



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
BACHARELADO EM FARMÁCIA

ANA CLARA GALO PANTOJA DA SILVA
CAIO CHRYSTOVAM ARRELIAS GAMA

INVESTIGAÇÃO DA EMULSIFICAÇÃO DO ÓLEO DE ABACATE:
PERSPECTIVAS PARA A ÁREA DE FITOCOSMÉTICA

Macapá
2023

**ANA CLARA GALO PANTOJA DA SILVA
CAIO CHRYSTOVAM ARRELIAS GAMA**

**INVESTIGAÇÃO DA EMULSIFICAÇÃO DO ÓLEO DE ABACATE:
PERSPECTIVAS PARA A ÁREA DE FITOCOSMÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP como requisito avaliativo para a disciplina de TCC II.

Orientador: Prof. Dr. Caio Pinho Fernandes

Macapá
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central/UNIFAP-Macapá-AP
Elaborado por Mário das Graças Carvalho Lima Júnior – CRB-2 / 1451

- S586 Silva, Ana Clara Galo Pantoja da.
Investigação da emulsificação do óleo de abacate: perspectivas para a área de fitocosmética / Ana Clara Galo Pantoja da Silva, Caio Chrystovam Arrelias Gama. - Macapá, 2023.
1 recurso eletrônico. 39 folhas.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Curso de Farmácia, Macapá, 2023.
Orientador: Caio Pinho Fernandes.
- Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).
1. Emulsão. 2. Persea americana. 3. Cabelos. I. Fernandes, Caio Pinho, orientador. II. Gama, Caio Chrystovam Arrelias. III. Universidade Federal do Amapá. IV. Título.


CDD 23. ed. – 615

**ANA CLARA GALO PANTOJA DA SILVA
CAIO CHRYSTOVAM ARRELIAS GAMA**


**INVESTIGAÇÃO DA EMULSIFICAÇÃO DO ÓLEO DE ABACATE:
PERSPECTIVAS PARA A ÁREA DE FITOCOSMÉTICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Farmácia da Universidade Federal do Amapá - UNIFAP como requisito avaliativo para a disciplina de TCC II.


Data de aprovação 13/04/2023

Documento assinado digitalmente
 CAIO PINHO FERNANDES
Data: 10/05/2023 11:51:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientador: Prof. Dr. Caio Pinho Fernandes - UNIFAP

Documento assinado digitalmente
 FRANCISCO PAIVA MACHADO
Data: 09/05/2023 10:38:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro: Prof. Dr. Francisco Paiva Machado - UFF

Documento assinado digitalmente
 MIKAELA AMARAL FERREIRA
Data: 09/05/2023 14:00:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Membro: Mikaela Amaral Ferreira – UNIFAP

Dedicamos este trabalho a todos que acreditaram, nos auxiliaram e apoiaram nessa caminhada que foi árdua.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente aquele que nos deu a vida e foi a nossa força em todos os momentos para chegar até aqui, Deus!

Ao nosso orientador, Caio Pinho Fernandes, por ter nos conduzido na construção desse trabalho e pelos ensinamentos que levaremos para a vida.

Ao Laboratório de Nanobiotecnologia Fitofarmacêutica e aos membros do mesmo, pelos conhecimentos divididos e por toda parceria e acolhimento.

Aos membros da nossa banca, Francisco Paiva Machado e Mikaela Amaral Ferreira, por aceitarem participar deste estudo e por contribuírem para o enriquecimento do mesmo.

Aos amigos que a universidade nos apresentou, Annita Neri, Bruna Flexa, Ericlison Willian, Harlena Santos, Jhonatan Clisman, que tornaram essa caminhada mais leve, amizade que levaremos para a vida.

Aos professores e nossos grandes mestres que foram de suma importância para os caminhos trilhados nessa jornada.

De Ana Clara Galo Pantoja da Silva:

Aos meus pais, Idelfonso Junior e Ana Valeria Pantoja, e minha irmã, Maria Eduarda Pantoja, minha eterna gratidão por sonharem meus sonhos e fazerem deles os seus também. Essa vitória é nossa como família, eu não chegaria até aqui sem vocês ao meu lado.

Ao meu amor, Edelson Bhreendo, por sua sabedoria em todos os momentos me ajudando a superar as adversidades e por sempre acreditar em mim.

Aos meus familiares, por todo incentivo e pela torcida em todos os momentos, vocês foram essências nessa caminhada.

A minha família roxa, o Bethel 1 Flor de Açucena, pelos ensinamentos e virtudes da paciência e da fé que ao final nos levam à recompensa, assim como na história de Jó. Cada integrante desta instituição tem grande contribuição nessa conquista.

De Caio Chrystovam Arrelias Gama:

A minha mãe, Ana Cléia Arrelias, pode ter me dado a vida e ter me encaminhado em bons trilhos para a vida.

A minha tia Bela, que cuidou de mim como um filho durante a infância e sempre fez o que foi possível e hoje me guia e me protege do plano espiritual.

