



**Universidade Federal de Ouro Preto  
Escola de Farmácia (EFAR)  
Departamento de Farmácia (DEFAR)**



**Desenvolvimento e avaliação de emulsões contendo cristais líquidos  
utilizando manteiga de *ucuuba*, óleo de *calêndula* e óleo essencial de *carqueja*  
para uso tópico.**

**Sofia Beatriz Fiorucci Passos**

**OURO PRETO  
2025**

Sofia Beatriz Fiorucci Passos

Desenvolvimento e avaliação de emulsões contendo cristais líquidos utilizando manteiga de *ucuuba*, óleo de *calêndula* e óleo essencial de *carqueja* para uso tópico.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Farmácia.

Orientador: Prof. Dr. Orlando David Henrique dos Santos

Ouro Preto

2025

## SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P289d Passos, Sofia Beatriz Fiorucci.

Desenvolvimento e avaliação de emulsões contendo cristais líquidos utilizando manteiga de ucuuba, óleo de calêndula e óleo essencial de carqueja para uso tópico. [manuscrito] / Sofia Beatriz Fiorucci Passos. - 2025.

43 f.: il.: color., tab..

Orientador: Prof. Dr. Orlando David Henrique dos Santos.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Farmácia. Graduação em Farmácia .

1. Emulsões. 2. Estabilidade de Cosméticos. 3. Cristais Líquidos. 4. Antioxidantes. I. Santos, Orlando David Henrique dos. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 687.55

Bibliotecário(a) Responsável: Soraya Fernanda Ferreira e Souza - SIAPE: 1.763.787



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO  
REITORIA  
ESCOLA DE FARMACIA  
DEPARTAMENTO DE FARMACIA



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Sofia Beatriz Fiorucci Passos**

**Desenvolvimento e avaliação de emulsões contendo cristais líquidos utilizando manteiga de *ucuuba*, óleo de *calêndula* e óleo essencial de *carqueja* para uso tópico.**

Monografia apresentada ao Curso de Farmácia da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Farmacêutica

Aprovada em 17 de fevereiro de 2025

**Membros da banca**

Prof. Dr. Orlando David Henrique dos Santos - Orientador - Universidade Federal de Ouro Preto  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Bianco de Souza - Universidade Federal de Ouro Preto  
MSc. Lucas Resende Dutra Sousa - CiPharma/Universidade Federal de Ouro Preto

Prof. Dr. Orlando David Henrique dos Santos, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 24/03/2025



Documento assinado eletronicamente por **Orlando David Henrique dos Santos, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/03/2025, às 16:28, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.ufop.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **0881608** e o código CRC **ABCE0BD0**.

## RESUMO

O desenvolvimento de emulsões cosméticas contendo ativos naturais tem despertado crescente interesse devido às suas propriedades funcionais e benefícios para a pele. Este estudo teve como objetivo formular e avaliar emulsões contendo cristais líquidos, incorporando manteiga de ucuuba, óleo de calêndula e óleo essencial de carqueja, com enfoque em suas características físico-químicas e estabilidade. Foram realizadas análises macroscópicas e microscópicas, além de testes de estabilidade sob diferentes condições. Os resultados indicaram que a composição e a proporção dos tensoativos influenciaram significativamente a formação dos cristais líquidos e a estabilidade das formulações. As emulsões apresentaram variações na estabilidade térmica, sendo observada a ocorrência de cremação em algumas amostras. A análise da atividade antioxidante dos óleos utilizados foi fundamentada na literatura, ressaltando o potencial dessas formulações para aplicações cosméticas.

**Palavras-chave:** emulsões, cristais líquidos, estabilidade, antioxidantes, cosméticos naturais.

## ABSTRACT

The development of cosmetic emulsions containing natural actives has gained increasing interest due to their functional properties and skin benefits. This study aimed to formulate and evaluate emulsions containing liquid crystals, incorporating ucuuba butter, calendula oil, and Baccharis essential oil, focusing on their physicochemical characteristics and stability. Macroscopic and microscopic analyses were performed, along with stability tests under different conditions. The results indicated that the composition and proportion of surfactants significantly influenced the formation of liquid crystals and the stability of the formulations. The emulsions showed variations in thermal stability, with creaming observed in some samples. The antioxidant activity of the oils used was based on literature data, highlighting the potential of these formulations for cosmetic applications.

**Keywords:** cosmetic emulsions, liquid crystals, physicochemical stability, vegetable oils, natural antioxidants.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Fotomicrografia de corte de pele espessa (Hematoxilina e eosina- HE. Médio aumento). Fonte: JUNQUEIRA, Luiz Carlos U.; CARNEIRO, José. Histologia Básica: Texto e Atlas. 14th ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2023. E-book. p.Capa. ISBN 9788527739283. Disponível em: <a href="https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527739283/">https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788527739283/</a> . Acesso em: 14 out. 2024. .....	7
Figura 2. Emulsões apresentando instabilidades macroscópicas, como a separação de fases, visível nas amostras 3.6 e 3.2.1 e cremeação nas demais amostras. Fonte: Elaboração própria (2024).....	24
Figura 3. Microscopia em luz polarizada (20x) após 24h de preparo da amostra 2.5. Fonte: própria, 2024.....	26
Figura 4. Microscopia em luz polarizada (20x) após 24h de preparo da amostra 2.5.1. Fonte: própria, 2024.....	26
Figura 5. Alíquotas contendo 2mL das amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3, respectivamente, apresentando estabilidade após testes de centrifugação nas velocidades 1000, 2500 e 3000 rpm, à temperatura ambiente. Fonte: própria, 2024. ....	29
Figura 6. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-1 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	30
Figura 7. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-2 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	30
Figura 8. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-3 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	30
Figura 9. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-1 após 24h em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	31
Figura 10. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-2 após 24h em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	31
Figura 11. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-3 após 24h em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	31
Figura 12. Amostra OAC-2. Avaliação macroscópica apresentando cremeação após 24h em estufa à 45°C. Fonte: própria, 2024.....	32
Figura 13. Alíquotas contendo 2mL das amostras OEC-4, OEC-4 e OEC-6, respectivamente, apresentando estabilidade após testes de centrifugação nas velocidades 1000, 2500 e 3000 rpm, à temperatura ambiente. Fonte: própria, 2024. ....	33
Figura 14. Amostra OAC-6. Avaliação macroscópica apresenta cremeação menos acentuada quando comparada com as amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3 após 24h em estufa à 45°C. Fonte: própria, 2024.....	35
Figura 15. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-4 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	36

Figura 16. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-4 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	36
Figura 17. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-5 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	36
Figura 18. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-5 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	36
Figura 19. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-6 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024. ....	37
Figura 20. Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-6 após 24h em refrigeração à 4°C (teste de estresse térmico). Fonte: própria, 2024.....	37



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo manteiga de ucuuba. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2. ....	20
Tabela 2. Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo manteiga de ucuuba e óleo de calêndula. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2. ....	21
Tabela 3. Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo óleo de calêndula. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2. ....	22
Tabela 4. Formulações que prosseguiram para análise microscópica.....	24
Tabela 5. Formulações com incorporação de 1% do óleo essencial de carqueja. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2. ....	28
Tabela 6. Novas formulações com incorporação de 1% do óleo essencial de carqueja. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2. ....	33

## SUMÁRIO

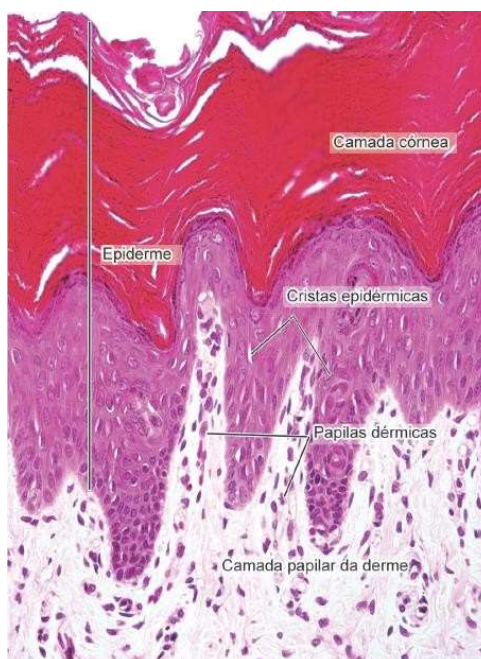
1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	13
2.1. Emulsões contendo cristais líquidos .....	13
2.2. Capacidade hidratante das emulsões.....	15
2.3. Capacidade antioxidante dos óleos .....	15
3. OBJETIVOS .....	19
3.1. Objetivo Geral .....	19
3.2. Objetivos específicos.....	19
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	20
4.1. MATERIAL .....	20
Fase aquosa.....	20
Fase oleosa .....	20
Tensoativos.....	20
4.2. MÉTODOS.....	20
4.2.1 Preparo das emulsões.....	20
4.2.2. Determinação das concentrações do tensoativo .....	20
4.2.3. Avaliação da influência do tensoativo na estabilidade físico-química e na formação de fases líquido-cristalinas.....	20
4.2.4. Avaliação da influência da fase oleosa na estabilidade física e na formação de fases líquido-cristalinas .....	21
4.2.5. Análise macroscópica das formulações/teste de estabilidade intrínseca.....	22
4.2.6. Análise microscópica das formulações.....	21
4.2.7. Incorporação do óleo essencial de carqueja .....	21
4.2.8. Centrifugação .....	21
4.2.9. Teste de Estabilidade Acelerada (TEA) .....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
5.1. Preparo das emulsões .....	23
5.2. Análise macroscópica das formulações .....	27
5.3. Análise microscópica das formulações.....	29
5.4. Incorporação do óleo essencial de carqueja.....	31
5.5. Centrifugação.....	32
5.6. Teste de Estabilidade Acelerada.....	33
5.7. Microscopia pós TEA.....	34
5.8. Análise macroscópica pós estresse térmico .....	35
5.9. Novas Amostras-teste .....	36
5.10. Características Hidrofílicas e Lipofílicas dos Tensoativos e seu Impacto na Estabilidade das Emulsões .....	37
5.11. Relação Entre Proporções de Tensoativos e Resultados Observados .....	38

5.12.	Análise microscópica pós TEA das amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6.....	39
6.	CONCLUSÃO .....	43
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	44

## 1. INTRODUÇÃO

Os cosméticos hidratantes são amplamente utilizados na terapêutica dermatológica devido à sua eficácia em reduzir o ressecamento cutâneo e, em geral, apresentarem baixo risco à saúde. (LODÉN, 2005). Eles costumam ser associados a outros ativos que reforçam sua ação. Para entender como esses ativos funcionam é preciso entender os mecanismos de hidratação e as camadas da pele (FIGURA 1).

**Figura 1.** Fotomicrografia de corte de pele espessa (Hematoxilina e eosina- HE. Médio aumento).



Fonte: JUNQUEIRA, 2023.

