

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

GABRIEL DE FRANÇA GOMI

**NANOTECNOLOGIA APLICADA À FORMULAÇÃO DE
FRAGRÂNCIAS**

CAMPINAS/SP
2025

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE CAMPINAS
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM PROCESSOS QUÍMICOS

GABRIEL DE FRANÇA GOMI

**NANOTECNOLOGIA APLICADA À FORMULAÇÃO DE
FRAGRÂNCIAS**

Trabalho de Graduação apresentado por **Gabriel de França Gomi**, como pré-requisito para a conclusão do Curso Superior de Tecnologia em **Processos Químicos**, da Faculdade de Tecnologia de Campinas, elaborado sob a orientação do Profa. Dra. **Juliana Canto Duarte**

CAMPINAS/SP
2025

GABRIEL DE FRANÇA GOMI

Nanotecnologia aplicada a formulação de fragrâncias

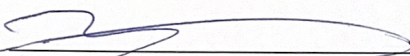
Trabalho de Graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Processos Químicos, pelo CEETEPS / Faculdade de Tecnologia – Fatec Campinas.

Campinas, 05 de dezembro de 2025.

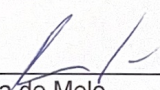
BANCA EXAMINADORA



Juliana Canto Duarte
Fatec Campinas



Nelson Maniasso
Fatec Campinas



Bráulio Almeida de Melo
Fatec Campinas

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Juliana Canto, por sua paciência, atenção e orientação durante todo o projeto. Minha real gratidão por você não cabe em palavras, aceitou ser minha orientadora mesmo com tantos outros projetos sob sua orientação, sua gentileza, entusiasmo para ensinar e sua vontade de ajudar além da sala de aula servem de inspiração para seus alunos. E por isso serei sempre grato a você.

Agradeço também a Prof.^a Juliana Foltin que por mais que não tenha tido envolvimento em toda extensão do trabalho, ajudou na definição do escopo e nas etapas iniciais do que viria a se tornar um projeto muito especial e importante para mim, por isso digo, muito, muito obrigado.

Por último, mas não menos importante, minha família e amigos que me deram suporte e me apoiaram ao longo do projeto, mesmo que com uma simples conversa, não consigo nomear todos, mas que saibam o quão importante foram durante esse ciclo.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a melhor pessoa que eu poderia ter ao meu lado, minha querida irmã, a razão pela qual esse trabalho surgiu. Minha parceira e melhor amiga, espero que saiba o quão especial e importante você é para mim, foi pensando em você que surgiu a minha ambição com esse projeto e de trazer um impacto positivo na sociedade. Então esse trabalho vai para você minha preciosa irmã.

RESUMO

A utilização de etanol nas formulações de perfumes atuais pode trazer reações adversas naqueles que possuem peles mais sensíveis, desencadeando reações alérgicas e irritações. As nano emulsões representam uma vertente da nanotecnologia, se destacando pela sua sofisticação e vasta área de aplicação para sistemas lipofílicos em água, como a indústria alimentícia, cosmética e farmacêutica, e sua aplicação na indústria de fragrâncias em particular permite que formulações sejam isentas de álcool. Além disso, suas características são ideais para veículos de fragrâncias, como a baixa viscosidade, aparência transparente, alta estabilidade cinética, tornando-a resistente a sedimentação e creme, além da proteção contra oxidação e aumento da biodisponibilidade da fragrância. Neste trabalho, foram explorados artigos que abordassem a aplicação de nano emulsões em óleos essenciais para a indústria de fragrâncias e possibilidades de escalonamento. Do lado dos métodos, os de alta energia são possivelmente os mais simples, requerendo a menor quantia de tensoativos, com ultrassonificação e microfluidização sendo destaques. Foi observado que muitos dos artigos são limitados no uso de apenas um componente lipofílico.

Palavras-chave: fragrâncias; nano emulsões; nanotecnologia; perfumaria.

ABSTRACT

The use of ethanol on perfume formulations often brings adverse effects on those with more sensitive skin, leading to allergic reactions and irritation. Nano emulsions are one of the many fields in nanotechnology, standing out for its sophistication and wide range of solutions to lipophilic materials, from the food industry, to cosmetics and pharmaceuticals, and its application on the fragrance industry in particular allows for formulations absent of alcohol. Furthermore, their characteristics makes them ideal as fragrance vehicles, like low viscosity, transparent appearance, high kinetic stability, which renders it resistant to creaming and sedimentation, while also providing protection against oxidation and an increase in bioavailability. In this work, articles were explored looking for formulation that applied nano emulsions for essential oils for the fragrance industry and scale up possibilities. On the methods side, high energy is possibly the simplest, requiring the least amount of surfactant, with ultrasonification and microfluidization being stand outs. It was also found that most researches available are limited on the use of a singular compound for the lipophilic phase.

Keywords: fragrance; nano emulsion; nanotechnology; perfume.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Pirâmide olfativa.....	13
Figura 2 – Síntese cinamaldeído.....	18
Figura 3 – Processo de esterificação para o benzoato de benzila.....	18
Figura 4 – Síntese do álcool fenetílico por reação de Grignard.....	19
Figura 5 – Síntese do β -Bromoestireno.....	19
Figura 6 - Diferentes formar de hidrogenação do citral.....	20
Figura 7 - Síntese do musk ambreta a partir do m-cresol.....	20
Figura 8 - Síntese da heliotropina.....	20

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ingredientes das bases perfumantes	29
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Exemplos de artigos da literatura com seus respectivos métodos e constituintes da emulsão.....	27
Tabela 2 - Formulação perfumante sem álcool.....	29

LISTA DE SIGLAS

O/A	Óleo em Água
A/O	Água em Óleo
HPH	High Pressure Homogenization
PIT	Phase Inversion Temperature
PIC	Phase Inversion Composition

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.2	OBJETIVOS	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
2.1	ÓLEOS ESSENCIAIS NATURAIS	15
2.2	SINTÉTICOS	18
2.3	NANO EMULSÕES.....	21
2.3.1	MÉTODOS DE ALTA ENERGIA	23
2.3.2	MÉTODOS DE BAIXA ENERGIA	24
3	MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1	MATERIAIS	26
3.2	MÉTODOS.....	26
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÃO	31
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

1 INTRODUÇÃO

A utilização de substâncias odoríferas pela humanidade ocorre há muito tempo, seja em produtos de higiene pessoal ou cosméticos. No tempo contemporâneo a busca pela beleza a partir do uso de produtos cosméticos é um fenômeno universal, que toma diferentes formas em diferentes contextos culturais. Com um mercado cada vez mais diversificado e exigente, que também está cada vez mais vaidoso e atento aos cuidados pessoais, aumentou a necessidade por produtos mais complexos e que vão além da simples extração de compostos de fontes naturais como flores (Dias, 2022; Shreve, 1945).

No Brasil a indústria de cosméticos é gigante, com estudos apontando a Natura como a empresa mais forte do setor globalmente, principalmente após a aquisição da Avon. O mercado brasileiro apresenta números expressivos sendo o 4º maior do mundo com vendas avaliadas em US\$30,0 bilhões, ficando atrás apenas de Japão, China e Estados Unidos em uma pesquisa publicada em 2024 pela Euromonitor Internacional, com 47,8 % do mercado ocupado por 5 empresas, sendo as duas primeiras nacionais, a Natura & Co. e o grupo Boticário (Weber, 2020).

Os cosméticos recebem classificações de acordo com seu uso, sendo eles cuidados para pele, capilar, oral e fragrância. O último grupo, o das fragrâncias, ainda recebem outra categorização de acordo com sua finalidade, são duas apenas, as fragrâncias finas e as funcionais. A primeira se refere a fragrâncias utilizadas em perfumes, colônias, pós-banho, e as de uso cosmético, já a segunda se trata daquelas usadas em produtos de limpeza, sabões, entre outros (Schreiber, 1996 *apud* Moraes, 2015).