A minha madrinha e amiga, Sylmara Arrelias, que me apoiou e auxiliou nesse processo, nos percalços e nas alegrias da vida.

Ao meu irmão Chrystian e a minha cunhada Miriam, pelo apoio e carinho.

A minha amiga e irmã que me acompanha na vida a 15 anos, Ione Soares por todo suporte, carinho e momentos que serviram de consolo nessa trajetória.

*“Tudo tem o seu tempo determinado, e há tempo para todo propósito debaixo do céu.”
Eclesiastes 3:1*

RESUMO

Com os danos diários que os fios capilares sofrem por agentes endógenos e exógenos, como poluição, tratamentos químicos e incidência de raios UV, o mercado busca cada vez mais produtos altamente tecnológicos para o tratamento capilar. Nessa perspectiva, o uso de sistemas dispersos como emulsões e nanoemulsões para obtenção de formulações que visem diminuir os danos cotidianos estão em constante crescimento. Essas formulações permitem vantagens como uma maior eficácia e maior penetração das substâncias bioativas que podem potencializar os produtos. O aumento da busca dos consumidores por substâncias naturais e biodegradáveis em formulações cosméticas têm ganhado mais espaço no mercado, impulsionando a sustentabilidade. Portanto, os fitocosméticos são uma opção de formulação contendo ativos naturais de origem vegetal que são responsáveis por estabelecer a função do produto através de seus efeitos biológicos. Este estudo objetiva formular um sistema emulsionado contendo óleo de *Persea americana* Mill através de técnica de baixo aporte de energia e utilizando tensoativos não iônicos. Dois diagramas pseudoternários foram obtidos com misturas de óleo de abacate : polisorbato 80/sesquioleato de sorbitan : água. Foram considerados promissores os sistemas formados respectivamente por 78% e 82,5% de água, 20 e 15% de tensoativos (equilíbrio hidrofílico lipofílico = 13) e 2 e 2,5% de óleo de abacate de alcançar a produção de um potencial produto fitocosmético capilar. Esses não apresentaram cremagem durante as primeiras 24h e possuem altas proporções entre tensoativo(s): óleo. A futura redução do tamanho de gotícula poderá ser investigada para esses sistemas mediante modificação da técnica de baixo aporte utilizada, por exemplo utilizando-se inversão de fases por temperatura ou autonanoemulsificação ao invés de inversão de fases por composição. Portanto, esse trabalho permitiu a seleção de formulações com indicativos de menor desestabilização por ação da gravidade, além da perspectiva de sua utilização para obtenção de futuras nanoemulsões.

Palavras-chaves: Emulsão. *Persea americana*. Cabelos.

ABSTRACT

With the daily damage that hair strands suffer from endogenous and exogenous agents, such as fuel, chemical treatments and incidence of UV rays, the market is increasingly looking for highly technological products for hair treatment. From this perspective, the use of dispersed systems such as emulsions and nanoemulsions to obtain formulations aimed at reducing everyday damage is constantly growing. These formulations allow advantages such as greater efficacy and greater penetration of bioactive substances that can enhance the products. Increased consumer demand for natural and biodegradable substances in cosmetic formulations have gained more space in the market, boosting sustainability. Therefore, phytocosmetics are a formulation option containing natural assets of plant origin that are responsible for establishing the function of the product through its biological effects. This objective study formulates an emulsified system containing *Persea americana* Mill oil through a low energy technique and using non-ionic surfactants. Two pseudoternary diagrams were obtained with mixtures of avocado oil: polysorbate 80/sorbitan sesquioleate: water. The systems formed respectively by 78% and 82.5% of water, 20 and 15% of surfactants (hydrophilic lipophilic balance = 13) and 2 and 2.5% of avocado oil were considered promising, reaching the production of a potential product hair phytocosmetic. These did not show cremation during the first 24 hours and have high proportions between surfactant(s): oil. The future droplet size reduction can be investigated for these systems by modifying the low-weight technique used, for example, using phase inversion by temperature or autonanoemulsification instead of phase inversion by composition. Therefore, this work allowed the selection of formulations with indications of less destabilization by the action of gravity, in addition to the perspective of their use to obtain future nanoemulsions.

Keywords: Emulsion. *Persea americana*. Hair.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Subdivisões da haste capilar	14
Figura 2 –	Anatomia da fibra capilar	14
Figura 3 –	Fenômenos físico-químicos de instabilidade	17
Figura 4 –	Fruto da espécie <i>Persea americana</i> Mill.	20
Figura 5 –	Fluxograma de preparo das formulações	23
Figura 6 –	Pontos do diagrama pseudoternário	24
Figura 7 –	Formulações 1 a 8 no dia 0	29
Figura 8A -	Formulações 9 - 14 no dia 0	30
Figura 8B -	Formulações 9 - 14 no dia 1	30
Figura 9 -	Formulações 15, 16 e 17 no dia 0	30
Figura 10A -	Formulações 1 a 6 no dia 0	31
Figura 10B -	Formulações 1 a 6 no dia 1	32
Figura 11A -	Formulações 7 a 12 no dia 0	32
Figura 11B -	Formulações 7 a 12 no dia 1	32
Figura 12A -	Formulações 13 a 17 no dia 0	33
Figura 12B -	Formulações 13 a 17 no dia 1	33