A barreira da pele, particularmente a função da epiderme, desempenha um papel crucial na proteção. A epiderme é fundamental na manutenção da homeostase hídrica da pele, atuando como uma barreira contra a perda de água e a entrada de substâncias nocivas, o que reforça a importância dos hidratantes na preservação dessa função (MADISON, 2003).

O sistema de barreira da pele é composto por corneócitos, matriz lipídica intercelular e corneodesmossomas. Quando se utiliza um cosmético, a ação das substâncias de interesse deste ocorre ao penetrar a pele pelo estrato córneo por difusão passiva, que funciona como uma membrana artificial semipermeável, processo que depende da concentração do ativo, solubilidade e coeficiente de partição óleo/água no estrato córneo e no veículo (ALVES 2015).

Os cosméticos que atuam no combate da desidratação da pele podem agir sobre os mecanismos de oclusão, onde irão formar um filme graxo superficial impedindo a perda de água, fazendo com que esta fique retida entre o filme lipofílico (cosmético) e a camada córnea (camada mais externa de pele) - é o mecanismo utilizado pelas manteigas vegetais (como a manteiga de ucuuba, utilizada no presente estudo). Também podem promover a umectação, que retém água, seja ela proveniente da formulação, da atmosfera ou da água perdida da camada córnea e a hidratação ativa (ou umectação ativa), onde o hidratante permeia a camada córnea e liga-se às moléculas de água desta região, diminuindo a perda transepidermal (quantidade de água que evapora passivamente através da pele para o ambiente externo devido ao gradiente de pressão do vapor de água em ambos os lados da barreira da pele) em toda a sua extensão. Por fim, alguns produtos estimulam a recomposição de lamelas da camada córnea e indução da formação de aquaporinas 3 (proteínas transmembranas que formam canais para o transporte de água nos queratinócitos basais e supra basais da epiderme) (BOAVENTURA, 2018).

Durante o desenvolvimento de sistemas que visam a indução da permeação cutânea de ativos, os sistemas emulsionados providos de cristais líquidos, descobertos pelo botânico Friedrich Reinitzer, em 1888 têm grande destaque dentro da cosmética. Estes representam uma fase intermediária da matéria, descrita por Lehmann, em 1889, entre sólido cristalino e líquido, possuindo características de ambos estados: apresenta rigidez, ordem estrutural e ligações bem definidas como os sólidos e regiões fluidas e desordenadas, como os líquidos, conferindo mobilidade (MORAIS, 2006).

A formação dos cristais líquidos se dá a partir do sistema de emulsificação, onde se estabelece interação entre estruturas micelares de moléculas anfífilas por meio de ligações químicas de Van der Waals. Eles podem ser classificados de acordo com sua formação em termotrópicos ou liotrópicos (MORAIS, 2006).

Os cristais líquidos termotrópicos são formados por influência da temperatura do sistema inserido e são pouco estáveis. Eles são divididos em nemáticos, mantendo um arranjo paralelo em linha, quando observados em microscópio, e esméticos, com arranjo em camadas (SILVA, 2020).

A formação liotrópica possui fases anisotrópicas e depende da concentração do solvente e agente tensoativo, onde a interação destes desencadeia na formação dos cristais líquidos e formam as fases lamelar, hexagonal e cúbica (TYLE, 1989, *apud* [MORAIS, Gilsane, 2006]).

A fase lamelar é a de maior interesse cosmético, sendo formada espontaneamente em sistemas emulsionados (BEVACQUA et al., 1991, *apud* [OKUMA, Cindy, 20130).

A *Virola surinamensis* (Rol.) Warb., popularmente conhecida como ucuuba, pertence à família Myristicaceae e é uma espécie vegetal que produz fruto, sendo encontrada principalmente na Amazônia. Sua gordura apresenta propriedades de alto ponto de fusão (53°C) e saponificação (220 mg KOH/g de óleo), tornando uma matéria-prima ideal para substituir o sebo animal na produção de sabonetes finos e outras matérias gordurosas que necessitam de alto ponto de fusão na indústria alimentícia e farmacêutica, além de ser menos danosa ao meio ambiente e fornecer sabonetes maior consistência e durabilidade, e cosméticos em geral, com maior estabilidade. Outro fator que a faz ter grande importância para as indústrias cosmética, farmacêutica e alimentícia são suas sementes, que possuem 72% a 76% de trimeristina, um triglicérido do ácido mirístico, 16% a 20% de ácido láurico e 7% a 9% de ácido palmítico, que têm propriedade de penetrar em camadas mais profundas da pele, promovendo a regeneração dos tecidos devido ações anti-sépticas, anti-inflamatórias, antiparasíticas, emolientes e cicatrizantes, em decorrência ao poder renovador celular de seus fitoativos (Aromaflora, 2015). A manteiga de ucuuba é valorizada no desenvolvimento de cosméticos, sua composição rica em ácidos graxos, como o ácido láurico, mirístico, pentadecanóico e palmítico auxiliam na neutralização dos radicais livres. Como resultado, ela oferece proteção eficaz contra o estresse oxidativo da pele, contribuindo para a manutenção de sua integridade e prevenindo danos causados por fatores externos. (HOLANDA, 2023).

A *Calendula officinalis* é uma espécie vegetal que pertence à família Asteraceae, amplamente utilizada na medicina tradicional devido suas atividades biológicas e seus constituintes ativos como flavonoides, saponinas, esteróis, ácidos fenólicos, lipídeos, que também são de grande interesse para a indústria cosmética e alimentícia. Possui um alto potencial terapêutico, o que a faz um composto rico para o desenvolvimento de cosméticos, especialmente por suas propriedades anti-inflamatórias, atuando na inibição de citocinas pró-inflamatórias e ciclooxigenase-2 (COX-2) e, subsequente, síntese de prostaglandina, seus efeitos antioxidantes, onde inibe a geração de superóxido e aumenta a atividade da catalase e atividades antibacterianas (ASHWLAYAN et al., 2018).

A *Baccharis trimera*, conhecida popularmente como carqueja, pertence à família Asteraceae e é uma erva com grande ocorrência na Amazônia. Sua fitoquímica tem sido extensivamente estudada desde o início do século vinte, apresentando compostos flavonóides e terpenóides, como monoterpenos, sesquiterpenos, diterpenos e triterpenos, que conferem atividade biológica alelopática, analgésica, antidiabética, antifúngica, anti-inflamatória,

antileucêmica, antimicrobiana, antimutagênica, antioxidante, antiviral, citotóxica, espasmolítica, gastroprotetora, hepatoprotetora, inseticida e vasorrelaxante (KARAM, 2013) o que tornam sua grande importância farmacêutica e cosmética. A combinação dessas drogas vegetais pode resultar em emulsões inovadoras, proporcionando não apenas eficácia cosmética, mas também alinhando-se às tendências atuais de sustentabilidade e uso de ativos naturais na formulação de produtos dermocosméticos.

Este estudo é de extrema importância farmacêutica tanto para indústria como farmácias magistrais, devido a crescente busca por produtos emulsionantes contendo cristais líquidos para o desenvolvimento de formulações dermocosméticas, visto que a utilização destes apresenta vantagens funcionais como estabilidade, liberação controlada dos ativos associados, incorporação de ativos, proteção térmica e aumento da retenção de água, promovendo hidratação. A escolha de utilização da manteiga de ucuuba e óleo de calêndula para o projeto se deu devido as propriedades antioxidante e hidratantes que ambos apresentam e o fato de possuírem diferentes mecanismos de hidratação, trazendo um efeito sinérgico. Além dos benefícios atribuídos à fórmula, é notória a crescente busca por alternativas mais naturais no mercado, uma vez que muitos componentes sintéticos ainda são as principais escolhas na fabricação de cosméticos, como petrolatos, silicones e parabenos, que criam uma barreira oclusiva artificial, dificultando a respiração da pele e podendo agravar dermatites (BAIATONES et al, 2024).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Emulsões contendo cristais líquidos

Os cristais líquidos possuem uma característica intermediária quanto à sua ordem molecular, variando entre a organização de longo alcance dos sólidos cristalinos e a desordem típica dos líquidos isotrópicos e gases (BECHTOLD, 2005, *apud* SOTIRO, 2007). Essa característica confere a essas substâncias uma combinação singular de propriedades: enquanto fluem como líquidos viscosos, suas moléculas mantêm um certo grau de organização, semelhante ao encontrado em cristais (ATKINS e JONES, 2006, *apud* SOTIRO, 2007). Por essa razão, os cristais líquidos são frequentemente denominados mesofases, termo que reflete sua posição intermediária entre os estados sólido e líquido (HYDE, 2001, *apud* SOTIRO, 2007).

Em emulsões do tipo óleo em água (O/A), por exemplo, a incorporação de cristais líquidos desempenha um papel essencial, contribuindo para a obtenção da viscosidade e textura ideais, além de melhorar a estabilidade da emulsão. Essa funcionalidade é atribuída à sua estrutura altamente organizada. Para alcançar esses efeitos, a maioria das formulações modernas utiliza uma elevada concentração de álcoois graxos associada a pelo menos um tensoativo catiônico, cuja interação promove a formação de cristais líquidos lamelares (ROBBINS, 1988; ECCLESTON, 1990; *apud* DUARTE, 2020).

A estabilização de emulsões por cristais líquidos foi inicialmente abordada em 1969 por Friberg et al., que investigaram sistemas contendo água, óleo e uma substância anfifílica. Utilizando diagramas ternários, os autores observaram a formação de cristais líquidos em sistemas compostos por p-xileno como fase oleosa e Berol EMU-09, um surfactante não iônico, como emulsificante. Eles perceberam que, ao aumentar a concentração do emulsificante, as emulsões do tipo água em óleo (A/O) apresentavam maior estabilidade e viscosidade devido à formação da fase líquido-cristalina. No entanto, essa melhora não era consistente em sistemas com proporções extremas de água e óleo, indicando uma relação crucial entre a composição do sistema e a formação da fase líquido-cristalina (FRIBERG, 1969, *apud* DUARTE, 2020).

Friberg aprofundou suas pesquisas e, em 1971, demonstrou que a fase líquido-cristalina se localizava ao redor das gotas da emulsão, formando uma camada que diminuía as interações de van der Waals entre elas. Esse efeito estabilizador era ampliado quando os cristais líquidos se dispersavam como agregados separados no sistema. Ele também identificou que a estabilidade a longo prazo das emulsões dependia do método de dispersão do emulsificante (FRIBERG, 1971, *apud* DUARTE, 2020).



Posteriormente, em 1976, Friberg e colaboradores investigaram como a dispersão prévia do emulsificante em cada fase da emulsão influenciava sua estabilidade. Eles descobriram que, ao dispersar o emulsificante na fase aquosa antes da emulsificação, cristais líquidos se formavam nessa fase, resultando em gotas maiores. Por outro lado, quando o emulsificante era disperso na fase oleosa, a emulsificação produzia gotas menores, mas sem a visualização clara de cristais líquidos no microscópio óptico, apesar de análises de raios X confirmarem a presença de estruturas lamelares (FRIBERG et al., 1976, *apud* DUARTE, 2020). Adicionalmente, o impacto dos cristais líquidos na floculação e coalescência foi estudado. Friberg et al. concluíram que a estabilização não dependia da distância entre as gotas, mas da redução das forças atrativas de van der Waals proporcionada pelos cristais líquidos, prevenindo a coalescência (FRIBERG et al., 1976, *apud* DUARTE, 2020).