Evidências do uso de substâncias aromáticas datam desde a pré-história, com provas escritas descobertas na Mesopotâmia, descrevendo os primeiros usos de materiais odoríferos. A influência dos mesopotâmicos se estende por múltiplos povos e sob a história da humanidade, e dentre os primeiros estão o antigo Egito, que também utilizavam aromas e fragrâncias em diversos cenários, principalmente em cerimônias e rituais religiosos. Estas substâncias eram preparadas por sacerdotes em templos, com algumas dessas receitas sendo descritas por hieróglifos no templo de Edfu (MUSEU DEL PERFUM, [s.d.]; Shreve, 1945).

Após o Egito e seu povo serem conquistados pelo império romano, a Grécia juntamente a Roma, devido a sua grande troca cultural e influência uns sobre os outros, difundiram as práticas e produtos aromáticos egípcios. Na Grécia, terra onde harmonia, beleza, proporção, estética e equilíbrio são divinos, é de se esperar que os perfumes e aromas fossem bastante influentes, sendo até incluídos em alguns de seus mitos (Museu del Perfum, [s.d.]; Shreve,

1945). A linha do tempo segue com evidências do uso de perfumes pelo povo etrusco, que possui origens confusas, inclusive sobre de onde surgiu o hábito de utilizar fragrâncias, seguido pela civilização cartaginesa, que residiam a atual Tunísia, que podem ser considerados os primeiros comerciantes de perfumes do Mediterrâneo (Museu del Parfum, [s.d.]).

Os romanos, muito influenciados pelos gregos, utilizavam perfumes de maneira exagerada. Os aromas podiam ser encontrados em todos os cantos de Roma e não apenas nas pessoas. Os boticários podiam ser encontrados em suas lojas num distrito específico chamado “Vicus unguentarium”, onde vendiam seus produtos aromáticos. Os árabes merecem uma posição de destaque, em especial o médico Avicenna, responsável pela descoberta da destilação à vapor de óleos voláteis, a região do Oriente Médio chegou até ser chamada de “A Terra dos Perfumes”. Possuíam talento e eram experts das técnicas da perfumaria, realizando melhorias no alambique para destilação de álcool além de disseminar aromas como musk (Museu del Parfum, [s.d.]; Shreve, 1945).

Durante o período da Renascença, Veneza e Florença se tornam as capitais do perfume. Nesta mesma época, na Itália, uma importante figura com grande apreço a boas fragrâncias viveu, Catarina de Médici, da Casa dos Médici, que levaria seus aromas e fragrâncias, junto a seu perfumista, René, à França que viria a se tornar o país da perfumaria, percepção essa que perdura até hoje (Museu del Parfum, [s.d.]; Shreve, 1945).

Em 2018, um estudo científico foi publicado descrevendo pela primeira vez o uso de nano emulsões como transportadores dos óleos essenciais aromáticos de perfumes. Esse método permite a formulação de perfumes livres de álcool, com emulsões de escala nanométrica em água, removendo a necessidade de adição de etanol e outros surfactantes (Miastkowska, 2018).

A tecnologia dos nano perfumes permitiu a produção de formulações a base de água, que são muito mais estáveis, não tóxicas, seguras e menos agressivas a pele. O novo método agradou uma gama de consumidores muito mais vasta, incluindo os mais jovens e principalmente indivíduos com pele sensível, além de poder aumentar a permanência da fragrância após aplicado (Miastkowska, 2018).

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar o processo de pesquisa e desenvolvimento de fragrâncias finas (perfumes), aplicando nanotecnologia em sua formulação.

1.2.2 Objetivos específicos

- Descrever a formulação de uma fragrância a partir de fontes naturais e sintéticas;
- Estudar as características físico-químicas de nano emulsões e o uso de moléculas anfífilas;
- Estudar a viabilidade de perfumes com nano emulsões;
- Estudar e avaliar resultados da literatura quanto a segurança e estabilidade do perfume.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Um perfume é uma substância capaz de exalar um odor agradável. É encontrado, geralmente, na forma líquida sendo composto por uma mistura de diversos ingredientes sintéticos ou naturais, dissolvidos em etanol, água e outros solventes. Os óleos essenciais são o principal componente portador do aroma, porém certos fixadores também podem entrar na composição aromática do perfume. Praticamente todos produtos aromáticos do passado eram de fonte natural, porém com o avanço tecnológico, a partir do século XIX a síntese de novos compostos aromáticos tornou-se possível, ampliando o repertório para as formulações. Atualmente, a maioria dos perfumes são feitos a partir de fontes sintéticas (Chisvert, 2018 *apud* Gunawan, 2023; Shreve, 1945).

Outro aspecto da composição dos perfumes é sua pirâmide olfativa, que apresenta os aromas que serão exalados e está relacionada às notas aromáticas. Esta pirâmide ilustra as “notas”, que são as composições aromáticas a serem sentidas. Recebem esse nome pois assim como a música, a perfumaria é vista como uma forma da arte, onde o boticário usa de compostos aromáticos de forma similar a sinfonia com as notas musicais (Charles, 2019). Uma das suas classificações é dada pela sua taxa de dispersão. As notas de topo (ou notas de cabeça) são aquelas imediatamente reconhecíveis após a aplicação do perfume, seguidas pelas notas de corpo (ou notas de coração), que apresentam um caráter mais marcante e são protagonistas na composição e, por último, as notas de fundo (ou notas de base) que são os aromas com maior retenção (Rodrigues, 2021 *apud* Gunawan, 2023). As notas compõem um fator crucial na formulação de um perfume, visto que determinarão a percepção do consumidor em relação ao produto. Portanto, sua otimização se torna crucial durante a formulação de nano-perfumes (Gunawan, 2023).

Figura 1 – Pirâmide olfativa.



Fonte: Adaptado de Charles, 2019.

As notas aromáticas ainda recebem outra classificação, desta vez de acordo com seu aroma e origem botânica. Um exemplo são as notas de bergamota e laranja, agrupadas como notas cítricas; rosa e jasmim são notas florais; sândalo e cedro são notas amadeiradas. Um grupo que se distingue dos outros por não ter um comparativo natural são as notas aldeídicas, que se referem a cheiro de aldeídos alifáticos que possuem caráter gorduroso e remetem levemente ao cheiro de ozônio. Essas notas foram popularizadas pelo *Chanel No. 5*, que apresentava notas de topo únicas graças ao aldeído. Seu sucesso foi tanto que essa nota se tornou uma das principais dentre os ingredientes de fragrâncias (Charles, 2019).

A composição de um perfume pode ser descrita como uma mistura de substâncias aromáticas (óleos essenciais, fragrância e fixador) em solvente (etanol, surfactantes e água) (Sikora, 2018 *apud* Gunawan, 2023). Conforme a concentração de óleo essencial, os perfumes são divididos em grupos: *eau de parfum* (10 % - 20 %), *eau de toilette* (5 % - 15 %) e *eau de cologne* (3 % - 8 %) (Marcus, 2013 *apud* Gunawan, 2023).

O requisito principal de um perfume é que ele apresente um odor agradável e seja atrativo. Quando bem construído suas notas se misturam de maneira harmoniosa e complementam umas às outras conforme o perfume evapora. Logicamente, o agradável é subjetivo. Um aroma pode ser agradável a uma pessoa e ser repugnante a outra. Outros fatores podem alterar a percepção do perfume, como moda e *background* cultural (Charles, 2019).

O etanol forma a base dos perfumes atuais, pois é um solvente de substâncias aromáticas hidrofóbicas. Infelizmente, pessoas com alergias ou peles mais sensíveis, estão propensas a sofrerem irritações ou inflamações, ao aplicarem perfumes a base de álcool, devido ao etanol (Miastkowska *et al.*, 2018). Os álcoois são uma classe de compostos orgânicos, do qual o etanol faz parte, de grande importância comercial, industrial e social. Porém sua capacidade desidratante e irritante a pele é muitas vezes negligenciada. Em um artigo publicado em 1994, Ophaswongse e Maibach revisam a literatura disponível sobre casos de dermatites a álcool, elucidando seus possíveis mecanismos. A resposta apresentada pelos pacientes dos artigos revisados inclui, eczema ou eritema e edema na região exposta. Segundo os autores, o alergênico encontrado no álcool pode ser o próprio etanol, impurezas ou metabólitos formados na pele, como aldeídos. Testes de contato e puntura foram utilizados, onde se observou reação alérgica ou hiper sensibilidade nas regiões aplicadas, tanto imediatas como tardias.

