

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BIANCA MUNIZ SILVA DE SÁ

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO CRISTAIS
LÍQUIDOS À BASE DE ÓLEO DE ROSA MOSQUETA**

FRANCISCO BELTRÃO

2021

BIANCA MUNIZ SILVA DE SÁ

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO CRISTAIS
LÍQUIDOS À BASE DE ÓLEO DE ROSA MOSQUETA**

**Development and evaluation of emulsions containing liquid crystals based on
rosehip oil**

Trabalho de conclusão de curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Química da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Alexander Ramos Duarte

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Thalita Grando Rauen

Coorientador: Prof. Dr. Vilmar Steffen

FRANCISCO BELTRÃO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BIANCA MUNIZ SILVA DE SÁ

**DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE EMULSÕES CONTENDO CRISTAIS
LÍQUIDOS À BASE DE ÓLEO DE ROSA MOSQUETA**

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado como requisito para obtenção
do título de Bacharel em Engenharia Química da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR).

Data de aprovação: 10 de dezembro de 2021

Prof. Alexander Ramos Duarte, Dr
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof^a. Thalita Grando Rauen, Dr^a
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Prof. Vilmar Steffen, Dr
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

“A folha de aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso”

FRANCISCO BELTRÃO

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus, por ter me guiado, protegido e sustentado até o presente momento. Além de me dar forças para continuar e nunca desistir, superando os obstáculos e desafios que surgiram na minha vida.

Agradeço a minha família, por entender meus momentos de ausência. Principalmente, aos meus pais Érika e Allan por todo apoio e suporte que eu precisava durante a minha graduação.

Agradeço ao Gabriel, que sempre me ajudou e me apoiou a seguir meus sonhos e objetivos, me mostrando através de palavras encorajadoras.

Agradeço às minhas amigas: Andressa, Gabrielle, Suelen e Thamires, que foram minha família durante a faculdade, meu ombro para desabafos e conselhos, além das noites em claro estudando juntas. Sempre serei grata por tê-las conhecido e vivenciado momentos maravilhosos ao lado delas.

Agradeço a Aline, que considero minha colega de laboratório, que me auxiliou nos experimentos e testes deste trabalho.

Agradeço aos meus orientadores Prof. Dr. Alexsander e Prof. Dr. Vilmar, por todos os ensinamentos e reuniões que de alguma forma contribuiu para realização deste trabalho. E à minha orientadora Prof^a. Dr^a. Thalita, que me ajudou no desenvolvimento e no alinhamento das atividades práticas deste trabalho.

Agradeço a todos os professores do curso pelos ensinamentos e pela preocupação com a aprendizagem dos alunos.

Agradeço também a Croda do Brasil pelas amostras enviadas gratuitamente em prol dessa pesquisa e pelo atendimento e apoio durante a tratativa do envio das amostras.

Enfim, estendo meus agradecimentos a todos que de alguma forma participaram da minha trajetória universitária.

RESUMO

O interesse pelo conhecimento das alterações cutâneas provocadas pelo envelhecimento do indivíduo, exige estudos continuados e pesquisas multidisciplinares relacionadas à cosmetologia e áreas correlatas, a fim de aperfeiçoar técnicas e produtos com atividades rejuvenescedoras, hidratantes, foto protetoras e antioxidantes. Com o avanço da tecnologia e o aumento da população, novas necessidades têm sido associadas à função destes produtos, visando garantir o bem-estar e a beleza da pele. Diante desse cenário, as emulsões cosméticas hidratantes são extremamente importantes para a manutenção da saúde da pele. Dentre as emulsões existentes, destacam-se as emulsões contendo cristais líquidos. Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo desenvolver emulsões O/A contendo as fases líquido-cristalinas, avaliar essas estruturas por meio da microscopia, bem como estudar a estabilidade das emulsões que as possuem. Os experimentos foram realizados para duas amostras estudadas, a emulsão contendo óleo de Rosa Mosqueta, Crodafos CES® e água destilada (RMC) e a emulsão contendo os mesmos componentes mais o aditivo de silicone *PEG-12 Dimethicone* (RMCS). As formulações apresentaram fases líquido-cristalinas lamelares, sendo essa presença mais evidente na emulsão aditivada. As duas amostras se mantiveram estáveis durante todo o processo de centrifugação e a emulsão sem a aditivação apresentou maior resistência a temperatura. Além disso, ambas as emulsões exibiram caráter ácido durante os testes de pH. Os valores de viscosidade cinemática das emulsões com a aditivação (112,54; 89,60; 55,14; 190,06 mm² s⁻¹) no 1°, 7°, 15° e 30° dia, respectivamente, foram sempre superiores aos valores da emulsão sem a aditivação (55,67; 30,99; 49,71; 46,04 mm² s⁻¹). Com isso, foi determinado que as emulsões possuem fluxo não newtoniano com valores elevados de viscosidade devido a formação de cristais líquidos e conforme literatura apresentada a fase lamelar demonstra reologia pseudoplástica.

Palavras-chave: cristais líquidos; emulsões; óleo de rosa mosqueta; propriedades físico-químicas.

ABSTRACT

The interest in the knowledge of skin alterations caused by aging requires continuous studies and multidisciplinary research related to cosmetology and related areas, in order to improve techniques and products with rejuvenating, moisturizing, photo-protective and antioxidant activities. With the advance of technology and the increase in the population, new needs have been associated with the function of these products, aiming to ensure the well-being and beauty of the skin. In this scenario, moisturizing cosmetic emulsions are extremely important for the maintenance of skin health. Among the existing emulsions, the emulsions containing liquid crystals stand out. In this context, this work aimed to develop O/W emulsions containing liquid-crystalline phases, to evaluate these structures by microscopy, and to study the stability of emulsions that have them. The experiments were performed for two samples studied, the emulsion containing Rose Hip Oil, Crodafos CES[®] and distilled water (RMC) and the emulsion containing the same components plus the silicone additive *PEG-12 Dimethicone* (RMCS). The formulations showed lamellar liquid-crystalline phases, this presence being more evident in the additive emulsion. Both samples remained stable throughout the centrifugation process and the emulsion without the additive showed higher temperature resistance. Furthermore, both emulsions exhibited an acidic character during the pH tests. The kinematic viscosity values of the emulsions with the additivation (112.54; 89.60; 55.14; 190.06 mm² s⁻¹) at day 1st, 7th, 15th, and 30th, respectively, were always higher than the values of the emulsion without the additivation (55.67; 30.99; 49.71; 46.04 mm² s⁻¹). With this, it was determined that the emulsions have non-Newtonian flow with high viscosity values due to the formation of liquid crystals and according to the literature presented the lamellar phase demonstrates pseudoplastic rheology.

Keywords: liquid crystals; emulsions; rose hip oil; physicochemical properties.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ilustração mostrando as gotículas das emulsões do tipo O/A e A/O.....	14
Figura 2 – Processos físico-químicos que desestabilizam as emulsões	15
Figura 3 – Exemplos de moléculas de CLs termotrópicos. (a) molécula alongada (20 Å x 5 Å) (b) molécula em forma de disco	18
Figura 4 – Esquema ilustrativo do surgimento de cristais líquidos termotrópicos.	19
Figura 5 – Ilustração de moléculas anfifílicas solúveis em água com formação de micelas	20
Figura 6 – Representação esquemática das mesofases liotrópicas. (a) fase hexagonal, (b) fase lamelar, (c) fase cúbica	20
Figura 7 – Esquema ilustrativo das três camadas que compõem a pele e seus componentes celulares	25
Figura 8 - Representação microscópica das camadas da epiderme. (a) microscopia óptica; (b) microscopia eletrônica.....	25
Figura 9 – Esquema do diagrama ternário de fases e região de maior estabilidade das emulsões.....	31
Figura 10 – Emulsão com silicone (RMCS) e sem silicone (RMC).....	36
Figura 11 – Fotomicrografia das emulsões após vinte e quatro horas da manipulação	37
Figura 12 - Fotomicrografia das emulsões após 7 dias da manipulação.....	37
Figura 13 - Fotomicrografia das emulsões após 15 dias da manipulação.....	38
Figura 14 - Fotomicrografia das emulsões após 30 dias da manipulação.....	38
Figura 15 – Resultado da determinação do tipo de emulsão para a amostra RMC ..	39
Figura 16 – Resultado da determinação do tipo de emulsão para a amostra RMCS	40
Figura 17 – Ilustração das emulsões submetidas ao teste de estresse térmico. (a) antes do experimento, (b) após experimento na temperatura final de 80 °C	42
Gráfico 1 – Valores (triplicata) de pH obtidos para as emulsões RMC e RMCS em função do tempo.....	43
Gráfico 2 – Representação gráfica da viscosidade em função do tempo.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição das emulsões sem (RMC) ou com silicone (RMCS).....	32
Tabela 2 – Resultados dos testes de centrifugação das amostras RMC e RMCS....	40
Tabela 3 – Resultados dos testes de estresse térmico das emulsões RMC e RMCS	41
Tabela 4 – Valores (triplicata) de pH para as amostras RMC e RMCS.....	43
Tabela 5 – Valores (duplicata) do tempo de escoamento e viscosidade calculada das amostras estudadas	45

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos	12
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
3.1 Emulsões	13
3.1.1 Processos de instabilidade física e química de emulsões.....	15
3.2 Cristais líquidos	17
3.3 Óleos vegetais	21
3.3.1 Óleo de Rosa Mosqueta.....	22
3.4 Cosmetologia	23
3.4.1 Pele	24
3.4.2 Pele e Produtos Cosméticos	28
4 MATERIAIS E MÉTODOS	30
4.1 Desenvolvimento da emulsão	30
4.1.1 Obtenção da emulsão	30
4.1.2 Determinação das concentrações das fases oleosa/aquosa/tensoativos pelo diagrama ternário de fases.....	31
4.1.3 Incorporação do aditivo	31
4.2 Caracterização da emulsão	32
4.2.1 Análise macroscópica das emulsões	32
4.2.2 Análise microscópica das emulsões.....	32
4.2.3 Determinação do tipo de emulsão	33
4.3 Testes preliminares de estabilidade da emulsão	33
4.3.1 Teste de centrifugação.....	33
4.3.2 Estresse térmico.....	34
4.4 Determinação dos parâmetros físico-químicos	34

4.4.1 Determinação do pH	34
4.4.2 Determinação da viscosidade	35
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Desenvolvimento da emulsão	36
5.1.1 Obtenção da emulsão	36
5.2 Caracterização da emulsão	36
5.2.1 Análises macroscópica e microscópica das emulsões	37
5.2.2 Determinação do tipo de emulsão	39
5.2.3 Teste de centrifugação	40
5.2.4 Estresse térmico.....	41
5.3 Determinação dos parâmetros físico-químicos.....	43
5.3.1 Determinação do pH	43
5.3.2 Determinação da viscosidade	44
6 CONCLUSÃO	47
REFERÊNCIAS.....	48

1 INTRODUÇÃO

Os cristais líquidos (CLs) fazem parte da categoria dos fluidos complexos, que são fluidos com propriedades de auto organização. Estes são formados por fases distintas de estruturas condensadas, ou ainda, por um conjunto de moléculas que compreendem um fluido de formato anisotrópico, logo, apresentam propriedades sólidas e líquidas (BARROS; DINIZ; OLIVEIRA, 2018). Por este motivo, também podem ser chamados de mesofases. Além disso, possuem dois tipos de cristais líquidos: os liotrópicos, o qual se define pela adição de um solvente para sua formação e os termotrópicos que têm por característica a dependência da temperatura (FORMARIZ et al., 2005).

As pesquisas referentes aos cristais líquidos tiveram início em 1888, quando Friedrich Reinitzer, um fisiologista vegetal austríaco, encontrou dois pontos de fusão no material benzoato de colesterila, enquanto estudava a função do colesterol nas plantas. Então, Reinitzer notou que, com o aumento da temperatura dessa amostra sólida, ocorria uma transição de fase na qual o líquido encontrava-se turvo, e elevando a temperatura novamente, era observado um líquido transparente. Logo após, em 1889, o físico alemão Otto Lehmann analisando uma amostra enviada por Reinitzer, observou a fundição de substâncias como oleato de amônio e p-azoxi-fenetol ao passar por um estado intermediário onde o líquido era birrefringente. Com isso, Lehmann verificou o comportamento descrito semelhante ao de um cristal, portanto, denominou essa descoberta de cristal líquido (BECHTOLD, 2005).

O interesse no estudo de cristais líquidos tem aumentado durante as últimas décadas devido às suas propriedades diferenciadas, sendo esse decorrente de aspectos da física básica, química e até da biologia. Do ponto de vista acadêmico, pode-se destacar o estudo de transições de fase e forças intermoleculares (BECHTOLD, 2005). Na biologia, os cristais líquidos são muito importantes na matéria viva, por exemplo, o DNA, que se comporta como um líquido cristalino, além de serem utilizados como sistemas modelo para biomembranas. No universo tecnológico, os CLs são aplicados, comumente, em displays (LCDs), sensores e dispositivos eletroluminescentes, assim como em sabões e detergentes, lubrificantes, indústria de alimentos e na área de cosméticos (KUMAR, 2011).

Tendo em vista a interdisciplinaridade que abrange a pesquisa de cristais líquidos, a cosmetologia traz embutido o estudo de emulsões e fases cristalinas como possíveis sistemas de liberação de fármacos na superfície cutânea. Juntamente, o interesse do consumidor e o desenvolvimento de novas tecnologias cosmética e farmacêutica possibilitaram o surgimento de novos sistemas com características particulares e capazes de veicular ativos de maneira diferenciada de liberação otimizada com aplicação em diversas áreas. Dentre as emulsões cosméticas para o cuidado da pele, sobressaem-se as emulsões contendo cristais líquidos, emulsões múltiplas e as nanoemulsões. Os cristais líquidos correspondem uma terceira fase na emulsão, devido a impossibilidade de serem definidos como fase interna e externa. Sendo que, estes podem ser encontrados em diversas emulsões e são identificados com facilidade mediante análises microscópicas sob luz polarizada, posto sua propriedade de birrefringência (capacidade de originar raios refratados a partir de apenas um raio incidente) (ANDRADE, 2008).

Por definição, cremes hidratantes na forma de emulsão é uma dispersão coloidal de um líquido em outro, que na perspectiva termodinâmica é avaliada instável, já que não é formada espontaneamente, sendo necessária a adição de agentes surfactantes (tensoativos), a qual é um fenômeno comum de auto organização molecular para atingir a estabilidade (FORMARIZ et al., 2005). Ademais, é um sistema que, além de possuir duas fases imiscíveis, onde a fase dispersa é conhecida como fase interna ou descontínua e o meio dispersante como fase externa ou contínua, é sobretudo composto por no mínimo uma fase aquosa, oleosa e factante (YUKUYAMA et al., 2016).