Estudos subsequentes, como o de Kavaliunas e Frank em 1978, exploraram a estabilização de emulsões múltiplas (A/O/A ou O/A/O) por cristais líquidos. Os pesquisadores observaram birrefringência característica de cristais líquidos nas interfaces dessas emulsões, indicando sua presença. Emulsões múltiplas sem cristais líquidos mostraram instabilidade em dois dias, enquanto aquelas com cristais líquidos mantiveram estabilidade por até 14 dias, reforçando o papel estabilizador dessas estruturas (KAVALIUNAS & FRANK, 1978, *apud* DUARTE, 2020).

Com base nesses estudos, ficou evidenciado como os cristais líquidos desempenham um papel fundamental na estabilidade de emulsões. Em 1990, Eccleston expandiu essa compreensão ao estudar emulsões cosméticas e farmacêuticas. Ele mostrou que combinações de álcoois graxos com surfactantes formavam estruturas líquido-cristalinas lamelares que não apenas estabilizavam as emulsões, mas também controlavam sua consistência (ECCLESTON, 1990, *apud* DUARTE, 2020).

Os cristais líquidos destacam-se na manutenção da hidratação cutânea, pois reduzem a perda transepidérmica de água. Nesse contexto, alguns lipídeos presentes no espaço intercelular podem organizar-se em estruturas lamelares, favorecendo a retenção de água na pele (FERRARI, 2002 *apud* MORAIS, 2006).

As estruturas multilamelares desempenham um papel crucial na retenção de água no estrato córneo, auxiliando diretamente na hidratação da pele. Essas características têm incentivado a criação de produtos para cuidados dermatológicos que utilizem lipídeos capazes de induzir a formação de cristais líquidos, ampliando seus benefícios hidratantes (IWAI et al., 1998 *apud* MORAIS, 2006). Esses avanços demonstram como o conhecimento sobre cristais

líquidos evoluiu, estabelecendo sua importância tanto na estabilidade quanto na funcionalidade de emulsões.

## 2.2. Capacidade hidratante das emulsões

Em estudo realizado por Corte (2006), foi avaliada a eficácia de emulsões no processo de hidratação cutânea para xerose senil, que pode ser observada a partir da análise da hidratação em diferentes tipos de emulsões. O estudo realizado com mulheres mostrou que a hidratação cutânea média, medida por FTIR-ATR, duas horas após a aplicação das emulsões não-iônica (NI), com cristais líquidos (CL) e microemulsão gel (MEG), foi de  $16,0 \pm 5,1\%$ ,  $14,2 \pm 5,5\%$  e  $-5,9 \pm 4,5\%$ , respectivamente. Esses dados indicaram que as emulsões NI e CL apresentaram capacidades de hidratação similares e significativamente maiores do que a emulsão MEG. Corte (2006) destaca que as emulsões aniônicas, como a MEG, possuem menor quantidade de água entre as camadas bilamelares e maior quantidade de água livre, que tende a evaporar rapidamente após a aplicação. Em contrapartida, emulsões não-iônicas, como a emulsão NI, que contém álcool cetosteárilico 20 OE, retêm mais água entre as bicamadas e apresentam menos água livre. Essa estrutura permite que a água fique em contato com a pele por um período mais prolongado, o que aumenta a capacidade hidratante da fórmula.

A formação de cristais líquidos na emulsão NI, devido à presença de álcool cetosteárilico e de emulsionantes etoxilados, como o álcool cetosteárilico 20 OE e o álcool oleílico 3 OE, contribui para a maior retenção de água e um efeito hidratante mais duradouro. Os cristais líquidos formam uma estrutura que retém a água de maneira mais eficaz, criando uma liberação controlada e prolongada. Isso permite que a água permaneça em contato com a pele por mais tempo, melhorando a hidratação, restaurando a barreira cutânea de forma mais eficiente e aumentando a sensação de maciez e suavidade na pele.

## 2.3. Capacidade antioxidante dos óleos

### *Manteiga de ucuuba*

Em estudo realizado por Holanda, 2023, foi analisada a atividade antioxidante das manteigas de ucuuba e bati, como é conhecida popularmente a *Ouratea sp.*, destacando suas propriedades e possíveis aplicações industriais. A análise revelou que a manteiga de ucuuba apresenta uma composição rica em ácidos graxos saturados, como os ácidos láurico, mirístico e palmítico, e possui uma destacada atividade antioxidante, com um  $IC_{50}$  de  $2,58 \pm 0,17$  mg/mL no ensaio de captura do radical ABTS. Além disso, essa manteiga se mostrou não citotóxica nas

concentrações testadas, o que amplia seu potencial de uso em diferentes indústrias, especialmente nas áreas farmacêutica e cosmética.

A manteiga de ucuuba, com suas propriedades antioxidantes e a presença do ácido láurico, contribui para a estabilidade das emulsões. Sua atividade antioxidante ajuda a quelar íons metálicos, reduzindo a degradação oxidativa dos componentes lipídicos e prevenindo a rancificação, além de minimizar a formação de radicais livres que poderiam comprometer a integridade da emulsão. Já o ácido láurico, com suas características tensoativas e emolientes, auxilia na redução da tensão interfacial entre água e óleo, reforçando a rede de tensoativos e prevenindo coalescência. Esses fatores combinados tornam a manteiga de ucuuba uma matéria-prima promissora para formulações cosméticas, garantindo maior resistência à separação de fases e prolongando a estabilidade das emulsões.

Esses achados corroboram a escolha do óleo de ucuuba nas emulsões desenvolvidas neste trabalho, visto que ele oferece não apenas benefícios antioxidantes, mas também propriedades que podem auxiliar na estabilidade e na eficácia dos produtos tópicos. Assim, o estudo de

Holanda (2023) reforça a importância da manteiga de ucuuba como uma opção valiosa para aplicações na indústria cosmética e farmacêutica.

### *Óleo de calêndula*

Ahmad et al. (2012) investigaram as propriedades antiglicantes e antioxidantes dos extratos de *Juglans regia* e *Calendula officinalis*, com foco em suas potenciais aplicações na mitigação de complicações diabéticas e no retardamento do envelhecimento. Os resultados revelaram que ambas as espécies demonstraram atividades antioxidantes e antiglicantes significativas. Contudo, a *Calendula officinalis* destacou-se por apresentar uma atividade antioxidante superior. Inclusive em comparação com o ácido ascórbico, um antioxidante amplamente utilizado como referência, apresentou porcentagem de atividade muito similar. Essa alta eficácia da *Calendula officinalis* no combate aos radicais livres, atribuída à presença de flavonóides, carotenóides e compostos fenólicos, posiciona-a como um ingrediente promissor para formulações cosméticas voltadas para o retardamento do envelhecimento cutâneo, devido à sua capacidade de neutralizar os efeitos da glicação e prevenir o estresse oxidativo. Esses dados sugerem que a *Calendula officinalis* pode desempenhar um papel relevante na manutenção da integridade celular, contribuindo para a preservação da elasticidade e firmeza da pele, fatores cruciais para a indústria cosmética.

Lohani et al. (2019) exploraram uma linha de pesquisa promissora no desenvolvimento

de cosméticos, investigando tanto a atividade antioxidante quanto aos fatores de proteção solar dos óleos essenciais de calêndula e gerânio. O óleo essencial de calêndula, assim como seu extrato, anteriormente mencionado em estudos, demonstrou resultados expressivos. A partir de ensaios como a capacidade de eliminação de óxido nítrico, o teste com DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e a determinação *in vitro* do fator de proteção solar, foram obtidos valores significativos: a atividade de eliminação de óxido nítrico apresentou um IC<sub>50</sub> de 28,64 µg/mL, o ensaio com DPPH resultou em um IC<sub>50</sub> de 28,68 µg/mL, e o fator de proteção solar (FPS) foi calculado em 8,38.

Esses estudos reforçam o potencial do óleo de calêndula tanto na proteção da pele contra o estresse oxidativo quanto como um adjuvante em formulações com fator de proteção solar moderado, sendo de interesse para o setor cosmético.

#### *Óleo essencial de carqueja*

Segundo o estudo de Souza et al. (2011), onde foi analisada a atividade antioxidante do óleo essencial de *Baccharis tridentata* por meio de métodos de redução do radical estável DPPH(2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e o ensaio de oxidação do sistema  $\alpha$ -caroteno/ácido linoleico, este apresentou uma capacidade antioxidante próximo à zero. Entretanto, o mesmo apresentou valores expressivos em atividades fungitóxicas, ao inibir o crescimento dos fitopatógenos avaliados (*Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium oxysporium*, e *Rhizoctonia solani*).

Teixeira et al. (2022) realizaram uma avaliação do potencial antioxidante do óleo essenciais de *Baccharis trimera* pela Análise da Capacidade Antioxidante (CI<sub>50</sub>), resultando em um valor médio de CI<sub>50</sub>(mg mL<sup>-1</sup>)  $31,34 \pm 9,82^a$ , sendo considerado um antioxidante relativamente fraco. Em contrapartida, no estudo realizado por Paroul et al. (2016), feita pelo método de captura de radicais livres com o teste de DPPH (radical 2,2-difenil-1-picril hidrazil) e correlacionando com a concentração de óleo utilizado, forneceu um IC<sub>50</sub> de 6,193mg/mL para o óleo essencial de *Baccharis trimera*, considerado um valor intermediário. O estudo aponta também que o extrato da mesma espécie possui uma capacidade antioxidante bastante acentuada quando comparada ao óleo, apontando um IC<sub>50</sub> de 0,049 mg/mL.

Moura et al., em seus estudos sobre a atividade antimicrobiana e indutora de fitoalexinas do hidrolato de carqueja (*Baccharis trimera*), observaram a inibição da multiplicação das bactérias *Xanthomonas campestris* pv. *campestris*, *Erwinia carotovora* e *Bacillus subtilis*, bem como a inibição da germinação de esporos dos fungos conídios de *Pseudocercospora vitis*, *Cercospora kaki* e *Hemileia vastatrix*. Os resultados confirmaram a atividade antibacteriana,

especialmente contra as bactérias Gram-positivas, enquanto a atividade antifúngica do hidrolato foi limitada, sugerindo que os compostos responsáveis pela ação antifúngica estão predominantemente na fração apolar, como no óleo essencial.