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Massas teóricas dos componentes das formulações	24
Quadro 2 –	Massas reais dos componentes das formulações	25
Quadro 3 –	Massas teóricas dos componentes das formulações	26
Quadro 4 –	Massas reais dos componentes das formulações	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	ANATOFISIOLOGIA DO CABELO	13
3.1.1	Produtos cosméticos capilares	15
3.2	INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADA A COSMÉTICOS	16
3.2.1	Emulsões	16
3.2.2	Nanoemulsões	18
3.3	FITOCOSMÉTICOS	19
3.3.1	Componentes intrínsecos de um fitocosméticos emulsionado	19
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	OBTENÇÃO DO ÓLEO DE ABACATE	22
4.2	INFLUÊNCIA DOS TENSOATIVOS NÃO-IÔNICOS	22
4.3	CARACTERIZAÇÃO DAS EMULSÕES	22
4.4	MÉTODO DE EMULSIFICAÇÃO	22
4.5	DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5.1	NANOEMULSÕES DO DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO EM EHL 11	29
5.2	NANOEMULSÕES DO DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO EM EHL 13	31
6	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de cuidados cotidianos com os cabelos impulsionou a busca por ativos e tecnologias que melhorassem o desempenho dos produtos e a absorção dos nutrientes pelos fios. Os danos diários provocados aos cabelos por incidência de raios UV, poluição, agentes endógenos e exógenos como o ato de pentear, higienização e tratamentos químicos para colorir, alisar os fios que causam a perda de aminoácidos essenciais e consequente desestruturação proteica da fibra capilar, somado a retirada da camada de ácidos graxos que está ligada covalentemente a cutícula resultando em cabelos *frizzados*, quebradiços, ressecados, ásperos e sem brilho (ARAÚJO, 2015; BEDIN, 2016; BEDIN, 2021).

A utilização de sistemas dispersos líquido-líquido, como emulsões e nanoemulsões tem sido uma abordagem promissora na pesquisa e desenvolvimento de novos cosméticos capilares. As vantagens da incorporação de ativos e nutrientes necessários para a saúde dos fios devem-se em grande parte à formação da fase interna oleosa contendo gotículas diminutas, facilitando a penetração na estrutura da haste capilar ou até mesmo a raiz dos fios. Além disso, conforme ocorre a diminuição da escala há uma melhora a estabilidade do sistema, além de outras vantagens que podem ser alcançadas (ASSIS, 2018; CARVALHO, 2018).

A procura por produtos inovadores no mercado cosmético que apresentem tecnologia para aumentar a eficácia e o sensorial desejado pelo consumidor, somada a busca deste consumidor por substâncias naturais, biodegradáveis, em detrimento da utilização de substâncias de origem sintética impulsionam a sustentabilidade. Dentre esses, o óleo de *Persea americana* Mill. que é extraído da polpa do fruto do abacateiro por prensagem a frio e que apresenta composição fitoquímica rica em substâncias fenólicas, antioxidantes e além disso dispõe de uma composição lipídica que auxilia na recuperação dos fios, torna-se uma promissora matéria prima para o desenvolvimento de novos fitocosméticos (PAIVA, 2019; CARVALHO, 2021; MAZYAN et al., 2021).

Diante do exposto, a problemática deste trabalho se dá pela necessidade da investigação da influência da composição na obtenção de emulsões à base do óleo de abacate, sendo as hipóteses possíveis para esse estudo: (a) a estabilização de um óleo de interesse fitocosmético por método de baixo aporte de energia e tensoativos biodegradáveis ou (b) a ausência de formação de gotículas estáveis pela abordagem amigável ao meio ambiente.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Investigar a emulsificação do óleo de abacate, um óleo promissor na fitocosmética capilar, através do método de baixo aporte de energia e com a utilização de tensoativos não iônicos.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Construir diagramas pseudoternários;
- Avaliar a influência de dois distintos valores de equilíbrios hidrofílicos-lipofílico na emulsificação;
- Analisar os sistemas obtidos em função dos seus índices de cremagem.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ANATOFISIOLOGIA DO CABELO

O cabelo é formado por uma estrutura subdividida em uma camada interna, denominada de bulbo, localizado no couro cabeludo contendo grupos de 1 a 4 fios envolvidos por um anel de tecido conjuntivo as protegendo, com circulação e inervação próprias e glândulas sebáceas proporcionando oleosidade natural ao couro cabeludo. E ainda, a haste capilar, sendo a camada mais externa do cabelo e que apresenta três subdivisões, a cutícula, o córtex e a medula, estruturas responsáveis pela elasticidade, proteção e brilho dos fios (AUDI et al., 2017).

O crescimento capilar se dá a partir da raiz do couro cabeludo, desde a epiderme em direção à derme, formando o folículo piloso, localizado inclinado a cerca de 2,0 a 2,5 mm em relação à superfície cutânea e suas extremidades, sendo denominadas de bulbo capilar com penetração na camada mais profunda da derme (AUDI et al., 2017).