A instabilidade das emulsões gera vários pontos negativos para o desempenho do produto. Assim, o formulador possui basicamente três principais desafios ao desenvolver emulsões: o primeiro, é obter sistemas dispersos estáveis; o segundo, é avaliar as características físicas e químicas do sistema; e o último, é avaliar a presença de cristais líquidos, o qual auxilia no efeito cosmético desejado e contribui para a estabilização da dispersão (ANDRADE, 2008). Nesse contexto, para estabelecer uma conexão entre cristais líquidos e emulsões, é fundamental uma apuração geral desses termos, levando em consideração suas propriedades físicas e químicas e seus benefícios. Para isso, neste trabalho foi desenvolvida uma emulsão contendo cristais líquidos, evidenciando sua fase líquido-cristalina.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Desenvolver e avaliar emulsões contendo cristais líquidos utilizando o óleo de Rosa Mosqueta e tensoativo aniônico à base de éster fosfórico, a partir do diagrama ternário de fases.

2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver e obter emulsões O/A através do método do diagrama ternário de fases;
- Identificar e analisar os tipos de estruturas líquido-cristalinas;
- Avaliar a função dos cristais líquidos na formulação;
- Avaliar a estabilidade e características físico-químicas das emulsões;
- Avaliar o comportamento reológico das formulações.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Emulsões

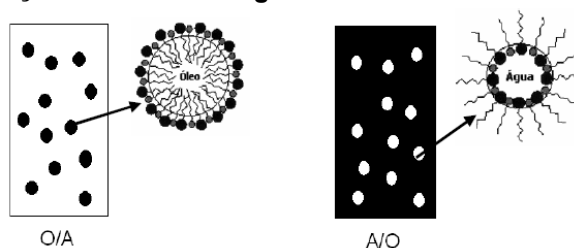
A palavra emulsão deriva o latim *emulgeo*, que significa mungir, aplicando-se de modo geral, a todas as preparações de aspecto leitoso com as características de um sistema disperso de duas fases líquidas. O emprego da forma emulsão como veículo para preparações de uso tópico deriva do primeiro “*cold cream*” criado por Galeno, sendo historicamente a forma mais antiga de aplicação cosmética. (MORAIS, 2006).

Emulsão trata-se de um sistema heterogêneo, termodinamicamente instável, formado por dois ou mais líquidos imiscíveis em que um se dispersa no outro no formato de pequenas gotículas ou glóbulos (COUTINHO et. al., 2018). Esses glóbulos, normalmente, possuem diâmetro de partícula variando aproximadamente entre 0,1 a 10 μm , ainda que não seja impossível encontrar preparações com diâmetro de partícula muito pequenos e muito grandes, por volta de 0,01 μm e 100 μm , respectivamente. Além disso, são dispersões coloidais formadas por uma fase interna, dispersa ou descontínua e por uma fase externa, contínua ou dispersante (ZANON, 2010).

Emulsões cosméticas (cremes e loções) são amplamente utilizadas para incorporação de ativos dermatológicos e cosméticos tanto em escala magistral quanto industrial (SOUZA et. al., 2013). Geralmente, são constituídas por uma fase aquosa, uma fase oleosa e uma fase factante, a qual se refere a um sistema adequado de emulsificantes a fim de manter as fases dispersas, e classificadas conforme a natureza da fase externa (MORAIS, 2006). Segundo a hidrofilia e lipofilia da fase dispersante, a emulsão pode ser classificada em: água em óleo (A/O), onde a água representa a fase dispersa sob a forma de pequenas gotículas na fase oleosa, e óleo em água (O/A), onde o óleo está disperso na fase aquosa da emulsão (DIAVÃO; GABRIEL, 2009) (Figura 1). Existem também emulsões múltiplas, que possuem uma estrutura mais complexa do que a das emulsões simples. Estas são classificadas em: água/óleo/água (A/O/A), que possuem gotas de água dispersas em gotículas de óleo, que por sua vez, estão dispersas em outra fase aquosa, denominada de fase aquosa externa, e óleo/água/óleo (O/A/O), as quais são criadas da mesma forma (PEREIRA; GARCIA-ROJAS, 2015). Entretanto, a emulsão do tipo óleo em água (O/A) é a mais

utilizada por possuir baixo conteúdo de óleos e ser mais agradável para aplicação tópica (ZANON, 2010).

Figura 1 – Ilustração mostrando as gotículas das emulsões do tipo O/A e A/O



Fonte: Oliveira (2008)

A instabilidade termodinâmica do sistema é causada pela elevada tensão interfacial entre os componentes da emulsão. Assim, agentes tensoativos são adicionados ao sistema para atingir a estabilidade cinética das emulsões, diminuindo a tensão interfacial entre o óleo e a água. E também, são capazes de formar uma película interfacial com características estéricas e eletrostáticas em volta dos glóbulos da fase dispersa (BOOCK, 2007). Os agentes tensoativos ou emulsificantes são moléculas anfifílicas, que possuem solubilidades diferentes quando estão no meio aquoso. As moléculas anfifílicas são constituídas por um grupo polar e hidrofílico, que tem afinidade pela água e por outros compostos polares. Na mesma molécula, possui um grupo apolar e hidrofóbico, o qual não tem afinidade pela água, porém é compatível com substâncias lipídicas (BENSON et al., 2019).

Normalmente, os tensoativos são classificados de acordo com as propriedades do grupo polar da molécula, como catiônicos, anfóteros, não-iônicos e os aniônicos, sendo os mais utilizados no preparo das emulsões. As principais características da utilização de tensoativos estão diretamente ligadas com a formação de agregados moleculares ou ainda, estruturas organizadas, denominadas de micelas (NÓBREGA et. al., 2007). Além disso, possuem um breve tempo de pré-formulação para estabelecer as porcentagens relativas dos componentes, simplificam a formulação, proporcionam estabilidade reológica por um longo período, sendo que alguns emulsionantes têm propriedades hidratantes mesmo na ausência de ativos hidratantes específicos (TOPAN, 2012).

A escolha das matérias-primas a serem usadas para formular uma emulsão é extremamente importante, sabendo que estas são responsáveis pela obtenção de características desejáveis em termos de consistência, estabilidade, hidratação e

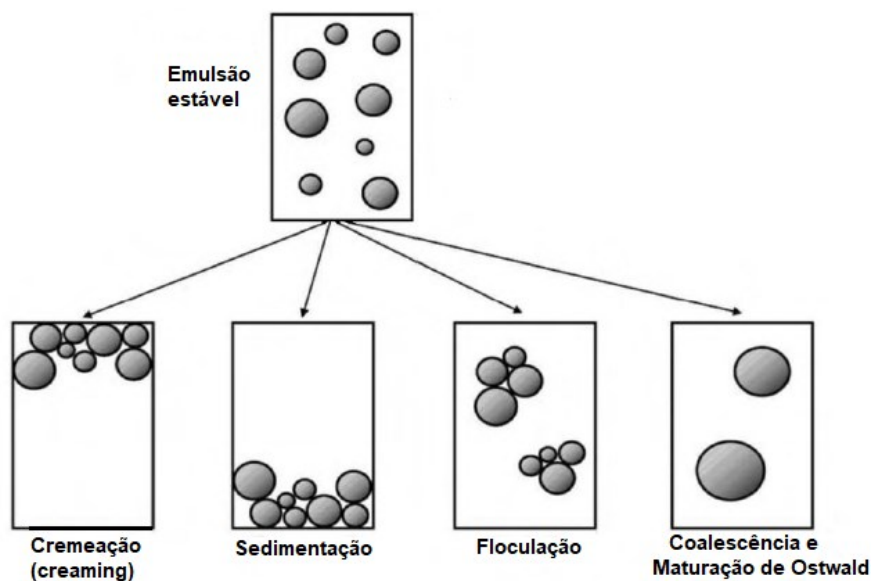
capacidade de aprimorar a estética da pele, entre outros. Todavia, também é essencial definir qual será a função e a aplicabilidade da formulação (UEOKA; MORAES, 2018).

3.1.1 Processos de instabilidade física e química de emulsões

A instabilidade física das emulsões ocorre através da separação de fases, que por sua vez, permite uma mudança significativa na aparência, consistência, redispersibilidade e no desempenho do produto cosmético. Tal instabilidade pode ser apresentada por meio de vários mecanismos, como a cremação, a sedimentação, a floculação ou a coalescência. Além do mais, pode resultar da instabilidade química da emulsão, como a alteração dos valores de pH, hidrólise de emulsificantes, contaminação microbiana e processos fotoquímicos. Pode ser causada ainda, pelo uso de embalagens inadequadas e inversão de fases provocada pela perda de água e decorrente variação da relação entre as fases dispersa e contínua (MORAIS, 2006).

Os principais processos físico-químicos que interferem na estabilidade cinética das emulsões estão apresentados na Figura 2.

Figura 2 – Processos físico-químicos que desestabilizam as emulsões



Fonte: Adaptado de McClements (2007)

O processo de cremação ou “*creaming*” e sedimentação ocorre pela separação gravitacional, ou seja, por ação da força da gravidade sobre as gotículas,

proveniente da diferença de densidade das gotas e da fase contínua. Quando as gotículas possuem densidades menores que a fase contínua, conseqüentemente, deslocam-se para cima, sendo este fenômeno conhecido como *cremeação*. No entanto, quando as gotas apresentam densidade maior que da fase contínua, logo, deslocam-se para baixo, denominando este outro fenômeno de *sedimentação*. Contudo, a maioria dos óleos comestíveis têm densidade menor que a água, o que faz a *cremeação* ter uma ocorrência muito maior que a *sedimentação* (BORRIN, 2015).

A *floculação* é o processo ocasionado pelas forças de atração de Van der Waals, onde ocorre a associação reversível das gotículas, mantendo a particularidade de cada uma. Este mecanismo gera a manutenção do filme interfacial sem *coalescência*, formando uma rede bidimensional e acarreta um aumento de viscosidade da emulsão. Logo, dependendo do aspecto final que se deseja para a formulação, este processo pode ser benéfico ou não (TOPAN, 2012; BORRIN, 2015).

O fenômeno da *coalescência* acontece mediante a aproximação de dois ou mais glóbulos com energia suficiente para associarem-se e formarem uma gota maior na fase dispersa. Esta união provoca a diminuição da área de contato entre as fases, podendo levar facilmente a formação da *cremeação* ou *sedimentação* e, conseqüentemente, à ruptura do filme interfacial. Apesar da *coalescência* resultar em mudanças microscópicas consideráveis na condição da fase dispersa, por exemplo no tamanho médio e distribuição das gotas, este mecanismo pode não gerar instantaneamente em uma modificação macroscópica visível do sistema. Entretanto, a separação de fases, que é um resultado do processo microscópico de *coalescência* da partícula, é macroscopicamente visível. E nesse caso, a gota perde sua singularidade e suas propriedades físicas e químicas da emulsão (ALMEIDA, 2012).

Além dos processos citados anteriormente, existe a *maturação* de Ostwald onde ocorre a difusão das gotas da fase dispersa para contínua, sem entrarem em contato umas com as outras. Diante disso, as gotas maiores absorvem as gotas menores, e então, aumentam seu tamanho. É considerado um fenômeno irreversível e depende da solubilidade dos componentes da fase dispersa em relação aos da fase contínua. Por este motivo, é difícil observar esse processo em emulsões do tipo O/A preparadas com óleos apolares, já que apresentam baixa solubilidade (PEREIRA; GARCIA-ROJAS, 2015).

Conforme as emulsões tornam-se instáveis, suas propriedades físico-químicas variam. No entanto, é possível verificar essas variâncias determinando o valor do pH, viscosidade, densidade, condutividade elétrica, umidade, tamanho da partícula, testes de centrifugação, granulometria, entre outros (ANVISA, 2004). A emulsão é considerada quimicamente estável quando mantém, dentro dos limites estabelecidos, a integridade química dos constituintes, ativos ou adjuvantes, considerados indispensáveis para a eficiência e segurança do produto (BOOCK, 2007).

3.2 Cristais líquidos

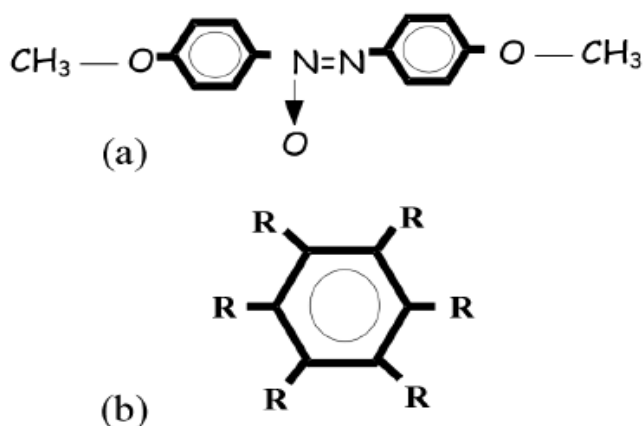
Os cristais líquidos são conhecidos desde 1889, quando Lehmann descreveu a presença de um estado intermediário na transformação térmica do sólido para o líquido. Em 1922, Friedel usou, a fim de definir este quarto estado da matéria, o termo “estado mesomórfico” (mesos = intermediário, morphé = forma). Logo, os cristais líquidos ou mesofases são substâncias encontradas no estado intermediário da matéria, entre o sólido cristalino e o líquido isotrópico (TOPAN, 2012). Além disso, denotam propriedades ópticas naturais do estado cristalino (anisotropia e birrefringência), bem como propriedades mecânicas derivadas do estado líquido (fluidez e tensão superficial). Essa fase condensada da matéria também apresenta anisotropia elétrica e magnética. As características da fase líquido-cristalina originam-se de interações de longo alcance entre os seus componentes e são as encarregadas pelo grau de ordem do sistema (MERLO; GALLARDO; TAYLOR, 2001).