Apesar de ser um óleo comumente associado à função antioxidante, os estudos avaliados comprovam uma baixa eficiência nesse quesito. Contudo, uma propriedade de significativa relevância para a indústria cosmética foi evidenciada: o potencial antifúngico do óleo essencial. Este atributo desempenha um papel crucial na estabilidade das emulsões formuladas, uma vez que inibe o crescimento de agentes contaminantes que poderiam comprometer a qualidade e a durabilidade dos sistemas emulsivos. Ao restringir a proliferação de fungos e bolores, o óleo essencial não apenas aumenta a segurança microbiológica das emulsões, mas também contribui para a prolongação da vida útil dos produtos cosméticos, preservando suas propriedades organolépticas e funcionais ao longo do tempo.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Objetivo Geral**

O objetivo geral do trabalho se trata de analisar o desenvolvimento de emulsões com cristais líquidos com manteiga de ucuuba associado ao óleo de calêndula.

#### **3.2. Objetivos específicos**

- Desenvolver emulsões com cristais líquidos em diferentes proporções dos óleos de forma a avaliar sua compatibilidade e estabilidade;
- Avaliar o impacto da variação de tensoativos na formação e estabilidade dos cristais líquidos presentes nas emulsões;
- Avaliar a estabilidade das emulsões em diferentes condições;
- Caracterizar as propriedades macroscópicas e microscópicas das emulsões.
- Incorporar o óleo essencial de carqueja e verificar seu impacto na estabilidade.

## **4. MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1. MATERIAL**

#### **Fase aquosa**

Água recém destilada.

#### **Fase oleosa**

Manteiga de ucuuba, óleo de calêndula e óleo essencial de carqueja.

#### **Tensoativos**

Álcoois graxos etoxilados: Steareth-20 (caráter hidrofílico) e Steareth-2 (caráter hidrofóbico).

### **4.2. MÉTODOS**

#### **4.2.1 Preparo das emulsões**

As emulsões foram preparadas pelo método de Inversão de Fase Emulsionada (EIP), conforme descrito por Santos et al. (2005), Bock et al. (2005), Bock et al. (2006) e Moraes et al. (2006). O preparo das amostras foi realizado em três etapas, onde a fase oleosa foi constituída tanto da combinação de manteiga de ucuuba e óleo de calêndula, como estes isoladamente, em concentrações de 5% e 10%, em 6 composições de tensoativos. Ambas as fases foram submetidas a aquecimento: a fase aquosa até atingir  $75\pm 2^{\circ}\text{C}$  e a fase oleosa até a liquefação completa.

Por tratar-se de uma emulsão O/A, a fase oleosa foi vertida sobre a fase aquosa, que continha o sistema tensoativo. As emulsões foram mantidas sob agitação constante (agitador mecânico Fisaton – mod. 713D) a 600 rpm até alcançarem a temperatura ambiente ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

#### **4.2.2. Determinação das concentrações do tensoativo**

Foram manipuladas amostras contendo 5,0 e 10,0% de tensoativos.

#### **4.2.3. Avaliação da influência do tensoativo na estabilidade físico-química e na formação de fases líquido-cristalinas.**

Foi avaliada por centrifugação a estabilidade físico-química preliminar das emulsões manipuladas nas diferentes concentrações do tensoativo, seguindo para estudo somente aquelas que não sofreram separação de fase.

#### **4.2.4. Avaliação da influência da fase oleosa na estabilidade física e na formação de fases líquido-cristalinas**

Para avaliar a influência da fase oleosa na emulsão quanto à estabilidade físico-química e a presença de fases líquido-cristalinas, as amostras foram manipuladas em três partes, nas concentrações 5% (2,5g de fase oleosa) e 10% (5g de fase oleosa):

- i. Manteiga de Ucuuba como fase oleosa;
- ii. Manteiga de Ucuuba + Óleo de calêndula como fase oleosa (mantendo a proporção 1:1);
- iii. Óleo de calêndula como fase oleosa.

#### **4.2.5. Análise macroscópica das formulações/teste de estabilidade intrínseca**

De acordo com Roland et al. (2003), após vinte e quatro horas da preparação das amostras já é possível observar as características organolépticas e homogeneidade das formulações indicando prováveis processos de instabilidade (Ferrari et al., 2003) como cremeação ou separação de fases.

As amostras foram separadas em tubos graduados preenchidos com 10 gramas das respectivas emulsões e fechados com papel filme, sendo armazenadas por 24h até posterior avaliação.

As emulsões macroscopicamente estáveis foram submetidas a análise microscópica e testes preliminares de estabilidade.

#### **4.2.6. Análise microscópica das formulações**

Sobre uma lâmina de vidro, foram colocadas alíquotas das amostras, sendo recoberta com uma lamínula e submetida à análise microscópica, onde foi avaliada a homogeneidade da dispersão e presença de áreas de anisotropia, que caracterizam o tipo de fase líquido-cristalina presente, conforme descrito em Tyle, 1989. As emulsões que não apresentaram anisotropia não prosseguiram no estudo.

#### **4.2.7. Incorporação do óleo essencial de carqueja**

Tendo as avaliações macroscópicas e microscópicas, foram selecionadas três emulsões, decorrentes das formulações com diferentes fases oleosas. Essas foram reformuladas adicionando 1% de óleo essencial de carqueja.

#### **4.2.8. Centrifugação**



Foram retiradas alíquotas contendo 2mL de amostras e centrifugadas durante quinze minutos em velocidades diferentes de 1000, 2500 e 3500 à temperatura ambiente.

#### **4.2.9. Teste de Estabilidade Acelerada (TEA)**

As amostras foram analisadas sob diferentes condições de temperatura:  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ; geladeira:  $4\pm 2^{\circ}\text{C}$  e estufa:  $45\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Essas permanecerão por um período de 30 dias, sendo analisadas após 24 horas, 7, 15 e 30 dias (WITTERN et al., 1985; IDSON, 1993; RIBEIRO et al., 1996; FERRARI, 1998; ANVISA, 2004; MASSON, 2005). Posteriormente serão analisadas de acordo com pH, análise macroscópica e microscópica.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1. Preparo das emulsões

As emulsões foram desenvolvidas analisando o caráter e influência das fases oleosas que por sua vez tem comportamentos diferentes.

A manteiga de ucuuba se trata de um composto com alta concentração de gorduras saturadas, sobretudo trimeristina, um triglicerídeo do ácido mirístico, que confere propriedades únicas à fase oleosa das emulsões. Seu elevado ponto de fusão, de 53°C, é de grande interesse no desenvolvimento de cosméticos, conferindo maior estabilidade às formulações, especialmente quando comparada a outras gorduras, como o sebo bovino, também amplamente utilizado na área e que possui um ponto de fusão entre 43-45°C (HOLANDA, 2023).

O óleo de calêndula é composto predominantemente por ácidos graxos insaturados, como o ácido linoleico (ômega-6) e o ácido oleico (ômega-9), juntamente com ácidos graxos saturados, como o ácido palmítico e o esteárico. Essas características proporcionam ao óleo propriedades hidratantes e anti-inflamatórias, além de contribuir para a estabilidade das emulsões. Sua composição favorece a criação de formulações cosméticas com boa textura e eficácia, especialmente em produtos voltados para o cuidado de peles sensíveis e inflamadas (TYPology, 2024).

O processo de oxidação lipídica é fundamental para entender a degradação e a estabilidade dos óleos e gorduras em produtos cosméticos. A oxidação é influenciada por diversos fatores, como a presença de insaturações nas moléculas lipídicas, a exposição ao calor, à luz e ao oxigênio, além da presença de pró-oxidantes (como íons metálicos) ou antioxidantes (Silva, Borges e Ferreira, 2001).

Os triglicerídeos, que são formados pela esterificação de uma molécula de glicerol com ácidos graxos, são particularmente vulneráveis à oxidação, especialmente aqueles com cadeias insaturadas (Silva, Borges e Ferreira, 2001). Em cosméticos, a mistura de óleos com diferentes graus de insaturação (como os saturados e insaturados) pode impactar a estabilidade do produto. Por exemplo, os ácidos graxos insaturados, como o ácido oleico e o ácido linoleico, oxidam mais rapidamente devido à presença de duplas ligações, mas essa degradação pode ser retardada pela presença de antioxidantes, como os tocoferóis.

Por outro lado, as gorduras saturadas, como o ácido palmítico e o esteárico, são menos propensas à oxidação devido à ausência de duplas ligações, conferindo maior estabilidade térmica e estrutural às formulações cosméticas (Silva, Borges e Ferreira, 2001).

A utilização destas gorduras em combinação não apenas equilibra a performance

sensorial e os benefícios terapêuticos, mas também contribui para a melhoria da estabilidade oxidativa e da longevidade das emulsões. Essa interação sinérgica entre os dois tipos de gorduras é vantajosa para o desenvolvimento de produtos cosméticos que resistem à degradação oxidativa e ao ranço, prolongando sua eficácia e aumentando a durabilidade do produto. As amostras foram desenvolvidas em três partes, onde foram testadas as fases oleosas conjuntamente e separadamente, em concentração de 5 e 10% de tensoativos e componentes oleosos, conforme consta em TABELA 1, TABELA 2 e TABELA 3.

**Tabela 1.** Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo manteiga de ucuuba. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2.

Formulação 5% FO e 5% Tensoativos				
Amostra	Manteiga de Ucuuba(g)	S20(g)	S2(g)	Água(mL)
Amostra 1	2,5	2,5	0	45
Amostra 2	2,5	2	0,5	45
Amostra 3	2,5	1,5	1	45
Amostra 4	2,5	1	1,5	45
Amostra 5	2,5	0,5	2	45
Amostra 6	2,5	0	2,5	45
Formulação 10% FO e 10% Tensoativos				
Amostra	Manteiga de Ucuuba(g)	S20(g)	S2(g)	Água(mL)
Amostra 1.1	5	5	0	40
Amostra 1.2	5	4	1	40
Amostra 1.3	5	3	2	40
Amostra 1.4	5	2	3	40
Amostra 1.5	5	1	4	40
Amostra 1.6	5	0	5	40

Fonte: própria.

**Tabela 2.** Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo manteiga de ucuuba e óleo de calêndula. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2.

Formulação 5% FO e 5% Tensoativos					
<b>Amostra</b>	<b>Manteiga de Ucuuba(g)</b>	<b>Óleo de Calêndula</b>	<b>S20(g)</b>	<b>S2(g)</b>	<b>Água(mL)</b>
Amostra 2.1	1,25	1,25	2,5	0	45
Amostra 2.2	1,25	1,25	2	0,5	45
Amostra 2.3	1,25	1,25	1,5	1	45
Amostra 2.4	1,25	1,25	1	1,5	45
Amostra 2.5	1,25	1,25	0,5	2	45
Amostra 2.6	1,25	1,25	0	2,5	45
Formulação 10% FO e 10% Tensoativos					
<b>Amostra</b>	<b>Manteiga de Ucuuba(g)</b>	<b>Óleo de Calêndula</b>	<b>S20(g)</b>	<b>S2(g)</b>	<b>Água(mL)</b>
Amostra 2.1.1	2,5	2,5	5	0	40
Amostra 2.2.1	2,5	2,5	4	1	40
Amostra 2.3.1	2,5	2,5	3	2	40
Amostra 2.4.1	2,5	2,5	2	3	40
Amostra 2.5.1	2,5	2,5	1	4	40
Amostra 2.6.1	2,5	2,5	0	5	40

Fonte: própria.