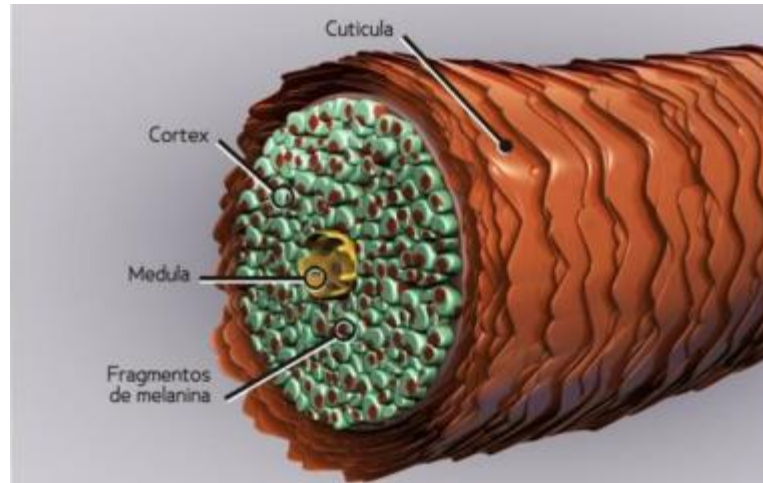
Os bulbos capilares são estruturas côncavas conectadas a um tecido vascular que é denominado de papila capilar e a porção de musculatura lisa que é responsável pela ereção dos fios e por unir a porção inferior do folículo com a parte superficial da derme. Além disso, o músculo liso é innervado por fibras nervosas parassimpáticas que possuem função contrátil sobre o fio provocando seu movimento vertical e sobre as glândulas sebáceas, resultando na excreção da secreção produzida ao longo da haste capilar (CHILANTE; VASCONCELOS; SILVA, 2010).

A haste capilar é uma porção localizada na superfície da pele, formando uma camada córnea de células mortas preenchida por cerca de 65 a 95% de α -queratina, proteína formada por cadeias polipeptídicas de estrutura helicoidal e esta apresenta elevada proporção de cistina insolúvel que é estabilizada química e fisicamente por interações de Van der Waals, ligações dissulfeto e de hidrogênio (SANCHES, 2019).

A haste capilar possui três subdivisões de sua organização anatômica, sendo a cutícula, o córtex e a medula (conforme **Figura 1**). A cutícula é a camada mais externa da fibra capilar, sendo formada por células chamadas escamas que são unidas por um cimento intracelular rico em lipídios formando camadas transparentes e opacas. Este envelope externo é responsável pela proteção das células corticais, além de ser a principal barreira contra a penetração de agentes químicos no interior da fibra capilar. As cutículas ainda se dividem em três fileiras, que são: a exocutícula, endocutícula e epicutícula, sendo esta última a mais importante por ser resistente

à água, sendo responsável pelo brilho, pela penteabilidade, pela suavidade e por formar carga estática no fio (AMIRALIAN; FERNANDES, 2018).

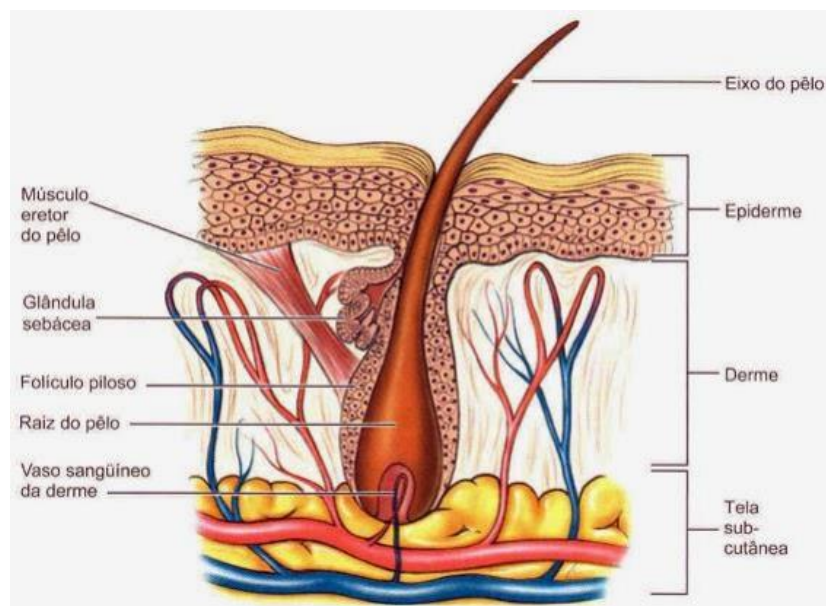
Figura 1: Subdivisões da haste capilar



Fonte: SILVA, 2018.