Os átomos, moléculas ou complexos moleculares em um sólido apresentam uma ordem, no entanto, isso se torna incoerente em um líquido. Geralmente, a ordem nos sólidos é posicional e orientacional, uma vez que as moléculas são forçadas a ocupar posições específicas e a designar seus eixos moleculares em direções específicas. Em contrapartida, as moléculas nos líquidos se difundem de forma aleatória, com seus eixos moleculares girando e oscilando descontroladamente. As moléculas em todas as fases do cristal líquido, difundem-se como as moléculas de um líquido, porém, ao reproduzi-lo em laboratório é verificado algum grau de ordem orientacional flutuante e, também, pode-se encontrar alguma ordem posicional local. Já em comparação aos sólidos, o grau de ordem em um cristal líquido é normalmente muito pequeno, ainda que existam mesofases com uma ordem considerável. Assim

como em uma transição sólida para líquida, um sólido quando se transforma em cristal líquido perde a maior parte de sua ordem, e esse fato é evidenciado pelo valor do calor latente, em geral, sendo em torno de 250 J/g. No entanto, quando um cristal líquido se transforma em um líquido, o calor latente é inferior, por volta de 5 J/g (COLLINGS; GOODBY, 2019).

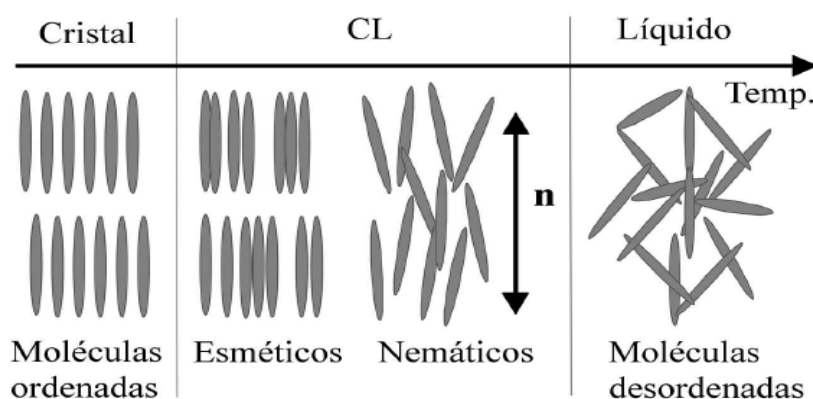
Os cristais líquidos são classificados em duas grandes categorias, os termotrópicos (CLT) e os liotrópicos (CLL). A classe termotrópica é formada por substâncias orgânicas e não há formação de agregados moleculares. Essas moléculas podem ter formato de bastão, sendo o mais comum, e de discos e arcos, entre outros (Figura 3). As diferentes estruturas e ordenamento local das moléculas dessa categoria ocorrem em função da temperatura, e em menor grau da pressão, que são parâmetros muito relevantes para transição de fase (FIGUEIREDO, 1992). Ou seja, o estado líquido-cristalino é formado através da quantidade de energia disponível para as moléculas se organizarem. Logo, os cristais líquidos se formam a uma determinada temperatura, e, conseqüentemente, são pouco estáveis. Nos termotrópicos existem duas classificações principais, os nemáticos cujas moléculas se organizam paralelamente e os esméticos cujas moléculas encontram-se em camadas (ANDRADE, 2008) e os colestéricos ou nemáticos quirais cujas moléculas possuem ordenamento helicoidal (ELY; HAMANAKA; MAMMANA, 2007). Normalmente, as aplicações são em displays, sensores de temperatura e pressão (TOPAN, 2012). Na Figura 4, é possível perceber que a temperatura aumenta o grau de desordem.

Figura 3 – Exemplos de moléculas de CLs termotrópicos. (a) molécula alongada (20 Å x 5 Å) (b) molécula em forma de disco



Fonte: Bechtold (2005)

Figura 4 – Esquema ilustrativo do surgimento de cristais líquidos termotrópicos.



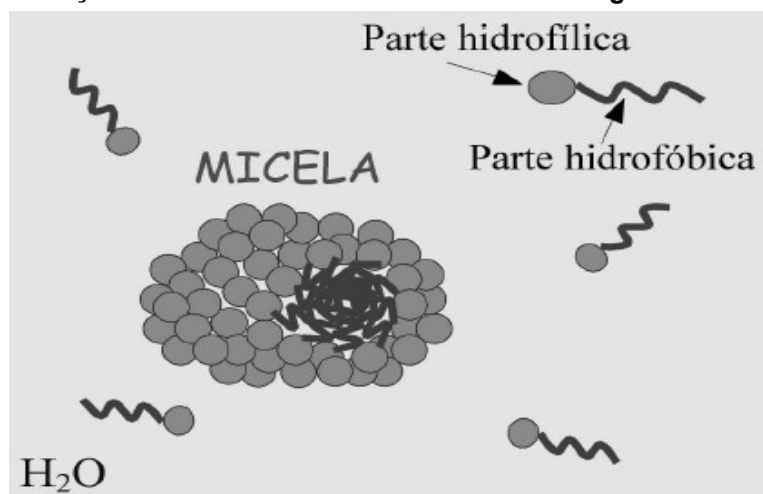
Fonte: Bechtold (2005)

Os cristais líquidos liotrópicos foram observados, em 1950, por Elliott e Ambrose, quando perceberam a formação de uma fase líquida birrefringente através de um experimento onde dissolvia-se poli- γ -benzil-L-glutamato (PBLG) em clorofórmio (BECHTOLD, 2005). A classe liotrópica é constituída por moléculas anfifílicas que são tratadas com solventes polares, geralmente, a água. A temperatura, pressão e, principalmente, as concentrações relativas dos componentes são parâmetros relevantes para a transição de fase. As moléculas anfifílicas são compostas por uma cabeça polar e hidrofílica (atração pela água) e uma cauda apolar e hidrofóbica (aversão à água). Quando essas moléculas são colocadas em contato com algum solvente (polar ou não), em concentrações maiores do que a concentração micelar crítica (cmc), são formados agregados moleculares. Estes agregados podem ter diferentes formas e quando sua anisotropia é pequena, são chamados de micelas, as quais são consideradas os blocos de construção dessa categoria de cristais líquidos (FIGUEIREDO, 1992) (Figura 5). E ainda, possuem alta capacidade de birrefringência, podendo ser observada por microscopia de luz polarizada (TOPAN, 2012). Dentre as mesofases liotrópicas, as consideradas mais importantes e comuns são: a lamelar ou “*neat phase*”, a hexagonal ou “*middle phase*”, a fase cúbica ou “*cubic phase*” (ANDRADE, 2008) (Figura 6).

A fase hexagonal (“*middle phase*”) normalmente exibe um centro lipofílico, isto é, que apresenta grande afinidade química por gorduras, cercado por uma camada interfacial de grupos polares hidratados. A fase cúbica (“*cubic phase*”) denota moléculas organizadas de forma esférica e em cubos. Em arranjos esféricos, a parte polar da molécula situa-se sobre a superfície e a parte apolar está dirigida para o centro da esfera. Através da interação das regiões polares com a água, origina-se o

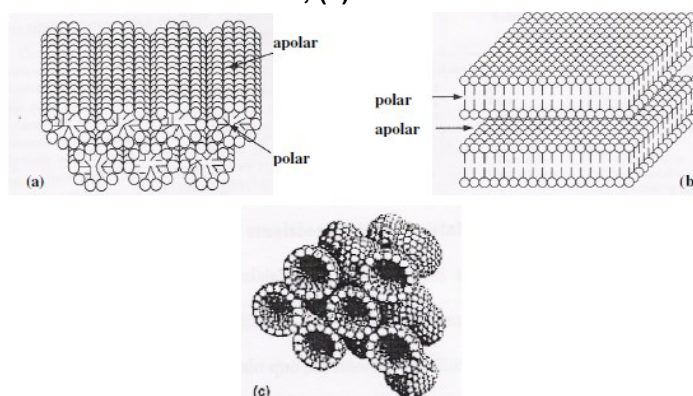
arranjo cúbico, que por sua vez, é uma estrutura opticamente isotrópica. A fase lamelar (“neat phase”) consiste em camadas duplas de tensoativos com os grupos polares adentrando-se nas camadas aquosas. Logo, as bicamadas são separadas por camadas de água e as cadeias carbônicas estão no estado líquido. Um aspecto evidente desta fase é a sua fluidez relativa, apesar da alta concentração de tensoativos, desse modo, as lamelas conseguem deslizar facilmente umas sobre as outras. Com a adição de água de forma excessiva, o espaço interlamelar é ampliado e provavelmente pode resultar em uma fase cúbica (MORAIS, 2006).

Figura 5 – Ilustração de moléculas anfifílicas solúveis em água com formação de micelas



Fonte: Bechtold (2005)

Figura 6 – Representação esquemática das mesofases liotrópicas. (a) fase hexagonal, (b) fase lamelar, (c) fase cúbica



Fonte: Lochhead (1994) e Tyle (1989)

Os cristais líquidos são substâncias anisotrópicas (exceto a fase cúbica) e birrefringentes, o que permite serem observados facilmente através de um microscópio óptico de luz polarizada. Há também outras técnicas para a identificação

de estruturas líquido-cristalinas, como a difração de raios-X de baixo ângulo, ressonância magnética nuclear, calorimetria e reologia (BOOCK, 2007; TOPAN, 2012).

Diante de várias vantagens apresentadas na literatura, Pereira (2015) cita o emprego de cristais líquidos como sistemas *drug delivery*, pois oferecem muitos benefícios à formulação. Tal como, o aumento da estabilidade de emulsões, reduzindo a coalescência e alterando a viscosidade das dispersões, promoção de liberação controlada de substâncias ativas, proteção de fármacos contra degradação térmica ou fotodegradação, sendo utilizados como excipientes a fim de proteger óleos, vitaminas e antioxidantes, promoção do aumento da retenção de água no estrato córneo, propiciando o aumento da hidratação cutânea e, possuem capacidade de provocar mudanças estruturais do estrato córneo, o que facilita a difusão dos ativos veiculados.

3.3 Óleos vegetais

Os elementos naturais como óleos derivados de plantas e animais têm sido amplamente utilizados em cosméticos. Durante muito tempo, óleos vegetais foram empregados em produtos para a pele, com base na crença de que a aparência, bem como a elasticidade e função barreira do órgão cutâneo possam ser controlados por estes. Esse pressuposto foi validado e aceito em meados do século XX, quando foi evidenciado que para a saúde da pele era imprescindível a presença e retenção de água na epiderme (MORAIS, 2006).

Os óleos vegetais são substâncias com propriedades emolientes, que mantêm a suavidade, a lisura e flexibilidade da pele, protegendo-a do ressecamento e irritação, além de formar uma barreira que evita a perda excessiva de água. Os mecanismos existentes de hidratação cutânea são: oclusão, umectação e estabilização dos lipídios intercelulares organizados em fase líquido-cristalina lamelar. Os óleos ou produtos que podem atuar conforme esses mecanismos, certamente, apresentam hidratação duradoura. A inclusão de emolientes de origem vegetal como constituintes de uso tópico confere efeitos de reposição e proteção da matriz lipídica da pele. Além disso, estes colaboram no tratamento tópico de algumas dermatoses tais como, psoríase e dermatite atópica ocasionadas pelo mal funcionamento da

barreira cutânea (BOOCK, 2007). São também um dos componentes mais utilizados nas emulsões cosméticas, pois possuem baixa viscosidade e baixo peso molecular, tornando-os menos oclusivos que os óleos minerais, logo, permitem certa permeação de água para dentro da barreira da fase oleosa, oferecendo boa penetração cutânea e capacidade de liberar ativos (ANDRADE, 2008).

Óleos e gorduras vegetais são extraídos de partes das plantas como as oleaginosas (sementes que possuem grande quantidade de óleo) ou, menos comum, de outras partes, como os frutos (ALMEIDA, 2019). Ambos são constituídos por triglicerídeos resultantes da esterificação de três moléculas de ácido graxo e uma de glicerol. Os ácidos graxos podem ser saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados, tendo em vista que quanto maior o número de insaturações menor será o ponto de fusão do composto. Dessa forma, as moléculas são líquidas à temperatura ambiente, quando estas denotam muitas insaturações, assim, os ácidos graxos insaturados são abundantes em óleos. Por outro lado, as gorduras são ricas em ácidos graxos saturados, logo, encontram-se sólidas à temperatura ambiente (ARANHA et al., 2018).

Os triglicerídeos e ácidos graxos correspondem a maior parte da composição dos óleos vegetais, e também, equivalem a porção saponificável destes. Já em menores partes, representando a porção insaponificável e apresentando vários perfis de polaridade, situam-se os compostos minoritários como fitoesteróis, tocoferóis, polifenóis, carotenoides, terpenos, glicolipídios, fosfolípidos, pigmentos e substâncias aromáticas voláteis (ALMEIDA, 2019).

As aplicações de óleos vegetais não se limitam apenas em formulações cosméticas, pois são utilizados, em torno de 80%, na indústria de alimentos através de óleos de salada, óleos de fritura, margarinas, maionese, biscoitos e diversos outros alimentos. Além de serem consumidos no ramo alimentício, esses óleos são aproveitados na indústria farmacêutica, medicinal, como lubrificantes e na produção de biodiesel e obtenção de materiais poliméricos como fonte de bioenergia renovável (HOMRICH, 2018).

3.3.1 Óleo de Rosa Mosqueta

A *Rosa englanteria* L., conhecida como Rosa Mosqueta, é uma espécie vegetal europeia que pertence à família das rosáceas (SANTANA et al., 2016) e

crece nas Cordilheiras dos Andes no Chile (JANG et al., 1996). O óleo é extraído da semente contida no fruto que a planta produz, sendo amplamente aplicados nas indústrias de cosméticos, farmacêuticas e de alimentos (SANTANA, 2015).

As sementes da Rosa Mosqueta contêm um pouco menos de 10% (m/m) de óleo, o qual é composto, em sua maioria, por ácidos graxos insaturados (linoleico e oleico). Além disso, este emoliente possui valores significativos de ácido trans-retinóico, sendo este responsável por auxiliar na regeneração da pele após cicatrização, por isso, é normalmente utilizado em cosméticos e em clínicas médicas na forma de cremes, loções e até mesmo na sua forma natural (SANTANA, 2015; SANTANA et al., 2016).

Além da regeneração cutânea, o óleo de Rosa Mosqueta oferece outros benefícios como função bactericida, fungicida, anti-inflamatória (SANTANA, 2015), antisséptica, auxilia na manutenção da hidratação da pele e na regulação da secreção da glândula sebácea, alta capacidade de retenção de umidade, nutrição e rejuvenescimento do tecido cutâneo, (NAKAGAMI; PINTO, 2020). Possui também propriedades que reduzem o risco de doenças cardiovasculares e cancerígenas (MEDVECKIENE et al., 2020).