**Tabela 3.** Formulações desenvolvidas com fase oleosa contendo óleo de calêndula. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2.

Formulação 5% FO e 5% Tens oativos				
<b>Amostra</b>	<b>Óleo de Calêndula (g)</b>	<b>S20(g)</b>	<b>S2(g)</b>	<b>Água(mL)</b>
Amostra 3.1	2,5	2,5	0	45
Amostra 3.2	2,5	2	0,5	45
Amostra 3.3	2,5	1,5	1	45
Amostra 3.4	2,5	1	1,5	45
Amostra 3.5	2,5	0,5	2	45
Amostra 3.6	2,5	0	2,5	45
Formulação 10% FO e 10% Tensoativos				
<b>Amostra</b>	<b>Óleo de Calêndula (g)</b>	<b>S20(g)</b>	<b>S2(g)</b>	<b>Água(mL)</b>
Amostra 3.1.1	5	5	0	40
Amostra 3.2.1	5	4	1	40
Amostra 3.3.1	5	3	2	40
Amostra 3.4.1	5	2	3	40
Amostra 3.5.1	5	1	4	40
Amostra 3.6.1	5	0	5	40

Fonte: própria.

## 5.2. Análise macroscópica das formulações

As formulações desenvolvidas foram inicialmente submetidas a uma avaliação macroscópica para verificar a presença de instabilidades visíveis a olho nu. Nessa etapa, foram observados aspectos como cor, textura, homogeneidade e a possível ocorrência de separação de fases, flocculação, cremeação ou coalescência, fatores que indicam a estabilidade física da emulsão.

As amostras que apresentaram separação de fases foram prontamente descartadas, pois esse fenômeno evidencia uma completa desestabilização da emulsão, onde as fases aquosa e oleosa se separam claramente, formando duas camadas distintas. A flocculação, por sua vez, foi observada como a formação de pequenos aglomerados dentro da emulsão, indicando que as gotículas de óleo estavam se agrupando, mas ainda sem coalescer. Esse comportamento foi avaliado com cuidado, pois, embora a flocculação não seja imediatamente destrutiva para a emulsão, pode ser um sinal de instabilidade iminente.

Outro critério de exclusão foi a cremeação, visível quando a fase oleosa começou a se acumular na parte superior da emulsão, sugerindo que as gotículas de óleo estavam subindo à superfície devido à diferença de densidade entre as fases. Embora a cremeação seja reversível com agitação, sua presença indica uma insuficiência na estabilização da fase dispersa, o que compromete a qualidade do produto.

Por fim, a coalescência foi identificada em algumas amostras como a fusão de gotículas de óleo, formando gotas maiores e mais visíveis dentro da emulsão. Esse processo é irreversível e representa uma ruptura significativa na estrutura da emulsão, comprometendo a sua integridade. As formulações que apresentaram qualquer grau de coalescência também foram excluídas da análise subsequente.

Somente as amostras que se mantiveram macroscopicamente estáveis, sem alterações visíveis como as mencionadas, seguiram para a análise microscópica. Essa abordagem garantiu que apenas formulações com potencial de estabilidade a longo prazo fossem estudadas em maior profundidade, permitindo uma caracterização mais precisa de sua microestrutura.

**Figura 2.** Emulsões apresentando instabilidades macroscópicas, como a separação de fases, visível nas amostras 3.6 e 3.2.1 e cremeação nas demais amostras.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Proseguiram para análise microscópica as amostras identificadas na TABELA 4.

**Tabela 4.** Formulações que prosseguiram para análise microscópica.

Concentração de Fase Oleosa e Tensoativos	Fase Oleosa das Amostras		
	Manteiga de Ucuuba	Manteiga de Ucuuba + Óleo de calêndula	Óleo de calêndula
5%	1	2.2	3.2
	2	2.3	3.3
	3	2.4	3.4
	4	2.5	3.5
	5	2.6	-
	6	-	-
10%	1.1	2.2.1	3.3.1
	1.2	2.3.1	3.4.1
	1.3	2.4.1	3.5.1
	1.4	2.5.1	3.6.1
	1.5	2.6.1	-
	1.6	-	-

Fonte: própria.

### 5.3. Análise microscópica das formulações

Durante a análise microscópica das amostras, observou-se que apenas as emulsões que apresentavam áreas de anisotropia seguiram no estudo, como evidenciado pela presença de fases líquido-cristalinas, indicativo de uma estrutura organizada e potencialmente mais estável. Esse comportamento é condizente com o observado por Tyle (1989), que relaciona a anisotropia à formação de cristais líquidos, o que pode conferir maior resistência à coalescência e, conseqüentemente, contribuir para a estabilidade a longo prazo.

Em contraste, as formulações que não exibiram anisotropia mostraram maior tendência à instabilidade, caracterizada por separação de fases ou cremeação observadas nas análises macroscópicas posteriormente. Esse resultado corrobora a hipótese de que a organização molecular em fases cristalinas pode desempenhar um papel essencial na manutenção da integridade da emulsão, uma vez que as amostras com anisotropia mantiveram sua estrutura homogênea ao longo do tempo.

Além disso, a presença de cristais líquidos nas formulações, identificada nas emulsões anisotrópicas, está diretamente ligada à funcionalidade esperada dos tensoativos e ao sistema em estudo, que inclui manteiga de ucuuba, óleo de calêndula e óleo essencial de carqueja. Estes componentes podem estar contribuindo não apenas para as propriedades antioxidantes, mas também para a formação de fases mais organizadas, promovendo uma estabilidade maior.



**Figura 3.** Microscopia em luz polarizada (20x) após 24h de preparo da amostra 2.5.



Fonte: própria, 2024.

**Figura 4.** Microscopia em luz polarizada (20x) após 24h de preparo da amostra 2.5.1.



Fonte: própria, 2024.

Quando comparamos amostras com a mesma proporção de ingredientes, como consta em FIGURA 2 e FIGURA 3, a diferença na morfologia cristalina observada entre as amostras 2.5 e 2.5.1, após 24 horas, pode ser diretamente atribuída à variação na concentração da fase oleosa e dos tensoativos. A amostra 2.5, com 5% de fase oleosa e tensoativos, apresentou cristais menores, com crescimento mais controlado, possivelmente devido à menor disponibilidade de lipídios e agentes de superfície. Já na amostra 2.5.1, com o dobro da concentração de fase oleosa (10%) e tensoativos, houve uma maior disponibilidade para a formação de cristais, resultando em agregados de maior tamanho e em maior quantidade.

Após sete dias, as amostras foram reavaliadas e os resultados mostraram que a maioria das emulsões contendo 10% de tensoativos, embora inicialmente apresentassem formações de cristais mais dispersos e em maior quantidade, também demonstraram instabilidades macroscópicas, como a formação de bolor e as que não apresentaram essa instabilidade, ao serem testadas na pele, apresentaram aspecto esbranquiçado. Esses resultados contrariam as expectativas, já que essas formulações continham uma menor quantidade de água, o que, teoricamente, deveria favorecer a estabilidade da emulsão.

Nesse contexto, a hipótese que pode ser considerada é de que a menor quantidade de água, embora teoricamente favorecesse a estabilidade ao reduzir a fase contínua excessiva, pode estar associada a um desequilíbrio na proporção de tensoativos. A água desempenha um papel essencial na dispersão e solvatação dos tensoativos, facilitando a organização da interface entre as fases oleosa e aquosa. Com menos água, os tensoativos podem não se organizar adequadamente, resultando em separações de fase e, conseqüentemente, instabilidades como bolor e cremeação. (ESPOSITO et al., 2021) Além disso, a alta concentração (10%) e a proporção desbalanceada dos tensoativos pode ser um fator crucial para essa instabilidade. Ponderando os aspectos macroscópicos e microscópicos foram escolhidas 3 formulações para incorporação do óleo essencial de carqueja.

#### **5.4. Incorporação do óleo essencial de carqueja**

As formulações escolhidas para a incorporação do óleo essencial de carqueja foram selecionadas levando em consideração tanto os aspectos macroscópicos quanto microscópicos observados durante o desenvolvimento das emulsões. Em termos macroscópicos, essas amostras apresentaram maior estabilidade, com menor tendência à separação de fases, como a cremeação, e menor suscetibilidade ao aparecimento de bolor, em comparação com as outras amostras. Esse comportamento era fundamental para garantir a coesão das emulsões e evitar defeitos visíveis que poderiam comprometer a qualidade e eficácia do produto.

Microscopicamente, as formulações demonstraram uma organização homogênea dos cristais líquidos, com boa distribuição e tamanho mais controlado. A presença desses cristais líquidos estruturados é essencial, pois não só contribui para a estabilidade física da emulsão, como também pode aumentar a eficácia do ativo incorporado, como o óleo essencial de carqueja. Além disso, as amostras selecionadas não foram escolhidas de maneira aleatória ou isolada. Um critério rigoroso foi aplicado para garantir que todas seguissem as mesmas proporções de tensoativos, permitindo uma comparação justa entre as diferentes fases oleosas. Assim, foi escolhida uma amostra de cada conjunto das fases oleosas: uma contendo apenas manteiga de ucuuba, outra contendo manteiga de ucuuba e óleo de calêndula, e a terceira contendo apenas óleo de calêndula. No entanto, todas essas amostras mantiveram a mesma proporção de tensoativos, de modo que as diferenças observadas após a incorporação do óleo essencial de carqueja pudessem ser atribuídas, principalmente, às propriedades individuais dos óleos, e não a variações nos agentes emulsificantes. Dessa forma, foi possível realizar uma análise comparativa consistente entre as formulações, com base nos resultados observados em termos de estabilidade e estruturação dos cristais líquidos.

As amostras escolhidas foram 5, 2.5 e 3.5., nas quais foi incorporado 1% do óleo essencial de carqueja (0,5g), conforme TABELA 5.

**Tabela 5.** Formulações com incorporação de 1% do óleo essencial de carqueja. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2.

INCORPORAÇÃO DO ÓLEO ESSENCIAL DE CARQUEJA						
Amostra	Manteiga de Ucuuba (g)	Óleo de Calêndula (g)	S20 (g)	S2 (g)	H2O (mL)	Óleo de Carqueja (g)
Amostra OEC-1	2,5	-	0,5	2	44,5	0,5
Amostra OEC-2	1,25	1,25	0,5	2	44,5	0,5
Amostra OEC-3	-	2,5	0,5	2	44,5	0,5

Fonte: própria

### 5.5. Centrifugação

A técnica de centrifugação é amplamente utilizada para avaliar a estabilidade física das emulsões sob condições aceleradas simulando, em um curto período, o que ocorreria durante o armazenamento prolongado, permitindo identificar tendências de separação de fases e cremeação.

