadora Profa. Dra. Fernanda Miotto

**CAXIAS DO SUL**

**LUIZ ALFREDO BEDIN MOTTER**

**PROCESSO DE PRODUÇÃO DE PERFUMES A PARTIR DA OBTENÇÃO DE  
ÓLEOS ESSENCIAIS DE LARANJA, DE *VIOLA X WITTROCKIANA* E DE PINHA.**

Relatório final, apresentado à  
Universidade de Caxias do Sul, como  
parte das exigências para a obtenção do  
título de Engenheiro Químico.

Caxias do Sul, 13 de dezembro de 2024.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Fernanda Miotto  
Universidade de Caxias do Sul

---

Profa. Dra. Jadna Catafesta  
Universidade de Caxias do Sul

---

Profa. Ma. Francie Bueno  
Universidade de Caxias do Sul

## Resumo

A indústria da perfumaria teve seus primeiros indícios de evolução por volta de 2000 a.C., mantendo-se em evidência e evolução até os dias atuais. No ramo dos cosméticos, os perfumes são um dos produtos mais valorizados e refinados, exercendo elevada importância na sociedade, sem se importar com classe social ou gênero. O Brasil é o segundo maior consumidor de perfumes do mundo, destacando-se também pela produção, possuindo um dos mercados mais dinâmicos na indústria. O papel da Engenharia Química pode ser diverso dentro da perfumaria, sendo o Engenheiro Químico responsável por aplicar conhecimentos e aprimorar técnicas para formular, extrair e modificar perfumes. O objetivo do trabalho é a extração do óleo essencial da casca da laranja, da flor de amor-perfeito e da pinha, bem como desenvolver técnicas, realizar análises dos óleos essenciais e formular um perfume com os óleos obtidos. Os métodos utilizados para extração dos óleos foram buscados na literatura e montados em laboratório para realizar as extrações, relatando as diversas tentativas de análise e suas variáveis. Os métodos utilizados foram a hidrodestilação comum, hidrodestilação de Clevenger, destilação por arraste a vapor e extração por solvente utilizando extrator de Soxhlet. As análises físico-químicas realizadas foram a análise do potencial hidrogeniônico, análise de solubilidade em álcool e a análise cromatográfica do óleo essencial. A formulação do perfume foi contemplada a partir de óleo essencial, veículo e fixador. A análise das características do perfume apontou uma ótima otimização da essência e um resultado final satisfatório.

**Palavras-chave:** perfume, óleo essencial, casca de laranja, amor-perfeito, pinha, hidrodestilação, destilação por arraste a vapor, extração por solvente.

## **Abstract**

The perfume industry began evolving around 2000 BC and has continued to progress and remain relevant to the present day. Perfumes are one of the most valued and refined products in the cosmetics sector, playing a significant role in society regardless of social class or gender. Brazil is the second-largest perfume consumer worldwide and is also a key producer, featuring one of the most dynamic markets in the industry. The role of Chemical Engineering in perfumery is multifaceted, with Chemical Engineers applying knowledge and improving techniques for formulating, extracting, and modifying perfumes. This study focuses on extracting essential oils from orange peel, pansy flowers, and custard apple, as well as developing techniques, performing analyses of the oils, and formulating a perfume with the obtained oils. The extraction methods, sourced from the literature and applied in the laboratory, included hydrodistillation, Clevenger hydrodistillation, steam distillation, and solvent extraction using a Soxhlet extractor. Physicochemical analyses conducted included pH, alcohol solubility, and chromatographic analysis of the essential oil. The perfume formulation was based on essential oil, vehicle, and fixative. The analysis of the perfume's characteristics showed an excellent optimization of the essence and a satisfactory final result.

**Keywords:** perfume, essential oil, orange peel, pansy, custard apple, hydrodistillation, steam distillation, solvent extraction.

## Lista de Figuras

Figura 1: Fragmento de decoração de túmulo egípcio representando a fabricação de perfume de lírio.....	14
Figura 2: Pirâmide olfativa.....	21
Figura 3: Famílias olfativas.....	22
Figura 4: Principais componentes dos óleos essenciais.....	26
Figura 5: Fórmula estrutural do etanol.....	27
Figura 6: Fórmula estrutural do propileno glicol.....	28
Figura 7: Sistema da destilação por arraste a vapor.....	31
Figura 8: Sistema da hidrodestilação.....	32
Figura 9: Sistema de extração por solvente.....	33
Figura 10: Estrutura do limoneno.....	35
Figura 11: Estrutura da flavona.....	36
Figura 12: Estrutura do $\beta$ -pineno.....	37
Figura 13: Destilação por arraste a vapor da casca de laranja.....	44
Figura 14: Hidrodestilação de Clevenger.....	45
Figura 15: Funil de separação da extração do limoneno.....	48
Figura 16: Destilação por arraste a vapor com funil de separação.....	49
Figura 17: Destilado da extração com funil de separação graduado.....	50
Figura 18: Extração por solvente da violaquercitrina-flavona.....	54
Figura 19: Arraste de solvente através do evaporador rotativo.....	54
Figura 20: Primeiro ciclo da extração por solvente nas flores roxas.....	56
Figura 21: Terceiro ciclo da extração por solvente nas flores roxas.....	57
Figura 22: Mistura de álcool e óleo essencial na extração de flores amarelas.....	58
Figura 23: Óleo essencial após o arraste do álcool de cereais.....	59
Figura 24: Hidrodestilação da pinha.....	60
Figura 25: Frasco âmbar para maturação do perfume.....	65
Figura 26: Embalagem e rótulo do perfume.....	67

## Lista de Tabelas

Tabela 1: Variação de porcentagem de óleo essencial/fragrância, solvente e tempo de fixação em diferentes tipos de perfumes.....	20
Tabela 2: Diferentes destilações por arraste a vapor da casca da laranja.....	46
Tabela 3: Extrações por hidrodestilação de Clevenger.....	51
Tabela 4: Rendimentos das extrações de óleo essencial por Clevenger.....	52
Tabela 5: Comparação das extrações por solvente utilizando extrator de Soxhlet...	55
Tabela 6: Diferentes hidrodestilações da pinha.....	61
Tabela 7: Composição do óleo essencial extraído da laranja.....	62

## Sumário

<b>1 Introdução</b> .....	<b>10</b>
<b>2 Objetivos</b> .....	<b>12</b>
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
2.3 Justificativa.....	12
<b>3 Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>14</b>
3.1 Contexto Histórico.....	14
3.2 Produção de Perfumes e Engenharia Química.....	16
3.3 O Mercado perfumista no Brasil.....	18
3.4 Estrutura do Perfume.....	19
3.5 Perfumes: Matéria Prima e Produção.....	24
3.5.1 Óleo Essencial.....	24
3.5.2 Veículo.....	26
3.5.3 Fixador.....	27
3.6 Processo de Extração do Óleo Essencial.....	28
3.6.1 Destilação por Arraste a Vapor.....	29
3.6.2 Hidrodestilação.....	31
3.6.3 Extração por solvente.....	32
3.7 Matérias-primas para extração dos óleos essenciais.....	34
3.7.1 Casca de Laranja.....	34
3.7.2 Viola x wittrockiana (Amor-Perfeito).....	35
3.7.3 Pinha.....	36
<b>4 Metodologia</b> .....	<b>38</b>
4.1 Matéria-prima.....	39
4.2 Moagem.....	40
4.3 Extração do óleo essencial.....	40
4.4 Isolamento.....	40
4.5 Maceração.....	40
4.6 Filtração.....	41
4.7 Envase.....	41
4.8 Armazenamento.....	41
4.9 Análises Físico-Químicas.....	42
4.9.1 Identificação dos compostos do óleo essencial.....	42
4.9.2 Solubilidade em etanol (90%).....	42
4.9.3 Determinação do pH.....	42
<b>5 Resultados e Discussão</b> .....	<b>43</b>
5.1 Extração e Obtenção do Limoneno.....	43
5.1.1 Destilação por Arraste a vapor.....	43
5.1.2 Hidrodestilação.....	44

5.1.3 Obtenção do Limoneno.....	45
5.2 Extração e Obtenção da Violaquercitrina-Flavona.....	52
5.2.1 Extração por Solvente - Soxhlet.....	52
5.2.2 Obtenção da Violaquercitrina-Flavona.....	55
5.3 Extração e Obtenção do $\beta$ -pineno.....	59
5.3.1 Hidrodestilação.....	59
5.3.2 Obtenção do $\beta$ -pineno.....	60
5.4 Características e Análises do Perfume.....	62
5.4.1 Identificação de Compostos: Análises Cromatográficas.....	62
5.4.2 Formulação do Perfume.....	63
5.4.3 Características do Parfum.....	65
5.4.4 Determinação do pH.....	65
5.4.5 Envase e Armazenamento.....	66
<b>6 Conclusão.....</b>	<b>68</b>
<b>7 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>70</b>

## 1 Introdução

O olfato é um dos sentidos do corpo humano que mais produz efeitos psicológicos no nosso organismo, sendo responsável pela sensação dos aromas (Lucca, 2010). O perfume é o exemplo mais marcante de um aroma, visto que é criado a partir de uma fórmula modificada de uma matéria-prima encontrada na natureza.

Na antiguidade, o perfume era utilizado para rituais e celebrações religiosas, pertencendo às classes mais altas da sociedade, como sacerdotes e faraós. Atualmente, o perfume é um produto com grande acesso populacional, por mais que existam produtos com alto valor agregado por causa das suas particularidades de formulação.

O perfume é uma sensação olfativa agradável, admitido como um sinônimo de fragrância, difícil de descrever com palavras. O cheiro agradável e penetrante é exalado por substâncias presentes na matéria processada, misturada e controlada na produção deste produto (Santos, 2023).

Os óleos essenciais são os constituintes mais importantes da formulação do perfume, pois produzem as fragrâncias presentes na composição. O perfume é formulado de fixador, solvente e fragrância, sendo necessário cuidados e conhecimentos sobre o processo de produção para que o produto final seja obtido de uma forma correta e harmônica. Nesse sentido, o papel do engenheiro químico na perfumaria é diverso, desde técnicas para extração dos óleos essenciais, até controles de qualidade do perfume produzido, tornando a produção de perfumes um processo muito valioso para a engenharia química.

A extração de óleos essenciais pode ser feita através de diversas técnicas, sendo algumas delas mais recomendadas para certas matérias-primas. O processamento das essências pode passar por um processo primário antes da extração do óleo como por exemplo o de moagem, que facilita a extração e aumenta a eficiência da técnica. Após as extrações, os óleos são diluídos com solvente, tratados e armazenados corretamente, formando o perfume.

Segundo a ABIHPEC (2021), o ramo da perfumaria foi um dos que mais apresentou crescimento e performance nos primeiros meses de 2021, atingindo altas de 22% nas vendas. Nesse sentido, é visível o aumento do mercado da perfumaria no Brasil e no mundo.

Neste trabalho serão apresentados temas sobre a perfumaria tais como o histórico, a estrutura do perfume e a produção de um perfume. Serão abordadas formas, métodos e planos para a extração dos óleos essenciais da laranja, da *Viola X Wittrockiana* e da pinha, além de abordar o modo de preparo e produção de um perfume a partir desses materiais vegetais. Por fim, serão feitas análises do perfume para obter resultados sobre sua composição e serão discutidos os parâmetros resultantes.

## 2 Objetivos

O objetivo geral e os objetivos específicos estão apresentados abaixo.

### 2.1 Objetivo Geral

Produzir um perfume através da extração de óleo essencial da casca de laranja, da *viola x wittrockiana* (amor-perfeito) e da pinha.

### 2.2 Objetivos Específicos

- Realizar a extração de óleos essenciais a partir da casca de laranja, da *viola x wittrockiana* (amor-perfeito) e da pinha, utilizando técnicas adequadas para cada tipo de material vegetal.
- Analisar experimentalmente as características olfativas e a composição química dos óleos essenciais extraídos, empregando métodos cromatográficos para identificar e quantificar os componentes principais.
- Utilizar os laboratórios da Universidade de Caxias do Sul para aplicar conhecimentos teóricos e práticos adquiridos durante a graduação em Engenharia Química, otimizando processos de extração e análise.

### 2.3 Justificativa

Desde o passado, os perfumes e as fragrâncias são responsáveis por marcar a vida dos seres humanos na sociedade. Nesse sentido, os perfumes são importantes produtos para a identificação dos seres.

Os perfumes atualmente são utilizados no cotidiano para agradar as pessoas à sua volta, gerar sensação de poder e até mesmo para disfarçar fragrâncias desagradáveis. A perfumaria cresce aliada ao desenvolvimento da sociedade e ao desenvolvimento intrapessoal dos seres.

O mercado para esses produtos tem alcançado níveis cada vez mais altos, levando a produção de perfumes com cada vez maior valor agregado, devido às complexas formas de se obter os óleos essenciais e aos tratamentos das fragrâncias.

A produção de um perfume através da extração de óleos essenciais foi escolhida pela necessidade de entender melhor o mercado da Engenharia Química em relação a um produto que transforma a vida de diversas pessoas. Os engenheiros químicos desempenham um papel crucial no desenvolvimento de perfumes, aplicando seus conhecimentos em processos de extração, análise e síntese para garantir a qualidade e a segurança dos produtos. Eles são responsáveis por otimizar os processos de extração de óleos essenciais, desenvolver novas técnicas de síntese de fragrâncias e garantir que os produtos finais atendam aos padrões regulatórios e de qualidade.

A escolha de um perfume tanto para o cotidiano como para situações pontuais é feita pela necessidade de se sentir bem no ambiente que está sendo frequentado. Dessa forma, o perfume não marca apenas a pessoa que o usa, mas também as pessoas que o percebem. O conhecimento do engenheiro químico é fundamental para inovar e melhorar continuamente os processos de produção, garantindo que as fragrâncias sejam duradouras, seguras e agradáveis, contribuindo significativamente para a indústria da perfumaria e para o bem-estar dos consumidores.

Assim, a presença de profissionais qualificados em Engenharia Química é essencial para o avanço da perfumaria, permitindo a criação de produtos que não apenas satisfazem as necessidades dos consumidores, mas também elevam a experiência sensorial e emocional proporcionada pelas fragrâncias.

### 3 Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Contexto Histórico

A palavra "perfume" foi introduzida na língua portuguesa através da expressão latina "*Pro Fumum*", que significa 'através da fumaça' (Gomes; Chiavone-Filho; Oliveira, 2019), que reflete a antiga prática de usar fumaça aromática em rituais religiosos e culturais. As primeiras aparições dos perfumes datam de cerca de 2000 a.C. no Oriente Médio, especificamente entre os povos do Egito e da Mesopotâmia, que foram pioneiros na arte da perfumaria, desenvolvendo incensos por meio de folhas, madeiras e resinas (Maia, Giroto; 2022). Acreditava-se que a queima de incensos poderia conduzir à vida eterna.

Figura 1: Fragmento de decoração de túmulo egípcio representando a fabricação de perfume de lírio.



Fonte: Gomes; Chiavone-Filho; Oliveira, 2019.