3.4 Cosmetologia

A Cosmetologia pode ser definida como sendo a ciência que estuda os cosméticos, desde a geração de conceitos até suas aplicações, bem como seus efeitos e propriedades das matérias-primas e seus ativos. Essa área abrange tanto a elaboração de novos produtos quanto o desenvolvimento e análise dos mesmos, além do aperfeiçoamento de formulações, pesquisa de novas tecnologias, etc. Por isso, é considerada uma atividade multidisciplinar contendo conhecimentos de física, química, biologia e algumas áreas humanísticas (RIBEIRO, 2012).

Segundo Bhagyashri e Lalitkumar (2018), a cosmetologia compreende-se pela alteração da aparência e modificação da beleza. Por este motivo, essa ciência está direcionada a trabalhar com beleza, correção e preservação. No entanto, não tem finalidade curativa ou de tratamento, pois não se trata de um medicamento, mas sim de prevenção e melhoria de alterações inestéticas (RIBEIRO, 2012).

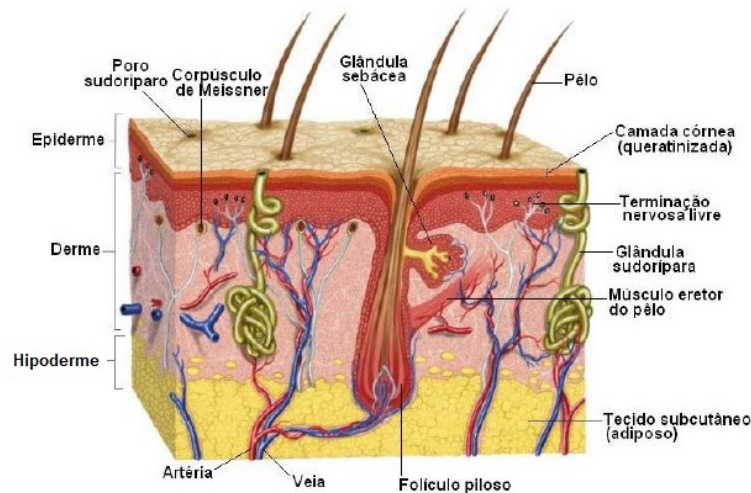
Contudo, há também a cosmetologia clínica que envolve a passagem de componentes ativos pela pele, provocando a alteração da fisiologia da área. Os serviços provenientes da cosmetologia clínica são classificados em quatro campos. O primeiro é a dermatologia, o qual é um ramo da medicina que lida com a pele, sua estrutura, funções e doenças. A tricologia, a qual é uma subárea da dermatologia que trata da saúde dos cabelos e do couro cabeludo. A cirurgia estética que se dispõe de procedimentos, técnicas e princípios estéticos os quais visam melhorar a aparência do paciente. E por fim, a cirurgia plástica que consiste na reconstrução de defeitos faciais e corporais devido à distúrbios do nascimento, traumas, queimaduras e doenças (BHAGYASHRI; LALITKUMAR, 2018).

3.4.1 Pele

A pele é o órgão mais extenso do corpo humano, cobrindo quase a totalidade da superfície corporal (NASCIMENTO et al., 2012). Sua extensão compreende cerca de 15 a 20% do seu peso total, contendo uma área superficial que varia de 0,2 m² no nascimento até 1,8-2,5 m² quando adulto e uma espessura de 1,5 a 4 mm (SOUSA, 2018). Apresenta constituição complexa, incluindo vários tipos celulares, e por isso, desfruta de múltiplas funções consideradas vitais para o ser humano, tais como termorregulação, percepção sensorial, excreção e absorção, participação na síntese de vitamina D, proteção a desidratação, além de atuar como barreira para bactérias e diversas doenças (proteção imunológica) (OLIVEIRA; TORQUETTI; NASCIMENTO, 2020; SOUSA, 2018).

A pele humana é constituída por duas principais camadas estruturais: a epiderme, responsável por regular a passagem de substâncias químicas e agentes infecciosos para derme; e a derme, que fornece suporte nutricional e estrutural ao sistema vascular da pele. Alguns autores referem-se à tela subcutânea como uma terceira camada mais profunda da pele e a chamam de hipoderme, que tem como funções o isolamento do calor, amortecimento de golpes e serve como depósito de calorías (SANT'ANNA et al., 2003; SOUSA, 2018) (Figura 7).

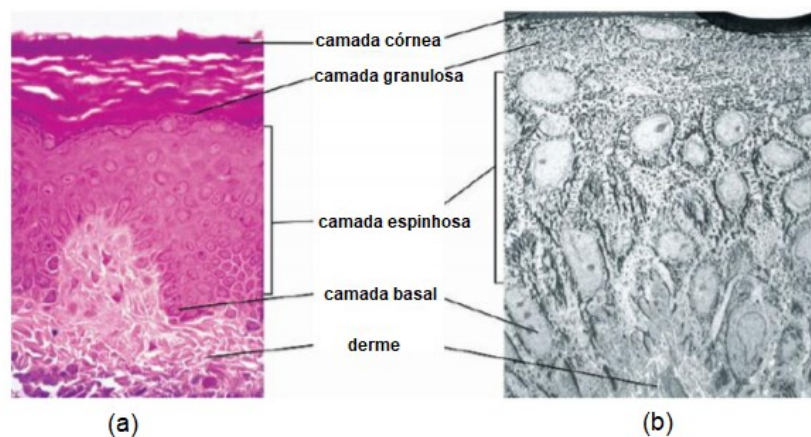
Figura 7 – Esquema ilustrativo das três camadas que compõem a pele e seus componentes celulares



Fonte: Adaptado de Natura (2009)

A epiderme é a camada mais externa da pele, formada por tecido epitelial estratificado pavimentoso queratinizado (VITRAL, 2017). É considerada muito importante para a cosmetologia, pois essa camada traz à pele propriedades de textura, umidade e ainda contribui para a sua cor (ANDRADE, 2017). Existem vários tipos de células que compõem a epiderme, sendo que estas estão dispostas em cinco camadas distintas, as quais, do interior para o exterior são: camada basal, espinhosa, granulosa, lúcida e a córnea (SIQUEIRA, 2017) (Figura 8).

Figura 8 - Representação microscópica das camadas da epiderme. (a) microscopia óptica; (b) microscopia eletrônica



Fonte: Adaptado de Hunter (2002)

A camada basal, também conhecida como estrato germinativo, é a camada mais profunda, delimitando-se com a derme (VITRAL, 2017). É composta por uma

única fileira de queratinócitos que se multiplicam e parte se desprende e migra para a superfície, originando todas as outras camadas (BERNARDO; SANTOS; SILVA, 2019). A espinhosa é constituída por células provenientes da camada basal. Essas células possuem feixes de filamentos compostos por queratina (VITRAL, 2017). Já a camada granulosa é composta por células achatadas e empilhadas em camadas de três a cinco células ao longo de suas espessuras. Seu nome faz referência aos grânulos de querato hialina, que se encontram no citoplasma dessas células (RIBEIRO; MEJIA, 2014). É nessa camada que ocorre a síntese das proteínas envolvidas no processo de queratinização. A camada lúcida é constituída de células achatadas queratinizadas e apresenta espessura variada em diferentes regiões do corpo. Além disso, esta camada é mais observada na pele sem folículos pilosos, ou seja, apenas na pele da palma da mão e planta do pé (VITRAL, 2017). Enquanto a camada córnea, segundo Bérard (2006), além de ser considerada a barreira física da pele, esta é a mais superficial da epiderme, logo, possui contato direto com o meio exterior e exerce função fundamental na defesa da pele contra agressões. É formada de fragmentos de queratinócitos cimentados por diversos tipos de queratina e lipídeos, o que permite manter as células epidérmicas hidratadas (RIBEIRO; MEJIA, 2014).

Embora os queratinócitos sejam as células mais abundantes da epiderme, existem outros tipos que são essenciais nessa camada da pele, como as células de Langerhans (responsáveis pelas respostas imunológicas), células de Merkel (constituem o sistema nervoso sensorial da pele) (OLIVEIRA; TORQUETTI; NASCIMENTO, 2020), os melanócitos (promotor de grânulos de pigmentos chamados melanossomos contendo melanina que preserva a pele contra radiação ultravioleta e traz coloração à pele), bem como leucócitos e linfócitos (SOUSA, 2018).

A derme, por sua vez, está localizada abaixo da epiderme e acima da hipoderme. Seu tamanho é cerca de 15-40 vezes maior, comparada à epiderme (SOUSA, 2018). Essa segunda camada da pele é formada por tecido conjuntivo, basicamente constituído por água e matriz extracelular (MEC – composta por fibras de colágeno e elastina) (ANDRADE; DUZZI; FALDONI, 2018). Promove a sustentação da epiderme, confere à pele resistência, elasticidade, assim como o transporte de nutrientes e o espalhamento de células de defesa pelo corpo (VITRAL, 2017). Além disso, a união entre a epiderme e a derme, denominada de junção dermo-epidérmica (JDE), é feita por intermédio de uma lâmina, a qual é sintetizada pela camada basal e

tem a finalidade de atuar como uma barreira e filtro de nutrientes entre as camadas (ANDRADE, 2017; BERNARDO; SANTOS; SILVA, 2019).

A derme é subdividida em três regiões: região superficial, mais conhecida como papilar, que é ligada a epiderme e formada por tecido conjuntivo frouxo, repleta de feixes de fibras colagenosas onduladas e arranjadas na horizontal, porta pequenos vasos linfáticos e sanguíneos, terminações nervosas, colágeno e elastina, corpúsculo de meissner, e possui o encargo de favorecer nutrientes; a região profunda ou reticular, a qual é feita de tecido conjuntivo denso não modelado, constituído por fibras de colágeno mais espessas em distribuições horizontais, gerada pela base dos folículos pilosos, glândulas, vasos linfáticos e sanguíneos, terminações nervosas, colágeno e elastina, e é responsável por fornecer oxigênio e nutrientes para a pele; e a terceira região é a adventricial, composta por feixes colagenosos mais finos e cercada por folículos pilossebáceos, glândulas e vasos, além de dispor de anexos cutâneos como glândulas sebáceas e sudoríparas, pelos e unhas (BERNARDO; SANTOS; SILVA, 2019).

Com isso, é possível identificar que as principais células dessa camada são os fibroblastos, justamente por serem produtores do colágeno, fibras e de uma substância gelatinosa chamada de amorfa ou fundamental, na qual os componentes dérmicos estão imersos. A substância fundamental é constituída de glicosaminoglicanos, ácido hialurônico, sulfato de dermatan ou condroitino sulfato B, sulfato de heparana, sulfato de condroitina e sulfato de queranato, e tem a função de permitir a adesão de vários elementos do meio extracelular (SOUSA, 2018).

Por fim, a última e mais profunda camada é a hipoderme. Essa camada subcutânea é composta principalmente por adipócitos (rede de células de gordura) e proporciona a união da derme aos órgãos subjacentes, músculos e ossos (MELLO, 2018). E, se comparada com a derme, apresenta vasos sanguíneos e fibras nervosas mais largas (FONSECA, 2019) e alguns tipos de colágeno (GHELLERE; BRANDÃO, 2020). O tecido adiposo confere proteção mecânica, redução do impacto de choques ao órgão cutâneo, isolamento térmico e modela a superfície corpórea (CUNHA M.; CUNHA A.; MACHADO, 2014). Além do mais, essa camada não deve ser considerada apenas como um depósito de lipídeos, pois exerce funções metabólicas e endócrinas complexas. Os produtos liberados são capazes de contribuir para a regulação da

produção hepática de insulina, alteração no desacoplamento de proteína 3 expressa no músculo esquelético, dentre outras atividades (SOUSA, 2018).

3.4.2 Pele e Produtos Cosméticos

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define cosméticos, produtos de higiene pessoal e perfumes, como preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, com a utilização exclusiva para limpeza, perfumaria, alteração da aparência, correção de odores corporais, proteção ou manutenção de seu bom estado (BRASIL, 2005).

Considerando todas essas aplicações, os produtos cosméticos são amplamente usados no dia a dia da população. Atualmente, a aparência é fundamental em todos os aspectos, submetendo as pessoas a melhoria constante de sua apresentação pessoal. Ou seja, no cotidiano é muito comum o uso de tais produtos, como creme dental, xampu e condicionador, sabonete, desodorante, espuma de barbear, protetor solar, repelente de insetos, maquiagem, demaquilante, hidratante corporal e facial, entre outros (GOMES, 2019).

Para manter um bom funcionamento da pele, é essencial garantir sua limpeza e hidratação. A limpeza contribui na remoção de componentes externos, secreções cutâneas naturais e micro-organismos. Por outro lado, a hidratação cutânea tem o principal objetivo de assegurar o conteúdo de água na epiderme e certificar que a barreira epidérmica permaneça intacta (ALVES, 2018). No entanto, mesmo com esses cuidados, existem fatores intrínsecos e extrínsecos como a estrutura e função da pele, doenças (diabetes, doenças renais, etc.) e condições ambientais (baixa umidade e/ou baixa temperatura), que podem favorecer o surgimento de pele com características e aspecto de seca. Desse modo, recomenda-se o uso de produtos hidratantes para o restabelecimento das propriedades hídricas do estrato córneo e manutenção da homeostasia da barreira epidérmica, com o intuito de conservar o funcionamento dos processos fisiológicos da pele e a qualidade de vida dos indivíduos (RODRIGUES, 2016).

Produtos cosméticos hidratantes são normalmente desenvolvidos através de formulações cosméticas denominadas de emulsões. Para a aceitação da fórmula, os

produtos devem apresentar aparência atraente sem perder suas características durante o armazenamento, promover sensorial agradável na aplicação, e principalmente, oferecer os efeitos indicados e de longa duração às propriedades cutâneas (ANDRADE, 2008). Em contrapartida, se o consumidor não sentir bem-estar ao aplicar o produto, raramente o usará por mais tempo, o que dificultará sua percepção referente aos efeitos benéficos do cosmético. Por esse motivo, a receptividade dos cremes emulsificantes pelo consumidor depende, certamente, da eficácia e do sensorial do produto cosmético (PRESTES et al., 2009).

Assim como outros produtos da área da saúde, as formulações cosméticas podem gerar riscos na sua utilização e acarretar várias reações, como irritação (ardência, coceira e até destruição do tecido), sensibilização (alergia envolvendo a resposta imunológica imediata ou tardia), dores e desconfortos, e até mesmo efeito sistêmico (quando os produtos alcançam a circulação sanguínea e se distribuem por todo o organismo). Portanto, é de extrema importância controlar a toxicidade do produto final e de seus ingredientes antes de serem liberados no mercado (SOUSA, 2018).