A camada intermediária, o córtex, é constituída de células queratinizadas e compõe cerca de 75% a 90% da massa da fibra capilar. É responsável pela maioria das propriedades que definem o cabelo humano fazendo dele algo único, como sua cor, forma, elasticidade, resistência e quantidade natural de umidade nos fios. A medula, camada mais interna, não tem função específica nos cuidados dos fios, podendo ser vazia ou possuir uma pequena fração contendo componentes porosos (AMIRALIAN; FERNANDES, 2018).

Figura 2: Anatomia da fibra capilar



Fonte: AUDI et al., 2017.

Os cabelos são veículos das glândulas sebáceas e apócrinas (conforme **Figura 2**) e apresentam funcionalidade na proteção contra radiações solares (cabelos e sobrancelhas), como barreira mecânica para microrganismos (sobrancelha, cílios e pelos nasais), aumento na superfície de evaporação do suor (axilas), auxilia na função sensorial cutânea, além de ser uma ferramenta estética de reconhecimento individual (AUDI et al., 2017; SANCHES, 2019).

O cabelo não sofre alterações biológicas após sair do couro cabeludo, visto que é considerada uma estrutura queratinizada sem atividade metabólica e os danos que ao longo do seu crescimento são causados tendem a ser cumulativos (AUDI et al., 2017).

3.1.1 Produtos cosméticos capilares

O produto cosmético pode ser definido segundo a RDC nº07/2015 como:

São preparações constituídas por substâncias naturais ou sintéticas, de uso externo nas diversas partes do corpo humano, pele, sistema capilar, unhas, lábios, órgãos genitais externos, dentes e membranas mucosas da cavidade oral, com o objetivo exclusivo ou principal de limpá-los, perfumá-los, alterar sua aparência e ou corrigir odores corporais e ou protegê-los ou mantê-los em bom estado (ANVISA, 2015).

Os produtos de uso capilar são formulados com intuito de higienizar e restaurar atributos de brilho, maciez e hidratação dos fios. Isso ocorre a partir da retirada de partículas de poluição e excesso de ácidos graxos do couro cabeludo, além da diminuição da eletricidade estática entre os fios reduzindo o *frizz*, somado ao condicionamento da fibra selando suas cutículas com finalidade de abrandar a porosidade da mesma e devolver o alinhamento dos fios (BORGES; MATA, 2019).

A utilização de produtos naturais em formulações cosméticas capilares, como óleo resina, manteigas, óleos essenciais e extratos, tem se apresentado de maneira vantajosa frente aos cosméticos convencionais já que a presença de substâncias nocivas à fibra capilar é menor (BORGES; MATA, 2019; CARVALHO, 2021).

A demanda por produtos em consonância com conceitos de sustentabilidade e que tenham presença de ativos naturais na formulação estão ganhando espaço no setor de pesquisa, desenvolvimento e inovação da indústria cosmética, com vários produtos lançados para cuidados capilares, como shampoos, condicionadores, máscaras e produtos sem enxágue para tratamentos de danos e reparação capilar (CARVALHO, 2021).

3.2 INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS APLICADA A COSMÉTICOS

A nanotecnologia é um campo científico multidisciplinar, em constante crescimento, que se aplica majoritariamente no desenvolvimento de produtos em escala nanométrica. Esta é voltada à pesquisa, manipulação e no desenvolvimento de sistemas e materiais com dimensões entre 1 a 1000 nm. Por meio desta ciência, é possível a obtenção de estruturas que possuam propriedades físicas e químicas específicas, além da possibilidade de potencializar a eficácia de produtos já existentes e lançar novos produtos no mercado consumidor em diversas áreas (SILVA, 2019).

O princípio desta ciência é que os materiais em escala nanométrica podem apresentar mudanças devido ao seu tamanho diminuto, comparando-se os equivalentes entre escalas micro e macro. Dentre elas podemos citar a modificação de propriedades físico-químicas e comportamentais, maior reatividade, condutividade elétrica, elasticidade, diferença de cor, aumento da resistência e etc. Essas características fazem grande diferença no uso da nanotecnologia (BARIL et al., 2012).

Apesar das inúmeras vantagens relacionadas à essa tecnologia, existem algumas limitações que devem ser pontuadas, como: o seu possível alto custo para a produção e fabricação, a dificuldade de implementação dos processos por parte da indústria, a ausência de compatibilidade dos materiais utilizados e ainda seu possível risco de toxicidade (SILVA, 2019).

As tendências de mercado estão sempre variando, principalmente quando se relaciona aos cosméticos, que possui um grande mercado dinâmico e a renovação constante de seus produtos. A nanotecnologia surge como uma estratégia na utilização para potencializar a eficácia e permeação dos princípios ativos presente nos cosméticos, característica que chama atenção da indústria permitindo seu maior investimento ao longo dos anos, além da redução de doses, riscos de irritação, odores e a melhora da estabilidade possivelmente aumentando o prazo de validade dos produtos. Apesar de ser um mercado promissor, ainda é necessário evoluir nas pesquisas e discussões acerca desta tecnologia (ASSIS, 2018; CARVALHO, 2018).