Os egípcios eram politeístas, ou seja, acreditavam em vários deuses, incluindo Nefertum, o deus do perfume, que usava uma coroa de lírios. Nefertum simbolizava a

fragrância e a pureza, elementos centrais nas práticas religiosas egípcias. Os responsáveis pela preparação de perfumes eram os sacerdotes, uma vez que utilizavam as fragrâncias em rituais para os faraós e os Deuses. Os perfumes para esses rituais sagrados eram produzidos em templos. Os egípcios foram inovadores ao criar frascos para o armazenamento de fragrâncias, estabelecendo uma indústria de cosméticos avançada (Maia; Giroto, 2022).

A ampliação do conhecimento sobre perfumaria foi se difundindo para fora do Oriente Médio, conquistando novas civilizações, que além de aprofundar conhecimentos, desenvolveram novos e diferentes métodos de produção. Os gregos se destacaram na produção de frascos de vidro e recipientes de terracota contribuindo para a sofisticação do armazenamento de perfumes. Por outro lado, os egípcios e os assírios criaram técnicas como a maceração, prensagem e decocção, aprimorando o desenvolvimento e o transporte dos produtos. Dessa forma, a troca de informações entre essas civilizações enriqueceu e diversificou as técnicas de perfumaria (Maia; Giroto, 2022).

No Século XI, Alcindi, químico persa, escreveu o 'Livro da química de perfumes e destilados', que descrevia técnicas e receitas para produzir perfumes, fragrâncias, óleos e águas aromatizadas. Este livro foi um marco na ciência da perfumaria, introduzindo métodos avançados como o uso de alambiques para destilação. A obtenção de óleos através da destilação foi um processo introduzido pelos persas Muslim (médico), e Avicenna (alquimista). Suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento da perfumaria ocidental, que começou na Espanha durante o Renascimento e continuou na França no século XIV (Herz, 2011).

Durante a Idade Média, por volta de 1300, na Itália, ocorreu uma mudança muito significativa e importante para o segmento da perfumaria, sendo ela a inclusão do álcool na formulação do perfume. Com a difusão das cruzadas (busca cristã para domínio de território e fiéis), o perfume começou a ser introduzido às pessoas como um produto de uso pessoal, aumentando o consumo (Lucca, 2010).

A França foi um dos países que mais criou fama na formulação de perfumes, ficando conhecida por volta do século XVIII. Essa fama perdura até os dias atuais, visto que os perfumes franceses são considerados um dos melhores do mundo, por conta

das técnicas sofisticadas, das notas duradouras de fragrâncias, da utilização de flores exóticas, especiarias e ervas (Herz, 2011).

A introdução de fragrâncias sintéticas revolucionou a indústria de perfumes, pois permitiu a produção em larga escala, iniciando o período da perfumaria na era moderna. Com a industrialização no século XVIII, os perfumes foram popularizados e tornaram-se acessíveis a todas as classes sociais (Herz, 2011).

Nos últimos cem anos a demanda por novas fragrâncias e aromas aumentou significativamente. Atualmente, as fragrâncias são amplamente utilizadas em produtos de higiene e a Europa, especialmente a França, continua sendo um centro tradicional de perfumaria. Os Estados Unidos, após a Segunda Guerra Mundial, se destacaram como um grande polo de produção e consumo de aromas e fragrâncias. Mais recentemente, as indústrias ocidentais têm ganhado grande força no ramo e o Brasil tem se destacado na perfumaria, principalmente na produção de substâncias aromáticas com base cítrica (Carneiro, 2012).

### **3.2 Produção de Perfumes e Engenharia Química**

A produção de perfumes é um processo valioso para a engenharia química, exigindo a aplicação diversificada dos conhecimentos do engenheiro químico (Santos, 2023). De modo geral, a engenharia química engloba uma variedade de processos que transformam matérias-primas em produtos finais, através de plantas químicas, utilizando conceitos químicos, físicos, matemáticos e também biológicos. Esses conceitos formam a base do estudo das Operações Unitárias, que examina as etapas dos processos químicos envolvidos na formação de um produto final (Carneiro, 2012).

A aplicação da engenharia química nos fenômenos e processos da indústria cosmética de perfumes foi inserida na chamada "engenharia do perfume". A engenharia do perfume se baseia em estudar e compreender as transformações ocorridas durante a produção de um perfume, com a utilização de conceitos da Termodinâmica, Fenômenos de Transporte, Bioquímica e a Psicofísica (Carneiro, 2012).

As etapas de processamento estão presentes em todas as fases, desde a extração dos óleos essenciais até a destilação e a mistura final, que exigem um controle preciso das condições operacionais. Por exemplo, na extração de óleos essenciais por destilação a vapor, é necessário compreender o equilíbrio líquido-vapor e aplicar a lei de Raoult. A termodinâmica auxilia na compreensão e otimização das condições de temperatura e pressão para maximizar a extração dos compostos aromáticos desejados.

Os processos de transferência, que englobam a transferência de massa, calor e quantidade de movimento, são essenciais para o projeto e operação eficiente das instalações de perfumaria. Durante etapas como maceração, prensagem e extração, é crucial garantir uma transferência eficiente dos compostos aromáticos entre as fases. Por exemplo, a difusão molecular desempenha um papel fundamental na maceração ao transferir os compostos ativos das matérias-primas para o solvente.

A bioquímica tem um papel crucial na compreensão das interações entre os compostos químicos presentes em fragrâncias. Muitos compostos aromáticos são originários de processos biológicos e, por isso, é fundamental possuir um entendimento profundo da bioquímica para manipular e combinar esses compostos com eficácia. Compreender os caminhos biossintéticos permite criar fragrâncias que reproduzem aromas naturais com mais autenticidade.

O estudo da Psicofísica, que investiga as conexões entre os estímulos físicos e as sensações que eles desencadeiam, desempenha um papel crucial na criação de fragrâncias. A engenharia do perfume se utiliza da psicofísica para avaliar como diferentes combinações de compostos são percebidas pelos consumidores, ajudando a formular fragrâncias que não só agradam, mas também evocam emoções e memórias específicas.

No contexto atual, a engenharia química está voltada para as especialidades químicas, desenvolvendo produtos finais de alto valor agregado, em alinhamento com o desenvolvimento da sociedade e de necessidades dos consumidores. Em períodos anteriores, a indústria da engenharia química era focada em commodities em larga escala e com margens de lucro reduzidas. Hoje, o desenvolvimento da engenharia dos perfumes é impulsionado pela produção em menor escala, porém com maior valor

agregado, envolvendo mais processos e transformações na obtenção do produto final (Carneiro, 2012).

### **3.3 O Mercado perfumista no Brasil**

O mercado de perfumaria no Brasil é vasto e se caracteriza pela presença de produtos nacionais e internacionais. Esse setor, para expandir, depende de tendências de mercado, inovações tecnológicas e preferências dos consumidores para prosperar.

O Brasil se destaca tanto pelo consumo quanto pela produção de perfumes, sendo um dos maiores e mais dinâmicos mercados globais (ABIHPEC, 2021). Com consumidores exigentes e um clima tropical que incentiva o uso diário de fragrâncias, o país apresenta características únicas e oportunidades diversas para a indústria de perfumaria, sendo elas:

- a) **Consumo Elevado:** o Brasil é um dos maiores consumidores de perfumes no mundo, atrás apenas dos Estados Unidos (Euromonitor International, 2021). A cultura de higiene pessoal e o clima quente contribuem significativamente para a alta demanda por fragrâncias.
- b) **Produção Nacional:** empresas brasileiras, como Natura e O Boticário, são líderes de mercado com grande reconhecimento. Essas marcas investem continuamente em inovação e sustentabilidade, utilizando ingredientes naturais e adotando técnicas de produção ecologicamente corretas (Natura, 2023; O Boticário, 2023).
- c) **Importação e Marcas Internacionais:** além das marcas nacionais, os perfumes internacionais são amplamente populares no Brasil. Marcas renomadas como Chanel, Dior e Lancôme possuem um mercado robusto, atendendo consumidores que buscam luxo e exclusividade (Euromonitor International, 2021).
- d) **Tendências:** o mercado brasileiro de perfumaria segue tendências globais, como a crescente demanda por fragrâncias naturais e orgânicas, embalagens sustentáveis e produtos cruelty-free (não testados em animais) (Intel, 2022).

- e) E-commerce: a venda de perfumes pela internet tem crescido substancialmente, especialmente após a pandemia de COVID-19. Empresas investem em experiências de compra virtuais inovadoras, como o envio de amostras gratuitas e a utilização de realidade aumentada para testar fragrâncias (Statista, 2022).
- f) Eventos e Marketing: as marcas de perfumaria no Brasil investem em campanhas de marketing criativas e eventos para o lançamento de novas fragrâncias, aproveitando redes sociais e influenciadores digitais para alcançar um público mais amplo (ABIHPEC, 2021).

Dentro deste cenário, onde o mercado é cada vez mais dinâmico e os consumidores desejam cada vez mais inovações e novas versões de perfumes e fragrâncias, o engenheiro químico desempenha um papel relevante para o sucesso e a inovação na indústria de perfumaria no Brasil. É através da indústria e da atuação do engenheiro na extração de matérias-primas, na formulação, na análise, no controle de qualidade e na aplicação dos princípios da engenharia química que permitem que o mercado seja sustentado com perfumes que atendam às expectativas dos consumidores em termos de qualidade, sustentabilidade e inovação.

### **3.4 Estrutura do Perfume**

O perfume é um produto resultante de transformações químicas e físicas, sendo uma mistura ou solução composta por solvente/álcool, água e óleos essenciais de origem natural. A fragrância de um perfume é um complexo extraído de plantas ou animais. Atualmente, a maioria dos aromas naturais é substituída por produtos sintéticos produzidos em laboratório, o que contribui para a preservação ambiental e o desenvolvimento sustentável (Dias; Silva, 1996).

O perfumista, através de seus conhecimentos e técnicas, têm à sua disposição uma vasta gama de matérias-primas para criar um perfume. Durante o processo de produção, ele manuseia cuidadosamente as matérias para equilibrar os ingredientes da solução final. O processo criativo do perfumista é parecido com o de um escritor, que combina as palavras e as transforma em capítulos de livros. Da mesma forma, o

perfumista utiliza reagentes para obter um produto e consolidar o perfume (Santos, 2023).

Um perfume pode ser classificado de acordo com a concentração das essências, notas e famílias olfativas. As fragrâncias finas são consideradas as mais caras, por possuírem uma concentração de essência acima de 20%, além de possuírem solução hidro etanólica na mistura. A fixação da fragrância está relacionada com a quantidade de óleo essencial presente na solução. Na Tabela 1 pode-se observar a classificação dos perfumes conforme concentração de essência, tempo de fixação (em horas) e a quantidade de solvente.

Tabela 1: Variação de porcentagem de óleo essencial/fragrância, solvente e tempo de fixação em diferentes tipos de perfumes.

Tipo de perfume	Fragrância (%)	Solvente (%)	Tempo de Fixação (h)
<i>Parfum</i>	20	80	12
<i>Eau de Parfum</i>	15-17	80-90	10
<i>Eau de Toilette</i>	14	80	8
<i>Eau Fraiche</i>	5-8	80-90	2-5
<i>Eau de Cologne</i>	3-5	70	-

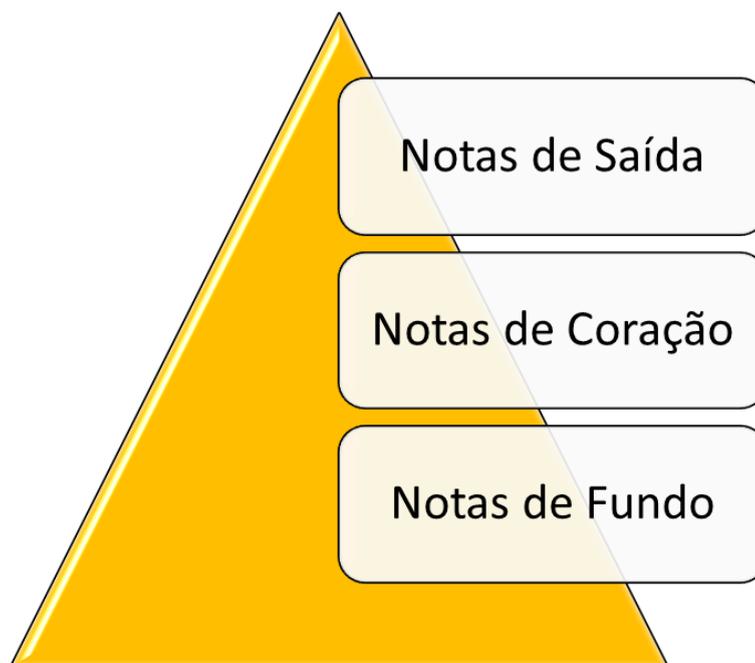
*Fonte: Adaptado de Maia e Giroto, 2022.*

O Eau de Cologne, chamado de Baby Cologne, possui uma formulação especial com um teor muito baixo de perfume e ingredientes hidratantes que suavizam a pele do bebê. O Eau Fraiche, ou água de colônia, é caracterizado por ter uma das menores concentrações de essência, entre 5 a 8% de óleos, o que resulta em um aroma leve e uma duração de 2 a 5 horas, ideal para aplicação após o banho. Já o Eau de Toilette contém cerca de 14% de óleo de perfume, proporcionando uma fragrância que é inicialmente forte, mas se dissipa rapidamente, com uma duração aproximada de 8 horas (Maia; Giroto, 2022).

A composição aromática dos perfumes é distribuída de maneira a formar uma pirâmide. A pirâmide olfativa é distribuída em três partes chamadas de notas (referência aos acordes musicais), sendo elas: notas de saída, notas de coração/corpo

e notas de fundo. As notas do perfume são percebidas conforme o tempo de uso (Santos, 2023). Essa descrição é feita após o perfume entrar em contato com a pele (Maia; Giroto, 2022). A Figura 2 abaixo representa as notas da pirâmide olfativa.

Figura 2: Pirâmide olfativa.



*Fonte: O autor, 2024.*

As notas de saída ficam localizadas no topo da pirâmide, sendo responsáveis pela primeira impressão da fragrância, prendendo a atenção de quem as sente desde o primeiro segundo de contato. Normalmente são as notas cítricas, como frutas. Essas notas duram poucos minutos. As notas de coração ou corpo são as que se desenvolvem ao longo do dia, durando por mais tempo do que as outras e desenvolvendo personalidade ao perfume. Nessas notas, é comum a utilização de rosas, gerânio e neroli, sendo plantas que transformam o aroma ao longo do tempo. Por final, as notas de fundo são as mais fortes e amadeiradas, causando recordação e caracterizando o cheiro do perfume, além de promoverem fixação e durabilidade do perfume na pele. Essas notas abrangem os chamados fixadores, como o jasmim, musgo de carvalho e âmbar (Santos, 2023).

As notas superiores são as mais voláteis, causando a impressão inicial do perfume, uma vez que são perceptíveis na abertura do frasco, sendo leves e frescas.

As notas do meio demoram um pouco mais para serem sentidas, levando em torno de quatro horas para aparecerem. Por fim, as notas de fundo são as mais demoradas no quesito percepção de aroma, visto que são menos voláteis, demorando para se difundirem e resultando na fixação do perfume. As notas de fundo geralmente agregam no valor final do produto devido a sua qualidade e dificuldade de coleta (Santos, 2023).