Para o controle, segurança e qualidade dos produtos cosméticos, foi elaborado por profissionais da Anvisa o Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. É uma ferramenta indispensável para orientação quanto ao desenvolvimento eficaz de cosméticos, e para direcionar a avaliação dos órgãos governamentais, concedendo proteção e promovendo saúde à população de consumidores (ANVISA, 2004).

Por todas as características e informações aqui apresentadas, é visível que os cosméticos se tornam cada vez mais importantes e consumidos diariamente no mundo todo. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos (ABIHPEC), em 2017, no ranking mundial de consumo desses produtos, o Brasil ocupava a quarta posição, estando somente atrás de Estados Unidos, China e Japão (ABIHPEC, 2018).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste em uma pesquisa explicativa quanto aos objetivos propostos, utilizando técnicas experimentais para análise dos dados. E todos os procedimentos foram desenvolvidos nos laboratórios da Coordenação de Estação Experimental (COEXP) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) *Campus* Francisco Beltrão.

4.1 Desenvolvimento da emulsão

Foram preparadas duas amostras de 350 g: a RMC, emulsão formulada com óleo, água e tensoativo; e a RMCS, emulsão formulada com óleo, água, tensoativo e aditivo.

4.1.1 Obtenção da emulsão

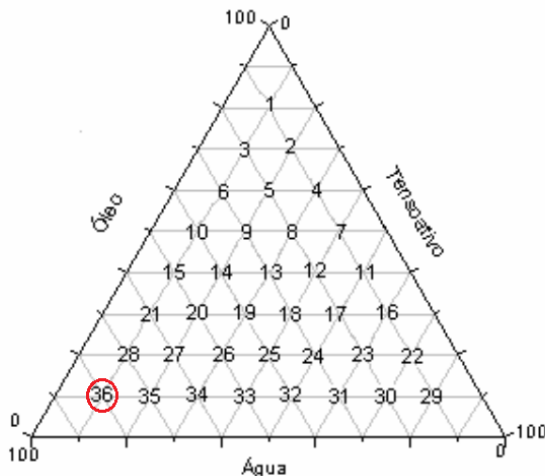
As emulsões foram obtidas pelo método de EPI (*Emulsion Phase Inversion*). A fase aquosa, constituída de água recém destilada, foi aquecida até 75 ± 2 °C. E a fase oleosa, constituída de óleo de Rosa Mosqueta Herbarium 98 % e Lexun's 100 % puro anteriormente homogeneizados e tensoativo (Crodafos CES[®]), também foi aquecida a mesma temperatura para fusão e homogeneização do composto. Em seguida, verteu-se a fase aquosa sobre a oleosa mantendo as emulsões sob agitação constante (agitador mecânico QUIMIS[®]) a 600 rpm até que atingissem a temperatura ambiente de 25 ± 2 °C.

O Crodafos CES[®] ou Álcool Cetearílico (e) Dicetil Fosfato (e) Ceteth-10-Fosfato é uma cera emulsificante aniônica à base de fosfato que consiste em ésteres complexos de ácidos fosfórico e álcool cetearílico. Em sistemas (O/A), produz emulsões muito estáveis, promovendo a liberação rápida e simultânea do ativo, bem como a entrega localizada na pele (informe técnico – CRODA DO BRASIL).

4.1.2 Determinação das concentrações das fases oleosa/aquosa/tensoativos pelo diagrama ternário de fases

As emulsões foram preparadas utilizando o método do diagrama ternário apresentado no trabalho de Andrade (2008). O diagrama é formado por um triângulo equilátero, no qual seus três vértices representam a 100 % dos três componentes (óleo, água e tensoativo). No início, foi construído variando as concentrações de 10 em 10 %, dessa forma, obtendo-se emulsões O/A apenas a região de maior concentração de água para cada sistema proposto. Depois de delimitar as regiões onde obteve-se emulsões com características desejáveis, o diagrama foi repetido na região de estabilidade, no entanto, variando-se de 5 em 5 % as concentrações dos componentes das emulsões. Partindo deste pressuposto, foi utilizada a relação de proporção que corresponde a 80 % de água, 10 % de óleo e 10 % de tensoativo, como mostra a Figura 9.

Figura 9 – Esquema do diagrama ternário de fases e região de maior estabilidade das emulsões



Fonte: Adaptado de Andrade (2008)

4.1.3 Incorporação do aditivo

Como aditivo, utilizou-se o derivado de silicone *Fluid 193* que corresponde a um copolímero de silicone glicol (INCI: *PEG-12 Dimethicone*). Este atua como agente emulsificante e umectante, além de reduzir a tensão superficial e ser um bom formador de espuma (informe técnico – SABÃO E GLICERINA).

O silicone foi incorporado no sistema emulsionado de acordo com suas propriedades de solubilidade. Logo, adicionou-se o aditivo à fase aquosa e a sua massa foi descontada da água, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1 – Composição das emulsões sem (RMC) ou com silicone (RMCS)

Amostras	Óleo de Rosa Mosqueta (%)	Crodafos CES (%)	PEG-12 Dimethicone (%)	Água recém destilada (%)
RMC	10	10	0	80
RMCS	10	10	1	79

Fonte: Autoria própria (2021)

4.2 Caracterização da emulsão

A caracterização da emulsão se deu através das análises macroscópicas e microscópicas realizadas no 1º, 7º, 15º e 30º dia após a preparação da formulação, bem como a determinação do tipo de emulsão obtida.

4.2.1 Análise macroscópica das emulsões

Após vinte e quatro horas do preparo das emulsões acondicionadas em béqueres fechados com papel filme, foi realizada a análise macroscópica (estabilidade intrínseca) (ROLAND et al., 2003), onde foram observadas características organolépticas e homogeneidade das amostras, identificando possíveis processos de instabilidade de acordo com Ferrari et al. (2003). Sendo que, as formulações macroscopicamente estáveis foram submetidas a análise microscópica e aos testes preliminares de estabilidade.

4.2.2 Análise microscópica das emulsões

Em uma lâmina coberta com lamínula, foi adicionada uma fina camada de cada emulsão para ser analisada microscopicamente sob luz normal (Microscópio Leica). Com isso, avaliou-se a homogeneidade da dispersão, bem como a presença de anisotropia. Apenas as emulsões com anisotropia foram selecionadas para dar

continuidade aos estudos. Para a caracterização do tipo de fase líquido-cristalina, foi utilizado o aspecto microscópico das estruturas anisotrópicas (TYLE, 1989).

4.2.3 Determinação do tipo de emulsão

O tipo de emulsão (A/O ou O/A) foi determinado utilizando o teste de diluição que avalia a solubilidade da fase externa da emulsão em dois solventes, água ou óleo mineral (DAVIS, 1977; PRISTA et al., 1996). Dessa forma, adicionou-se 3 g (Balança eletrônica – Bioprecisa FA2104N) de cada emulsão em um béquer de vidro contendo 7 mL de água destilada. As amostras foram homogeneizadas com o auxílio de um bastão de vidro e o seu aspecto avaliado (MASSARO et al., 2003).

Para classificação do tipo de emulsão, foram utilizados dois critérios: a emulsão O/A é caracterizada quando a mistura se apresenta com aspecto homogêneo; e a emulsão A/O é caracterizada quando a mistura se apresenta com aspecto não homogêneo, ou seja, com aparência de mistura coagulada.

A fim de confirmar os resultados, foi realizada uma contra prova adicionando-se 3 g de cada emulsão em 7 mL de vaselina líquida. As amostras também foram homogeneizadas e o seu aspecto foi avaliado seguindo os critérios de classificação de maneira oposta em relação aos apresentados acima. Sendo que, todos esses testes foram feitos em triplicata.

4.3 Testes preliminares de estabilidade da emulsão

As emulsões que se mantiveram macroscopicamente estáveis, após o período de vinte e quatro horas de sua preparação, foram submetidas aos testes preliminares de estabilidade: centrifugação e estresse térmico. Os testes foram repetidos também no 7º, 15º e 30º dia após a obtenção da formulação.

4.3.1 Teste de centrifugação

Foram pesados 5 g de cada emulsão em tubos de ensaio cônico graduado para centrífuga. Posteriormente, estes foram levados ao ensaio da centrifugação

(Centrífuga – Logen MTD III PLUS) realizado em triplicada, sendo submetidos a ciclos de 1000, 2500 e 3500 rpm com duração de 15 minutos em cada rotação à temperatura ambiente (RIBEIRO et al., 1996). Após o término de cada rotação, as amostras foram analisadas e classificadas conforme nomenclatura abaixo:

- N: Normal (ausência de separação de fases);
- LM: Levemente Modificado (sinais de separação de fases);
- M: Modificado (total separação de fases).

4.3.2 Estresse térmico

Neste teste, também realizado em triplicata, foram adicionados 5 g de cada emulsão em béqueres ou tubos de ensaio de vidro tampados e, em seguida, submetidas ao aquecimento em banho termostático (Banho maria digital – COEL TLK 48) na faixa de temperatura de 40 ± 2 a 80 ± 2 °C, elevando a temperatura de 5 em 5 °C. As amostras permaneceram 30 minutos em cada temperatura e foram analisadas macroscopicamente visando detectar algum sinal de instabilidade no sistema emulsionado (BRACONI et al., 1995). Assim como no teste de centrifugação, as amostras foram classificadas em Normal (N), Levemente Modificado (LM) ou Modificado (M).

4.4 Determinação dos parâmetros físico-químicos

Os parâmetros físico-químicos como pH e viscosidade foram determinados e avaliados no 1º, 7º, 15º e 30º dia após a preparação da emulsão.

4.4.1 Determinação do pH

Em um béquer foram adicionados 1 g de cada emulsão e 9 g de água. Utilizando um bastão de vidro as amostras foram homogeneizadas e o valor do pH foi medido inserindo o eletrodo (pHmetro – ALFAKIT AT - 355) na solução das amostras e diretamente nas emulsões (DAVIS, 1977). Este teste foi realizado em triplicata.

4.4.2 Determinação da viscosidade

A determinação da viscosidade foi conduzida em um viscosímetro de vidro para líquidos (Viscosímetro – Cannon Fenske). Logo, utilizou-se a amostra constituída de emulsão diluída 10 vezes para realizar este experimento, tornando mais simples a manipulação do equipamento.

De acordo com o manual do viscosímetro empregado neste experimento (Instruction manual – Cannon fenske reverse flow viscosimeter), para o cálculo da viscosidade cinemática (ν), tem-se a Equação 1.

$$\nu = K (t - \vartheta) \quad (1)$$

Onde,

ν : viscosidade cinemática ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$);

ϑ : Fator de correção ou Hagenbach-Couette corrections (HC);

K : Constante determinada pela capilaridade do equipamento (0,035);

t : Tempo de escoamento (s).

No entanto, neste caso, o fator de correção (ϑ) ou, especificamente, Hagenbach-Couette corrections (HC) não é empregado para tempos de escoamento superiores a 80 segundos, visto que foi utilizado o equipamento com capilaridade igual a 150 ou 0,77 mm. Além disso, o valor da viscosidade deve ser multiplicado pelo fator de diluição 10. Por esta razão, o cálculo da viscosidade foi realizado conforme Equação 2.

$$\nu = 10Kt \quad (2)$$

A constante (K) é determinada através da capilaridade do equipamento utilizado, sendo assim, este valor é de 0,035. Além disso, o tempo de escoamento (t) das amostras foram cronometrados mantendo a unidade em segundos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

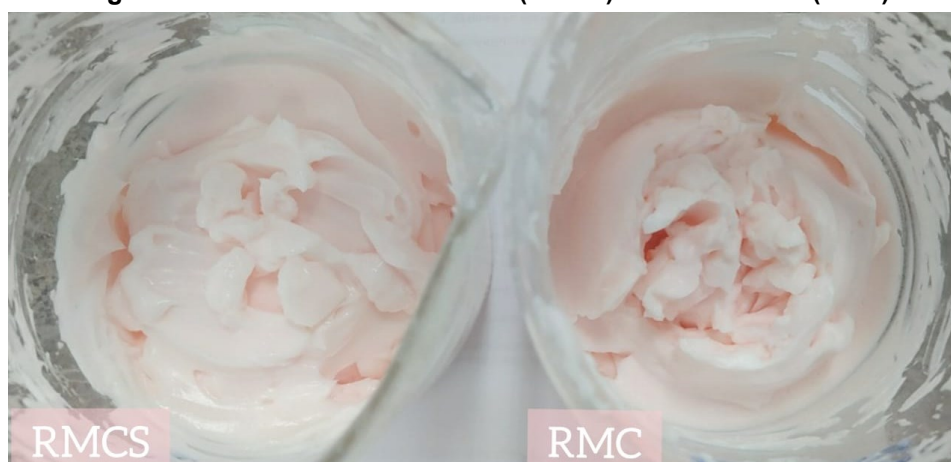
5.1 Desenvolvimento da emulsão

As emulsões RMC e RMCS foram obtidas através do método de inversão de fases e seu aspecto foi avaliado.

5.1.1 Obtenção da emulsão

Visualmente, percebeu-se que a emulsão RMCS, por possuir o aditivo de silicone *PEG – 12 Dimethicone* em sua composição, obteve um aspecto brilhoso. Enquanto, a emulsão RMC obteve um aspecto opaco. Na Figura 10, é possível verificar as emulsões RMCS e RMC após manipulação.

Figura 10 – Emulsão com silicone (RMCS) e sem silicone (RMC)



Fonte: Autoria própria (2021)

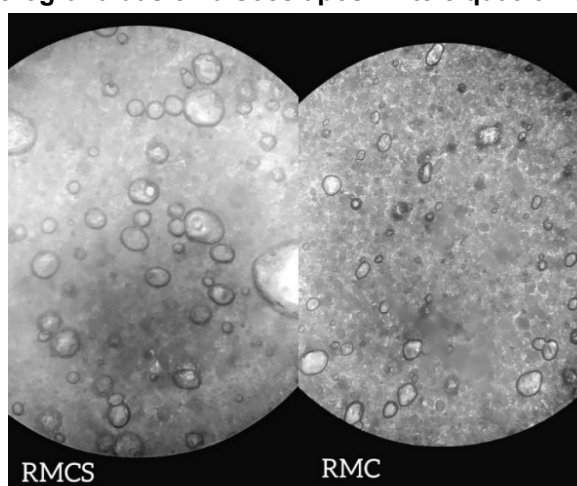
5.2 Caracterização da emulsão

Através da análise microscópica, determinou-se o tipo de cristais líquidos presentes nas formulações, além disso, definiu-se o tipo de emulsão desenvolvida.