Um problema encontrado pelos autores está relacionado volatilidade do etanol e sua pureza. Sua rápida vaporização dificulta a aplicação e os teste, resultando em concentrações

menores que a esperada e falsos negativos. A pureza do álcool utilizado deve ser considerada para maior assertividade dos testes, recomendando álcool purificado por cromatografia gasosa. Os autores concluem que o álcool possui potencial alergênico em exposições externas causando hiper sensibilidade imediata e tardia, além de também causar irritação e desidratação da pele (Ophaswongse; Maibach, 1994).

2.1 ÓLEOS ESSENCIAIS NATURAIS

Os óleos essenciais podem ser descritos como uma mistura odorífera, volátil e de origem vegetal. São pouco solúveis em água, porém em determinados casos sua solubilidade pode ser suficiente para deixar odor à solução (água de rosas, por exemplo), solubilizáveis em solventes orgânicos, apresentando coloração do amarelo ao castanho. Geralmente, os óleos são formados por uma mistura de diferentes compostos, com exceção para o óleo de gualtéria, majoritariamente composto por salicilato de metila, que podem ser categorizados de acordo com seus grupos funcionais – ésteres, álcoois, aldeídos, fenóis, ácidos, cetonas, éteres, lactonas (ésteres cíclicos), terpenos (compostos com repetições de isopreno) e hidrocarbonetos (Shreve, 1945).

O material e forma de extrair os óleos essenciais são igualmente diversos, a matéria-prima pode ser qualquer parte da planta, botões, flores, caule, folhas, cascas, ramos, frutos, sementes, lenho, raízes, rizomas ou exsudatos, enquanto que os métodos de extração podem ser: destilação, hidrodestilação, *enfleurage*, prensagem, extração por solventes voláteis ou extração por fluido supercrítico. Contudo o método utilizado deve ser cautelosamente escolhido, tendo em vista que, sua eficácia pode ser reduzida dependendo do óleo ou matéria-prima que será utilizada, o óleo de rosa, por exemplo, perde o álcool fenílico para a fase aquosa na destilação, tornando a *enfleurage* o método mais adequado. Em outros casos, o óleo ou até a matéria-prima, pode apresentar sensibilidade ao calor (Shreve, 1945).

A destilação, geralmente destilação a vapor, é o processo mais antigo, que utiliza como princípio de funcionamento a passagem de vapor d'água pelas células vegetais, contendo os óleos essenciais, volatilizando-os. Essa mistura gasosa, ao ser condensada, separa por diferença de densidade os óleos da água. Este é o método empregado para a maioria dos óleos, com exceção das flores, que apresentam resultados indesejados como degradação dos óleos pelo calor. A matéria-prima antes de ser carregada nos destiladores, deve passar por tratamento a fim de melhorar a eficiência do processo, como cortar, pulverizar ou serrar, por exemplo. Por fim, o óleo ainda pode passar por procedimentos de retificação, como cristalização fracionada ou lavagem com hidróxido de potássio, removendo ácidos livres e compostos fenólicos,

aldeídos e cetonas indesejáveis (Shreve, 1945; Sievers, 1952). Outro método também de destilação é a hidrodestilação, que se diferencia pela forma como a carga é manuseada, neste caso, o material vegetal entra em contato direto com a água fervendo, permitindo que flutue ou esteja completamente imersa na água (Guenther, 1948).

Prensagem é um método empregado na extração de óleos cítricos, como os de laranja, bergamota e limão, onde as cascas das frutas são molhadas em água por diversas horas para posteriormente serem comprimidas, rompendo as glândulas de óleo, liberando-os contra uma esponja que irá absorve-los ou ainda um spray de água (Reyes-Jurado *et al.*, 2015; Shreve, 1945).

Dois outros métodos para extração são a *enfleurage* e a maceração, ambas aplicando gorduras e óleos para a absorção, sendo diferenciadas pela temperatura das gorduras aplicadas, mais amenas e brandas para *enfleurage* e quente para maceração. Ambas surgiram na região sul da França, Grasse, com o intuito de obter os aromas das flores que eram sensíveis ao calor e vapor (Guenther, 1948). A *enfleurage*, como dito anteriormente, utiliza gordura a frio para extração, uma mistura de sebo e banha é preparada e aplicada em placas de vidro em ambas as faces, as flores então são colocadas na gordura e estes sistemas são empilhados formando um compartimento estanque ao ar. O óleo volátil será absorvido pela gordura logo acima da flor durante 24 horas, após esse período, as flores são removidas (*défleurage*) e uma nova leva é aplicada, o processo se repete até que a gordura esteja saturada (Guenther, 1948; Shreve, 1945).

A gordura aromática resultante, chamada de *pomade*, pode ser extraída com álcool, removendo os óleos aromáticos. A solução alcoólica então passa por resfriamento e filtração, a fim de remover qualquer gordura dissolvida, a nova solução se chama *extrait*. O álcool pode ainda ser volatilizado para se obter a *absolute de enfleurage*, contendo apenas o óleo da flor (Guenther, 1948; Shreve, 1945).

O método por gordura a quente, chamado de maceração, caiu em desuso devido ao desenvolvimento de técnicas como a extração por solventes voláteis, que será apresentada posteriormente. Previamente, a produção de óleos de rosas, flor de laranjeira, acácia e outros, se dava pela maceração das flores imersas em gordura ou óleo a 70 °C, que então era resfriado e tratado com álcool. Os processos de separação após isso são idênticos aos da *enfleurage*, recebendo a mesma designação também, *extrait* para solução alcoólica e *absolute* quando destilado (Guenther, 1948; Shreve, 1945).

A extração por solventes voláteis foi aplicada pela primeira vez a flores em 1835 por Robiquet, e extensivamente testada por outros nos anos seguintes. A eficácia da extração era tanta que produtores de Grasse, que praticavam a *enfleurage*, expandiram suas fábricas para

acomodar a produção com o novo método. Em princípio, ocorre a transferência da substância de interesse, o óleo, da matriz da planta para um solvente que penetra sua estrutura vegetal, e a posterior evaporação do mesmo, resultando no óleo da flor concentrado que é chamado de *concrete* (Guenther, 1948; Reyes-Jurado *et al.*, 2015). O aspecto mais crítico do processo é a escolha do solvente, determinando a eficácia e viabilidade da produção. Para que se obtenha um processo bem sucedido, o solvente deve atender aos seguintes requisitos: ser seletivo, dissolvendo apenas o composto odorífero; baixo ponto de ebulição; inerte perante o óleo; não deixar resíduo após a destilação, evaporando completamente; ser barato e, se possível, não inflamável. Alguns exemplos de solventes utilizados são: éter de petróleo, hexano, tolueno entre outros (Guenther, 1948).