A classificação dos perfumes pode ser conforme a família olfativa que pertence ou conforme a concentração de essência em sua fórmula. Cada família olfativa possui uma característica específica, porém, alguns perfumes são agrupados em mais de uma família, podendo ser distinguidos de diferentes maneiras (Santos, 2023). A Figura 3 apresenta as diferentes famílias olfativas existentes.

Figura 3: Famílias olfativas.



Fonte: Lima, 2020.

Conforme Michael Edwards, perfumista renomado, editor e escritor de um dos maiores guias de perfumes do mundo, "Fragrances of the Word", as fragrâncias podem ser divididas em uma roda, chamada roda das fragrâncias, utilizada para definir os tipos de aromas. A roda define as notas aromáticas que estão presentes nos perfumes,

sendo elas definidas como: notas florais, notas orientais, notas amadeiradas e notas "chypres" ou cítricas (Lima, 2020).

A família floral é a maior entre todas as famílias, existindo diversas combinações de flores e rosas para formar um aroma. As flores mais conhecidas são: rosas, jasmim, lírio, violeta, gardênia, gerânios e a flor de laranjeira. Ao momento em que existe uma variedade de flores na essência, essa essência é denominada como "bouquet" (Lima, 2020). A família floral costuma ser a essência mais utilizada em perfumes femininos (Santos, 2023).

A família cítrica é composta por notas mais leves e refrescantes, tendo uma volatilidade alta, precisando de maior aplicação para sua duração. A família é composta por frutas cítricas, sendo elas: bergamota, limão, laranja, tangerina e uva (Santos, 2023). Nessa família, existe também uma parte secundária chamada de "chypre", que é uma combinação característica entre frutas cítricas e musgos amadeirados, como o de carvalho (Lima, 2020).

A família oriental tem uma característica de possuir aromas marcantes, sensuais e elegantes. Ela possui uma boa fixação na pele considerada adocicada. As notas são consideradas como quentes, utilizando matérias primas como a pimenta, a baunilha, a canela e o benjoim. Algumas combinações podem possuir notas de âmbar, mas geralmente as essências dessas famílias são acompanhadas por notas florais exóticas ou especiarias exóticas. Essa família é utilizada nos perfumes de ambos os gêneros, sendo muito bem vistas, uma vez que são consideradas sensuais e atraentes, aumentando a procura de perfumes com esses aromas (Lima, 2020).

A família amadeirada é composta predominantemente por madeiras ou árvores. Ela é utilizada normalmente para fragrâncias masculinas. Uma grande característica dessa essência é que dependendo da nota utilizada, é possível diferenciar se o perfume é seco ou úmido, um exemplo são as notas da madeira de pinheiro, que fornecem uma sensação de inverno, logo aparentando ter maior umidade e remetendo a sensação de madeira molhada. As características amadeiradas são específicas de cada espécie de árvore, podendo ser distinguidas pelo clima e a região onde são encontradas. Alguns exemplos da família amadeirada são árvores como: cedro,

sândalo, pinheiro e musgos de árvores (Lima, 2020). A família amadeirada é dita como forte, vibrante e elegante, sendo menos adocicada (Santos, 2023).

### **3.5 Perfumes: Matéria Prima e Produção**

O perfume é constituído de solvente (normalmente é utilizado etanol e água), ingrediente odorífero (essência e fragrância) e de um agente fixador, utilizado para aumentar o tempo de duração na pele. O perfume é contemplado por óleo essencial, veículo e fixador (Santos, 2023).

#### **3.5.1 Óleo Essencial**

Os óleos essenciais são compostos naturais voláteis utilizados desde a antiguidade para fins medicinais, visto que contém compostos estimulantes, antidepressivos, antibacterianos, antivirais, desintoxicantes e calmantes. A extração desses compostos é realizada principalmente por meio da técnica de arraste a vapor ou pela prensagem de frutos e plantas. A principal composição dos óleos são os terpenos (monoterpenos e sesquiterpenos) e os fenilpropanóides, os quais são responsáveis pelas características organolépticas, que são propriedades perceptíveis pelos sentidos humanos (Lima, 2020).

Os óleos essenciais possuem características marcantes, como alta volatilidade, lipofilicidade, baixo peso molecular e geralmente são líquidos odoríferos. Eles costumam apresentar um odor agradável e marcante para os seres humanos (Santos, 2023). No entanto, algumas características podem ser desagradáveis para os animais. Por exemplo, o óleo essencial de alecrim, além de ser utilizado na produção de fragrâncias para perfumes, também pode ser empregado como repelente de mosquitos devido às suas propriedades específicas (Santos; Stadler; Giusti; Chendynski; Adams; Gomes, 2023). Essas propriedades tornam os óleos essenciais versáteis e valiosos tanto na perfumaria quanto em aplicações práticas, como repelentes naturais. A compreensão detalhada dessas características é essencial para o desenvolvimento de produtos eficazes e seguros, aproveitando ao máximo o potencial dos compostos naturais presentes nos óleos essenciais.

A solubilidade das essências é dada a partir da interação da polaridade das moléculas, tamanho das cadeias e tipos de ligações. Os óleos essenciais possuem cadeias orgânicas, formadas majoritariamente por hidrocarbonetos e funções orgânicas como éteres e aldeídos, tornando-os solúveis em solventes orgânicos como o etanol (o mais utilizado para perfumes) (Lima, 2020). Contudo, é importante conhecer o tipo de interação que ocorre entre o solvente e o soluto, facilitando assim a interação das moléculas na solução do perfume (Feitosa; Dantas; Gomes; Martins; Rocha, 2014).

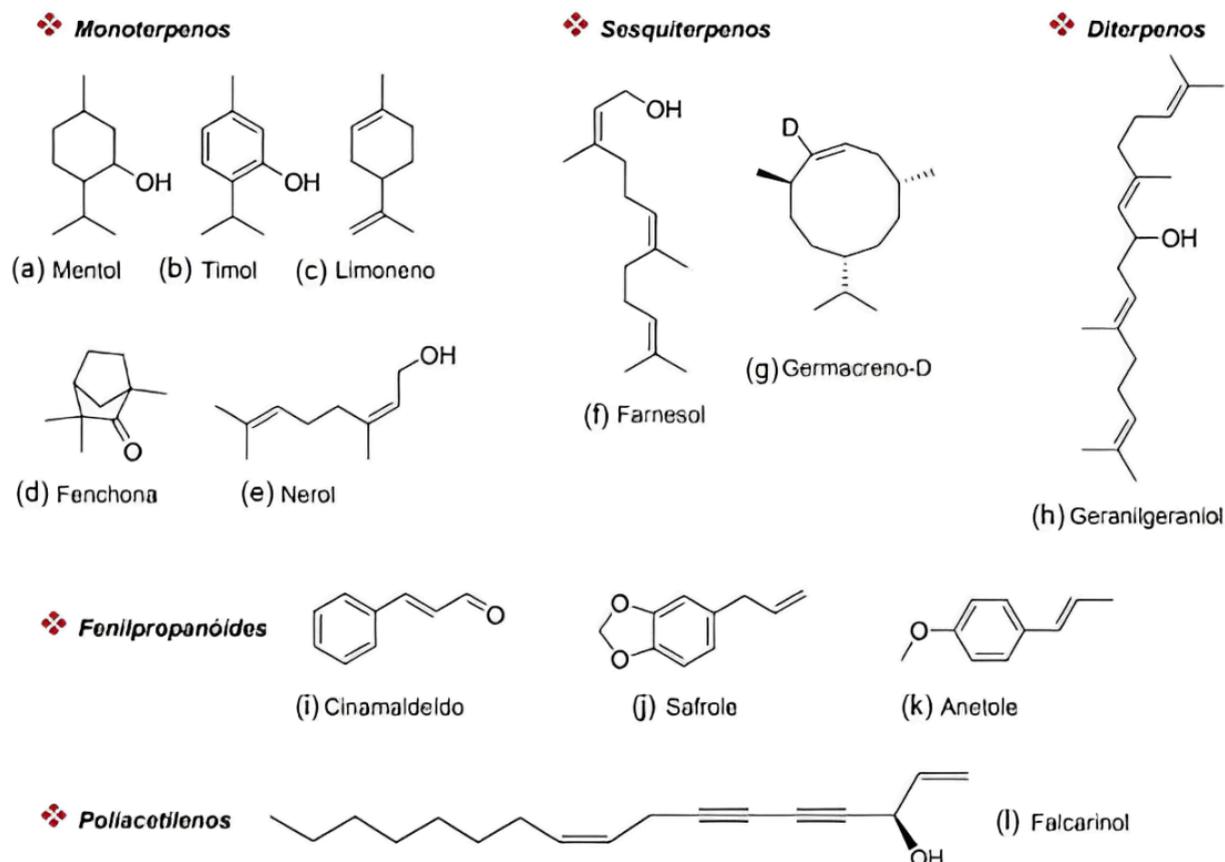
Os diversos óleos essenciais extraídos das plantas oferecem inúmeras características químicas e aplicações ao cotidiano da humanidade. A casca de canela, por exemplo, possui maior concentração de aldeído, função orgânica que pode causar queimaduras na pele, possuindo também ação sudorífera e estimulante. O óleo extraído de folhas possui maior concentração de eugenol, oferecendo propriedades antissépticas, muito utilizadas em cosméticos farmacêuticos. O óleo essencial extraído das raízes possui teor de cânfora, agente estimulante da circulação sanguínea (Lima, 2020).

Nas plantas, os óleos essenciais são localizados nos aparelhos secretores, sendo relacionados com a função de sobrevivência dentro do seu ecossistema, agindo como mecanismo de defesa contra microrganismos e predadores naturais (Lima, 2020). Nos vegetais, por causa da volatilidade dos óleos essenciais, as plantas geram uma atração de polinizadores, auxiliam na perda de água, auxiliam no aumento de temperatura e também inibem germinação, tendo alta relevância para o desenvolvimento desses seres vivos e na manutenção dos ecossistemas (Knaak; Fiuza, 2010).

Os terpenos são os principais componentes dos óleos essenciais, sendo eles hidrocarbonetos que possuem em seu esqueleto carbônico múltiplos de 5 átomos de carbono: 10 átomos de carbono (monoterpenos), 15 átomos de carbono (sesquiterpenos) e 20 átomos de carbono (diterpenos). O tamanho da cadeia de cada terpeno é o que define a volatilidade dos óleos essenciais, sendo os monoterpenos os mais voláteis e os diterpenos os menos voláteis. Além disso, também existem os

fenilpropanóides, possuindo um anel fenila ligado a uma cadeia lateral com três átomos de carbono (Santos, 2023).

Figura 4: Principais componentes dos óleos essenciais.



Fonte: Santos, 2023.

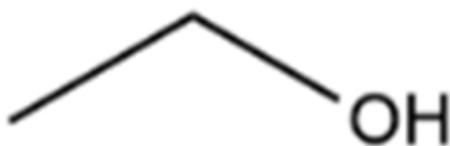
### 3.5.2 Veículo

O veículo é o solvente utilizado no perfume. Ele deve ser capaz de diluir, aumentar a área de superfície de aplicação e ser inerte a todos os componentes do perfume, não podendo ser agressivo à pele (Santos, 2023). Atualmente, o solvente mais utilizado na perfumaria é o etanol super refinado, também conhecido como álcool absoluto (Bressan, 2021).

Conforme a nomenclatura IUPAC, esse álcool é quimicamente chamado de etanol, "et" por possuir 2 carbonos na sua cadeia, "an" por possuir apenas ligações simples na sua cadeia e "ol" por possuir uma hidroxila no carbono primário. A fórmula

molecular do etanol é  $C_2H_5OH$ , e a fórmula estrutural está representada na Figura 5 abaixo.

Figura 5: Fórmula estrutural do etanol.



Etanol

*Fonte: FURG, 2020.*

O etanol é produzido a partir de cereais como o milho, o arroz e o trigo, porém, é mais conhecido por ser extraído da cana-de-açúcar. Para a solução do perfume, também é comum utilizar algum outro solvente, como o propilenoglicol, para auxiliar no aumento da solubilidade da essência. O propilenoglicol tem solubilidade completa em água e alta solubilidade em materiais orgânicos como óleos essenciais e álcoois (Santos, 2023).

A função principal do solvente é diluir as resinas e os bálsamos, para que formem uma mistura completa com os óleos essenciais. Dessa forma, ocorre uma diluição de uma fase oleosa (óleo essencial) em uma fase hidrófila (solvente), resultando na ampliação da percepção dos sentidos da composição do perfume (Bressan, 2021).

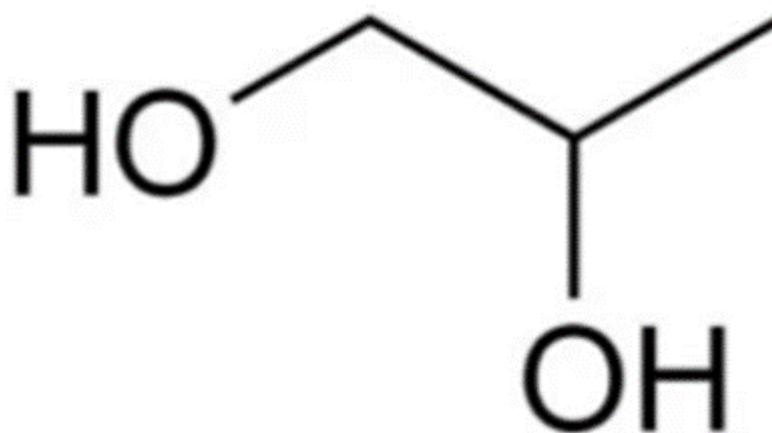
### 3.5.3 Fixador

O fixador é utilizado para aumentar a duração do perfume na pele, retardando e uniformizando a taxa de evaporação e a difusão de materiais voláteis, podendo também fazer parte da essência. O componente capaz de aderir fixação tende a ser miscível em soluções polares e apolares, além de ter um ponto de ebulição mais alto do que o ponto de ebulição da essência. Dessa forma, as ligações dos fixadores de

compostos polares são feitas através de ligações de hidrogênio, reduzindo a pressão de vapor total da mistura (Maia; Giroto, 2022).

Essas substâncias podem ou não agregar odor ao perfume, visto que muitas delas podem ser utilizadas para a fixação e também para a essência, como os óleos essenciais e as resinas, que comumente geram odor. Contudo, o propileno glicol, solvente sem odor, se liga com as moléculas da essência e é utilizado para desacelerar a dispersão da fragrância (Santos, 2023).

Figura 6: Fórmula estrutural do propileno glicol.



*Fonte: Santos, 2023.*

A proporção dos fixadores varia de 0,1-0,5% da composição do perfume e devem ser levados em consideração para que não ocultem o odor natural das essências utilizadas. O perfumista deve escolher um fixador que combine com as essências extraídas, formulando um equilíbrio na fragrância (Maia; Giroto, 2022).