5.2.1 Análises macroscópica e microscópica das emulsões

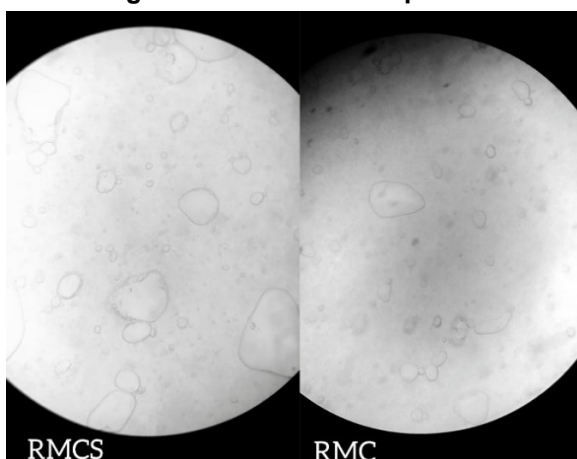
A análise macroscópica foi feita logo após vinte e quatro horas do preparo das emulsões, onde foi verificado que macroscopicamente ambas as amostras se mantiveram estáveis e não apresentaram separação de fases. A identificação das fases mesomórficas foi realizada através da análise microscópica das emulsões. Logo, identificaram-se estruturas líquido-cristalinas do tipo lamelar nas duas formulações estudadas após as vinte e quatro horas da manipulação, conforme Figura 11. As estruturas lamelares possuem nível elevado de hidratação em relação às emulsões sem cristais líquidos, devido a água livre armazenada entre as lamelas (ECCLESTON, 1988). Além disso, a adição do silicone não alterou o aspecto anisotrópico das emulsões.

Figura 11 – Fotomicrografia das emulsões após vinte e quatro horas da manipulação

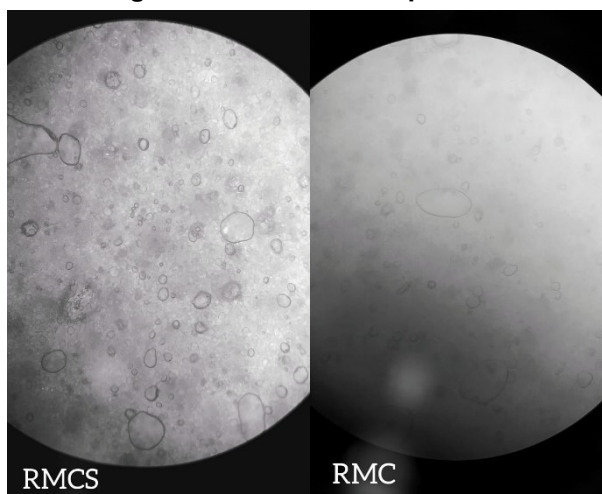


Fonte: Autoria própria (2021)

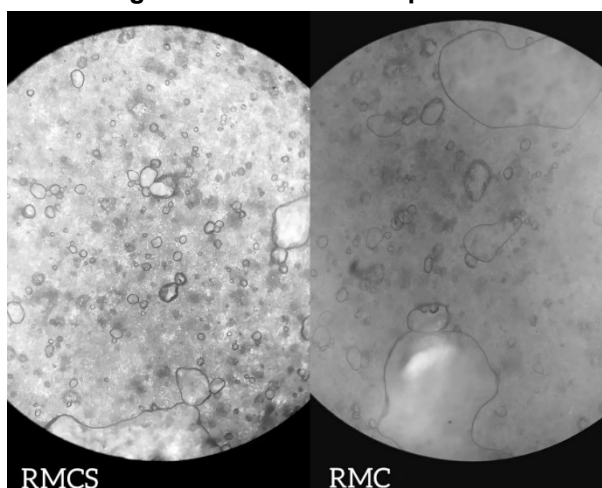
Figura 12 - Fotomicrografia das emulsões após 7 dias da manipulação



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 13 - Fotomicrografia das emulsões após 15 dias da manipulação

Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 14 - Fotomicrografia das emulsões após 30 dias da manipulação

Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com as Figura 12, 13 e 14, observou-se que a presença de cristais líquidos foi mais evidente nas emulsões aditivadas do que nas emulsões sem a aditivação. Além do mais, a formulação com silicone (RMCS) apresentou-se com estruturas líquido-cristalinas ainda maiores após o 7º dia de análise. Por outro lado, a formulação RMC, com o passar do tempo, foi a mais alterada e caracterizada com a menor presença de cristais líquidos. Alguns derivados de silicone possuem atividades superficiais relevantes devido a energia de coesão das cadeias lipofílicas ser considerada fraca, grupos poli(dimetilsiloxano), que são constituídos por diversos grupos metila que reduzem a tensão superficial. Quando em solução ou quando se fundem, os copolímeros de silicone desenvolvem diferentes estruturas organizadas, dependendo da concentração aplicada em cada copolímero. A cadeia de

poli(dimetilsiloxano) é muito flexível no estado líquido à temperatura ambiente, logo, neste caso, os copolímeros poli(oxietileno)-poli(dimetilsiloxano) são gerados dando origem a cristais líquidos em água ou em óleo. Dessa forma, estas estruturas podem ter sido formadas com o tempo, o que possibilitou a preservação dos cristais líquidos nas formulações acrescidas de silicone *PEG-12 Dimethicone* (KUNIEDA et al, 2001a; 2001b).

5.2.2 Determinação do tipo de emulsão

Através do teste de diluição, observou-se que as emulsões RMC e RMCS apresentaram-se com aspecto homogêneo quando diluídas em água destilada, e com aspecto de mistura coagulada quando diluídas em óleo mineral, sendo, neste caso, vaselina líquida. Por esta razão, estas foram consideradas emulsões do tipo O/A, o que significa que o óleo está disperso na fase aquosa da emulsão. Isso ocorre, pois, a parte polar e hidrofílica da micela encontra-se voltada para fora enquanto que a parte apolar e hidrofóbica encontra-se voltada para dentro. As Figuras 15 e 16 mostram os resultados deste teste.

Figura 15 – Resultado da determinação do tipo de emulsão para a amostra RMC



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 16 – Resultado da determinação do tipo de emulsão para a amostra RMCS



Fonte: Autoria própria (2021)

5.2 Testes preliminares de estabilidade da emulsão

O estudo de estabilidade preliminar das emulsões não possui o objetivo de estimar a vida útil do produto, mas sim de ajudar e orientar a escolha das formulações (ANVISA, 2004).

5.2.3 Teste de centrifugação

As duas amostras se mantiveram macroscopicamente estáveis após vinte e quatro horas de sua preparação, sendo assim, foram submetidas ao teste de centrifugação e os resultados encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados dos testes de centrifugação das amostras RMC e RMCS

Formulação	Tempo (dias)	Centrifugação (rpm)		
		1000	2500	3500
RMC	1	N	N	N
	7	N	N	N
	15	N	N	N
	30	N	N	N
RMCS	1	N	N	N
	7	N	N	N
	15	N	N	N
	30	N	N	N

Nota: N – Normal (ausência de separação de fases).

Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com os resultados da Tabela 2, foi possível observar que as emulsões preparadas não apresentaram separação de fases no teste de centrifugação, dessa forma, mantendo seu aspecto normal. Este teste pode acelerar a desestabilização simulando o período de validade do produto. Latreille e Paquin (2006) relata que, se a estabilidade é diretamente proporcional à força da gravidade, o comportamento em longo prazo das emulsões pode ser estimado através da centrifugação em velocidades moderadas. Ou seja, a vida útil de um produto pode ser prevista pela observação de separação de fases quando submetido a diferentes condições gravitacionais (WITTERN et al., 1985; IDSON, 1993). Desse modo, devido a ausência de creameação ou coalescência da fase dispersa, supõe-se que as formulações, em condições normais de gravidade, poderão ser fisicamente estáveis. No entanto, o teste de centrifugação é um teste de triagem, sendo eficiente para pré-selecionar as emulsões que devem ser posteriormente submetidas aos testes de estabilidade acelerada e de prateleira (ANVISA, 2004).

5.2.4 Estresse térmico

A temperatura é um parâmetro importante a ser avaliado quando se trata da estabilidade físico-química das emulsões. Nesse sentido, utilizou-se o teste de estresse térmico proposto por Braconi et al., 1995, o qual submete as emulsões a temperaturas extremas. Os resultados do experimento encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados dos testes de estresse térmico das emulsões RMC e RMCS

Formulação	Estresse térmico (°C)								
	40	45	50	55	60	65	70	75	80
RMC	N	N	N	N	N	LM	M	M	M
RMCS	N	N	N	N	N	M	M	M	M

Nota: N – Normal (ausência de separação de fases), LM – Levemente Modificado (sinais de separação de fases) e M – Modificado (total separação de fases).

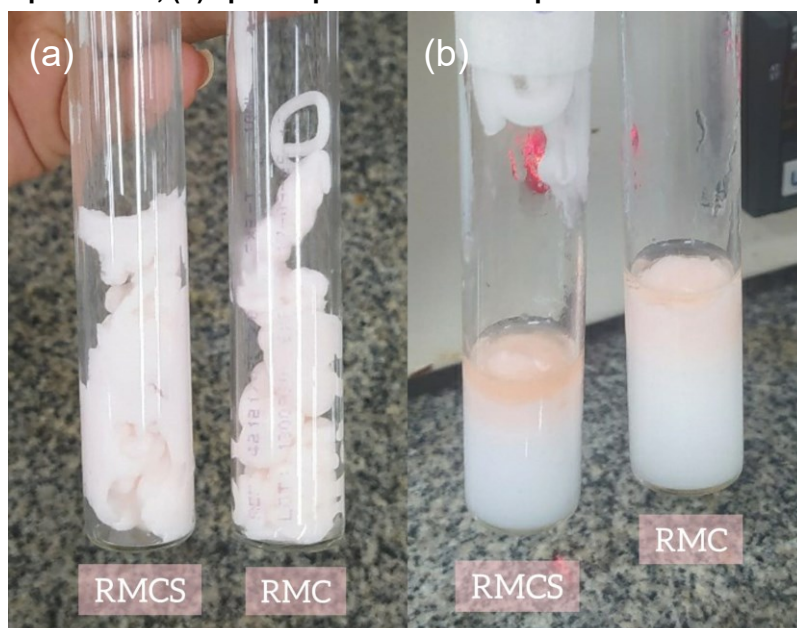
Fonte: Autoria própria (2021)

De acordo com a Tabela 3, identificou-se que a emulsão RMC apresentou, mesmo que com diferença de apenas 5 °C, maior resistência à separação de fases com o aumento da temperatura durante este experimento, onde foi obtida a total separação de fases a 70 °C. Em contrapartida, a emulsão RMCS, apresentou-se com

aspecto heterogêneo, ou seja, ocorreu a total separação de fases ao atingir a temperatura de 65 °C. Sendo que, em temperaturas inferiores a estas, as emulsões mantiveram seu aspecto normal, logo, permaneceram estáveis. Foi possível notar que, os sinais de instabilidade foram visíveis à medida que se aproximava da temperatura de fusão das matérias-primas de 75 °C, sendo esta a temperatura de homogeneização do composto. Tal instabilidade se deu através do fenômeno de coalescência, que consiste na união das gotas que possuem energia suficiente para se aglomerarem, formando, assim, uma gota maior. Esta união, por sua vez, provoca a redução da área de contato entre as fases da emulsão, o que possibilitou a formação da cremeação e a ruptura do filme interfacial (ALMEIDA, 2012).

Na Figura 17, é possível observar que a separação de fases da emulsão, na qual o óleo, por possuir densidade menor do que a água, se desloca para cima, regido pelo fenômeno de cremeação. Além disso, esta separação de fases conforme aumenta-se a temperatura pode estar interligada a estabilidade das emulsões, pois sistemas baseados na formação de cristais líquidos possuem maior sensibilidade a valores elevados de temperatura devido a transição de fases destas estruturas líquido-cristalinas (SANTOS; ROCHA FILHO, 2007).

Figura 17 – Ilustração das emulsões submetidas ao teste de estresse térmico. (a) antes do experimento, (b) após experimento na temperatura final de 80 °C



Fonte: Autoria própria (2021)

5.3 Determinação dos parâmetros físico-químicos

A determinação dos parâmetros físico-químicos foi realizada e através dos dados obtidos avaliou-se o comportamento do pH e viscosidade das emulsões.

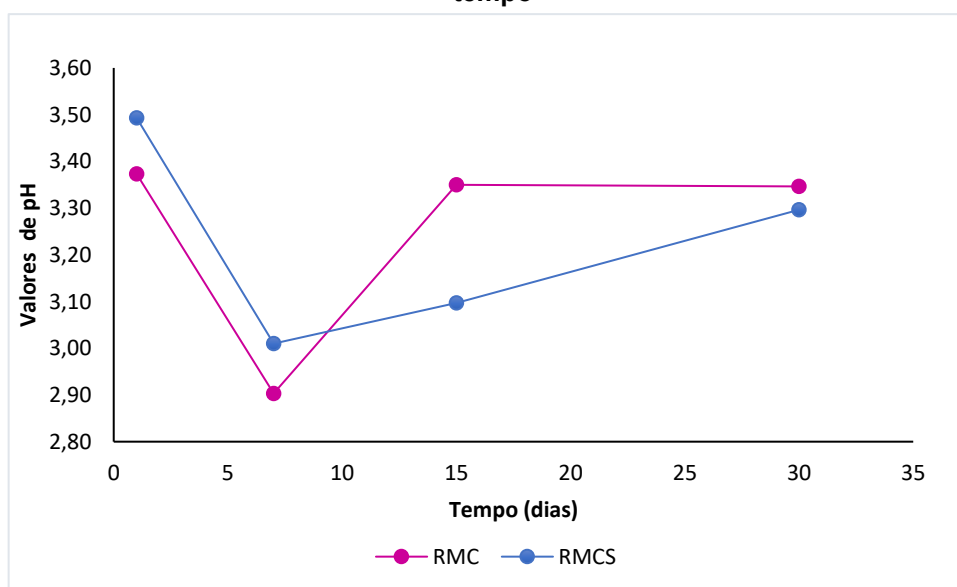
5.3.1 Determinação do pH

A análise dos valores de pH é imprescindível para rastrear prováveis alterações que, por sua vez, possui origem intrínseca na estabilidade da formulação. A variação destes valores implica na ocorrência de reações químicas que podem comprometer a qualidade das emulsões, como decomposição química dos componentes ou formação de compostos indesejáveis (AZZINI, 1999; ROLAND et al., 2003; ANVISA, 2004). Tendo em vista que este experimento foi realizado em triplicata, a Tabela 4 apresenta os valores de pH médio, bem como o desvio padrão associado.