3.2.1. Emulsões

Emulsões são dispersões coloidais formadas por duas fases líquidas imiscíveis que são designadas como dispersa (interna) e dispersante (externa). As emulsões podem ser classificadas em não convencionais e convencionais que podem ser do tipo óleo em água O/A

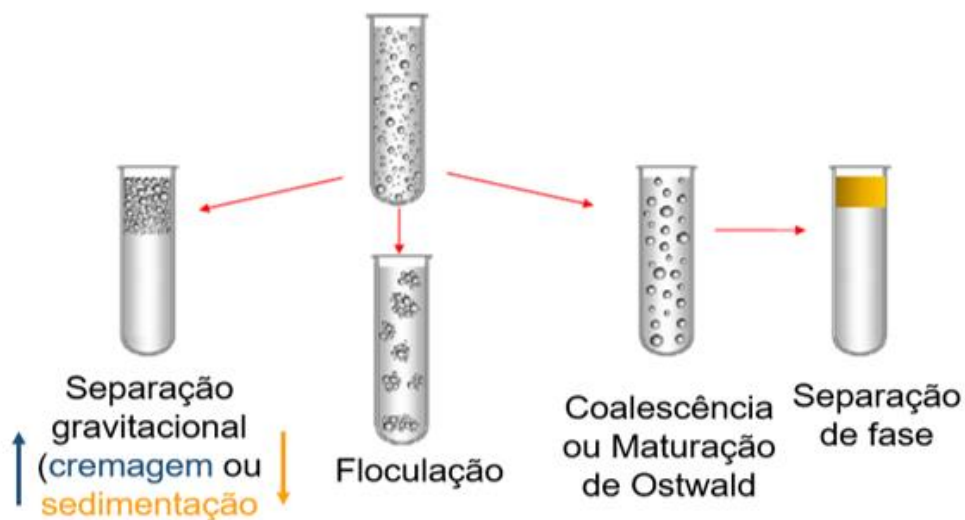
ou água em óleo A/O. As mais comuns em produtos são as do tipo O/A, devido ao seu aspecto sensorial mais agradável, sendo relacionados aos cremes e loções para o dia. Por outro lado, as emulsões A/O mais utilizadas em produtos noturnos e com finalidade maior de reposição de lipídios para pele e cabelos. Além disso, as emulsões podem ser múltiplas do tipo óleo em água em óleo (O/A/O) ou água em óleo em água (A/O/A) (CASTRO, 2014).

As emulsões usualmente necessitam de agentes tensoativos, que são substâncias diminuem a repulsão (tensão interfacial) entre os líquidos imiscíveis. Os tensoativos possuem característica anfifílica devido a estrutura molecular apresentar sítios de interação polares e apolares simultaneamente. Além disso, auxiliam na formação de um sistema estável através da geração de pequenas gotículas dispersas envolvidas por uma camada de tensoativo (ARAÚJO, 2011; CASTRO, 2014).

As emulsões podem ainda ser classificadas de acordo com o tamanho de gotícula da fase interna (dispersa). Embora essa classificação possa variar conforme o uso pretendido, emulsões com tamanho de gotícula maior que 400 nm são denominadas de macroemulsões, ou simplesmente emulsões, enquanto as que apresentam tamanho de gotículas entre 20 a 200 nm são chamadas de nanoemulsões (ARAÚJO, 2011).

Os fenômenos de instabilidade físico-químicos que ocorrem com o passar do tempo com as emulsões podem estar associados à influência gravitacional, sendo um dos principais mecanismos envolvidos a cremagem e sedimentação. Outros mecanismos envolvem o agrupamento, fusão ou a migração de gotículas da fase dispersa da formulação, como a floculação, coalescência e a maturação de Ostwald (McCLEMENTS; JAFARI, 2018).

Figura 3: Fenômenos físico-químicos de instabilidade



Fonte: Adaptada de MCCLEMENTS; JAFARI, 2018.

Os mecanismos que envolvem influência gravitacional (cremagem e sedimentação) estão associados a densidade das gotículas da fase interna. Quando as gotículas da fase dispersa são menos densas que a fase dispersante ocorre cremagem, e por outro lado, quando as gotículas são mais densas que a fase externa ocorre sedimentação). Já os mecanismos que envolvem o agrupamento, podem ocorrer pela união de duas ou mais gotículas em uma gotícula de tamanho maior (coalescência) ou o agrupamento de várias gotículas formando uma espécie “grumos” sem alterar o tamanho de gotícula das mesmas (floculação). Por último, o fenômeno de perda de estabilidade denominado Maturação de Ostwald, que é induzido pela migração dos constituintes da fase dispersa mais solúveis na fase externa, resultando no aumento do tamanho de gotícula (McCLEMENTS; JAFARI, 2018).

Além das emulsões serem consideradas elas próprias um sistema disperso de interesse cosmético, a sua obtenção pode ser uma etapa do processo de geração de nanoemulsões. Nesse caso, a adição de energia externa é necessária para que se supere o aumento da energia livre de Gibbs, que está relacionada ao aumento da área interfacial líquido-líquido envolvida na redução do tamanho das gotículas pré-existentes (HÅKANSSON; RAYNER, 2018).