### **3.6 Processo de Extração do Óleo Essencial**

Ao longo da história, foram criadas e descobertas técnicas para obtenção dos óleos essenciais que constituem os perfumes. Inicialmente, a técnica desenvolvida foi a destilação de plantas como alecrim, canela, cravo e algumas especiarias, passando pela enfleurage em matérias primas mais sensíveis como a rosa e o jasmim, pela

maceração (extração com solventes) e por final a síntese orgânica, com a produção artificial das fragrâncias, desenvolvendo a perfumaria moderna (Kuzey, 2021).

A extração é uma operação unitária que se baseia na transferência de massa de um soluto e uma substância, podendo ser líquida ou sólida. Existem três tipos de extração, sendo elas: líquido-líquido, sólido-líquido e extração através de membranas. Essas extrações podem ser feitas por diversos métodos. A escolha do método está relacionada com as características da planta e da aplicação do extrato, sendo necessário conhecimento das substâncias presentes no material vegetal (Santos, 2023).

Os métodos para extração do óleo essencial das plantas dependem da porção da planta de onde se deseja realizar essa extração, por exemplo, sementes, frutos, folhas, raízes, caule e flores, além de depender da natureza química do óleo essencial (Bressan, 2021). A extração pode ser realizada pelas seguintes técnicas: prensagem, maceração, extração com solventes voláteis, enfleurage ou através de destilação por arraste a vapor. Essa última técnica se consolida como sendo a mais eficiente e de menor custo, sendo também a mais adequada para extrair determinadas substâncias de algumas plantas (Santos, 2023).

A enfleurage utiliza a gordura para extrair o óleo essencial das plantas, engordurando a matéria prima e repetindo o processo várias vezes, sendo o método mais recomendado para a extração de óleos instáveis. Na prensagem a frio são utilizadas prensas para esmagar a planta e extrair o óleo essencial, sendo muito utilizadas para extração do óleo de sementes. A extração com solvente consiste na passagem de solvente pelo material vegetal (soluto) e extração através da afinidade do óleo com o solvente, sendo utilizado para flores. A destilação por arraste a vapor é a mais adequada para a produção de perfumes com baixo custo em laboratório (Machado, 2011).

### **3.6.1 Destilação por Arraste a Vapor**

A vaporização de um líquido em uma determinada temperatura é determinada pela pressão de vapor, sendo ela a pressão exercida pelo vapor da substância em uma fase líquida. A pressão de vapor é aumentada ao aquecer um líquido, uma vez que a

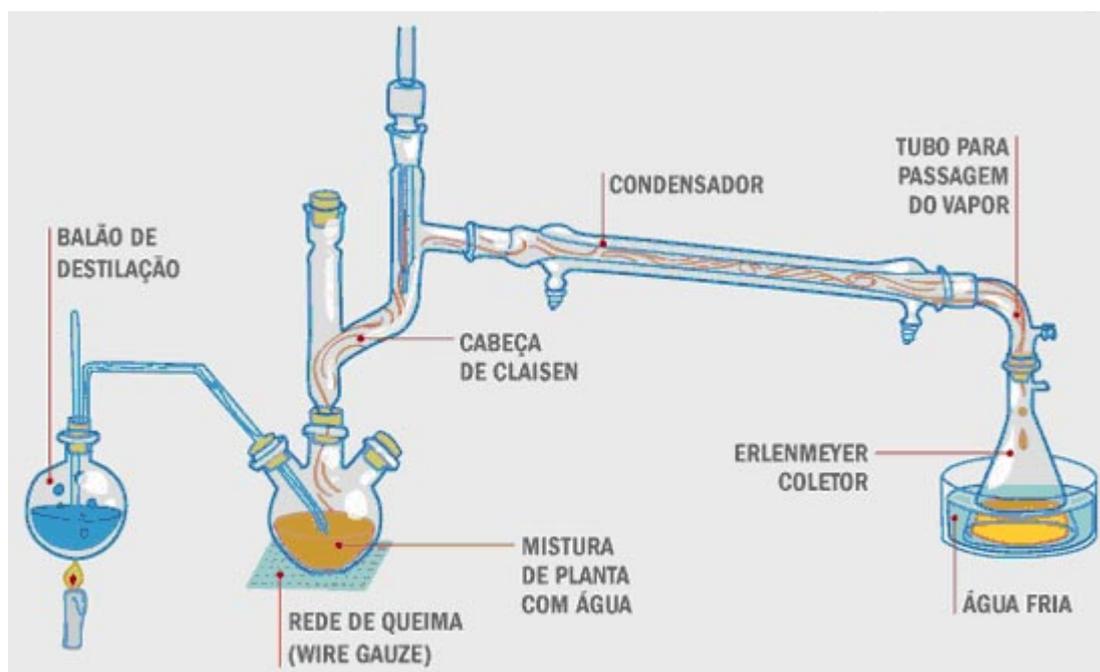
energia cinética das moléculas aumenta com o aumento da temperatura, resultando na vaporização e no aumento de pressão. Ao igualar a pressão de vapor com a pressão externa, o líquido entra em ebulição. Nesse contexto, para a destilação por arraste a vapor, o vapor do componente volátil (óleo essencial) será arrastado pelo vapor da água em aquecimento (Pinto, 2022).

O efeito da temperatura de vapor aumenta a pressão interna das células vegetais devido a vaporização parcial do óleo essencial. Ao entrar em contato com o vapor, esse óleo é destilado e em seguida é direcionado ao condensador. Água e óleo são conduzidos para a decantação e em seguida são separados (Pinto, 2022).

Em resumo, a destilação por arraste a vapor é um método de separação em que o vapor do solvente gerado é utilizado para arrastar substâncias voláteis presentes na matéria-prima. Essas substâncias formam uma mistura de duas fases distintas em contato com a água, após serem condensadas, pelas suas diferenças de polaridade e densidade (Gomes; Chiavone-Filho; Oliveira, 2019).

O processo da destilação por arraste a vapor funciona em um tanque com água fervente e com circulação de vapor que circula através da matéria-prima escolhida. O vapor gerado pelo aquecimento da água força a quebra das frágeis bolsas intercelulares que se abrem e liberam o óleo essencial. Ao longo do processo, o óleo essencial evapora junto com o vapor d'água por causa da sua alta volatilidade, passando por um tubo no alto do destilador e em seguida segue para o condensador. O condensador é responsável por trocar o estado das substâncias de gasoso para líquido. Em seguida, os líquidos são recolhidos em um frasco e separados da fase com a água através de um funil de separação. O óleo essencial recolhido pode ser colocado em contato com sulfato de sódio anidro para auxiliar na separação da água (Maia; Giroto, 2022).

Figura 7: Sistema da destilação por arraste a vapor.



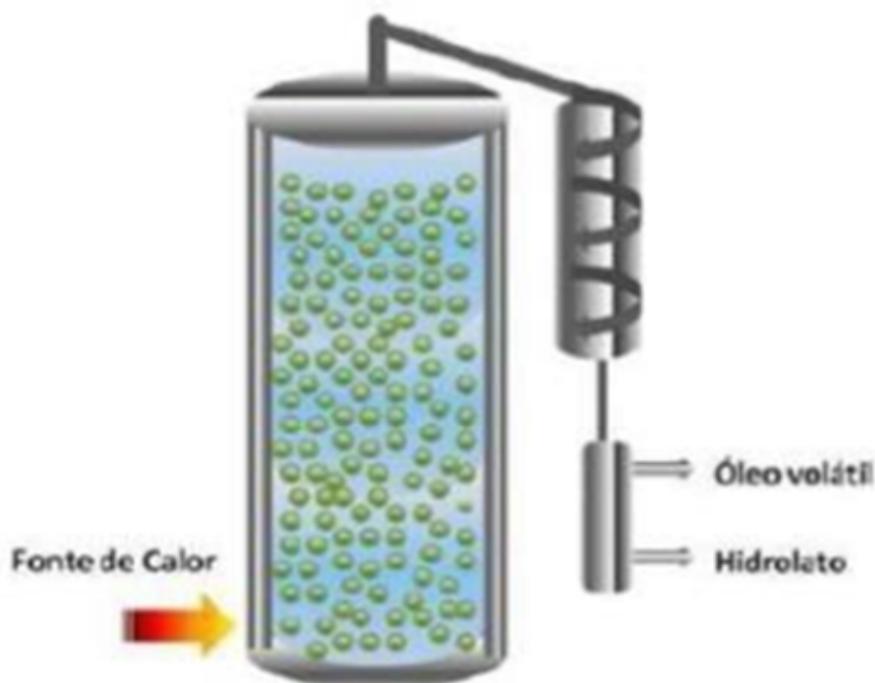
*Fonte: Adaptado de Santos, 2023.*

### 3.6.2 Hidrodestilação

A hidrodestilação é um método semelhante ao da destilação por arraste a vapor, visto que os componentes são separados pela diferença da pressão de vapor, sendo essa dependente da temperatura. Na hidrodestilação, os constituintes do óleo essencial de um material vegetal, em contato com água aquecida, serão submetidos a uma maior pressão pelas moléculas de vapor d'água que estão entrando em ebulição. Em estado volátil, os óleos essenciais são condensados e separados da água (Silveira; Busato; Oliveira; Costa; Junior, 2012).

Nesse modelo de destilação, o material vegetal é totalmente submerso na água, utilizando uma temperatura inferior a 100°C, evitando a perda de compostos sensíveis em altas temperaturas. A matéria-prima em contato com a água em ebulição é forçada a abrir suas paredes celulares pelo vapor d'água, ocorrendo a evaporação do óleo. Esse processo é mais lento que os demais e tem rendimento menor, contudo, alguns óleos essenciais podem ser extraídos por esse modelo por terem rendimentos menores em outros modelos também (Santos, 2023).

Figura 8: Sistema da hidrodestilação.



Fonte: *Enciclopédia Biosfera*, 2012.

### 3.6.3 Extração por solvente

A extração por solvente consiste na extração de óleos essenciais através da diferença de solubilidade entre o solvente e o soluto. O soluto é o óleo que será extraído e para o solvente podem ser utilizados hexano, benzeno, metanol, etanol, propanol, acetona, pentano e diversos solventes clorados, sendo preferível solventes apolares. As características para um bom solvente são: a seletividade, uma baixa temperatura de ebulição, ser quimicamente inerte e se possível possuir baixo custo. Esse método é altamente utilizado para extração de flores, obtendo um maior rendimento na extração. Contudo, a grande desvantagem é que, junto com o óleo essencial, o solvente também retira ceras e pigmentos da matéria-prima, causando uma pequena contaminação no óleo (Silveira; Busato; Oliveira; Costa; Junior, 2012).

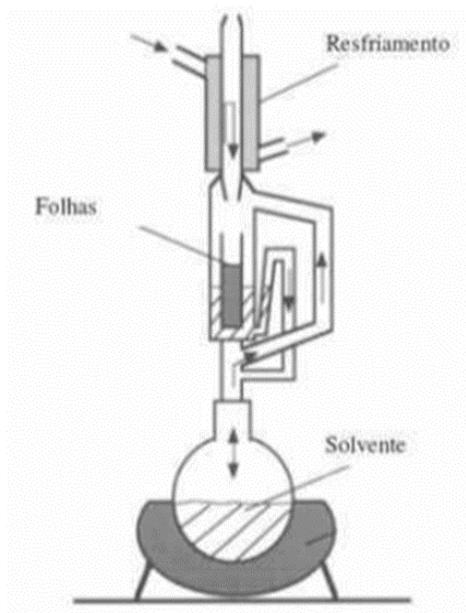
O processo de extração consiste em introduzir um solvente orgânico em contato com a matriz vegetal. Após intervalo de tempo suficiente para que ocorra a transferência de massa dos constituintes das plantas, é efetuada a separação das fases sólida e líquida por decantação. A obtenção do óleo é dada pela evaporação do

solvente presente na fase líquida recolhida (Silveira; Busato; Oliveira; Costa; Junior, 2012).

O princípio dessa extração é simples: flores frescas são introduzidas em um extrator, normalmente utilizado o Extrator de Soxhlet, em temperatura adequada, ocorrendo passagem contínua de solvente pelas plantas. O contato do solvente causa a penetração nas flores, dissolvendo o perfume natural (óleo essencial), as ceras e os corantes. Esse modo de extração permite reproduzir mais fielmente o aroma natural da planta (Santos, 2023).

O Extrator de Soxhlet funciona em regime contínuo, uma vez que o extrator é desenvolvido para reutilizar o solvente várias vezes. O solvente é aquecido em um balão de fundo redondo à temperatura constante, sendo condensado por um condensador de bolas. Esse solvente resfriado entra em contato com as flores e após atingir certo nível, volta para o balão de fundo redondo, criando o ciclo da extração (Maia; Giroto, 2022).

Figura 9: Sistema de extração por solvente.



Fonte: Enciclopédia Biosfera, 2012.

### 3.7 Matérias-primas para extração dos óleos essenciais

A produção de um perfume necessita de óleo essencial para produzir fragrância ao produto. Dessa forma, os óleos essenciais são extraídos de diversos materiais vegetais obtidos na natureza. As matérias-primas para extração dos respectivos óleos essenciais estão apresentadas abaixo.

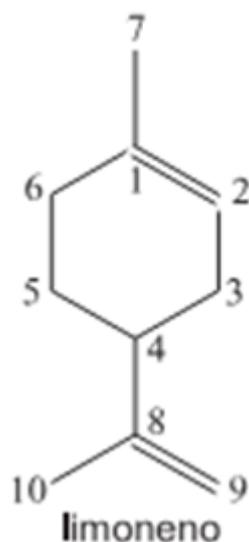
#### 3.7.1 Casca de Laranja

O óleo essencial de citrus, mais especificamente da laranja, é extraído da casca, sendo considerado como um subproduto na indústria. Um grande problema das indústrias é a geração de resíduos, crescendo devido ao aumento da produção. As indústrias de produção de sucos vivem essa realidade, segundo a FAO (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura), a produção de laranja cresce mundialmente a cada ano e o Brasil é o maior produtor mundial. Após a extração do suco de laranja, diversos resíduos são gerados, sendo um deles a casca da laranja. Essa casca pode ser reaproveitada para obtenção de óleos essenciais (Ferronato; Rossi, 2018).

A partir da extração do óleo essencial da casca laranja doce, *Citrus sinensis*, é obtido o limoneno. O limoneno é aplicado em diversas utilizações, sendo elas: reagente de base da indústria química para síntese de compostos, agente dispersante para óleos, aromatização de bebidas, produtos de limpeza e essências para produção de perfumes (Pires; Ribeiro; Machado, 2017).

O limoneno, 4-isopropenil-1-metilciclohexeno, um monoterpene monocíclico, faz parte da estrutura de mais de 300 espécies de vegetais. Os dois enantiômeros do limoneno são os monoterpenos mais abundantes da natureza. O S-limoneno é encontrado em plantas e ervas, enquanto o R-limoneno é o componente majoritário das cascas de frutas cítricas como o limão e a laranja. Nos óleos essenciais da família cítrica, o limoneno é o componente mais expressivo, atingindo concentrações de 90-96%. O método mais recomendado para a extração desse óleo essencial é por destilação por arraste a vapor ou por hidrodestilação (Júnior; Pastore, 2006).