Formulação	pH			
	1 dia	7 dias	15 dias	30 dias
RMC	3,37 ± 0,03	2,90 ± 0,15	3,35 ± 0,34	3,35 ± 0,08
RMCS	3,49 ± 0,05	3,01 ± 0,02	3,10 ± 0,06	3,30 ± 0,02

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 1 – Valores (triplicata) de pH obtidos para as emulsões RMC e RMCS em função do tempo



Fonte: Autoria própria (2021)

As emulsões RMC e RMCS apresentaram-se sempre com valores muito baixos de pH, ou seja, com caráter ácido. De acordo com o Gráfico 1, no 7º dia do experimento, para ambas as amostras, observou-se a diminuição do pH. Isso pois, quando se refere a emulsões formuladas com óleos vegetais, essa diminuição pode ser decorrente da hidrólise dos ésteres de ácidos graxos, formando ácidos graxos livres. Estes, portanto, podem indicar a estabilidade das formulações frente a condições de armazenagem distintas (MARTINI, 2005). Ou até mesmo, podem ter ocorrido erros experimentais durante o ensaio, sendo assim, necessário repetir o experimento. Os ácidos graxos insaturados são compostos lipídicos vulneráveis ao processo oxidativo. Sendo que, estas reações de oxidação são responsáveis por gerar odores desagradáveis e outras alterações que podem causar danos a integridade do produto, o que o torna impróprio para uso (RAMALHO, 2006). Estes resultados obtidos estão de acordo com trabalhos de Andrade (2008), o qual também utilizou o tensoativo Crodafos CES[®], que é um composto a base de éster fosfórico, assim, comprovando o caráter ácido da base fosfórica.

5.3.2 Determinação da viscosidade

A viscosidade é um dos parâmetros que compõe o estudo do comportamento reológico das emulsões. Este estudo é muito importante para o desenvolvimento de produtos, assim como em qualquer processo de análise da estabilidade física destes. Sendo que, pode ser aplicado em várias áreas, como, cosmética, farmacêutica, alimentícia, agroquímica, colas, polímeros, entre outras (ALMEIDA; BAHIA, 2003).

Podem ser identificados dois tipos de comportamentos reológicos de acordo com as características de fluxo: Newtoniano e Não Newtoniano. No Newtoniano, tem-se a água, glicerina e óleos vegetais, os quais apresentam valores de viscosidade constantes, ou seja, independente da força externa aplicada e do tempo, a relação entre o gradiente e a tensão de cisalhamento é diretamente proporcional. No Não Newtoniano como xampus, cremes e loções, esta relação não é proporcional, pois conforme aumenta-se a força aplicada ocorre a alteração nos valores de viscosidade inicial podendo aumentar (fluxo dilatante) ou diminuir (fluxo plástico ou pseudoplástico) (MARTIN et al., 1993).

O fluxo pseudoplástico, geralmente, é o mais interessante para produtos cosméticos devido ocorrer a diminuição da resistência do material ao escoamento, com o aumento da taxa de cisalhamento ou deformação, o que possibilita o espalhamento adequado e boa cobertura sobre a pele (BOODTS, 2003). Este tipo de fluxo pode apresentar uma propriedade particular, a tixotropia, a qual fornece a informação da capacidade que uma formulação possui em reconstituir sua estrutura após ser aplicada uma força, sabendo que valores elevados, por exemplo, indicam que o sistema requer um tempo maior para reconstituição da estrutura (MASSON *et al.*, 2005). Além disso, o produto tixotrópico pode assumir maior viscosidade durante o armazenamento, com valores constantes, dificultando a separação dos constituintes da emulsão (LEONARDI, 2004).

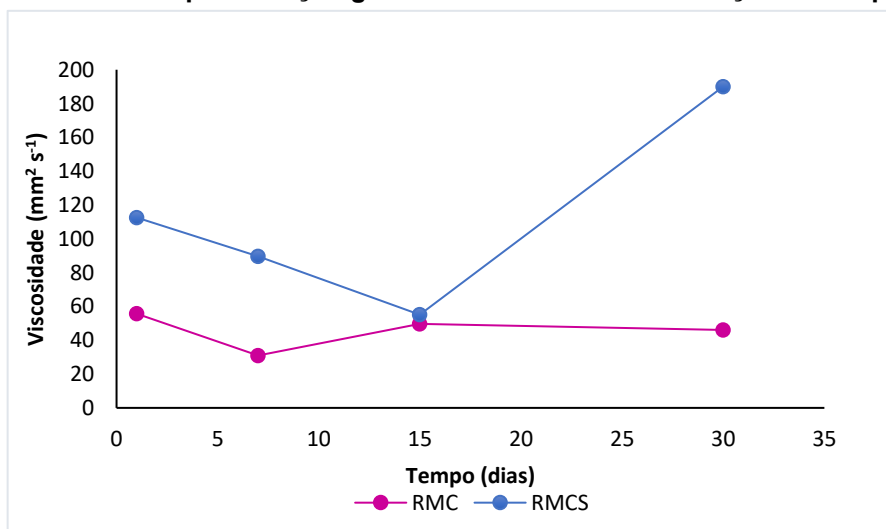
Com isso, mediante as análises deste experimento, foram obtidos os tempos de escoamento (duplicata) das emulsões RMC e RMCS através da média aritmética, assim como o desvio padrão associado, e seus respectivos valores de viscosidade calculados, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Valores (duplicata) do tempo de escoamento e viscosidade calculada das emulsões

Tempo (dias)	Tempo de escoamento (s)		Viscosidade ($\text{mm}^2 \text{s}^{-1}$)	
	RMC	RMCS	RMC	RMCS
1	159,05 \pm 13,01	321,55 \pm 23,54	55,67	112,54
7	88,54 \pm 0,48	256,01 \pm 16,00	30,99	89,60
15	142,03 \pm 6,97	157,53 \pm 5,53	49,71	55,14
30	131,55 \pm 2,51	543,03 \pm 10,03	46,04	190,06

Fonte: Autoria própria (2021)

Gráfico 2 – Representação gráfica da viscosidade em função do tempo



Fonte: Autoria própria (2021)

No Gráfico 2, foi possível observar que os valores de viscosidade não se mantiveram constantes, principalmente, para a emulsão RMCS, com tempos de escoamento muito elevados quando comparada a RMC. Dessa forma, afirmou-se a característica particular de fluidos Não Newtonianos, onde a viscosidade sofre alteração. Após 15 dias da manipulação, houve um aumento no valor da viscosidade da formulação RMCS. Este resultado pode sugerir que o sistema emulsificante aumenta a organização das estruturas microscópicas em função do tempo. Sendo assim, as emulsões que formam fases líquido-cristalinas após fabricação, apresentam aumento na viscosidade com o tempo, como foi observado. O sistema apresenta maior estabilidade devido a organização da microestrutura da emulsão e pela presença de cristais líquidos, evitando a movimentação dos glóbulos e reduzindo a ação das forças de van der Waals, as quais poderiam ocasionar a separação de fases (TYLE, 1989; Eccleston *et al.*, 1990). De acordo com Andrade (2008), onde foi realizado a análise por um período maior, após 150 dias, as emulsões denotaram pequena diminuição nos valores de viscosidades em relação ao período de 15 dias. Além disso, através do estudo do comportamento reológico das emulsões por meio de reogramas, que relaciona tensão de cisalhamento com taxa de cisalhamento, além de análises do índice de consistência da formulação, determinou-se que as emulsões apresentaram fluxo pseudoplástico.

6 CONCLUSÃO

Diante das condições experimentais, pode-se concluir que os sistemas emulsionados constituídos de óleo de Rosa Mosqueta, Crodafos CES[®] e água destilada, sendo esta a formulação RMC, e de óleo de Rosa Mosqueta, PEG-12 Dimethicone, Crodafos CES[®] e água destilada, a RMCS, formaram cristais líquidos lamelares. Além disso, foi possível provar que a adição do silicone utilizado às emulsões não interferiu na formação das fases líquido-cristalinas, mas sim preservou os mesmos. E a utilização de um outro óleo vegetal, sendo diferente do trabalho de Andrade (2008), não apresentou alterações no desenvolvimento desta pesquisa. As formulações, quando diluídas em água, apresentaram-se com aspecto homogêneo, logo, obteve-se uma emulsão do tipo O/A. Através do teste de centrifugação, foi observado que não houve separação de fases dos constituintes da formulação, assim, mantendo seu aspecto inicial mesmo após agitação. A emulsão RMC apresentou maior resistência a separação de fases com o acréscimo da temperatura, quando submetida ao teste de estresse térmico. As duas formulações estudadas manifestaram-se com caráter ácido durante todos os dias de testes, sustentado pelo uso do tensoativo à base de éster fosfórico. E ainda, foi observado que as formulações exibem fluxo Não Newtoniano com altos valores de viscosidade característica de composições que possuem formação de cristais líquidos, e conforme literatura apresentada a fase lamelar expõe reologia pseudoplástica.

REFERÊNCIAS

ABIHPEC, Associação Brasileira de Indústria de Higiene Pessoal, Perfumaria e Cosméticos. **Caderno de Tendências 2019-2020**. São Paulo, 2018.

ALMEIDA, I. F.; BAHIA, M. F.; Reologia: Interesse e aplicações na área cosmético-farmacêutica. **Cosmetics & Troletries** (edição em português), v. 15, n. 3, p. 96-100, 2003.

ALMEIDA, O. P. **Carreadores lipídicos nanoestruturados como agentes potenciais para veiculação de óleo de cártamo**. 2019. f. 74. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

ALMEIDA, T. C. A. **Avaliação da estabilidade de emulsões concentradas em bebidas**. 2012. f. 121. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.

ALVES, K. L. M. **Desenvolvimento e avaliação de estabilidade preliminar de emulsões cosméticas utilizando nanopartículas lipídicas sólidas de muru muru (*Astrocaryum murumuru*) e ucuúba (*Virola surinamensis*)**. 2018. f. 52. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Farmácia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2018.

ANDRADE, B. C.; DUZZI, L.; FALDONI, F. L. C. Dermatite retinoide em tratamentos estéticos faciais: revisão de literatura. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, 2018. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/5fb0/b4493f32637e99dd39805bf4de9b2917b07d.pdf?_ga=2.107681410.1237954949.1596491909-1188786663.1592577866>. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

ANDRADE, F. F. **Desenvolvimento e avaliação de cristais líquidos obtidos em emulsões O/A à base de óleo de andiroba e éster fosfórico**. 2008. f. 151. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

ANDRADE, K. Ação dos antioxidantes tópicos no combate ao envelhecimento cutâneo. **Bio Cursos**, 2017. Disponível em: <https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/2014-AYYo_dos_antioxidantes_tYpicos_no_combate_ao_envelhecimento_cutYneo.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de estabilidade de produtos cosméticos**. Brasília: ANVISA, 2004. v. 1, p. 52.

ARANHA, A. C. R.; FERRARI, A. L.; SOARES, J. P. A. S.; PASCHOAL, S. M.; LIMA, V. H. S. **Marasul: indústria de óleos vegetais**. 2018. f. 277. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018.

AZZINI, R. G. **Desenvolvimento e avaliação “in vitro” e “in vivo” de emulsões contendo óleo de canola e ácidos carboxílicos**. São Paulo, 1999. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

BARROS, W. K. P.; DINIZ, C. F. D.; OLIVEIRA, J. A. N. A contribuição da física da matéria condensada, a partir dos cristais líquidos, para diminuição de impactos ambientais e reaproveitamento energético. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 4, n. 6, p. 2794-2800, 2018.

BECHTOLD, I. H. Cristais líquidos: Um sistema complexo de simples aplicação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 3, p. 333 - 342, 2005.

BENSON, H. A. E.; ROBERTS, M. S.; LEITE-SILVA, V. R.; WALTERS, K. A. **Cosmetic Formulation: principles and practice**. 1ªed., Boca Raton, CRC Press, 2019, cap. 9, p. 131.

BERNARDO, A. F. C.; SANTOS, K.; SILVA, D. P. Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. **Revista Saúde em Foco**, 2019. Disponível em: <<https://portal.unisepe.com.br/unifia/wp-content/uploads/sites/10001/2019/11/PELE-ALTERA%C3%87%C3%95ES-ANAT%C3%94MICAS-E-FISIOLOGICAS-DO-NASCIMENTO-%C3%80-MATURIDADE-1.pdf>>. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

BHAGYASHRI, S.; LALITKUMAR, V. Concept of cosmetology in ancient India with special reference to Sushruta Samhita. **IAMJ**, Bangalore, v. 6, n. 4, p. 893-896, 2018.

BOOCK, K. P. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões contendo cristais líquidos e ativos hidratantes à base de manteiga de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) ou cacau (*Theobroma cacao*)**. 2007. f. 112. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

BOODTS, J. B. **Estabilidade química e física de formulações dermocosméticas contendo retinaldeído**. 2003. 123 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

BORRIN, T. R. **Nanoemulsões produzidas pelo método do ponto de inversão da emulsão (EIP) para encapsulação de curcumina: parâmetros de produção, estabilidade físico-química e incorporação em sorvete**. 2015. f. 114. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) – Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2015.

BRACONI, F. L.; OLIVEIRA, I. S.; BARONI, M. N. F.; ROCHA FILHO, P. A. Aplicação cosmética do óleo de canola. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO E IBÉRICO DE QUÍMICOS COSMÉTICOS, 12., 1995, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Cosmetologia, 1995, p. 6-19.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes. **Resolução de diretoria colegiada – RDC n. 211**. 2005.

COLLINGS, P. J.; GOODBY, J. W. **Introduction to liquid crystals: chemistry and physics**. 2ªed., Boca Raton, CRC Press, 2019, cap. 1, p.1.

COUTINHO, V. P.; JÚNIOR, D. B. S.; SANTOS, N. G. O.; SILVA, C. A. S.; SANTANA, R. C. Efeito da velocidade de homogeneização nas propriedades de emulsões cosméticas. **JCEC**, Minas Gerais, v. 4, n. 2, p. 240-245, 2018.

CRODA®. **Crodafos CES®** - Informe técnico Croda do Brasil.

CUNHA, M. G.; CUNHA, A. L.; MACHADO, C. A. Hipoderme e tecido adiposo subcutâneo: duas estruturas diferentes. **Surgical & Cosmetic Dermatology**, Santo André, v. 6, n. 4, p. 355-359, 2014.