Alíquotas contendo 2 mL de cada uma das amostras foram submetidas a centrifugação durante 15 minutos em diferentes velocidades (1000, 2500 e 3500 rpm) à temperatura ambiente. O fato de não terem sido observadas nem separação de fases nem cremeação (FIGURA 5) em nenhuma das velocidades testadas sugere que as emulsões possuem boa estabilidade física em curto prazo, uma vez que não houve separação significativa da fase oleosa e aquosa. Este resultado é importante porque demonstra que, mesmo em velocidades mais altas de centrifugação, as amostras mantiveram sua coesão estrutural, indicando a eficácia dos tensoativos utilizados em formar uma emulsão estável.

**Figura 5.** Aliquotas contendo 2mL das amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3, respectivamente, apresentando estabilidade após testes de centrifugação nas velocidades 1000, 2500 e 3000 rpm, à temperatura ambiente.



Fonte: própria, 2024.

Além disso, a ausência de separação de fases após a centrifugação indica que o sistema emulsificante, composto por Steareth-2 e Steareth-20, conseguiu manter a integridade das fases dispersas, o que é um sinal positivo para a resistência da emulsão a processos mecânicos.

Essa análise nos permite concluir que as formulações estão bem estruturadas quanto à resistência a forças mecânicas simuladas, sem descartar a importância de outros testes de estabilidade prolongada, para garantir que o sistema se mantenha estável durante o tempo de prateleira do produto.

### 5.6. Teste de Estabilidade Acelerada

O Teste de Estabilidade Acelerada é uma etapa crucial para avaliar a resistência e a estabilidade das emulsões quando submetidas a condições extremas de temperatura, simulando cenários que poderiam ocorrer durante o armazenamento ou transporte dos produtos. Após 24 horas da formulação e do teste de centrifugação, foram preparadas amostras para o teste de estresse térmico, que envolveu a exposição das emulsões à variações de temperatura.


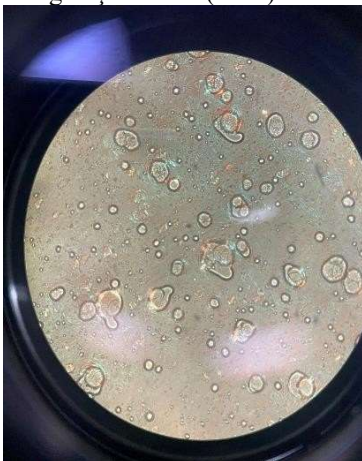
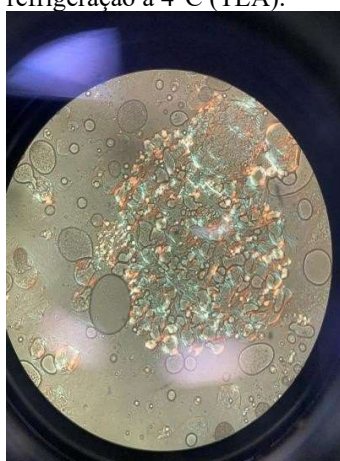
Para este procedimento, foram pesados 10 g de cada emulsão em duplicata, totalizando 20 g para cada formulação. Uma porção de 10 g foi submetida a condições de refrigeração, a uma temperatura de  $\pm 4^{\circ}\text{C}$ , enquanto a outra porção foi colocada em estufa, a uma temperatura de aproximadamente  $45^{\circ}\text{C}$ . Ambas as condições foram mantidas por um período de 24 horas. O objetivo desse teste foi verificar a estabilidade das emulsões frente a ciclos de aquecimento e resfriamento, simulando variações que podem ocorrer em ambientes de armazenagem, distribuição ou uso em diferentes regiões climáticas.

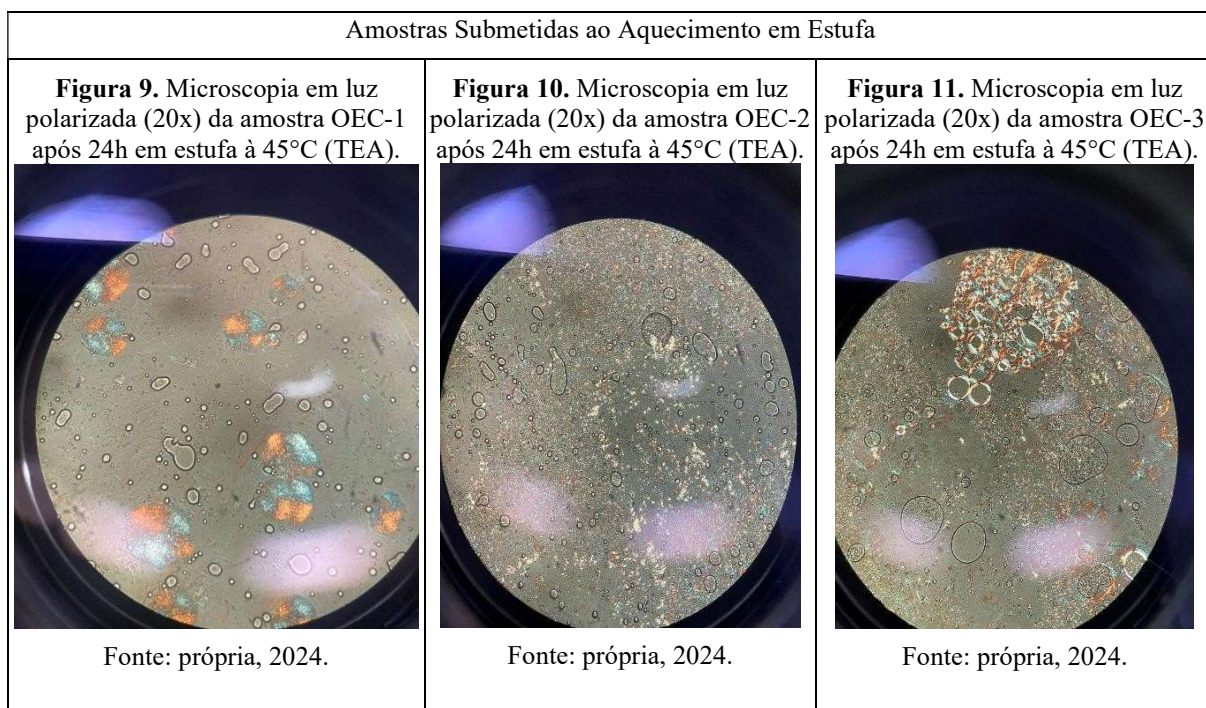
### 5.7. Microscopia pós TEA

Após o período de estresse térmico, as amostras foram reavaliadas microscopicamente, conforme FIGURA 6, FIGURA 7, FIGURA 8, FIGURA 9, FIGURA 10 e FIGURA 11, para investigar possíveis alterações estruturais nos cristais líquidos, mudanças no tamanho e distribuição de gotículas, e a presença de fenômenos como cremação, coalescência, ou separação de fases. Este tipo de análise é fundamental, pois permite identificar se as emulsões mantêm sua integridade quando expostas a condições térmicas adversas, o que é um indicativo de sua estabilidade ao longo do tempo.

A exposição à estufa, por exemplo, simula cenários de temperatura elevada, como o armazenamento em locais quentes ou durante o transporte em condições inadequadas. Sob calor excessivo, a tendência é que o sistema emulsificante seja desafiado a manter a coesão entre as fases aquosa e oleosa, o que pode levar à desestabilização. Já a exposição à refrigeração imita condições de baixa temperatura, que podem resultar na solidificação de alguns componentes oleosos ou na cristalização da fase aquosa, impactando a fluidez e a aparência do produto.

Portanto, a análise microscópica realizada após esse teste não apenas complementa a avaliação inicial feita em temperatura ambiente e centrifugação, mas também fornece uma visão mais completa da resiliência da emulsão em condições ambientais extremas. A ausência de alterações significativas indicaria que as emulsões são capazes de resistir a essas variações sem perder suas propriedades, sendo aptas para uso comercial com maior segurança.

Amostras Submetidas à Refrigeração em Geladeira		
<p><b>Figura 6.</b> Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-1 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).</p> 	<p><b>Figura 7.</b> Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-2 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).</p> 	<p><b>Figura 8.</b> Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-3 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).</p> 
Fonte: própria, 2024.	Fonte: própria, 2024.	Fonte: própria, 2024.



### 5.8. Análise macroscópica pós estresse térmico

Após o teste de estresse térmico, as emulsões que foram submetidas a refrigeração e armazenadas em temperatura ambiente mantiveram-se estáveis, sem alterações significativas na sua estrutura, o que indica que esses ambientes não comprometem a integridade da emulsão. No entanto, as emulsões que passaram pela estufa, a uma temperatura mais elevada, sofreram cremação (FIGURA 12). Esse fenômeno sugere que o calor excessivo causou a separação da fase oleosa da fase aquosa, resultando na formação de uma camada de creme na superfície. Isso pode ser atribuído à instabilidade térmica dos tensoativos ou à dificuldade da emulsão em manter a coesão entre as fases sob condições de temperatura elevada. O resultado evidencia a sensibilidade da formulação ao calor, destacando a necessidade de cuidados na armazenagem e no transporte em ambientes quentes.

**Figura 12.** Amostra OAC-2. Avaliação macroscópica apresentando cremeação após 24h em estufa à 45°C.



Fonte: própria, 2024.

### 5.9. Novas Amostras-teste

Novas amostras foram manipuladas seguindo uma nova proporção dos tensoativos Steareth-2 e Steareth-20 (TABELA 6), à fim de observar o comportamento frente ao Teste de Estresse Térmico, na tentativa de sanar a instabilidade de cremeação (não excluindo os outros testes de estabilidade para esta amostra, como é possível verificar na FIGURA 13, que apresenta a estabilidade frente ao teste de centrifugação) e obter melhores padrões microscópicos.

**Figura 13.** Aliquotas contendo 2mL das amostras OEC-4, OEC-4 e OEC-6, respectivamente, apresentando estabilidade após testes de centrifugação nas velocidades 1000, 2500 e 3000 rpm, à temperatura ambiente.



Fonte: própria, 2024.

O parâmetro foi obtido pelas amostras prévias à incorporação do óleo essencial de carqueja, sendo consideradas as amostras 4, 2.4 e 3.4 como referência, devido a boa estabilidade frente aos aspectos macroscópico e microscópico até o momento de análise.

Tabela 6. Novas formulações com incorporação de 1% do óleo essencial de carqueja. FO= Fase Oleosa; S20= Steareth-20; S2= Steareth-2.