Figura 10: Estrutura do limoneno.



*Fonte: Júnior; Pastore, 2006.*

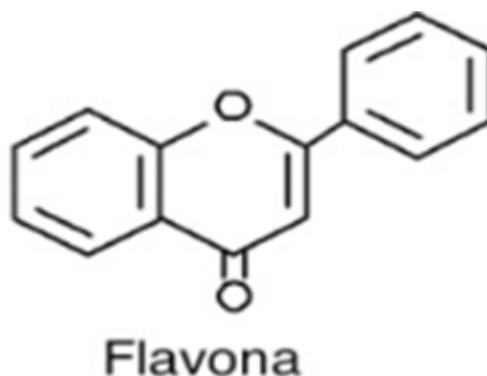
### 3.7.2 *Viola x wittrockiana* (Amor-Perfeito)

A *viola x wittrockiana* (amor-perfeito) é considerada como uma das espécies mais escolhidas para compor paisagens e jardins, devido a sua variedade de combinações de cores presentes em suas flores, além de ser resistente ao frio. Ela é uma espécie híbrida do cruzamento entre espécies. Ela é uma planta herbácea perene, delicada e de hastes muito ramificadas, possuindo manchas que remetem à face humana (Gonçalves, 2018).

A partir da extração do óleo essencial da planta amor-perfeito, *viola x wittrockiana*, é obtido a violaquercitrina-flavona. A violaquercitrina-flavona é aplicada em diversas situações: tratamento de feridas, doença de Chagas, debilidade nervosa, doenças cutâneas, cansaço, entre outras (Fernandes; Leal; Moraes, 2015).

A violaquercitrina-flavona é um metil éster do ácido salicílico, possuindo compostos fenólicos: ácido gálico e ácido clorogênico. Também possui flavonóides (pigmentos naturais) quercetina e rutina. O método mais utilizado para extração de óleo essencial em plantas como o amor-perfeito é o de extração por solvente (Gonçalves, 2018).

Figura 11: Estrutura da flavona.



Fonte: Gonçalves, 2018.

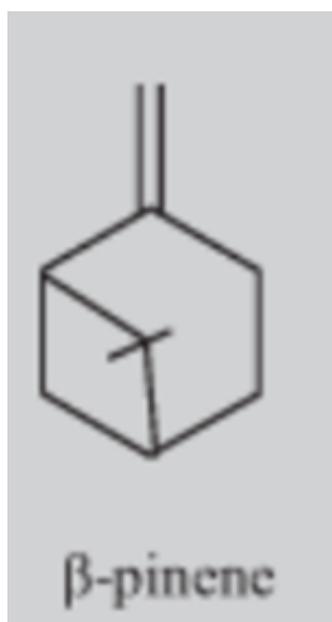
### 3.7.3 Pinha

O gênero *Pinus* pertence à família *Pinaceae* e abrange cerca de 250 espécies. Esse é o maior gênero de coníferas presentes no planeta. São árvores perenes e resinosas, possuindo casca cinzenta, frequentemente avermelhada, profundamente fissurada e áspera. As flores em formas de cone, possuindo quatro diferentes tipos de folhas (Figueira, 2019).

Esse gênero possui diferentes propriedades farmacológicas, é utilizado na prática terapêutica e como aditivo alimentar. As suas folhas são utilizadas para doenças do fígado, de pele e para hipertensão (Figueira, 2019).

A extração do óleo essencial da pinha pode ser feita através da hidrodestilação, arraste a vapor e da extração através de solvente. O odor característico do óleo essencial é bem acentuado e forte, sendo classificado como parte da família amadeirada. O óleo essencial do *Pinus* é um dos principais produtos obtidos, sendo o  $\beta$ -pineno o componente com maior concentração. Ele é extraído das acículas, pinhas e sementes, visto que o armazenamento do óleo é feito pelas estruturas secretoras (Fritzen, 2021).

Figura 12: Estrutura do  $\beta$ -pineno.



*Fonte: Fritzen, 2021.*

## 4 Metodologia

A metodologia utilizada para a produção do perfume consiste em extrair os óleos essenciais através dos métodos apresentados e adicionar as matérias-primas necessárias para a obtenção do produto. As técnicas de preparo das fragrâncias melhoram o perfume final.

Existem diversos métodos de fabricação para perfumes. Em geral, utiliza-se álcool etílico ou álcool de cereais, completados com água destilada. O método consiste na diluição das fragrâncias e na mistura dos componentes para obtenção de uma mistura homogênea. A adição de água destilada ocorre com agitação da solução. Depois de manter a solução em repouso durante um período variável de 10 a 30 dias para maceração. Se o produto obtido tiver presença de turbidez em sua análise, é possível utilizar carbonato de cálcio ou talco coloidal para remoção desse precipitado. Após esse processo, o óleo essencial é misturado em diferentes proporções para compor a fragrância do perfume (Santos, 2023).

O fluxograma 1 apresentado abaixo representa de forma resumida o processo de produção do perfume.

Fluxograma 1: Fluxograma do processo de produção do perfume.



*Fonte: O autor, 2024.*

#### 4.1 Matéria-prima

A primeira etapa do processo de fabricação de um perfume é a escolha e a coleta das matérias-primas (Santos, 2023). Para a realização do perfume, serão utilizadas as seguintes matérias-primas: álcool de cereais (solvente), água destilada, propileno (fixador), casca de laranja, amor-perfeito e pinha.

A matéria-prima é a parte que engloba os constituintes do perfume, podendo ser submetida a um tratamento prévio antes da sua utilização. Os materiais vegetais utilizados para extrair o óleo podem passar pela moagem se necessário.

## **4.2 Moagem**

A moagem consiste em uma operação para aumentar a superfície de contato do material vegetal, com intuito de obter maior rendimento no processo de obtenção do óleo essencial. Ela pode ser feita através de pistilo e almofariz ou pode ser feita com auxílio de moinho para material como a pinha e a casca da laranja, que são mais resistentes do que as flores como o amor-perfeito.

## **4.3 Extração do óleo essencial**

Os óleos essenciais serão extraídos pelos métodos citados anteriormente. O limoneno da casca da laranja será extraído pela destilação de arraste a vapor. O óleo essencial da flor amor-perfeito será extraído pelo método de extração por solvente. O  $\beta$ -pineno será extraído pela hidrodestilação da pinha.

## **4.4 Isolamento**

Em seguida aos processos de extração do óleo essencial, ocorre o isolamento. Ele é responsável pela separação das fases dos produtos obtidos pela extração, sendo isolado o óleo essencial. Esse processo pode ocorrer de três maneiras: secagem através de sulfato anidro, por decantação através de funil separador ou por congelamento do destilado, levando em consideração a diferença dos pontos de fusão das duas fases distintas (Gomes; Chiavone-Filho; Oliveira, 2019).

## **4.5 Maceração**

O processo da maceração é um dos mais importantes na produção do perfume, sendo responsável por diminuir o cheiro do álcool no produto final, tornando a fragrância o cheiro marcante. Esse efeito é resultante do choque térmico submetido ao perfume. A maceração é um dos fatores que agrega valor ao produto final (Maia; Giroto, 2022).

A maceração é equivalente a deixar a essência curtir, intensificando a fragrância. A maceração também é feita com bebidas que melhoram com o envelhecimento, como vinhos e destilados. Normalmente o perfume é deixado em temperatura ambiente durante semanas ou meses, aumentando a qualidade das propriedades olfativas. Não existe um tempo certo para a maceração, vai depender da análise sensorial do perfumista. Após o término desse processo, o perfume é submetido a baixas temperaturas, permanecendo por um período determinado de tempo para posteriormente passar pela filtração (Santos, 2023).

#### **4.6 Filtração**

O último processo é o de filtração, utilizado para remover impurezas e sólidos do perfume. Após todos os processos anteriores, é possível que o perfume apresente turbidez ou impurezas, sendo necessário passar pela filtração para retirada desses sólidos indesejados (Santos, 2023).

#### **4.7 Envase**

A embalagem do produto é a primeira impressão causada ao consumidor, dessa forma, é necessário que seja escolhida uma embalagem atrativa ao consumidor. Nesse sentido, é necessário escolher a embalagem e o frasco adequado para armazenar o perfume (Maia; Giroto, 2022).

O material dos frascos deve ser de vidro pois esses materiais desempenham boa função de proteção a elementos externos, possuem sensibilidade ao oxigênio e são bons antioxidantes, sendo que frascos de vidro escuros possuem grande proteção contra a luz (Maia; Giroto, 2022).

#### **4.8 Armazenamento**

O armazenamento do perfume deve ser feito em caixas, sem exposição à luz. É perceptível que com o passar do tempo os aromas da essência podem ser alterados, por isso uma armazenagem correta garante que suas propriedades físicas, químicas e olfativas sejam preservadas (Maia; Giroto, 2022).

## **4.9 Análises Físico-Químicas**

### **4.9.1 Identificação dos compostos do óleo essencial**

A identificação dos componentes químicos das amostras dos óleos essenciais obtidos foi realizada por cromatografia gasosa (GC), pois esta técnica permite obter um perfil detalhado dos componentes voláteis (Li, Wang, He, 2015). Os constituintes foram identificados por comparação com outro trabalho acadêmico (Souza, *et al*, 2024).

As análises por GC foram feitas em um equipamento Hewlett Packard (HP) 6890, equipado com processador de dados HP-Chemstation. As análises em coluna polar foram realizadas em coluna capilar HP-Innowax de sílica fundida (30 m x 0,32 mm) com 0,5 µm de espessura de filme (Hewlett Packard, Califórnia, EUA) e a seguinte programação de temperatura: 40 °C (8 min) para 180 °C a 3 °C/min, 180 °C - 240 °C a 20 °C/min, 240 °C (20 min); temperatura do injetor a 240 °C, razão de split = 1:50, temperatura do detector a 250 °C, gás de arraste: H<sub>2</sub> (34 kPa), fluxo de 1,7 ml/min; volume injetado: 10 µL de amostra.

### **4.9.2 Solubilidade em etanol (90%)**

A solubilidade em etanol é uma propriedade que permite uma noção da quantidade de compostos oxigenados que estão presentes no óleo essencial. A solubilidade do óleo no etanol possui uma relação diretamente proporcional com a quantidade de componentes com oxigênio (Azevedo, 2013).

### **4.9.3 Determinação do pH**

A determinação do pH foi realizada utilizando tiras de indicador universal, uma metodologia rápida e amplamente adotada para a quantificação do pH em soluções. Essas tiras são constituídas por papel filtro impregnado com uma mistura de indicadores sensíveis ao pH, que exibem transições de cor específicas em resposta a variações na acidez ou alcalinidade do meio. Cada valor numérico na escala de pH corresponde a uma cor distinta, permitindo a classificação do óleo analisado como ácido, neutro ou básico mediante a comparação cromática com a escala padrão de referência.

## **5 Resultados e Discussão**

Os materiais utilizados para realizar a extração dos óleos essenciais foram todos fornecidos pela Universidade de Caxias do Sul, sendo utilizados os laboratórios da universidade para realizar a pesquisa e os ensaios para chegar ao produto final. Os reagentes utilizados também foram fornecidos pela universidade. Os métodos de análise estão descritos neste capítulo, bem como a montagem dos sistemas de extração e os devidos ajustes realizados para os procedimentos de extração. Além disso, os resultados obtidos e a discussão sobre esses resultados estão presentes no capítulo.

### **5.1 Extração e Obtenção do Limoneno**

A extração do limoneno foi feita a partir do processo de destilação por arraste a vapor e pelo processo de hidrodestilação. Os materiais e os métodos utilizados para realizar o processo estão apresentados abaixo.

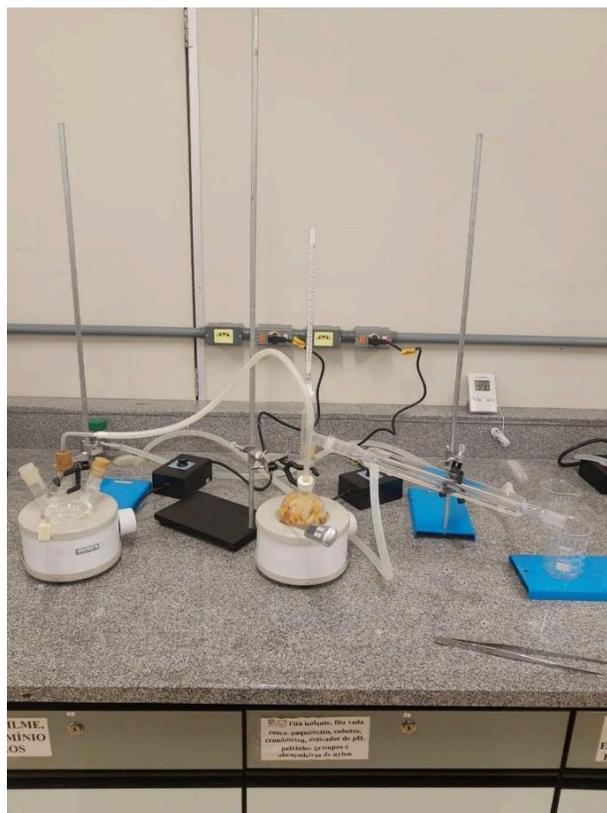
#### **5.1.1 Destilação por Arraste a vapor**

A destilação por arraste a vapor foi feita a partir de duas mantas de aquecimento com balões de fundo redondo de 250mL em contato com o aquecimento. No primeiro balão do sistema, foram colocados 200mL de água destilada (medida com proveta graduada) e no segundo balão foram colocados 132,132 g de casca de laranja (pesados com auxílio de uma balança analítica). Esses dois balões foram interligados por uma mangueira e o segundo balão foi interligado em um tubo adaptador com saída para termômetro e com um condensador reto, após o destilado foi recolhido em um béquer de 250mL.

O primeiro balão continha água e foi aquecido à temperatura de 150°C, mantendo sua temperatura em aproximadamente 98°C para evaporar a água. A mangueira ligada a esse balão transportava o vapor para o segundo balão, onde estavam as cascas de laranja, a fim de promover o contato com a superfície da casca e abrindo os poros para evaporar o óleo essencial junto com a água. A manta de aquecimento das cascas de laranja também foi mantida a 150°C para o vapor d'água não condensar. Após entrar em contato com as cascas, o vapor seguiu para o tubo

adaptador, passando para o condensador, retornando ao estado líquido e sendo recolhido em um béquer de 250 mL. O destilado recolhido continha água destilada e o óleo essencial da casca de laranja. O termômetro utilizado no tubo adaptador manteve temperatura de aproximadamente 96°C. A imagem do sistema montado para a destilação por arraste a vapor pode ser visto na Figura 13.

Figura 13: Destilação por arraste a vapor da casca de laranja.