DAVIS, H. M. Analysis of creams and lotions. In: SENZEL, A. J. (ed.) **NEWBURGER'S MANUAL OF COSMETIC ANALYSIS**, Washington, **Association of official Analytical Chemists**, cap. 4, p. 32, 1997.

DIAVÃO, S. N. C.; GABRIEL, K. C. Estudo dos parâmetros físico-químicos na estabilidade de emulsões cosméticas. **Infarma**, Brasília, v. 21, n. 11/12, p. 15-20, 2009.

ECCLESTON, G. M. Multiple-phase Oil-in-Water emulsions. **Journal of Society Cosmetic Chemistry**, New York, v. 41, n. 1-2, p. 1-22, 1990.

ECCLESTON, G. M.; BEATTIE, L. Microstructural changes during the storage of systems containing cetolstearyl alcohol/polyoxyethylene alkyl ether surfactants. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 14, n. 15-17, p. 2499-2518, 1988.

ELY, F.; HAMANAKA, M. H. M. O.; MAMMANA, A. P. Cristais líquidos colestéricos: a quiralidade revela as suas cores. **Quim. Nova**, Campinas, v. 30, n. 7, p. 1776-1779, 2007.

FERRARI, M.; MONTEIRO, L. C. L.; NETZ, D. J. A.; ROCHA FILHO, P. A. Identifying cosmetic forms and crystalline phases from ternary systems. **Cosmetics and Toiletries**, v. 118, n. 8, p. 61-70, 2003.

FIGUEIREDO, A. M. N. The Physics of Lyotropic Nematic Liquid Crystals. **Brazilian Journal of Physics**, São Paulo, v. 22, n. 2, p. 85-91, 1992.

FONSECA, M. A. M. **Modelagem matemática da resposta biológica da pele com tecido ulcerado do pé diabético e olho com retinopatia diabética**. 2019. f. 120. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) – Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

FORMARIZ, T. P.; URBAN, M. C. C.; SILVA, A. A. J.; GREMIÃO, M. P. D.; OLIVEIRA, A. G. Microemulsões e fases líquidas cristalinas como sistemas de liberação de fármacos. **RBCF**, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 301-313, 2005.

GHELLERE, I. C.; BRANDÃO, B. J. F. A pele e o melasma: prevenção e tratamento na gravidez. **BWS Journal**, 2020. Disponível em: < <http://bwsjournal.emnuvens.com.br/bwsj/article/view/72/55> >. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

GOMES, S. R. L. Cosméticos II: classificações e aplicações dos cosméticos. **BetaEQ**, 2019. Disponível em: < <https://betaeq.com.br/index.php/2019/06/26/cosmeticos-ii-classificacoes-e-aplicacoes-dos-cosmeticos/> >. Acesso em: 15 de jul. de 2020.

HOMRICH, P. O. B. **Uso de solventes na desodorização de óleos vegetais com foco na obtenção de dados de equilíbrio líquido-líquido**. 2018. f. 210. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2018.

IDSON, B. Stability testing of emulsions, II. **Drug & Cosm. Ind.**, v. 151, n. 2, p. 38-43, 72, 1993.

JANG, H. Y.; LEE, Y. J.; KOO, D. W.; PARK, C. W.; LEE, C. H. Two cases of allergic contact dermatitis to rosehip oil. **Ann Dermatol.**, Seoul Korea, v. 8, n. 2, p. 114-116, 1996.

KUMAR, S. **Chemistry of Discotic Liquid Crystals: from monomers to polymers**. 1ªed., Boca Raton, CRC Press, 2011, cap. 1, p. 2.

KUNIEDA, H.; UDDIN, M. D. H.; FURUKAWA, H.; HARASHIMA, A. Phase behavior of a mixture of poly(oxyethylene)-poly(dimethylsiloxane) copolymer and nonionic surfactant in water. **Macromolecules**, v. 34, p. 9093-9099, 2001b.

KUNIEDA, H.; UDDIN, M. D. H.; HORII, M.; FURUKAWA, H.; HARASHIMA, A. Effect of hydrophilic- and hydrophobic-chain lengths on the phase behavior of A – B-type silicone surfactants in water. **J. Phys. Chem. B**, v. 105, p. 5419-5426, 2001a.

LATREILLE, B.; PAQUIN, P. Evaluation of emulsion stability by centrifugation with conductivity measurements. **Journal of Food Science**, v. 55, n. 6, p. 1666-1668, 2006.

LEONARD, G. R. **Cosmetologia aplicada**. Medfarma, 1 ed., p. 56-57, 2004.

MARTIN, A.; BUSTAMANTE, P.; CHUN, A. H. C. Rheology. In: MARTIN, A.; BUSTAMANTE, P.; CHUN, A. H. C. **Physical Pharmacy**, 4 ed, Philadelphia: Lea & Febiger. 1993, cap. 17, p. 453-473.

MARTINI, E. **Nanoemulsões catiônicas como sistemas de liberação de oligonucleotídeos: Formulação e caracterização físico-química**. 2005. 106 f. Dissertação (Mestrado) – UFRGS, Porto Alegre, 2005.

MASSARO, R. C.; ZABAGLI, M. S.; SOUZA, C. R. F.; OLIVEIRA, W. P.; del LAMA, D. S.; ROCHA FILHO, P. A. P/W dispersions development containing liquid crystals. **Bollettino Chimico Farmacêutico**, v. 142, n. 7, p. 264-270, 2003.

MASSON, D. S.; MORAIS, G.; MORAIS, J. M.; ANDRADE, F. F.; SANTOS, O. D. H.; OLIVEIRA, W. P.; ROCHA FILHO, P. A. Polyhydroxy alcohols and peach oil addition influence on crystal formation and rheological behavior of o/w emulsions. **Journal of Dispersion Science and Tchnology**, v. 26, p. 463-468, 2005.

MEDVECKIENE, B.; KULAITIENE, J.; JARIENE, E.; VAITKEVICIENE, N.; HALLMAN, E. Carotenoids, polyphenols, and ascorbic acid in organic rosehips (*Rosa spp.*) cultivated in Lithuania. **Applied Sciences**, Lithuania, v. 10, n. 15, p. 1-13, 2020.

MELLO, A. G. **Simulação numérica de modelo fracionário para a difusão mássica de fármacos na pele humana e estimativa do coeficiente de difusão mássica e da ordem do modelo via algoritmos genéticos**. 2018. f. 57. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Têxtil) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2018.

MERLO, A. A.; GALLARDO, H.; TAYLOR, T. R. Cristais líquidos ferroelétricos: CLF. Uma abordagem sintética. **Quim. Nova**, Porto Alegre, v. 24, n. 3, p. 354-362, 2001.

MORAIS, G. G. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões O/A com cristais líquidos acrescidas de xantina para tratamento da hidrolipodistrofia ginóide (celulite)**. 2006. f. 181. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos) – Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2006.

NAKAGAMI, I. A.; PINTO, L. P. Beleza sustentável: ativos naturais na formulação de cosméticos orgânicos. **Research, Society and Development**, Itajubá, v. 9, n. 2, p. 1-15, 2020.

NASCIMENTO, T. L.; BORBA, C. M.; COSTA JÚNIOR, J. F. S.; MACHADO, J. C. *Phantom* ultrassônico que mimetiza imagens da pele com e sem lesões de melanoma. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM ENGENHARIA BIOMÉDICA, 23., 2012, Porto de Galinhas. **Anais...** Porto de Galinhas: RBE, 2012. p. 2423-2427.

NÓBREGA, G. A. S.; SILVA, F. C. P.; GOMES, M. F.; DANTAS NETO, A. A.; BARROS NETO, E. L.; DANTAS, T. N. C. Obtenção de um novo gel de faturamento hidráulico a base de tensoativo. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM P&D EM PETRÓLEO E GÁS (PDPetro), 4., 2007, Campinas. **Anais...** Campinas: BJPG, 2007. p. 21-24.

OLIVEIRA, A. Z.; TORQUETTI, C. B.; NASCIMENTO, L. P. R. O tratamento da acne associado à limpeza de pele. **ReBIS**, Brasília, v. 2, n. 3, p. 60-66, 2020.

OLIVEIRA, T. L.; ROMANO, M. S.; SILVA, T. L.; FARIAS, L. G. Higiene da pele. *In: SIMPÓSIO DE ASSISTÊNCIA FARMACÊUTICA*, 2., 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2014. p. 1-3.

PEREIRA, L. J. B.; GARCIA-ROJAS, E. E. Emulsões múltiplas: formação e aplicação em microencapsulamento de componentes bioativos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 1, p. 155-162, 2015.

PEREIRA, R. R. **Obtenção e caracterização de sistemas líquido cristalinos contendo óleo de açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.)**. 2015. f. 103. Dissertação (Mestrado em Fármacos e Medicamentos) – Instituto de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.

PRESTES, P. S.; RIGON, R. B.; CORRÊA, N. M. N.; LEONARDI, G. R. Avaliação da estabilidade físico-química de emulsão acrescida de ureia dispersada, ou não, em propilenoglicol. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Piracicaba, v. 30, n. 1, p. 47-53, 2009.

PRISTA, L. N.; ALVES, A. C.; MORGADO, R. **Tecnologia farmacêutica**. 5ª ed. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, v. 1, 1996.

RAMALHO, V. C.; JORGE, N. Antioxidantes usados em óleos, gorduras e alimentos gordurosos. **Química Nova**, v. 29, p. 755-760, 2006.

RIBEIRO, A. M. A.; MEJIA, D. P. M. A importância dos canais de aquaporinas na hidratação da pele. **Bio Cursos**, 2014. Disponível em: < https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/39/09_-_A_importancia_dos_canais_de_aquaporinas_na_hidracao_da_pele.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

RIBEIRO, A. M.; KHURY, E.; GOTTARDI, D. Validação de testes de estabilidade para produtos cosméticos. *In: CONGRESSO NACIONAL DE COSMETOLOGIA*, 10, 1996, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira de Cosmetologia, p. 349-375, 1996.

RIBEIRO, J. C. **Cosmetologia aplicada a dermoestética**. 2ªed., São Paulo, Pharmabooks, 2012, cap. 1, p. 2.

RODRIGUES, R. O. **Desenvolvimento de emulsões contendo extrato de *Kalanchoe brasiliensis* Cambess e avaliação clínica da eficácia hidratante**. 2016. f. 91. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2016.

ROLAND, I.; PIEL, G.; DELATTRE, L.; EVRARD, B. Systematic characterization oil-in-water emulsions for formulation design. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 263, p. 85-94, 2003.

SABÃO E GLICERINA. **Silicone DC 193** - Informe técnico. Disponível em: <<https://www.sabaoeglicerina.com.br/silicone-dc-193-hidrossolavel-para-cabelo-e-corpo-dimeticone-p7970>>. Acesso em: 2 de agosto de 2021.

SANT'ANNA, P. A.; GIOVANETTI, R. M.; CASTANHO, A. G.; BAZHUNI, N. F. N.; LA SELVA, V. A. A expressão de conflitos psíquicos em afecções dermatológicas: um estudo de caso de uma paciente com vitiligo atendida com o jogo de areia. **Psicologia: Teoria e Prática**, São Paulo, v. 5, n. 1, p. 81-96, 2003.

SANTANA, F. B. **Uso de espectroscopia no infravermelho médio e análise discriminante por quadrados mínimos parciais na determinação de adulterações em óleos de andiroba, primula e rosa mosqueta**. 2015. f. 78. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2015.

SANTANA, F. B.; GONTIJO, L. C.; MITSUTAKE, H.; MAZIVILA, S. J.; SOUZA, L. M.; BORGES NETO, W. Non-destructive fraud detection in rosehip oil by MIR spectroscopy and chemometrics. **Food Chemistry**, v. 209, p. 228-233, 2016.

SANTOS, O. D. H.; ROCHA FILHO, P. A. Influence of surfactante on the thermal behavior of marigold oil emulsions with liquid crystal phases. **Drug Development and Industrial Pharmacy**, v. 33, p. 543-549, 2007.

SIQUEIRA, T. A importância da utilização dos dermocosméticos na pele infantil. **Bio Cursos**, 2017. Disponível em: < https://portalbiocursos.com.br/ohs/data/docs/201/6-A_importancia_da_utilizacao_dos_dermocosmeticos_na_pele_infantil.pdf>. Acesso em: 22 de jun. de 2020.

SOUZA, L. B. **Desenvolvimento e aplicação de pele humana reconstruída *in vitro* para estudos de citotoxicidade e genotoxicidade**. 2018. f. 88. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2018.

SOUZA, J.; SILVA, D. M.; SIMONETTI, E.; KAUFFMANN, C.; CASTRO, L. C. O uso de micro-ondas no preparo de emulsão e influência na estabilidade. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, Rio Grande do Sul, v. 34, n. 3, p. 387-394, 2013.

TOPAN, J. F. **Emulsões à base de óleo de girassol (*Helianthus annuus* L.) com cristal líquido: avaliação das propriedades físico-químicas e atividade cosmética**. 2012. f. 115. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2012.

TYLE, P. Liquid crystals and their applications in drug delivery. In: Rosoff, M. (ed.) **Controlled release of drugs: polymers and aggregate systems**. New York, VCH, cap. 4, p. 125-162, 1989.

UEOKA, A. R.; MORAES, C. A. P. Development and stability evaluation of liquid Crystal-based formulations containing glycolic plant extracts and nano-actives. **MDPI**, São Paulo, v. 25, n. 5, p. 1-7, 2018.

VITRAL, G. L. N. **Avaliação ultrassonográfica da espessura da pele de recém-nascidos e sua relação com a cronologia gestacional**. 2017. f. 68. Dissertação (Mestrado em Perinatologia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2017.

WITTERN, K. P.; ANSMANN, A.; HUTTINGER, R.; BILLEK, D.; CHARLET, E.; HOENEN, L.; KUCZERA, K.; MOTITSCHKE, L.; QUACK, J.; SELB, K.; UMBACH, I.; WOLFF, G. Stability testing of cosmetic emulsions. **Cosm. & Toilet.**, New York, v. 100, n. 10, p. 33-39, 1985.

YUKUYAMA, M. N.; GHISLENI, D. D. M.; PINTO, T. J. A.; BOU-CHACRA, N. A. Nanoemulsion: process selection and application in cosmetics – a review. **International Journal of Cosmetic Science**, São Paulo, v. 38, p. 13-24, 2016.

ZANON, A. B. **Aspectos teóricos e práticos sobre a avaliação da estabilidade de emulsões manipuladas em farmácia**. 2010. f. 52. Trabalho de Conclusão de Curso – Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.