Amostra	Manteiga de Ucuuba (g)	Óleo de Calêndula (g)	S20 (g)	S2 (g)	H2O (mL)	Óleo de Carqueja (g)
Amostra OEC-4	2,5	-	1	1,5	44,5	0,5
Amostra OEC-5	1,25	1,25	1	1,5	44,5	0,5
Amostra OEC-6	-	2,5	1	1,5	44,5	0,5

#### 5.10. Características Hidrofílicas e Lipofílicas dos Tensoativos e seu Impacto na Estabilidade das Emulsões

O comportamento das emulsões é fortemente influenciado pela interação entre as fases aquosa e oleosa, mediada pelos tensoativos. No caso específico das formulações em estudo, os tensoativos utilizados — Steareth-20 (S20) e Steareth-2 (S2) — possuem características distintas, que afetam diretamente a formação e a estabilidade das emulsões, com base nas propriedades hidrofílicas e lipofílicas desses componentes.

##### 1. Steareth-20 (S20)

Este tensoativo apresenta um HLB (Hydrophilic-Lipophilic Balance) de 15,3 (DOS SANTOS et al., 2005), indicativo de uma maior porção hidrofílica em relação à porção lipofílica. Em termos práticos, isso significa que o S20 é altamente afinado com a fase aquosa da emulsão, o que o torna ideal para estabilizar emulsões do tipo óleo em água (O/W). Ou seja, ele favorece a dispersão da fase oleosa na água, prevenindo a separação de fases e criando emulsões mais estáveis quando a água é a fase contínua.

##### 2. Steareth-2 (S2)

Por outro lado, o Steareth-2 tem um HLB de 4,7 (DOS SANTOS et al., 2005) o que significa que possui uma porção lipofílica mais significativa em comparação com a porção hidrofílica. Isso confere ao S2 uma maior afinidade com a fase oleosa, sendo mais adequado para emulsões do tipo água em óleo (W/O). Este tensoativo é responsável por estabilizar a fase



aquosa dentro da fase oleosa, garantindo a homogeneidade da emulsão ao evitar a separação entre as duas fases.

#### **5.11. Relação Entre Proporções de Tensoativos e Resultados Observados**

Nas amostras (OEC-1, OEC-2 e OEC-3, que mantinham uma maior proporção de Steareth-2 (S2) (2g) em comparação com o Steareth-20 (S20) (0,5g), observou-se uma boa estabilidade geral, mas com a formação de cremeação acentuada sob condições de estufa.

Nas amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6, a proporção de Steareth-20 foi aumentada para 1g. Esse ajuste melhorou significativamente a estabilidade física, com menor ocorrência de cremeação (FIGURA 14).

A proporção aumentada de Steareth-20 (S20) fez com que a emulsão tivesse maior afinidade pela fase aquosa, tornando-se mais hidrofílica. Isso resultou em um melhor equilíbrio entre as fases e, como resultado, uma emulsão mais estável com menor tendência à separação de fases. A emulsão com mais S20 foi mais capaz de manter a fase aquosa em suspensão, reduzindo a separação e, conseqüentemente, a cremeação. Além disso, nas amostras com maior quantidade de S20 (OEC-4, OEC-5 e OEC-6), as interações entre os tensoativos podem ter gerado uma maior cooperação na formação de uma rede micelar mais estável, o que resultou em menor separação de fases. Enquanto nas amostras anteriores, o excesso de Steareth-2 pode ter formado uma rede de micelas mais forte, mas menos estável sob condições de estufa, onde a maior quantidade de fase oleosa (estabilizada pelo S2) pode ter gerado uma separação mais visível, resultando em maior cremeação.

**Figura 14.** OAC-6. Avaliação macroscópica apresenta cremação menos acentuada quando comparada com as amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3 após 24h em estufa à 45°C.



Dessa forma, as amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6 se destacam como as mais estáveis do presente estudo.

#### **5.12. Análise microscópica pós TEA das amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6**

Foi avaliado o perfil dos cristais na microscopia em luz polarizada (20x) das amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6 após 24h em estufa (45°C) e refrigeração em geladeira (4°C) (FIGURA 15, FIGURA 16, FIGURA 17, FIGURA 18, FIGURA 19 e FIGURA 20).

**Figura 15.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-4 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C (TEA).



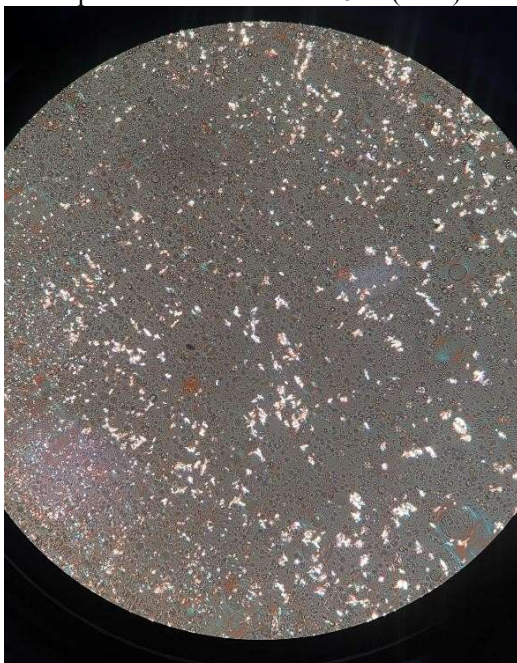
Fonte: própria, 2024.

**Figura 16.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-4 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).



Fonte: própria, 2024.

**Figura 17.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-5 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C (TEA).



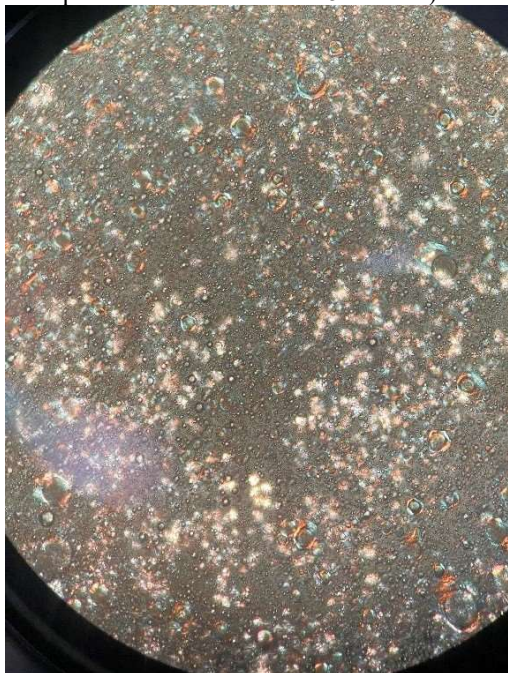
Fonte: própria, 2024.

**Figura 18.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-5 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).



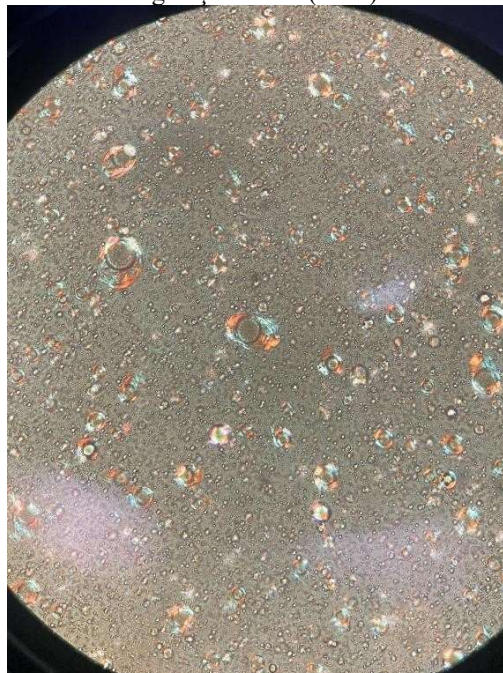
Fonte: própria, 2024.

**Figura 19.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-6 após 24h em aquecimento em estufa à 45°C TEA).



Fonte: própria, 2024.

**Figura 20.** Microscopia em luz polarizada (20x) da amostra OEC-6 após 24h em refrigeração à 4°C (TEA).



Fonte: própria, 2024.

Observa-se uma menor aeração nas amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6 em comparação com as amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3. Isso sugere que o novo equilíbrio entre os tensoativos reduziu a tensão interfacial, evitando a incorporação de ar e a formação de espuma (ANDRADE, 2008). Como resultado, também houve uma diminuição no tamanho dos cristais líquidos formados. Além disso, a organização dos cristais líquidos foi mantida de forma consistente em ambas as condições de estresse (refrigeração e aquecimento), com uma distribuição uniforme ao longo da emulsão, sem a formação de aglomerados ou dispersões irregulares, como foram observadas previamente nas amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3. O tamanho dos cristais permaneceu controlado, evitando variações que poderiam comprometer a estabilidade e o desempenho da emulsão. Essa disposição homogênea reflete uma interação eficiente entre os componentes da formulação, favorecendo a estabilidade dos cristais líquidos.

A maior cremeação nas amostras OEC-1, OEC-2 e OEC-3 (contendo 0,5g de S20 e 2g de S2) provavelmente está associada ao excesso de Steareth-2, que favoreceu uma maior afinidade pela fase oleosa e uma separação de fases mais pronunciada sob as condições de estufa. Em contrapartida, o aumento de Steareth-20 em OEC-4, OEC-5 e OEC-6 (que contém 1g de S20 e 1,5g de S2) proporcionou um equilíbrio melhor entre as fases e maior afinidade com a fase aquosa, resultando em uma emulsão mais estável e com menor cremeação.

A formação de cristais líquidos de menores dimensões e maior dispersão foi associada a uma melhoria na estabilidade das emulsões. Cristais menores apresentam uma maior área superficial, o que potencializa as interações entre as fases da emulsão, contribuindo para a prevenção da separação de fases. A dispersão adequada desses cristais também reduz a tendência à coalescência, um fenômeno que pode comprometer a integridade estrutural da emulsão, resultando em instabilidades. Além disso, essa distribuição uniforme dos cristais líquidos contribui para a modulação da tensão interfacial entre as fases, evitando o agrupamento excessivo de partículas e, conseqüentemente, mantendo a estabilidade do sistema. Em última análise, cristais líquidos menores e bem dispersos demonstraram estar associados a uma maior resistência da emulsão às variações térmicas e mecânicas, conferindo-lhe maior durabilidade e estabilidade física ao longo do tempo.

## 6. CONCLUSÃO

A estabilidade das emulsões foi significativamente influenciada pela proporção dos tensoativos Steareth-2 e Steareth-20, com a combinação de 1g de Steareth-20 e 1,5g de Steareth-2 (amostras OEC-4, OEC-5 e OEC-6) proporcionando maior equilíbrio entre as fases e menor cremeação. Além disso, a formação de cristais líquidos menores e bem dispersos contribuiu para a maior estabilidade das emulsões, prevenindo a separação de fases e melhorando a resistência térmica e mecânica.