*Fonte: O autor, 2024.*

### 5.1.2 Hidrodestilação

A hidrodestilação das cascas de laranja foi conduzida utilizando um aparelho de Clevenger, composto por uma manta de aquecimento, um balão de fundo redondo e um condensador integrado. No balão de fundo redondo, foram adicionados 486,320 g de casca de laranja, medidos com precisão por uma balança analítica, e 500mL de água destilada, quantificados com uma proveta graduada. A mistura foi submetida a uma temperatura inicial de 150°C para promover a evaporação da água, estabilizando-se posteriormente em 98°C. O vapor d'água, carregando o óleo essencial, foi direcionado para o condensador, onde foi resfriado e condensado de

volta ao estado líquido. O condensado resultante foi coletado em um receptor semelhante a uma bureta, permitindo a separação das fases aquosa e oleosa. Primeiramente, a água destilada foi removida, seguida pela extração do óleo essencial isolado, garantindo a pureza dos compostos obtidos. O óleo essencial foi armazenado em um frasco de vidro com tampa. A hidrodestilação pelo aparelho de Clevenger está apresentada na Figura 14.

Figura 14: Hidrodestilação de Clevenger.



*Fonte: O autor, 2024.*

### 5.1.3 Obtenção do Limoneno

Diversas técnicas de extração foram empregadas para determinar o método mais eficaz na obtenção do óleo essencial a partir da casca de laranja, variando-se parâmetros como temperatura, materiais utilizados e métodos de extração.

Inicialmente, a extração de limoneno foi conduzida por destilação por arraste a vapor. Contudo, esse procedimento não permitiu a separação eficiente do óleo essencial, apesar da identificação preliminar pelo aroma característico, pela oleosidade e pela observação de duas fases distintas no destilado coletado. Durante o processo de separação utilizando um funil de separação, o óleo essencial demonstrou retenção nas paredes do funil, dificultando a coleta adequada. Para superar esse desafio, foram realizadas duas novas extrações por destilação por arraste a vapor com variações na temperatura, além de uma destilação adicional com alterações na configuração da vidraria utilizada. Esses experimentos visaram otimizar a separação entre as fases aquosa e oleosa, melhorando a eficiência da extração do óleo essencial.

Os resultados obtidos, incluindo as condições experimentais e os tipos de sistemas utilizados na extração por arraste a vapor do limoneno, estão detalhados na Tabela 2, proporcionando uma análise comparativa dos diferentes parâmetros e suas influências na eficácia do processo de extração.

Tabela 2: Diferentes destilações por arraste a vapor da casca da laranja.

	Temperatura (°C)	Tempo Aproximado (h)	Quantidade (g)	Vidraria ou Sistema
Destilação 1	150	3	121,135	Destilação por arraste a vapor
Destilação 2	250	3	132,132	Destilação por arraste a vapor
Destilação 3	250	3	112,321	Funil de separação graduado

*Fonte: O autor, 2024.*

A destilação 1 foi conduzida pelo método de destilação por arraste a vapor, conforme ilustrado na Figura 12, mantendo a manta de aquecimento a 150°C durante

aproximadamente **3** horas. Durante este processo, foi confirmada a presença de óleo essencial; contudo, a separação eficaz entre o óleo e a água não foi alcançada. Em seguida, a destilação 2 foi realizada de forma idêntica à destilação 1, com as modificações de aumento na temperatura e na quantidade de casca de laranja, mantendo o mesmo tempo de extração. A hipótese era que a maior quantidade de cascas e a maior energia fornecida ao sistema resultariam em um aumento na quantidade de óleo essencial no destilado final, facilitando assim a separação no funil de separação. No entanto, os resultados obtidos foram semelhantes aos da destilação 1, apresentando dificuldades significativas na separação das fases aquosa e oleosa. A Figura 18 demonstra o funil de separação utilizado no método de destilação por arraste a vapor.

Este procedimento evidencia que, apesar das variações nos parâmetros operacionais, a separação entre óleo essencial e água permaneceu desafiadora, sugerindo a necessidade de otimizações adicionais no processo ou na configuração do equipamento para melhorar a eficiência da separação.

Figura 15: Funil de separação da extração do limoneno.



*Fonte: O autor, 2024.*

Na Figura 18, as bolhas no funil de separação e a tensão superficial da água representam o óleo essencial. Ao realizar a separação abrindo a torneira do funil, a água era retirada e o óleo essencial ficou nas paredes do funil, dificultando a sua extração.

A destilação 3 foi realizada na tentativa de conseguir fazer a separação do óleo e da água destilada. A temperatura da manta de aquecimento foi mantida a 150°C e o tempo foi mantido a 3 horas. A quantidade de casca de laranja foi aproximada das outras destilações, sendo ela 112,321g. Por outro lado, foi utilizado um funil de separação para armazenar as cascas de laranja.

Foi colocado um balão de fundo redondo de 250mL, contendo 200mL de água destilada (volume medido com proveta graduada), em contato com uma manta de aquecimento a 250°C. Ao balão, foi conectado um funil de separação graduado e no

topo do funil foi conectado um tubo adaptador. No tubo adaptador foram colocados um termômetro e um condensador reto. Para recolher o destilado, foi utilizada uma proveta graduada de 100 mL, testando também a capacidade de separação do óleo em uma proveta (anteriormente o destilado estava sendo recolhido com um béquer). O sistema montado está representado na Figura 19 abaixo.

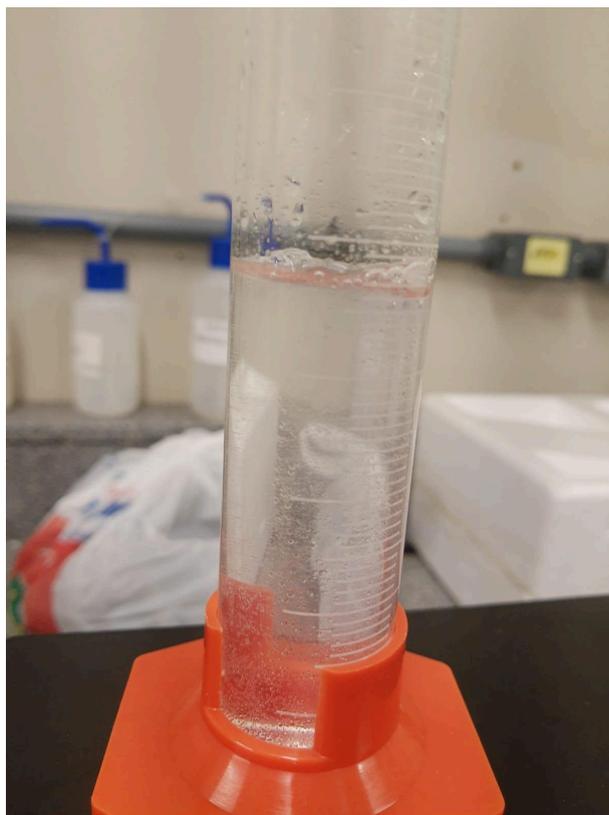
Figura 16: Destilação por arraste a vapor com funil de separação.



*Fonte: O autor, 2024.*

A ausência de um tubo de conexão entre o balão de destilação e o funil de separação graduado resultou na ascensão simultânea de água destilada e vapor de água para o funil, possibilitando a ocorrência concomitante de destilação por arraste a vapor e hidrodestilação. O destilado coletado na proveta exibiu uma concentração maior de óleo essencial e facilitou a separação das fases; entretanto, a segregação completa dos componentes não foi alcançada. As bolhas observadas na proveta correspondem ao limoneno. A Figura 20 ilustra o destilado recolhido na proveta.

Figura 17: Destilado da extração com funil de separação graduado.



*Fonte: O autor, 2024.*

O óleo essencial da casca de laranja foi identificado, tanto pelo odor quanto pelo aspecto. Nesse sentido, sabendo que foi possível extrair o limoneno, foi proposto um outro método de extração, sendo ele a hidrodestilação por aparelho de Clevenger.

A hidrodestilação por aparelho de Clevenger segue a mesma lógica de uma hidrodestilação comum, porém ela utiliza o aparelho de Clevenger, que é montado específico para o processo. Esse aparelho possibilita a separação da água e do óleo mais facilmente, uma vez que possui uma espécie de bureta que decanta a água e o óleo, separando essas duas fases (Fagbemi; Aina; Olajuyigbe, 2021). Foram realizadas três extrações por hidrodestilação. As extrações estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3: Extrações por hidrodestilação de Clevenger.

	Temperatura (°C)	Tempo Aproximado (h)	Quantidade (g)	Vidraria ou Sistema
Extração 1	200	4	243,679	Clevenger
Extração 2	200	4	486,320	Clevenger
Extração 3	200	4	833,456	Clevenger

Fonte: O autor, 2024.

As Extrações 1, 2 e 3 foram realizadas da mesma maneira, variando somente as quantidades de cascas de laranja utilizadas. O cálculo do rendimento das extrações foi feito com base na Equação 1.

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{Volume de óleo obtido (mL)}}{\text{Massa de casca de laranja (g)}} \quad (1)$$

Os rendimentos, juntamente com os volumes obtidos e a massa de cada Extração estão apresentados na Tabela 4.

A Extração 1 e a Extração 3 obtiveram praticamente o mesmo rendimento, por outro lado, a Extração 2 obteve um rendimento um pouco mais elevado. Essas diferenças de rendimento podem ser devidas às características das cascas de laranja utilizadas em cada dia. As laranjas utilizadas foram as popularmente conhecidas como laranja de suco e o rendimento obtido foi abaixo do esperado.

O rendimento da extração do óleo essencial da casca de laranja (*Citrus sinensis* L. Osbeck) por hidrodestilação possui um rendimento de 1 a 3%, em comparação com artigos distintos (De Souza; Crepaldi; Oliveira; Sampaio; Rosso; Moraes; Jacques, 2022).

Tabela 4: Rendimentos das extrações de óleo essencial por Clevenger.

	Quantidade de cascas (g)	Volume de óleo (mL)	Rendimento (%)
Extração 1	243,679	0,5	0,21
Extração 2	486,320	1,2	0,25
Extração 3	833,456	1,8	0,22
Total	1563,455	3,5	0,22

*Fonte: O autor, 2024.*

A extração realizada apresentou um rendimento inferior em comparação com os valores reportados na literatura e citados anteriormente. Esse baixo rendimento pode ser atribuído ao fato de as laranjas terem sido adquiridas no mercado, submetidas a processos de transporte, variações de temperatura, envelhecimento e interação com superfícies, fatores que potencialmente reduzem a concentração de óleo essencial. Em contraste, laranjas cultivadas diretamente nas laranjeiras tendem a possuir um teor maior de óleo essencial. Apesar disso, a quantidade de óleo essencial obtida foi suficiente para a formulação de um perfume.

## 5.2 Extração e Obtenção da Violaquercitrina-Flavona

A extração da *violaquercitrina-flavona* (amor-perfeito) foi feita a partir do processo de extração por solvente. Os materiais e os métodos utilizados para realizar o processo estão descritos a seguir.

### 5.2.1 Extração por Solvente - Soxhlet

A extração por solvente foi feita utilizando uma manta de aquecimento, um balão de fundo redondo e um condensador de bolas, também foram utilizadas mangueiras, um suporte universal, agarradores e um filtro de café comum. Para realizar a separação do óleo essencial e do solvente, foi utilizado um evaporador rotativo. No balão de fundo redondo de 250mL foi adicionado 200mL de álcool de cereais (com

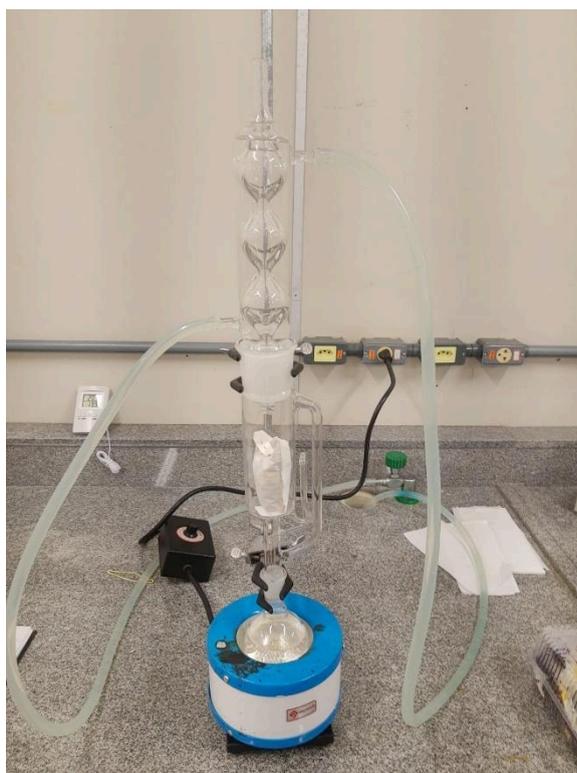
auxílio de uma proveta graduada). O balão foi colocado em contato com a manta de aquecimento a uma temperatura de aproximadamente 150°C. Foi conectado um extrator de Soxhlet ao balão e um condensador ao extrator. Foram pesadas 13,266g de flores de amor-perfeito (com auxílio de uma balança analítica) e foram colocadas dentro de um filtro de café comum, dobradas e grampeadas para não sair do filtro. Esse filtro foi colocado dentro do extrator.

O solvente foi evaporado do balão e passou pelo extrator de Soxhlet, chegando ao condensador, retornando ao estado líquido e gotejando no filtro com as flores do extrator. Ao atingir o nível necessário, o solvente escoou e retornou ao balão de fundo redondo. Esse ciclo foi repetido cinco vezes para otimizar a extração. O sistema de extração por solvente com extrator de Soxhlet está representado na Figura 15.

Após a extração pelo sistema Soxhlet, o balão de fundo redondo foi levado a um evaporador rotativo para separar o solvente do óleo essencial. Para utilizar o evaporador rotativo, também foi necessária uma câmara de resfriamento para a circulação de água e uma bomba à vácuo para arrastar o solvente.

O balão de fundo redondo foi conectado ao evaporador rotativo e foi ligada a rotação do balão. A temperatura do banho-maria foi colocada a 40°C, a temperatura da câmara de resfriamento foi setada para -3°C e a pressão da bomba a vácuo foi ajustada para -550 mmHg. O solvente e o óleo foram mantidos nesse processo durante 4 horas. A Figura 16 representa o evaporador rotativo com o balão de fundo redondo acoplado ao sistema.

Figura 18: Extração por solvente da *violaquercitrina-flavona*.



*Fonte: O autor, 2024.*

Figura 19: Arraste de solvente através do evaporador rotativo.



*Fonte: O autor, 2024.*

### 5.2.2 Obtenção da *Violaquercitrina-Flavona*

A extração do óleo essencial do amor-perfeito foi conduzida por meio de extração com solvente utilizando um extrator Soxhlet, seguida pela evaporação do solvente em um evaporador rotativo para separar o óleo essencial. As análises cromatográficas indicaram a impossibilidade de extrair *Violaquercitrina-Flavona* da planta, resultando na obtenção de uma substância semelhante ao óleo essencial, porém sem identificação específica. Durante o processo de extração, essa substância foi inicialmente considerada como óleo essencial; contudo, na formulação do perfume, o produto extraído não foi utilizado.

O óleo extraído apresentou um aroma floral intenso e ligeiramente amargo, que ao longo do tempo tornou-se mais suave e delicado. Diversas extrações por Soxhlet foram realizadas com variações nos parâmetros experimentais para avaliar as diferenças na obtenção do óleo, sendo que na primeira extração as flores foram utilizadas com cores mistas e, nas extrações subsequentes, as flores foram separadas por cores homogêneas. As diferentes condições de extração aplicadas estão detalhadas na Tabela 5.