Um método emergente e relativamente recente que vem chamando a atenção na extração de óleos essenciais é a extração por fluidos supercríticos. As primeiras observações quanto a capacidade de dissolução desses solventes foi realizada em 1879, por Hannay e Hogarth, no entanto o método apenas ganhou relevância em aplicações comerciais nos meados de 1960, com as primeiras patentes impulsionando seu desenvolvimento no âmbito industrial nos anos 90 (Herrero *et al.*, 2010). A técnica utiliza de fluidos em seu estado supercrítico, ou seja, estão acima do seu ponto crítico em temperatura e pressão, isso lhes confere propriedades únicas que ficam entre um líquido e um gás. Possui características de um líquido somadas à capacidade de penetração de um gás, juntamente à alta seletividade, torna-os excepcionais para a extração de óleos essenciais (Reyes-Jurado *et al.*, 2015). Em virtude de sua baixa viscosidade e alta difusividade, os fluidos supercríticos apresentam capacidade maior de transporte em comparação a líquidos, juntamente a uma maior facilidade de difundir em sólidos, portanto reduzindo tempo de extração. Ademais, esses fluidos sofrem modificação em sua densidade ao alterar a temperatura e/ou pressão, e devido a relação dessa propriedade com a solubilidade, ao alterar a pressão, pode-se ajustar a força do solvente (Da Silva; Rocha-Santos; Duarte, 2015). O solvente mais comum é o dióxido de carbono, devido a suas brandas condições de processo (condição crítica – 31,2 °C e 72,9 atm.) permitindo seu uso na extração de componentes sensíveis ao calor e a oxidação. Além disso, por ser um gás em condições normais de temperatura e pressão, pode ser facilmente separado do produto de interesse e recuperado para retornar ao processo. Sua única desvantagem seria sua baixa polaridade, que pode ser corrigida com um cossolvente polar (Da Silva; Rocha-Santos; Duarte, 2015; Herrero *et al.*, 2010; Reyes-Jurado *et al.*, 2015).

De acordo com Brunner (1994 *apud* Da Silva; Rocha-Santos; Duarte, 2015), o processo de solubilização ocorre por etapas. De início, a matriz vegetal absorve o solvente, inchando e

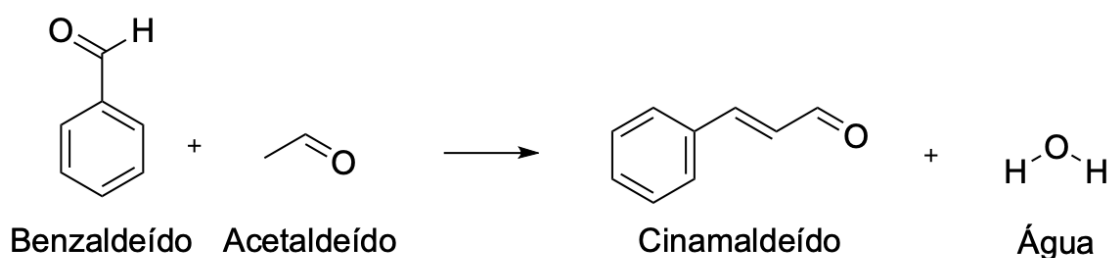
dilatando sua estrutura celular, levando a uma redução na resistência de transferência de massa; simultaneamente, ocorre a dissolução do extrato, e a massa é transferida do interior da matriz até a superfície, que dali seguem para o fluido supercrítico e finalmente removida.

2.2 SINTÉTICOS

Conforme Charles (2019), os avanços em síntese na química orgânica possibilitaram a produção de compostos odoríferos das mais diversas fontes como carvão e óleo mineral, criando uma oferta mais segura de insumos, que também é, em geral, menos custosa. Dentre os métodos de síntese mais importantes para essa indústria estão: alcalinização, condensação, esterificação, reação de Grignard, halogenação, hidrogenação, nitração e oxidação (Shreve, 1945).

O aldeído cinâmico possui cheiro de canela, podendo ser obtido dos óleos de canela do Ceilão ou China. Em contato com o ar, oxida formando o ácido cinâmico, portanto deve ser protegido contra oxidação. Sua síntese ocorre na reação de benzaldeído e acetaldeído sob ação de um álcali, como hidróxido de sódio, em um processo de condensação (Shreve, 1945).

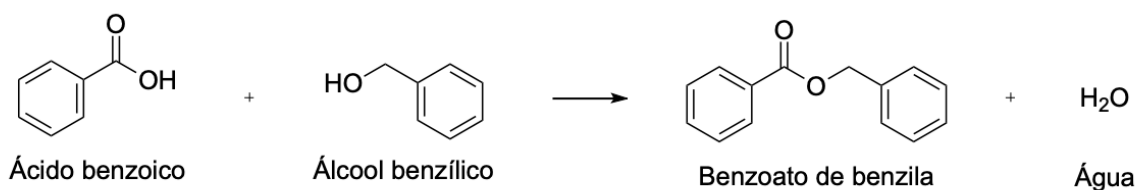
Figura 2 – Síntese cinamaldeído.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O benzoato de benzila é um éster com cheiro levemente aromático, servindo também como um fixador, sintetizada a partir da reação de esterificação de Fisher, entre um ácido carboxílico e um álcool, no caso ácido benzoico e álcool benzílico, podendo ser catalisada por um ácido de Brönsted-Lowry (Oliveira *et al.*, 2014; Shreve, 1945).

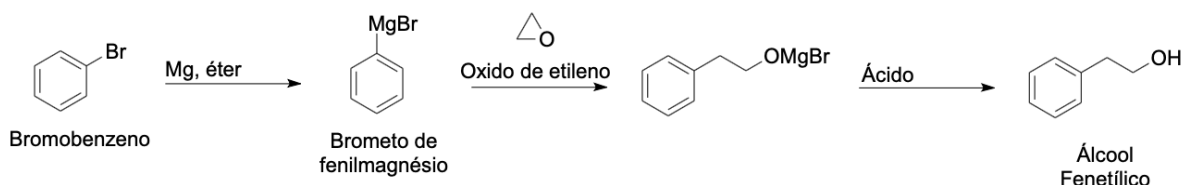
Figura 3 – Processo de esterificação para o benzoato de benzila



Fonte: Elaborado pelo autor.

Álcool fenetílico possui um cheiro similar a rosas, e ocorre em óleos voláteis de rosas, flor de laranja e outras. Pode ser sintetizado pela reação de Grignard, onde um composto organometálico age como nucleófilo adicionando a uma carbonila (Da Silva; Jones, 2001; Shreve, 1945).

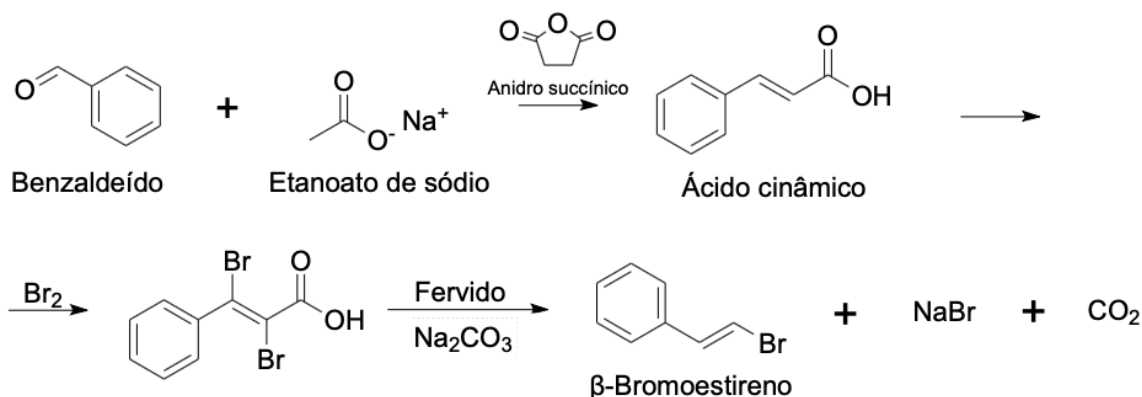
Figura 4 – Síntese do álcool fenetílico por reação de Grignard



Fonte: Elaborado pelo autor.