3.2.2 Nanoemulsões

Dentre os possíveis nanossistemas de interesse em fitocosmética, tem-se as nanoemulsões. Elas são emulsões sub-micrônicas, que constituem uma classe de emulsões com gotículas uniformes e de dimensões muito diminutas, na faixa entre 20 e 200 nm, com o intuito de otimizar a dispersão de ingredientes ativos (BARIL et al., 2012).

Devido às minúsculas dimensões de suas gotículas, as nanoemulsões reduzem muito a força da gravidade, evitando a formação de sedimento ou cremagem durante o armazenamento do produto, e conseqüentemente reduzindo a tendência à separação de fases. Embora sejam termodinamicamente estáveis, uma vez que pertencem ao grupo das emulsões, as nanoemulsões apresentam estabilidade cinética em função do seu menor tamanho de gotícula (SOLANS; SOLÉ, 2012). Outras importantes vantagens dessa formulação estão na possibilidade de maior penetração de ingredientes ativos, na transparência do sistema e na sua fluidez, que confere ótimo aspecto estético e agradável sensorial à pele (CARVALHO, 2021).

A projeção da estabilidade cinética das nanoemulsões para aplicação cosmética e industrial depende de fatores cruciais como a escolha de uma fase aquosa e oleosa adequadas, além de possíveis outros componentes como modificadores de sensorial. Além disso,

parâmetros como viscosidade do sistema e escolha do tensoativo influenciam na cinética de estabilidade de uma nanoemulsão (PORTO, 2015; McCLEMENTS; JAFARI, 2018).

3.3 FITOCOSMÉTICOS

A utilização de plantas medicinais é uma prática antiga utilizada para a promoção da saúde e ainda hoje é realizada por diversas comunidades. O crescimento pela busca da inserção de ativos naturais em formulações cosméticas tem ganhado mais espaço no mercado, por suas propriedades benéficas e pela sustentabilidade empregada ao meio ambiente, além de gerar potencial econômico à agricultura familiar. Esse segmento de pesquisa de dermocosméticos visa empregar substâncias extraídas de espécies vegetais que possuam eficácia e aplicabilidade em diferentes áreas como produtos de higiene pessoal, perfumaria, bem como aqueles utilizados para regeneração da pele e para manter os cabelos saudáveis (PAIVA, 2019).

Sendo um grande aliado da biodiversidade brasileira, os fitocosméticos contêm em sua formulação um ativo natural de origem vegetal, podendo ser um óleo essencial, um extrato ou um óleo vegetal, substitutos dos derivados minerais e animais, que serão responsáveis por estabelecer a função do produto através de seus efeitos biológicos (GALLINA, 2021).

Embora a utilização dos ativos naturais venha agregar valor às formulações cosméticas pela sua eficácia e promoção natural, alguns fatores são limitantes no processo de utilização, como as variações de cores, odores e prazo de durabilidade, sendo necessário melhorar essas características para geração de produtos economicamente viáveis (SILVA; SANTOS, 2021).

Bem como os demais produtos, os fitocosméticos também devem ser submetidos a todas as etapas de desenvolvimento e pesquisa, inclusive os testes de estabilidade, garantindo que o produto mantenha suas funções até o final da sua vida útil (GALLINA, 2021).

3.3.1 Componentes intrínsecos de um fitocosmético emulsionado

As emulsões necessitam obrigatoriamente, e por definição, de líquidos imiscíveis. Em fitocosmética, frequentemente um dos líquidos é água e o outro é um óleo vegetal. Neste contexto, destaca-se a espécie *Persea americana*, pertencente à família Lauraceae e de ocorrência em regiões de clima subtropical e tropical.

Ela compreende as 150 variedades de abacate e é utilizada para diversas doenças devido às suas atividades biológicas anti-inflamatória, analgésica, antifúngica e antiparasitária, além disso é usada em tratamento de pele e embelezamento de cabelos (IDRIS; NDUKWE; GIMBA,

2009). O abacateiro produz um fruto, o abacate que é constituído por um endocarpo que é a semente, um mesocarpo que corresponde a polpa do fruto e um pericarpo a sua casca, e essa biomassa é rica em ácidos graxos, tais como ácido linoleico, palmítico, oleico, mirístico, cáprico e linolênico (SANTOS et al., 2017; EJOFOR et al., 2018).

Figura 4: Fruto da espécie *Persea americana* Mill.



Fonte: Adaptada de ABRAHAM; ABRAHAM; TAKRAMA, 2018.

O óleo de *Persea americana* Mill. (abacate) é extraído da biomassa do fruto principalmente pelo método de prensagem à frio e apresenta diversos usos na indústria de cosméticos devido a composição fitoquímica do mesmo, no qual estão presentes fenóis e outros antioxidantes que atuam na preservação das fibras capilares. Além disso, o óleo de abacate proporciona brilho quando é aplicado em cabelos ressecados. É rico em vitaminas A, D e E, que dispõem de função regeneradora, hidratante e protetora para os fios contra agentes agressores, como vento, exposição solar a raios UV-A e UV-B (ORDU; JAJA, 2018; MAZYAN et al. 2021).