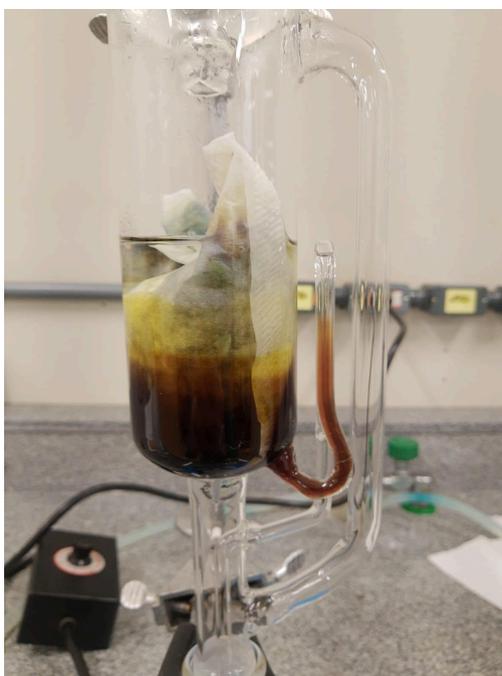
Tabela 5: Comparação das extrações por solvente utilizando extrator de Soxhlet.

	Coloração	Temperatura (°C)	Tempo de extração (min)	Tempo de ciclo (min)	Nº de ciclos	Quantidade de flores (g)
Extração 1	Mistas	150	60	20	3	12,070
Extração 2	Roxo	150	210	42	5	13,266
Extração 3	Roxo	150	200	40	5	14,432
Extração 4	Amarelas	90	480	120	4	12,536
Extração 5	Amarelas	235	120	20	5	10,895

Fonte: O autor, 2024.

Foram realizadas cinco extrações com o objetivo de avaliar as variações na eficiência de extração do óleo essencial do amor-perfeito. As extrações foram categorizadas com base nas cores das flores: mistas, roxas e amarelas. O grupo de flores mistas compreendia todas as colorações das plantas, o grupo roxo incluía flores roxas e rosas, enquanto o grupo amarelo englobava flores amarelas, laranjas e brancas. Durante o processo de extração, o solvente foi utilizado para extrair a essência das plantas, resultando em uma coloração predominante correspondente ao grupo de flores utilizado. Especificamente, o solvente das flores mistas adquiriu uma tonalidade roxa, o das flores roxas e rosas também tornou-se roxo, e o solvente das flores amarelas, laranjas e brancas permaneceu amarelo. Ao longo do experimento, observou-se uma redução progressiva na intensidade da coloração do solvente, indicando que os primeiros ciclos de extração foram responsáveis por uma maior absorção de pigmentos e essência, enquanto os ciclos subsequentes apresentaram menor capacidade de extração. A Figura 21 ilustra o primeiro ciclo de extração das flores mistas e o desenvolvimento dos pigmentos no álcool de cereais.

Figura 20: Primeiro ciclo da extração por solvente nas flores roxas.

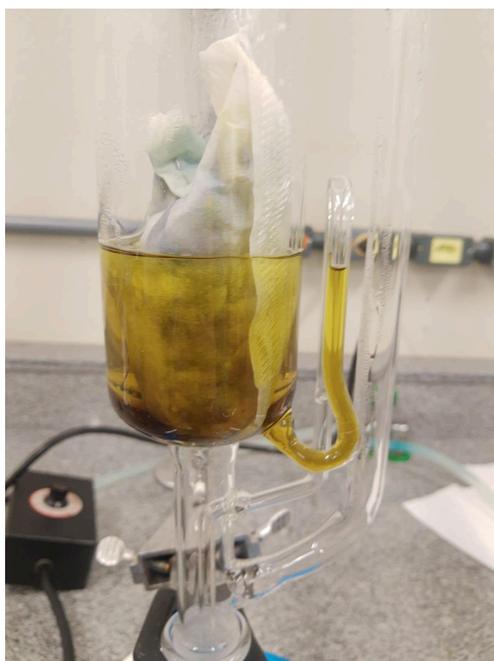


*Fonte: O autor, 2024.*

Em comparação à Figura 21, a Figura 22 apresenta o 3º ciclo das flores mistas e a redução de pigmento no álcool de cereais.

Não foi notada uma grande diferença nos volumes finais de essência obtidos por fazer mais do que três ciclos, contudo, realizar os cinco ciclos gera uma certeza maior de que tudo foi extraído das flores. Além disso, a temperatura também foi um fator que não afetou na decomposição do óleo essencial. As temperaturas submetidas foram mais altas do que o ponto de ebulição do álcool de cereais ( $78,4^{\circ}\text{C}$ ). O aumento da temperatura se apresentou eficiente para realizar a extração mais rapidamente. Na extração das flores amarelas com 5 ciclos foi notável a diferença da última extração, apresentando coloração amarela clara. O extrator de Soxhlet mantém os pigmentos parecidos com o desenvolvimento de um reator PFR, desenvolvendo mais pigmento no começo e pouco pigmento no final. É possível identificar camadas de diferentes colorações na Figura 21.

Figura 21: Terceiro ciclo da extração por solvente nas flores roxas.



*Fonte: O autor, 2024.*

Após realizados os ciclos, o balão de fundo redondo foi retirado e foi identificada presença de uma substância parecida com óleo essencial, uma vez que o balão se apresentava oleoso e existiam duas fases na mistura. O álcool é um produto menos denso do que o óleo. Dessa forma, o óleo obtido deve ficar depositado no fundo da mistura. Conforme a Figura 23 apresentada abaixo, o óleo essencial está disposto no fundo do balão e o álcool na parte de cima.

O evaporador rotativo foi utilizado para arrastar o solvente e deixar o possível óleo essencial no balão. Antes de colocar o balão no evaporador, foram retiradas as bolinhas de ebulição, uma vez que na primeira extração, com as flores mistas, a evaporação foi feita com as bolinhas de ebulição e a essência ficou extremamente viscosa, dificultando a obtenção. O evaporador rotativo arrastou o álcool de cereais, visto que possui ponto de ebulição mais baixo que o do óleo essencial e armazenou o óleo no balão. A Figura 24 apresenta o óleo essencial das flores roxas da Extração 3 após arrastar o solvente no evaporador rotativo.

Figura 22: Mistura de álcool e óleo essencial na extração de flores amarelas.



*Fonte: O autor, 2024.*

Figura 23: Óleo essencial após o arraste do álcool de cereais.



*Fonte: O autor, 2024.*

O aspecto e a viscosidade do produto foi um indicativo de que havia sido extraído o óleo essencial do amor-perfeito. Contudo, pela análise de cromatografia, não houve presença de óleo essencial em nenhuma das extrações por solvente. Nesse sentido, as variáveis propostas para extrair a essência não impactaram para a extração de óleo.

### **5.3 Extração e Obtenção do $\beta$ -pineno**

A extração do  $\beta$ -pineno foi feita a partir do processo de hidrodestilação. Os materiais e os métodos utilizados para realizar o processo estão apresentados abaixo.

#### **5.3.1 Hidrodestilação**

A hidrodestilação da pinha foi feita utilizando uma manta de aquecimento, um balão de fundo redondo, um tubo adaptador e um condensador reto, além de utilizar um suporte universal, mangueiras, termômetros e um béquer. No balão de fundo redondo de 250mL foram adicionadas 15,494 g de cascas de pinha (com auxílio de uma balança analítica) retiradas da haste central do fruto e 150mL de água destilada (adicionada com proveta graduada). O balão foi conectado a um tubo adaptador. O tubo adaptador foi ligado a um termômetro e a um condensador reto. O destilado

recolhido do condensador foi armazenado em um béquer de 250mL. No processo de hidrodestilação da pinha, a moagem foi feita retirando as pétalas da pinha com um alicate e moendo com o auxílio de um almofariz e um pistilo. A Figura 17 representa o sistema de hidrodestilação para extrair o óleo essencial da pinha.

Figura 24: Hidrodestilação da pinha.



*Fonte: O autor, 2024.*

O balão de fundo redondo foi colocado em contato com a manta de aquecimento a uma temperatura de 150°C para evaporar a água. A evaporação da água carregou junto o óleo essencial da pinha. O condensador resfriou o sistema e gotejou no béquer para recolher o produto (água destilada e óleo essencial). O recolhido foi levado a um funil de separação para retirar o óleo.

### 5.3.2 Obtenção do $\beta$ -pineno

A extração do óleo essencial da pinha foi realizada através da hidrodestilação. A primeira hidrodestilação testada foi montada a partir de um sistema improvisado, contudo, assim como na extração da casca da laranja, foi realizada uma extração por aparelho de Clevenger também. A hidrodestilação não foi analisada por cromatografia, pois em nenhum experimento houveram evidências de que foi extraído óleo essencial.

O experimento foi realizado de três maneiras distintas, conforme apresentado na Tabela 6 abaixo.

Tabela 6: Diferentes hidrodestilações da pinha.

	Quantidade (g)	Temperatura (°C)	Tempo de extração (h)	Vidraria ou Método
Extração 1	15,494	150	3	Alternativo
Extração 2	17,343	150	3	Alternativo
Extração 3	88,419	150	4	Clevenger

*Fonte: O autor, 2024.*

O sistema montado para a hidrodestilação da pinha foi o mais simples, consistindo em um balão de fundo redondo, um tubo adaptador e um condensador reto. As pinhas foram moídas com auxílio de um alicate e um pistilo e almofariz. O produto final obtido não tinha aspecto oleoso e tampouco apresentava fases distintas, contudo, ele apresentava uma leve turbidez e um odor amadeirado suave.

O sistema da Extração 1 e 2 é o mesmo, a única variável que mudou nesses dois processos foi que na Extração 1 foi utilizado pinhas secas que já haviam caído do pinheiro, e na Extração 2 as pinhas secas foram retiradas do pinheiro. Nesse sentido, foram utilizadas pinhas “inativas” e pinhas “ativas”, respectivamente. Nas duas tentativas o produto obtido foi o mesmo, água destilada com turbidez e odor.

O  $\beta$ -pineno é um dos óleos essenciais que pode ser extraído da casca da laranja (De Souza; Crepaldi; Oliveira; Sampaio; Rosso; Moraes; Jacques, 2022). Dessa forma, foi realizada uma tentativa de hidrodestilação por aparelho de Clevenger com as pinhas retiradas diretamente do pinheiro. Nessa extração, o resultado obtido foi parecido com os anteriores, porém, dessa vez, não era possível identificar turbidez, apenas o odor fraco.

O produto obtido na hidrodestilação da pinha resultou em uma água com odor. Nessa perspectiva, assim como o produto obtido na extração do óleo essencial do amor-perfeito, o produto não foi utilizado para a formulação final do perfume.

## 5.4 Características e Análises do Perfume

As características e as análises realizadas para identificar, classificar e obter o perfume estão apresentadas neste item.

### 5.4.1 Identificação de Compostos: Análises Cromatográficas

A identificação dos compostos presentes no óleo essencial da laranja foi feita por GC. Os cromatogramas gerados com o detector por ionização de chama fornecem o índice de retenção de cada componente. Com isso, foi realizada uma comparação com os valores encontrados na literatura para identificação dos compostos quantificados nos cromatogramas. A Tabela 7 mostra os componentes presentes no óleo essencial de laranja extraído neste trabalho, ao mesmo tempo que fornece o tempo de retenção encontrado no cromatógrafo e o encontrado na literatura (Souza, *et al*, 2024).

Tabela 7: Composição do óleo essencial extraído da laranja.

Composição	Tempo de retenção (min) (Este trabalho)	Percentual verificado na amostras	Tempo de retenção (min) (Souza <i>et al</i> , 2024)
Limoneno	13,110	86,56	12,520
$\beta$ -pineno	10,687	1,60	10,825

*Fonte: O autor, 2024.*

O limoneno é o componente majoritário do óleo essencial de laranja e geralmente apresenta a maior área no cromatograma, por isso foi atribuído a ele o pico no tempo de retenção de 13,11 minutos. O pico presente em 10,687 minutos pode

corresponder ao  $\beta$ -pineno, frequentemente encontrado no óleo essencial de laranja. Outros possíveis picos que possivelmente possam ser atribuídos ao  $\gamma$ -terpineno (tempo de retenção de 15,501 minutos), mirceno (tempo de retenção 14,038 minutos), decanal ou outras moléculas oxigenadas (19,525 minutos).

Esses tempos de retenção são estimados com base na composição típica do óleo essencial de laranja e na literatura sobre o tema (de Souza, 2022; Fernandes *et al*, 2013). Para confirmar a identidade de cada pico, seria necessário cruzar os tempos de retenção com padrões analíticos específicos ou realizar análises complementares, como cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG-EM).

Para o óleo extraído do amor-perfeito, o cromatograma não apresentou nenhum pico, indicativo que o processo de extração não foi eficiente.

#### **5.4.2 Formulação do Perfume**

A formulação do perfume remete a todo o processo de manejo da essência até a produção do perfume final. A formulação do perfume foi baseada na ideia de misturar os óleos essenciais obtidos e criar uma fragrância nova. Contudo, foi possível extrair apenas o óleo essencial da casca de laranja. Dessa forma, o perfume foi formulado com base no limoneno.

Um perfume é contemplado por óleo essencial, veículo e fixador (Santos, 2023). Nesse sentido, para formular o perfume, foi utilizado óleo essencial da casca de laranja (limoneno), álcool de cereais, água destilada e propileno glicol. A água destilada e o álcool de cereais são considerados igualmente como veículo.

Não existe uma maneira correta e exata de como deve ser produzido um perfume, porém, existem métodos bem definidos para que o produto final fique agradável e satisfatório. Em média, a formulação dos perfumes contém 2-3% de fixador, 70-80% de álcool, 5-10% de água e o restante é óleo essencial, podendo variar de 3-20% conforme a classificação desejada. O processo de maturação deve ser feito ao longo de pelo menos uma semana, devendo armazenar o perfume em refrigeração e coberto da luz solar, sendo recomendado utilizar frasco de vidro âmbar. A cada dia

da maturação deve ser aberto o perfume e deixado decantando durante períodos específicos de tempo (Trindade; Deus, 1996).

As concentrações utilizadas para formular o perfume foram de 3% de propileno glicol (fixador), 72% de álcool de cereais (veículo), 5% de água destilada (veículo) e 20% de óleo essencial da casca de laranja (óleo essencial). O perfume totalizou 10mL de solução, seguindo as concentrações anteriores. A definição do produto final foi de Parfum, uma vez que o óleo essencial contempla 20% da mistura.

Os reagentes para montar o perfume foram extraídos com auxílio de pipetas de vidro, volumétricas e graduadas, e de macropipetador. As soluções foram misturadas em um béquer de vidro e transferidas para um frasco. O perfume contido no frasco passou pelo processo de maturação.