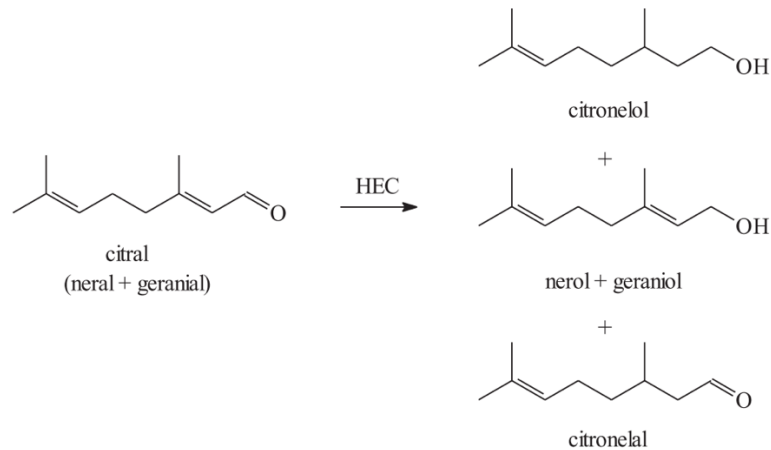
A partir da halogenação podemos obter o β -bromoestireno, que possui forte aroma de jacinto. A sequência de reações a seguir (Figura 05), apresenta a formação do composto por meio do benzaldeído passando por ácido cinâmico (Shreve, 1945).

Figura 5 – Síntese do β -Bromoestireno



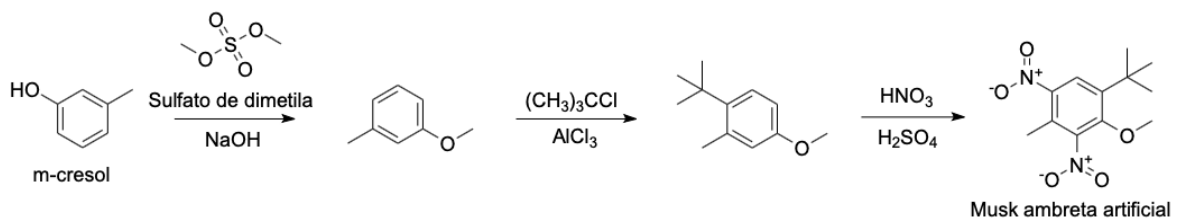
Fonte: Elaborado pelo autor.

O aldeído insaturado, citral, é de grande interesse científico e industrial, devido a sua estrutura fascinante que permite sua redução em diversas ligações por meio da hidrogenação, processo catalisado, por níquel Raney como exemplo, em atmosfera de gás hidrogênio (Ferraz Navarro; Navarro, 2004; Mäki-Arvela *et al.*, 2003).

Figura 6 - Diferentes formas de hidrogenação do citral

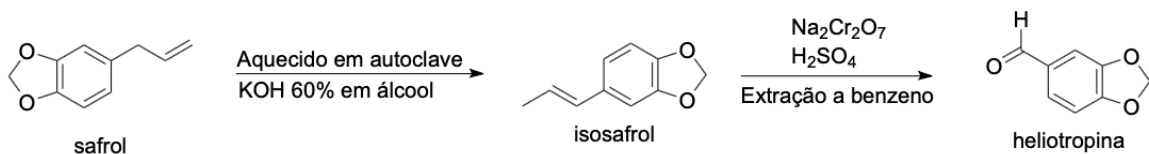
Fonte: Ferraz Navarro; Navarro, (2004)

Diversos produtos podem ser substitutos do musk, apesar de não serem idênticos ao composto natural. A partir do processo de nitração, o tolueno, xileno e m-cresol, são transformados em musk artificial (Shreve, 1945).

Figura 7 - Síntese do musk ambreta a partir do m-cresol

Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos processos oxidativos, diversos produtos empregados nos perfumes podem ser sintetizados, entre eles a heliotropina, ou piperol, que possui um cheiro aromático agradável, formada pela oxidação do safrol (Shreve, 1945).

Figura 8 - Síntese da heliotropina

Fonte: Elaborado pelo autor.

2.3 NANO EMULSÕES

Segundo Graziella *et al.* (2022), nano tecnologia é a ciência, engenharia e tecnologia conduzida na escala nanométrica (10^{-9} m), em que muitas propriedades físicas e químicas mudam significativamente. As nano emulsões, portanto, são partículas de dispersão coloidal em escala nanométrica de líquidos imiscíveis onde um se encontra disperso, chamado fase dispersa, em outro que o cerca, fase contínua. Esses sistemas, assim como nas emulsões convencionais, são classificados em relação a distribuição espacial das fases óleo e água. Um sistema com fase óleo dispersa em água, é referido como nano emulsão de óleo em água (O/A), enquanto um de água dispersa em óleo, é denominado nano emulsão de água em óleo (A/O) (McClements; Rao, 2011).

Os tensoativos, também chamados de surfactantes, são compostos químicos anfílicos, ou seja, moléculas que possuem uma cabeça polar ou hidrofílica em uma extremidade e uma cauda apolar hidrofóbica na outra. A cabeça polar, a depender de sua carga, gera uma classificação para o emulsificante, sendo elas catiônico (+), aniônico (-), anfótero, cuja carga varia de acordo com o pH, e não-iônico. Estes compostos ao adsorverem na interface óleo-água, reduzem a tensão superficial entre as fases permitindo a homogeneização e formando as micelas (McClements; Rao, 2011; Poole; Owens, 2003). Dentre os tensoativos mencionados, os não iônicos como, ésteres de açúcar, éter polioxietileno e ésteres de sorbitan etoxilado, estão entre os mais utilizados para a produção de nano emulsões, devido a sua capacidade de facilmente formar nano emulsões, baixa toxicidade e ausência de irritabilidade, em contraste os iônicos são conhecidos por sua capacidade irritante quando em altas concentrações (McClements; Rao, 2011).

O filme interfacial entre as fases das micelas possui uma propriedade conhecida como curvatura, cuja relevância será evidenciada em seções posteriores. Tal propriedade determina a forma que a esfera da micela terá, ou seja, qual fase irá compor o interior de sua estrutura e qual ficará contínua no sistema, e é impactada pelo parâmetro de empacotamento do tensoativo (p), conforme equação (1) abaixo. Assim, a compreensão da natureza da microestrutura do surfactante é primordial para que se obtenha a emulsão desejada (Yukuyama *et al.*, 2016).

$$p = \frac{a_T}{a_H} \quad (1)$$

Onde a_T é a área da seção transversal da calda lipofílica e a_H a área da cabeça hidrofílica do tensoativo. Em água, devido ao efeito hidrofóbico, os tensoativos tendem a formar uma

monocamada entre si para o empacotamento mais eficiente das moléculas. Esta monocamada apresenta uma curvatura responsável por ditar o tipo de emulsão a ser formada e é influenciada pelo parâmetro de empacotamento – para $p < 1$ a curvatura é convexa e tende a formar emulsões O/A, aqueles com $p > 1$ possuem curvatura concava e formam emulsões A/O, enquanto para $p = 1$ levam a formação de líquidos cristalinos ou sistemas bi contínuos (McClements; Rao, 2011; Poole; Owens, 2003; Yukuyama *et al.*, 2016).

A faixa de tamanho das nano emulsões não é bem definido. Para McClements (2011), a dispersão varia entre 10 a 100 nm, enquanto para Izquierdo *et al.* (2004) está entre 20 e 200 nm. A literatura não especifica uma faixa de tamanho, variando entre os autores, alguns estabelecendo como limite superior 500 nm (Gupta *et al.*, 2016; Izquierdo *et al.*, 2004; McClements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016). Diferentemente da macro emulsão, ou emulsões convencionais cuja faixa de tamanho está entre 1 e 100 μm , as nano emulsões são sistemas cineticamente estáveis, transparentes ou levemente turvos devido ao tamanho relativamente menor que o comprimento de onda da luz visível (McClements; Rao, 2011). Ambos sistemas são termodinamicamente instáveis, em outras palavras, dado tempo suficiente ambos sofreram separação de fases, outra implicação é que essas dispersões não se formam de maneira espontânea, portanto se faz necessário fornecimento de energia, por métodos físicos ou químicos (Gupta *et al.*, 2016; McClements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

Outro sistema citado na literatura é a micro emulsão, com tamanhos mais reduzidos entre 2 e 100 nm, são dispersões termodinamicamente estáveis, ou seja, se forma de maneira espontânea. Em contrapartida, sua estabilidade está fortemente relacionada as condições do sistema, como temperatura e composição, e quaisquer alterações podem convertê-la a outros sistemas (McClements; Rao, 2011). Ambas são similares quanto a resistência a sedimentação e creme, porém as nano emulsões requerem quantidades muito menores de surfactante (aproximadamente 5-10%), mantendo a estabilidade adequada do sistema e segurança ao corpo humano (Izquierdo *et al.*, 2004; Miastkowska *et al.*, 2018). Logo, as nano emulsões tendem a ser mais atrativas para aplicações na indústria cosmética, alimentícia e farmacêutica (Gupta *et al.*, 2016).