Assim, podemos concluir que as fases oleosas selecionadas para a formulação não apenas favoreceram a estabilidade das emulsões, mas também contribuíram para sua atividade antioxidante. Além disso, a incorporação do óleo essencial de carqueja demonstrou potencial para aumentar a resistência microbiológica, prolongando a vida útil das formulações.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMAD, Haroon; KHAN, Ibrar; WAHID, Abdul. **Antiglycation and antioxidation properties of *Juglans regia* and *Calendula officinalis*: possible role in reducing diabetic complications and slowing down ageing.** *Journal of Traditional Chinese Medicine*, v. 32, n. 3, p. 411-414, set. 2012. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0254-6272\(13\)60047-3](https://doi.org/10.1016/S0254-6272(13)60047-3). Acesso em: 20 out. 2024.
- ALVES, Natália. **Penetração de ativos na pele: revisão bibliográfica.** *Revista Amazônia Science and Health*, 2015. Disponível em: <http://www.ojs.unirg.edu.br/index.php/2/article/view/852/387>. Acesso em: 20 out. 2024.
- AROMAFLOA. **Manteiga de Ucuúba**, 18 jun. 2015. Disponível em: <https://www.aromafloa.com.br/manteiga-de-ucuuba/>. Acesso em: 14 dez. 2021.
- ANDRADE, F. F. **Desenvolvimento e avaliação de cristais líquidos obtidos em emulsões O/A à base de óleo de andiroba e éster fosfórico.** 2008. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/D.60.2008.tde-02102008-163152>. Acesso em: 20 out. 2024.
- ASHWLAYAN, V. D.; KUMAR, A.; VERMA, M. et al. **Therapeutic potential of *Calendula officinalis*.** *Pharm Pharmacol Int J*, v. 6, n. 2, p. 149-155, 2018. DOI: 10.15406/ppij.2018.06.00171.
- BAIATONES, A. F.; KLINGER, C. **Controvérsias em torno dos Petrolatos: uma revisão da literatura.** *COGNITIONIS Scientific Journal*, v. 7, n. 2, p. e456–e456, 28 ago. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.38087/2595.8801.456>. Acesso em: 20 out. 2024.
- BECHTOLD, I. H. **Cristais líquidos: um sistema complexo de simples aplicação.** *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 27, n. 3, p. 333-342, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172005000300006>. Acesso em: 20 out. 2024.
- BOAVENTURA, Gustavo. **Mecanismos de hidratação da pele.** *Cosmética em Foco*, Rio de Janeiro, 04 abr. 2018. Disponível em: <https://cosmeticaemfoco.com.br/artigos/mecanismos-de-hidracao-da-pele/>. Acesso em: 20 out. 2024.
- BOOCK, Kauê Pace. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões tópicas cristais líquidos e ativos hidratantes à base de manteiga de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) ou cacau (*Theobroma cacao*).** 2007. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-17092008-092123/>. Acesso em: 25

nov. 2024.

- CHORILLI, Marlus; PRESTES, Paula Souza; RIGON, Roberta Balansin; LEONARDI, Gislaïne Ricci; CHIAVACCI, Leila Aparecida; SCARPA, Maria Virgínia. **Desenvolvimento de sistemas líquido-cristalinos empregando silicone fluido de co-polímero glicol e poliéter funcional siloxano.** *Faculdade de Americana, Universidade Metodista de Piracicaba e Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara*, 2009. Recebido em 16 jan. 2008; aceito em 22 set. 2008; publicado na web em 15 abr. 2009. Disponível em: [scielo.br/j/qn/a/5V85VVGMFsqqCCe96F9rTjdK/?format=pdf](https://scielo.br/j/qn/a/5V85VVGMFsqqCCe96F9rTjdK/?format=pdf)
- CORTE, Temis Weber Furlanetto. **Desenvolvimento e avaliação da eficácia de emulsões cosméticas para xerose senil.** 2006. [Dissertação de Mestrado] – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- DUARTE, Paola Severo. **EMULSÕES ESTABILIZADAS POR CRISTAIS LÍQUIDOS.** 2020. Tese de Doutorado. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Disponível em: 51294.PDF
- ESPOSITO, R.; Cavasso, D.; Niccoli, M.; D’Errico, G. "Phase Inversion and Interfacial Layer Microstructure in Emulsions Stabilized by Glycosurfactant Mixtures." *Nanomaterials*, v. 11, n. 2, p. 331, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/nano11020331>. Acesso em: 13 dez. 2024.
- HOLANDA, Tatiana Moura Vasconcelos. **Caracterização físico-química, citotoxicidade e potencial bioativo das manteigas de bati (*Ouratea sp.*) e ucuuba (*Virola surinamensis*).** Orientador: Francisco Canindé de Sousa Junior. 2023. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2023. Disponível em; <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/53042>
- JERÔNIMO, Vanessa. **DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO CRISTAIS LÍQUIDOS UTILIZANDO ÓLEO DE AÇAÍ (*Euterpe oleracea*) E RESVERATROL PARA USO TÓPICO COMO RADIOPROTETOR.** Dissertação de mestrado, 2013. Disponível em: [https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10135/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O\\_DesenvolvimentoAvalia%c3%a7%c3%a3oEmuls%c3%b5es.pdf](https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/10135/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O_DesenvolvimentoAvalia%c3%a7%c3%a3oEmuls%c3%b5es.pdf)
- KARAM, T.K.; DALPOSSO, L.M.; CASA, D.M.; FREITAS, G.B.L. de. **Carqueja (*Baccharis trimera*): utilização terapêutica e biossíntese.** *Revista Brasileira de Plantas*



Medicinais, [S.L.], v. 15, n. 2, p. 280-286, 2013. FapUNIFESP (SciELO).  
<http://dx.doi.org/10.1590/s1516-05722013000200017>.

- LEONARDI, Gislaine e col. **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.** *Anais da Sociedade Brasileira de Dermatologia*, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0365-05962002000500006>. Acesso em: 20 out. 2024.
- LODEN, M. **The clinical benefit of moisturizers.** *Journal of the European Academy of Dermatology and Venereology*, v. 19, n. 6, p. 672–688, 2005. doi:10.1111/j.1468-3083.2005.01326.x. Acesso em: 20 out. 2024.
- LOHANI, A.; MISHRA, A.K.; VERMA, A. **Cosmeceutical potential of geranium and calendula essential oil: Determination of antioxidant activity and in vitro sun protection factor.** *J Cosmet Dermatol.*, v. 18, n. 2, p. 550-557, 2019. doi: 10.1111/jocd.12789. Epub 2018 Sep 24. PMID: 30251317. Acesso em: 20 out. 2024.
- MADISON, Kathi C. **Barrier function of the skin: la raison d'être of the epidermis.** *Journal of Investigative Dermatology*, v. 121, n. 2, p. 231-241, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1046/j.1523-1747.2003.12359.x>. Acesso em: 20 out. 2024.
- MORAIS, Gislane. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões O/A com cristais líquidos acrescidas de xantina para tratamento da hidrolipodistrofia ginóide (celulite).** Dissertação de mestrado, 2006. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-17012007-150546/publico/GilsaneGarciaMorais.pdf>. Acesso em: 20 out. 2024.
- MOURA, G. S. et al. **Atividade antimicrobiana e indutora de fitoalexinas do hidrolato de carqueja (*Baccharis trimera*).** *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*, v. 16, n. 2, p. 309–315, 2014. Disponível em: [https://doi.org/10.1590/1983-084X/10\\_121](https://doi.org/10.1590/1983-084X/10_121). Acesso em: 20 out. 2024.
- Mundo dos Óleos. **Manteiga de Ucuúba: Cicatrização e Hidratação para a pele.** 21 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://www.mundodosoleos.com/blogs/news/manteiga-de-ucuuba-cicatrizacao-e-hidratacao-para-pele>. Acesso em: 14 dez. 2021.
- OKUMA, C. H. **Desenvolvimento de emulsões com fase gel lamelar à base de óleo de calêndula (*Calendula officinalis*) e avaliação da atividade cicatricial em úlceras cutâneas de ratos.** Tese (Doutorado), 90 f., Faculdade de Ciências

Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2013.

Disponível em: [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-21062013-144232/publico/Tese\\_corrigida\\_simplificada.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/60/60137/tde-21062013-144232/publico/Tese_corrigida_simplificada.pdf). Acesso em: 20 out. 2024.

- PAROUL, N.; ROSA, R. L. D.; PIAZZA, S. P.; BERTELLA, T.; PUTON, B. M. S.; FALCÃO, L.; MISSÕES, U. R. I. **Composição química e atividade antioxidante de *Baccharis trimera* PERS e *Baccharis dracunculifolia* DC (Asteraceae).** *Rev Perspect.*, v. 40, p. 55-64, 2016. Disponível em: [https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151\\_583.pdf](https://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/151_583.pdf). Acesso em: 20 out. 2024.
- PAZ, Thaiana da Silva et al. **Ativos hidratantes e suas funções.** In: XX SEMINÁRIO INTERINSTITUCIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO, 2015. Disponível em: <https://home.unicruz.edu.br/seminario/anais/anais-2015/XX%20SEMIN%C3%81RIO%20INTERINSTITUCIONAL%202015%20-%20ANAIS/Graduacao/Graduacao%20-%20Resumo%20Expandido%20-%20Ciencias%20Biologicas%20e%20da%20Saude/ATIVOS%20HIDRATANTES%20E%20SUAS%20FUNCOES.pdf>. Acesso em: 17 out. 2024.
- SANTOS, O. D. H. dos; MIOTTO, J. V.; MORAIS, J. M. de; ROCHA-FILHO, P. A. da; OLIVEIRA, W. P. de. **Attainment of emulsions with liquid crystal from marigold oil using the required HLB method.** *Journal of Dispersion Science and Technology*, v. 26, n. 2, p. 243–249, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1081/DIS-200045610>.
- SILVA, Amanda. **Cristais líquidos aplicados à cosmetologia.** *Revista Cosmetics & Toiletries Brasil*, v. 27, n. 2, p. 52-58, 2020. Disponível em: <https://cosmetoguia.com.br/article/read/area/IND/id/222/#7>. Acesso em: 17 out. 2024.
- SILVA, F. A. M.; BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. **Métodos para avaliação do grau de oxidação lipídica e da capacidade antioxidante.** *Química Nova*, v. 22, n. 1, p. 94-103, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000100016>. Acesso em: 17 out. 2024.
- SOUZA, S. P. et al. **Óleo essencial de *Baccharis tridentata* Vahl: composição química, atividade antioxidante e fungitóxica, e caracterização morfológica das estruturas secretoras por microscopia eletrônica de varredura.** *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, Botucatu, v. 13, n. 4, p. 456-466, 2011. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-05722011000400011>. Acesso em: 20 out. 2024.
- TEIXEIRA, I. E. A.-Z.; GOMES, A. L. de S.; RODRIGUES JÚNIOR, L. F. .; ROCHA, C. B.; MOREIRA, R. F. A. **Evaluation of the chemical profile and antioxidant and toxicological potential of essential oils from *Baccharis trimera* samples sold in**

**sachets.** *Research, Society and Development*, [S. l.], v. 11, n. 10, p. e583111033270, 2022.

DOI: 10.33448/rsd-v11i10.33270. Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/33270>. Acesso em: 20 oct. 2024.