O processo de maturação foi realizado durante um período de 7 dias, armazenando o perfume em frasco âmbar, com proteção da luz e em refrigeração. Todos os dias da maturação, o frasco foi aberto e deixado em repouso durante 10 minutos, após, o frasco foi fechado e guardado na geladeira novamente. Ao término dos 7 dias, o perfume foi filtrado à vácuo para remover possíveis sólidos e turbidez. Após filtrar, o perfume foi envasado e transferido para o frasco final do produto. A Figura 25 apresenta o perfume no frasco âmbar utilizado para a maturação e para a envase.

Figura 25: Frasco âmbar para maturação do perfume.



*Fonte: O autor, 2024.*

### **5.4.3 Características do Parfum**

Após a formular o perfume, foi possível analisar os aspectos e as características da mistura. Nos primeiros 2 dias da maturação, o perfume apresentou cheiro forte de álcool, contudo, a partir do terceiro dia o cheiro de álcool dissipou e o odor de laranja causado pelo limoneno foi evidenciado. Por ser um Parfum e conter 20% de essência, o perfume possui um cheiro característico de laranja.

A filtração foi realizada para retirar sólidos e turbidez, contudo, uma leve turbidez persiste na formulação final, mas sem causar impactos no produto. O óleo essencial é solúvel em álcool e o perfume possui um aspecto levemente oleoso. Além disso, foi evidenciado o frescor resultante da essência, remetendo às sensações de verão.

### **5.4.4 Determinação do pH**

O pH de cosméticos não possui uma faixa específica de aceitação, porém é preferível que o cosmético fique na faixa de pH da superfície cutânea. A concentração hidrogeniônica da superfície cutânea é vista por pesquisadores como um importante

ponto funcional da pele, uma vez que o corpo humano produz o ácido láctico. Dessa forma, a pele humana apresenta um pH levemente ácido (4,6 - 5,8), contribuindo para a proteção bactericida e fungicida da superfície do corpo (Leonardi; Gaspar; Campos, 2002).

A determinação do pH foi realizada com fita indicadora de pH. Foram determinados o pH do óleo essencial da casca de laranja e do perfume. Nesse sentido, uma fita de pH foi introduzida no frasco contendo óleo essencial e outra fita foi introduzida no frasco do perfume. A fita introduzida no óleo essencial obteve pH de aproximadamente 3,0. Por outro lado, a fita introduzida no Parfum obteve pH de aproximadamente 5,0. Assim, o pH do perfume produzido ficou dentro do limite aceitável para cosméticos, visto que está dentro da faixa de pH da pele humana (4,6 – 5,8).

#### **5.4.5 Envase e Armazenamento**

A envase do perfume diz respeito à maneira que ele é guardado. Esse processo pode ter importância elevada no processo de atração do produto, chamando a atenção do cliente. O perfume é um produto que não é visto somente pelo cheiro, mas também pela sua embalagem, servindo de decoração. Nesse sentido, o perfume foi embalado em caixa de papelão e em frasco, possuindo rótulos e informações sobre o perfume produzido.

A caixa da embalagem foi pensada para impressionar, aproximar o público e passar a informação sobre o perfume. Foi elaborado um rótulo com uma marca fictícia para apresentar o produto. A Figura 26 apresenta a embalagem do perfume e o rótulo elaborado para o frasco de armazenamento.

Figura 26: Embalagem e rótulo do perfume.



*Fonte: O autor, 2024.*

## 6 Conclusão

A perfumaria é uma técnica desenvolvida desde a antiguidade, inventada primeiramente para rituais e aprimorada aos dias atuais. Atualmente, a perfumaria possui grande relevância na indústria, sendo uma das mais responsáveis pelo mercado de cosméticos. O Brasil é o segundo maior consumidor de perfumes, uma vez que seu clima tropical influencia grande parte da população a consumir esses produtos. Nesse sentido, entender, aplicar e difundir conhecimentos sobre a perfumaria é um importante tópico para um engenheiro químico.

A Engenharia Química pode ser aliada à perfumaria. O papel do profissional é bem definido na área, realizando análises e fabricando produtos vendidos por todo o planeta. Aplicar os conceitos aprendidos e aprimorados na graduação, como técnicas termodinâmicas e operações unitárias são funções do engenheiro químico na produção de perfumes.

O perfume produzido obteve resultado final satisfatório, uma vez que foi possível formular um perfume. Dessa forma, a obtenção do óleo essencial foi o processo de grande importância do trabalho. O óleo essencial pode ser extraído dos diversos materiais vegetais de várias maneiras. No trabalho, foi possível testar e aprimorar técnicas de extração das essências para formular uma fragrância. A ideia inicial foi de unir os óleos essenciais obtidos e criar um perfume, contudo, à medida dos experimentos, o  $\beta$ -pineno e a violaquercitrina-flavona não foram possíveis de serem extraídos pelos métodos propostos. As técnicas distintas testadas e as variáveis de análise mudadas durante os procedimentos não foram suficientes para extrair os óleos essenciais.

Por outro lado, a extração do limoneno da casca de laranja foi satisfeita. A partir do óleo essencial da casca, foi possível formular um perfume com base no odor cítrico e refrescante da laranja. Os resultados obtidos através das análises foram satisfatórios, sendo possível utilizar o perfume montado no dia a dia.

Algumas melhorias poderiam ser feitas para otimizar a extração dos óleos essenciais. O  $\beta$ -pineno pode ser extraído utilizando pinhas verdes para tentativa de extração do óleo, o método de destilação se mostra adequado na literatura. A

violaquercitrina-flavona pode ser extraída por outros métodos, como destilação por arraste a vapor, hidrodestilação ou métodos já estabelecidos em artigos científicos, além de poder ser testado outro solvente para realizar a extração. O limoneno foi visto como eficaz através da Hidrodestilação de Clevenger, apresentando resultado positivo na extração e nas análises cromatográficas e de pH. Uma maneira de tentar aumentar o rendimento seria utilizar laranjas retiradas diretamente da laranjeira.

Ademais, a perfumaria é um ramo extremamente interessante e complexo, porém com diversas possibilidades de aprimoramento. Nesse sentido, conhecer o processo de produção de perfumes é uma alternativa para o engenheiro químico.

## 7 REFERÊNCIAS

GOMES, G. H. M.; O. CHIAVONE-FILHO; K. C de OLIVEIRA. **Produção e análise sensorial de perfume artesanal a partir de matérias-primas vegetais como a damiana, cravo da índia e laranja.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Centro de Tecnologia Departamento de Engenharia Química. Natal, 2019.

MAIA, L. G.; GIROTTO, C. P. **Processo de produção de perfumes artesanais e obtenção de óleo essencial: um estudo de revisão.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Engenharia Química. Universidade Paranaense (UNIPAR). Paraná, 2022.

LUCCA, L. G. **Perfumes: arte e ciência.** Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Departamento de Produção e Controle de Medicamentos. Disciplina de Estágio Curricular em Farmácia. Porto Alegre, 2010.

CARNEIRO, A. C. S. **Performance do perfume: modelagem e simulação da evaporação/difusão.** Universidade do Porto. Mestrado Integrado em Engenharia Química. Laboratório de Processos de Separação e Reação (LSRE). Porto, 2012.

SANTOS, E. M. S. **A Química dos Perfumes.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Centro Universitário Regional do Brasil (UNIRB). Graduação em Engenharia Química. Salvador, 2023.

DIAS, S. M.; SILVA, R. R. Perfumes: Uma química Inesquecível. Química e Sociedade. **Química Nova Escola.** Perfumes. n. 4. p. 3-6. 1996.

LIMA, A. L. S. **A Química dos Perfumes.** Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Faculdade Campo Limpo Paulista (UNIFACCAMP). Graduação em Química. Campo Limpo Paulista, 2020.

SANTOS, W. I.; STADLER, J. P.; GIUSTI, E. D.; CHENDYNSKI, L. T.; GOMES, S. I. A. A. Desenvolvimento de Produtos Naturais com Potencial Repelente para a Prevenção à Dengue. **Ensaio e Ciências.** v. 27, n. 2. p. 136-145. 2023.

FEITOSA, R. M.; DANTAS, R. L.; GOMES, W. C.; MARTINS, A. N. A.; ROCHA, A. P. T. Influência do método de extração no teor de óleo essencial de hortelã (*Mentha spicata* L.). **Revista Verde**. v. 9, n. 4, p. 238-241. 2014.

KNAACK, N.; FIUZA, L. M. **Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). Pós Graduação em Biologia. Cachoeirinha, 2010.

BRESSAN, P. D. **“A Química do Perfume” – uma proposta CTS para o ensino de química**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Licenciatura em Química. Araras, 2021.

COSTA, A. G.; SOKAL, F. R. **Material didático – Álcool: Seus diferentes tipos e formulações**. Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Programa de Pós-Graduação. Escola de Química e Alimentos. Química Tecnológica e Ambiental. Rio Grande, 2020.

KUZEY, C. A. **Óleos essenciais: aspectos gerais e potencialidades**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha. Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica (SETEC). Ministério da Educação (MEC). Santo Ângelo, 2021.

MACHADO, P. M. A. **A Química da Criação de Perfumes – Uma Abordagem Educativa**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade de Brasília (UnB). Instituto de Química. Brasília, 2011.

PINTO, B. R. **Otimização da destilação por arraste a vapor do limoneno de *Citrus sinensis* (L.) Osbeck e as suas aplicações**. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Universidade Federal do ABC (UFABC). Graduação em Química. Santo André, 2022.

SILVEIRA, J. C.; BUSATO, N. V.; COSTA, A. O. S.; JUNIOR, E. F. C. Levantamento e análise de métodos de extração de óleos essenciais. Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). **Enciclopédia Biosfera**. Centro Científico Conhecer. v. 8, n. 15, p. 2038. Goiânia, 2012.

FERRONATO, A. N.; ROSSI, R. C. Extração e aplicação do óleo essencial da casca da laranja como um ingrediente natural. Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS). **Estudos Tecnológicos em Engenharia**. v. 12, n. 2, p. 78-93. São Leopoldo, 2018.

PIRES, T. C. M.; RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Extração do R-(+)-limoneno a partir das cascas de laranja: avaliação e otimização da verduca dos processos de extração tradicionais. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto. Departamento de Química e Bioquímica. **Química Nova**. v. 41, n. 3, p. 355-365. Porto, 2017.

JÚNIOR, M. R. M.; PASTORE G. M. Biotransformação de limoneno: uma revisão das principais rotas metabólicas. Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Faculdade de Engenharia de Alimentos. Departamento de Ciência de Alimentos. **Química Nova**. v. 30, n. 2, p. 382-387. Campinas, 2007.

GONÇALVES, J. **Amor-perfeito (*Viola x wittrockiana* Gams.) sob diferentes níveis de irrigação e inoculação micorrízica**. Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ). Graduação em Ciências Agrárias. Sete Lagoas, 2018.

FERNANDES, F. S.; LEAL, T. S.; MORAES, C. P. Germinação de sementes de amor-perfeito submetidas a diferentes períodos de exposição e concentrações de GA<sub>3</sub>. Centro Universitário Hermínio Ometto. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**. Departamento de Botânica. v. 8, n. 3, p. 601-614. Araras, 2015.

FIGUEIRA, S. A. B. **Extração, caracterização dos extratos de *Pinus halepensis* e modelação. Avaliação da sua atividade antioxidante, antimicrobiana e antifúngica**. Instituto Superior de Engenharia de Lisboa. Mestrado em Engenharia Biológica. Instituto Superior Técnico. Lisboa, 2018.

FRITZEN, M. E. V. **Determinação de rendimento de óleo essencial de Capim vetiver (*Chrysopogon zizaniode*) e Pinus eliote (*Pinus elliottii* engelm): pelo método de destilação por arraste a vapor**. Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL). Graduação em Química. Tubarão, 2021.

HERZ, R. S. Chapter 17 Perfume. **Neurobiology of Sensation and Reward**. Chapter 17, 2011. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK92802/>. Acesso em 5 de abr. 2024.

ABIHPEC - Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Relatório de Mercado**. 2021. Disponível em: <https://www.abihpec.org.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Perfumes and Fragrances in Brazil: Market Report**. 2021. Disponível em: <https://www.euromonitor.com>. Acesso em: 7 jun. 2024.

NATURA. **Relatório Anual de Sustentabilidade**. 2023. Disponível em: <https://www.natura.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

O BOTICÁRIO. **Relatório de Sustentabilidade**. 2023. Disponível em: <https://www.boticario.com.br>. Acesso em: 7 jun. 2024.

MINTEL. **Global Beauty and Personal Care Trends**. 2022. Disponível em: <https://www.mintel.com>. Acesso em: 7 jun. 2024.

STATISTA. **Online Sales of Perfumes in Brazil**. 2022. Disponível em: <https://www.statista.com>. Acesso em: 7 jun. 2024.

LI, M; WANG, S; HE, L. **Development of an analytical method coupling cell membrane chromatography with gas chromatography-mass spectrometry via microextraction by packed sorbent and its application in the screening of volatile active compounds in natural products**. J Chromatogr B Analyt Technol Biomed Life Sci. 2015 Jan 1;974:9-16. doi: 10.1016/j.jchromb.2014.10.019. Epub 2014 Oct 24. PMID: 25463192.

AZEVEDO, G. R. **Avaliação dos parâmetros de solubilidade de Hansen do paracetamol e de óleos essenciais**. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Maranhão. Programa de Pós-Graduação em Química. São Luís, 2013.

TRINDADE, D. F.; DEUS, C. **Como fazer perfumes**. editora cone, ed. 8, São Paulo, 1996. ISBN 85-274-0409-5.

DE SOUZA, F. G.; CREPALDI, G. A.; DE OLIVEIRA, I. G.; SAMPAIO, P. H. O.; ROSSO, R. F.; MORAES, C. C.; JACQUES, A. C. Extração de óleo essencial da casca de laranja 'pera' (*Citrus sinensis L. Osbeck*) por hidrodestilação: avaliação de rendimento e atividade antioxidante. **Agron Food Academy**. II Congresso Brasileiro de Produção Animal e Vegetal. Vol. 2. 2022.

FAGBEMI, K. O.; AINA, D. A.; OLAJUYIGBE, O. O. Soxhlet Extraction versus Hydrodistillation Using the Clevenger Apparatus: A Comparative Study on the Extraction of a Volatile Compound from *Tamarindus indica* Seeds. **The Scientific World Journal**. National Library of Medicine. Hindawi. Vol 2021, Article ID 5961586.

LEONARDI, G. R.; GASPAR, L. R.; CAMPOS, P. M. B. G. **Estudo da variação do pH da pele humana exposta à formulação cosmética acrescida ou não das vitaminas A, E ou de ceramida, por metodologia não invasiva**. Investigação Clínica, Laboratorial e Terapêutica. Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto. São Paulo. 2002.

DE SOUZA, T. S.; SOUZA, J. R. C. L.; DE SOUZA, G. R.; moulin, e. n. Uso de cascas de laranja para extração de óleo essencial e avaliação de suas atividades biológicas. **Ifes Ciência**. Instituto Federal de Educação. Vol. 10 N.1. Espírito Santo. 2024.

FERNANDES, I. J.; KIELING, A. G.; AGOSTI, A.; BREHM, F. A. **Extração e caracterização de óleo essencial de laranja obtido do resíduo casca de laranja**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. São Leopoldo. Rio Grande do Sul. 2013.