Dentro da indústria de perfumes, as nano emulsões podem ser incorporadas como um veículo e matriz para as substâncias aromáticas, a aplicação não só possibilita a formulação de perfumes isentos de álcool, cujas patentes estão presentes na literatura, como também resolvem problemas relacionados a oxidação e baixa biodisponibilidade das fragrâncias (Miastkowska *et al.*, 2018).

Como mencionado anteriormente, as nano emulsões são termodinamicamente desfavorecidas devido a criação da interface óleo e água. Assim, esses sistemas tendem a degradar com o tempo para que um estado de menor energia seja obtido, e dentre os mecanismos responsáveis pela desestabilização estão a floculação, coalescência e amadurecimento de Ostwald, sendo este o principal (Gupta *et al.*, 2016; Yukuyama *et al.*, 2016).

Os processos de formação de nano emulsões, como dito anteriormente, fornecem de alguma forma energia ao sistema reduzindo o tamanho das gotículas. Em função disso, os processos conhecidos pela literatura são divididos em dois grupos: métodos de alta e baixa energia (Gupta *et al.*, 2016; Mcclements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

2.3.1 Métodos de alta energia

Métodos de alta energia aplicam instrumentos mecânicos, que produzam altas tensões cisalhantes ou cavitação, para a formação de nano emulsões. São capazes de produção em grande escala e já estão bem estabelecidos na indústria alimentícia para a produção de emulsões (Mcclements; Rao, 2011). Para a emulsificação, a energia mecânica requerida excede a tensão de interface das fases, portanto para a formação de emulsões de escala nanométrica é necessária uma quantidade de energia ainda maior. O tamanho das partículas nesses métodos é governado por um equilíbrio entre processos que se opõem dentro do homogeneizador, rompimento e coalescência de gotículas, logo a intensidade da energia é maior, pois as forças disruptivas devem superar as forças restaurativas que mantêm as gotículas (Mcclements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

Em geral os processos de alta energia seguem duas etapas, inicialmente as macro emulsões são deformadas e rompidas em gotículas menores conforme o estresse aplicado sobre o fluido supera a tensão interfacial das fases, e em seguida a adsorção do tensoativo a interface estabilizando as novas emulsões formadas (Yukuyama *et al.*, 2016). Entre os métodos mais utilizados estão homogeneização à alta pressão, ultrassonificação e microfluidização.

Na homogeneização por alta pressão (High Pressure Homogenization - HPH), a macro emulsão previamente preparada, é empurrada por uma bomba a altas pressões, entre 10 a 350 MPa, por uma estreita válvula. Nesta passagem, o sistema sofre diversas forças disruptivas - tensão cisalhante, colisão e cavitação - reduzindo o tamanho das gotículas a escalas nanométricas. O formato do bocal utilizado, quantidade de passagens e a pressão aplicada, afetam o tamanho das gotículas formadas (Gupta *et al.*, 2016; Mcclements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

Ultrassonificação utiliza como mecanismo a cavitação gerada por intensas ondas sonoras. Acredita-se que o processo de emulsificação por ultrassom ocorre por meio de dois mecanismos principais. Primeiro, a aplicação de um campo acústico gera ondas de interface que se tornam instáveis, que leva a eventual erupção da fase oleosa na aquosa. O segundo seria a aplicação de ultrassom de baixa frequência que gera a cavitação. O ultrassom é gerado numa sonda contendo um cristal de quartzo piezoelétrico que expande e contrai conforme a voltagem elétrica alterna. Estando posicionada dentro do líquido, emite as ondas sonoras que levam a cavitação, isto é, a formação de bolhas seguida pela sua implosão. A energia liberada nesse processo é suficiente para o aumento da interface das gotículas que leva a formação de emulsões menores (Kentish *et al.*, 2008; McClements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

A microfluidização possui design similar ao homogeneizador à alta pressão, devido a utilização de altas pressões, divergindo apenas no meio em que a emulsão é passada. Para a microfluidização, a mistura é dividida em duas correntes, cada uma fluindo por um micro canal até uma câmara de interação, onde se chocam diretamente, dessas intensas colisões e o impingir das duas correntes formam emulsões nanométricas. Outro diferencial desse método é a ausência da necessidade de uma emulsificação prévia resultando em uma redução de energia, tempo e recursos (Luo *et al.*, 2017; McClements; Rao, 2011; Yukuyama *et al.*, 2016).

2.3.2 Métodos de baixa energia

Em métodos de baixa energia, utiliza-se apenas uma gentil agitação para produção das nano emulsões, dependendo exclusivamente das características físico-químicas intrínsecas dos surfactantes e fases presentes. Esses processos utilizam a energia química guardada do sistema, tomando vantagem de transições de fases que ocorrem nos processos de emulsificação, que são resultado de mudanças na curvatura espontânea do tensoativo. A fim de se obter emulsões com tamanhos uniformes e reduzidos, artigos da literatura revelam que é de suma importância que, ao longo do processo de emulsificação, uma zona de cristal líquido (lamelar ou cúbico) ou uma fase bi contínua esteja presente. Para que tais transições ocorram, duas rotas podem ser utilizadas, denominados métodos de inversão de fase, que transformam uma emulsão A/O em O/A e vice-versa, e consiste de inversão de fase por temperatura (*Phase Inversion Temperature – PIT*), e a inversão de fases por composição, razão água e óleo (*Phase Inversion Composition – PIC*) (McClements; Rao, 2011; Solè *et al.*, 2010; Yukuyama *et al.*, 2016).

Para compreender o mecanismo envolvido nos métodos de inversão de fases é necessário retomar o conceito apresentado anteriormente, o parâmetro de empacotamento (p), que descreve a geometria molecular do tensoativo. As moléculas do surfactante tendem a

formar espontaneamente uma monocamada ao se unirem, este filme estará presente nas micelas entre as fases de água e óleo, e possui uma propriedade importante que determina o tipo de emulsão a ser formada, a curvatura. Os métodos de baixa energia utilizam de mudanças espontâneas nessa curvatura das camadas da interface, via mudanças de temperatura (PIT) ou composição (PIC) do sistema. Em um determinado ponto, de temperatura ou composição, a camada de tensoativo atinge um estado de curvatura zero e baixa tensão superficial e, com uma leve agitação, uma fina camada de emulsão do óleo é formada, estruturada na forma de um líquido cristalino ou fase bi cont nua. A transi o de toda fase  leo para essa estrutura antes da forma o de duas fases   a condi o fundamental para a forma o de emuls es com tamanho m nimo e baixa polidispersidade (Izquierdo *et al.*, 2004; McClements; Rao, 2011; Sol  *et al.*, 2010; Yukuyama *et al.*, 2016).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo realizado é caracterizado como uma pesquisa teórica e exploratória, focando na revisão da literatura e em pesquisas existentes que caracterizam e avaliam as formulações de perfumes utilizando nano emulsões. A análise dos dados obtidos buscou compreender as propriedades físico-químicas das nano emulsões, bem como sua viabilidade no mercado e suas vantagens quando comparada às fragrâncias com álcool.

3.1 MATERIAIS

Foram utilizados livros, teses, dissertações e publicações científicas que priorizavam abordar a caracterização das nano emulsões, sua estabilidade, propriedades químicas e físicas e sua viabilidade perante às técnicas conhecidas para sua formulação e produção em escala comercial. As bases de dados consultadas para levantar os dados foram o Google Scholar, ScienceDirect, Royal Society of Chemistry, MDPI, SciELO Brasil.

3.2 MÉTODOS

A análise da literatura foi conduzida de maneira sistemática, realizando uma revisão crítica dos dados obtidos.

Primeiramente foram coletados artigos, pesquisas, teses e livros a partir de pesquisas utilizando palavras chave como “fragrâncias”, “nano emulsões”, “fragrance development” e “perfumes”. Para ampliação da pesquisa, dados em inglês também foram considerados.

Os estudos foram analisados a fim de identificar os métodos de preparo, características das nano emulsões e as possíveis mudanças nas características dos perfumes, como o tempo de duração.

Para sintetizar as vantagens e obstáculos das formulações de perfumes utilizando nano emulsões, estas foram avaliadas conforme seus métodos de preparo, escalabilidade e custo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à natureza dos óleos essenciais, a produção de nano emulsões voltada para a perfumaria deve ser limitada a métodos que não apresentem risco de danificar as moléculas odoríferas, inviabilizando processos que alterem temperatura, como a inversão de fase por temperatura. Outro aspecto importante pontuado por Miastkowska *et al.* (2018) é considerar a fase de óleo utilizada, tendo em vista que em um perfume encontramos uma mistura de substância com estruturas químicas variadas, dificultando a formação de nano emulsões estáveis. Na Tabela 1, estão apresentados exemplos de artigos da literatura que abordam o preparo de nano emulsões.

Tabela 1 – Exemplos de artigos da literatura com seus respectivos métodos e constituintes da emulsão

Tipo do método	Método	Tensoativo	Fase óleo	Referência
Alta	Ultrassonificação	Tween [®] 40;	Óleo de	(Kentish <i>et al.</i> ,
		concentrado de	linhaça; d-	2008; Mahdi
	whey protein;	limoneno;	Jafari; He;	
	Microfluidização	amido	composições	Bhandari, 2006;
		modificado;	aromáticas	Miastkowska <i>et</i>
		PEG-35		<i>al.</i> , 2018)
		whey protein;	d-limoneno	(Mahdi Jafari;
		amido		He; Bhandari,
				2006)
	HPH	Tween [®] 80	Óleo de	(Shi <i>et al.</i> ,
			pimenta	2022)
			Sichuan	
Baixa	PIC	PEG-35	Composições	(Miastkowska
			aromáticas	<i>et al.</i> , 2018)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Como observado por Sikora *et al.*, (2018) e Miastkowska *et al.*, (2018), a literatura disponível que considera a aplicação das nano emulsões em fragrâncias, com formulações mais complexas é escassa, em muitas ocasiões se limitando a apenas um componente lipofílico. Também pode-se observar da literatura um maior volume de estudos que aplicam métodos de alta energia, como ultrassonificação (Kentish *et al.*, 2008; Mahdi Jafari; He; Bhandari, 2006; Miastkowska *et al.*, 2018) e microfluidização (Bai *et al.*, 2016; Luo *et al.*, 2017; Mahdi Jafari; He; Bhandari, 2006).

Kentish *et al.*, (2008) estudaram o uso de ultrassom para a formação de nano emulsões em dois sistemas distintos, um a batelada e outro contínuo, com óleo de linhaça estabilizado por Polissorbato 40, obtendo emulsões de tamanho mínimo de 0.12 μm . O estudo revelou que tempos de residência maiores reduzem o tamanho das emulsões até certo ponto, porém a sonificação além de 1 a 5 minutos se torna ineficaz, além disso há uma potência ótima para o equipamento, com maiores potências aumentando efeitos de coalescência. Por fim, os autores também ressaltam a importância da geometria do equipamento, que deve permitir que todo o líquido receba a mesma força do ultrassom e evite contaminações liberadas pela ponta da sonda.

O estudo publicado por Miastkowska *et al.*, (2018), se aproxima de uma aplicação comercial de nano emulsões como carreadores de fragrâncias, onde foram avaliadas as propriedades físico-químicas, organolépticas e dermatológicas de seis composições diferentes estabilizadas por óleo de rícino etoxilado (PEG-35). Os autores ainda abordaram métodos de baixa e alta energia, na forma de inversão de fases por composição e ultrassonificação. As nano emulsões obtidas nas 6 formulações, com concentrações de 6% e 15%, valor que corresponde a um *eau de parfum*, tiveram diâmetros que não ultrapassaram 150 nm e polidispersidade abaixo de 0,5 na maioria dos casos, indicando uma uniformidade nas gotículas formadas reduzindo a desestabilização por coalescência e amadurecimento de Ostwald. Além disso, as composições se mantiveram estáveis durante um período de 1 ano, demonstrando a estabilidade cinética do sistema, com exceção para a formulação com maior concentração de óleo, onde foi observado aumento no tamanho das gotículas. Nos testes organolépticos não foi observada alteração na intensidade das fragrâncias e os testes dermatológicos retornaram negativo para reações alérgicas e irritações (Miastkowska *et al.*, 2018).

A patente brasileira BR0107351B1, intitulada “Composição perfumante sem álcool”, da titular Firmenich S.A, descreve uma composição aromática complexa, sem álcool, na forma de emulsão O/A em escala nanométrica. Diferente de outras patentes de produtos de mesma natureza, isto é, que propõem uma composição perfumante com menor teor de álcool, essa fornece uma alternativa completamente isenta de etanol, líquida, pouco viscosa, visualmente agradável, estabilizada por tensoativos não iônicos, e não limitada a uma fase óleo específica, ou seja, o perfumista possui a liberdade para selecionar os óleos, naturais ou sintéticos, que atendam a construção aromática desejada. Na Tabela 2, estão destacadas duas formulações exemplo encontradas na patente (Daugeron *et al.*, 2001).

Tabela 2 - Formulação perfumante sem álcool

Formulação	Teor de álcool (%)	Tensoativo	Fase óleo	Tamanho médio das partículas (nm)
1	0	Oleth-20	Base perfumante 1	29,5
2	0	Oleth-20	Base perfumante 2	19

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Daugeron *et al.*, (2001).

No Quadro 1, a seguir, encontra-se os ingredientes utilizados nas bases perfumantes de cada emulsão.

Quadro 1 – Ingredientes das bases perfumantes

(continua)

Base perfumante	Ingredientes
1	Acetato de citronelila, acetato de geranila, acetato de linalila, aldeído C10, aldeído C12, antranilato de metila, essência de bergamota, Cetalex®, essência de limão, dihidromircenol, dipropilenoglicol, elemi, Lilial®, etil linalol, 3-(4-metoxifenil)-2-metilpropanal, geraniol, Habanolide®, Hedione®, Hedione® HC, indol, iso e super, essência de “lavandin grosso”, Liffarome®, linalol, essência de tangerina sfuma, essência de menta crespa, essência de laranja azeda néroli, essência de laranja Portugal Floride, fenetilol, essência de petitgrain, pipol, essência de alecrim, terpineol, essência de violeta, zestover
2	Acetato de benzila, acetato de pipol, acetato de estiralila, aldeído fenilacético, Ambrettolide®, astrotona, essência de bergamota, beta-ionona, essência de cássis,

Cetalox®, essência de limão, citronelol, damascenona, di-hidromircenol, dipropilenoglicol, etil linalol, 7-metil-2H,4H-1,5-benzodioxepin-3-ona, Floralozone®, 3-(4-metoxifenil)-2-metilpropanal, Fructone®, Galbex®, gama-damascone, essência de gerânio, essência de toranja, Habanolide®, Hedione®, Hedione® HC, heliopropanal, indol, iso e super, essência de ‘lavandin grosso’, Liffarome®, lilial, Lyrall®, essência de tangerina sfuma, melonal, essência de menta crespa, peony HS, fenetilol, fenil-hexanol, pipol, essência de laranja, Rosalva, salicilato de benzila, salicilato de pipol, BHT, zestover

Fonte: Elaborado pelo autor com base em Daugeron *et al.*, (2001).

5 CONCLUSÃO

As nano emulsões possuem potencial como soluções para sistemas óleo-água aumentando a biodisponibilidade, prazo de validade e aplicações de substâncias lipofílicas em diversas indústrias como farmacêuticas, alimentícia, agro e cosmética. Para a perfumaria a aplicação de tal tecnologia permite a criação de formulações livres de álcool, agente com caráter desidratante e irritante a pele, retendo as mesmas características aromáticas do produto ao mesmo tempo que amplia a gama de consumidores que podem aplicá-lo. Além do mais, suas propriedades físico-químicas protegem os compostos odoríferos contra a oxidação e conferem maior estabilidade cinética e termodinâmica quando comparada as macroemulsões.

Sua devida aplicação em meio comercial ainda deve ser mais estudada, explorando variáveis dos métodos de alta e baixa energia que possam impactar o tamanho e polidispersidade das gotículas, que conseqüentemente afetam sua estabilidade, além de variáveis de processo como razão tensoativo-óleo-água, o próprio tensoativo e suas particularidades, assim como a natureza e propriedades da fase óleo. Ademais, pesquisas que considerem uma fase óleo complexa, mais próxima das composições aromáticas, e escalabilidade do sistema devem ser priorizadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAI, Long *et al.* Fabrication of oil-in-water nanoemulsions by dual-channel microfluidization using natural emulsifiers: Saponins, phospholipids, proteins, and polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, v. 61, p. 703–711, 1 dez. 2016.
- Daugeron, Aude; Personnic, Nathalie; Stora, Thierry; Mounier, Remy. **Composição perfumante sem álcool**. Titular: Firmenich S.A.. BR n. PI0107351-6. Depósito: 17 out. 2001. Concessão: 2 dez. 2014.
- DA SILVA, Flavia Martins; JONES, Joel. Reações orgânicas em meio aquoso. *Química Nova*, v. 24, n. 5, p. 646–657, 2001.
- DA SILVA, Rui P. F. F.; ROCHA-SANTOS, Teresa A. P.; DUARTE, Armando C. Supercritical fluid extraction of bioactive compounds. 2015.
- DIAS, Yasmin Sena Alves. **Evolução histórica do uso dos perfumes na sociedade: revisão integrativa**. Universidade do Estado da Bahia. 2022.
- FERRAZ NAVARRO, Daniela Maria Do Amaral; NAVARRO, Marcelo. Hidrogenação de compostos orgânicos utilizando método eletroquímico para geração de hidrogênio in situ: hidrogenação eletrocatalítica. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 301–307, 2004.
- GUENTHER, Ernest. *The Essential Oils VOLUME ONE HISTORY-ORIGIN IN PLANTS PRODUCTION-ANALYSIS. [S.l.: S.n.]*. v. 1
- GUNAWAN, Indra *et al.* Nano-Perfumes as A Fragrance Carrier: Their Brief History, Essential Aspects, Development, Preparation Methods, Characteristics, and Future Perspectives. **Indonesian Journal of Pharmacy/Majalah Farmasi Indonesia**, v. 34, n. 3, 2023.
- GUPTA, Ankur *et al.* Nanoemulsions: formation, properties and applications. *Soft Matter*, v. 12, n. 11, p. 2826–2841, 8 mar. 2016.
- HERRERO, Miguel *et al.* Supercritical fluid extraction: Recent advances and applications. *Journal of Chromatography A*, abr. 2010.
- IZQUIERDO, Paqui *et al.* Phase behavior and nano-emulsion formation by the phase inversion temperature method. *Langmuir*, v. 20, n. 16, p. 6594–6598, 3 ago. 2004.
- KENTISH, S. *et al.* The use of ultrasonics for nanoemulsion preparation. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 9, n. 2, p. 170–175, abr. 2008.
- LUO, Xiang *et al.* Fabrication of β -carotene nanoemulsion-based delivery systems using dual-channel microfluidization: Physical and chemical stability. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 490, p. 328–335, 15 mar. 2017.
- MAHDI JAFARI, Seid; HE, Yinghe; BHANDARI, Bhesh. Nano-emulsion production by sonication and microfluidization - A comparison. *International Journal of Food Properties*, v. 9, n. 3, p. 475–485, 1 set. 2006.

MÄKI-ARVELA, P. *et al.* Liquid-phase hydrogenation of citral for production of citronellol: catalyst selection. *Applied Catalysis A: General*, v. 241, n. 1–2, p. 271–288, 20 fev. 2003.

MCCLEMENTS, Julian Julian; RAO, &. Jiajia. Food-Grade Nanoemulsions: Formulation, Fabrication, Properties, Performance, Biological Fate, and Potential Toxicity. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, v. 51, n. 4, p. 285–330, 2011.

MIASTKOWSKA, Małgorzata; LASON, Elwira. Water-based nanoperfumes. **Nanocosmetics**. Elsevier, 2020. p. 173-183.

MIASTKOWSKA, Małgorzata *et al.* Preparation and Characterization of Water-Based Nano-Perfumes. *Nanomaterials*, v. 8, n. 12, p. 981, 27 nov. 2018.

MORAES JÚNIOR, Ricardo Costa de. **DESENVOLVIMENTO, CARACTERIZAÇÃO E ESTUDO DE ESTABILIDADE DE MICROEMULSÕES PARA VEICULAÇÃO DE FRAGRÂNCIAS**. Universidade Federal da Bahia. 2015.

MUSEU DEL PERFUM. **History**. Disponível em: <<http://museudelperfum.com/en/history/>>. Acesso em: 28 set. 2024.

OLIVEIRA, C. A. ;. *et al.* Síntese de Ésteres de Aromas de Frutas: Um Experimento para Cursos de Graduação dentro de um dos Princípios da Química Verde Synthesis of Fruity Flavor Esters: An Experiment for Undergraduate Courses within one of the Principles of Green Chemistry. *Rev. Virtual Quim*, v. 6, n. 1, p. 152–167, 2014.

OPHASWONGSE, Suwirakorn; MAIBACH, Howard I. Alcohol dermatitis: allergic contact dermatitis and contact urticaria syndrome: A review. *Contact Dermatitis*, v. 30, n. 1, p. 1–6, 1994.

POOLE, Charles P.; OWENS, Frank J. **Introduction to nanotechnology**. [S.l.]: J. Wiley, 2003.

REYES-JURADO, Fatima *et al.* Essential Oils: Antimicrobial Activities, Extraction Methods, and Their Modeling. *Food Engineering Reviews* Springer New York LLC, , 28 set. 2015.

RIMMEL, Eugene. **The book of perfumes**. Chapman & Hall, 1867.

SCHREIBER, W. L. Perfumes. In: KROKSHWITZ, J. I.; HOWE-GRANT, M. (Org.). **Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology**, New York: JohnWiley & Sons, Inc. 1996.

SELL, Charles S. **Fundamentals of fragrance chemistry**. John Wiley & Sons, 2019.

SHREVE, R. Norris. *The Chemical Process Industries*. New York: Mcgraw-hill Book Company, Inc., 1945.

SIEVERS, Arthur Frederick. **Methods of extracting volatile oils from plant material and the production of such oils in the United States**. US Department of Agriculture, 1952.

SIKORA, Elzbieta *et al.* Nanoemulsions as a Form of Perfumery Products. *Cosmetics* 2018, Vol. 5, Page 63, v. 5, n. 4, p. 63, 30 out. 2018.

SOLÈ, Isabel *et al.* Nano-emulsions prepared by the phase inversion composition method: Preparation variables and scale up. *Journal of Colloid and Interface Science*, v. 344, n. 2, p. 417–423, 15 abr. 2010.

WEBER, Mariana. **Brasil é o quarto maior mercado de beleza e cuidados pessoais do mundo.** Disponível em: <<https://forbes.com.br/principal/2020/07/brasil-e-o-quarto-maior-mercado-de-beleza-e-cuidados-pessoais-do-mundo/>>.

YUKUYAMA, M. N. *et al.* Nanoemulsion: Process selection and application in cosmetics - A review. *International Journal of Cosmetic Science* Blackwell Publishing Ltd, , 1 fev. 2016.