A estabilização do óleo em água exige a presença de agentes emulsificantes na formulação. Usualmente são utilizados tensoativos capazes de reduzir a tensão interfacial e formar um filme ao redor das gotículas. Em alguns casos, misturas de dois tensoativos podem ser úteis, com o tensoativo mais lipofílico auxiliando também na estabilidade através da inibição da maturação de Ostwald e formação de filme mais rígido capaz de prevenir a coalescência (McCLEMENTS; JAFARI, 2018).

Além disso, podem ser adicionados modificadores de textura à fase aquosa, como agentes gelificantes e espessantes (goma xantana) capazes de diminuir a ação da gravidade e prevenir a cremagem e sedimentação (McCLEMENTS; JAFARI, 2018).

Neste contexto, destaca-se o potencial da babosa (*Aloe vera*), amplamente encontrada como ingrediente principal de diversos produtos direcionados à beleza. Suas propriedades terapêuticas agem como lubrificante, recondicionando cabelos quebradiços e secos, funcionando como um hidratante natural, capaz de tornar os fios mais brilhantes, macios, hidratados e potencializando a fibra capilar (TURINI, 2022). Na região central de suas folhas, se encontra seiva bruta contida em túbulos, dando origem a uma substância mucilaginosa, denominada gel de *Aloe vera*, que além das funcionalidades em termos de aplicação cosmética, também pode auxiliar como adjuvante tecnológico da formulação (TURINI, 2022).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 OBTENÇÃO DO ÓLEO DE ABACATE

O óleo de *Persea americana* Mill. foi obtido através da empresa Amazonian Nature localizada no município de Santana, Amapá, Brasil. Segundo o fabricante o produto é extraído pelo método de prensagem a frio.

4.2. INFLUÊNCIA DOS TENSOATIVOS NÃO-IÔNICOS

Foram utilizadas duas distintas proporções para o par de tensoativos (Polisorbato 80 e Sesquioleato de sorbitano) para obter dois distintos valores de equilíbrio hidrofílico-lipofílico, sendo estas: 63,6:36,4 (EHL = 11) e 82,3:17,7 (EHL = 13) (FERNANDES et al., 2013).

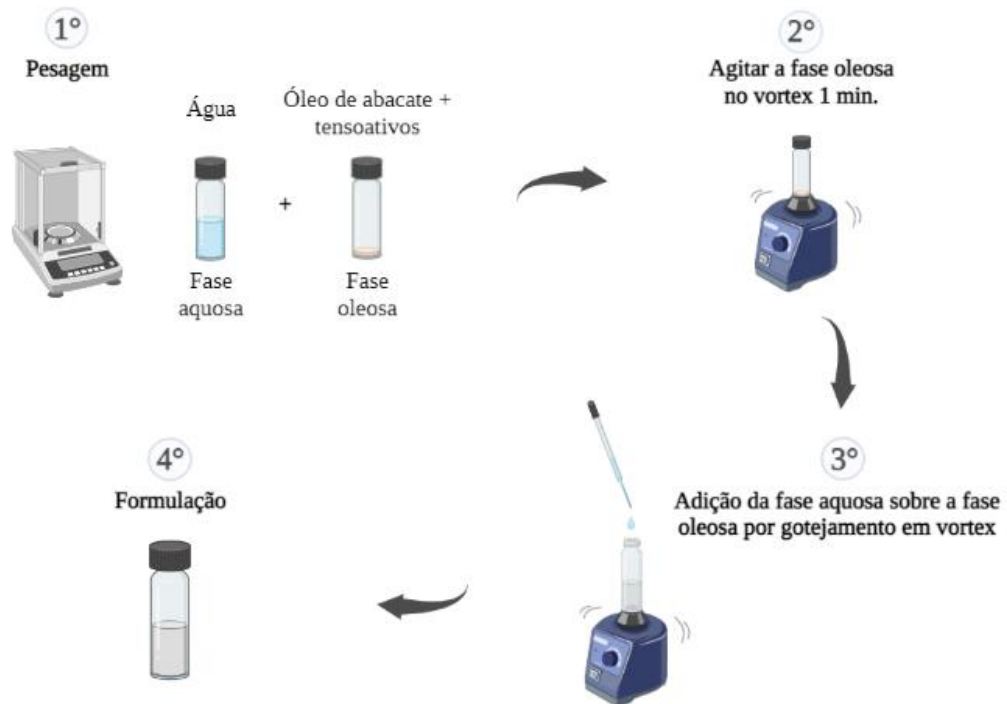
4.3 CARACTERIZAÇÃO DAS EMULSÕES

As formulações obtidas foram caracterizadas macroscopicamente segundo aspectos gerais como coloração e fenômenos de instabilidade, além de monitoradas quanto ao índice de cremagem tanto no dia 0 (dia em que foram formuladas), quanto no dia 1 (após 24 horas formuladas). Essas formulações foram armazenadas a temperatura ambiente, em vials transparentes e fechados com tampa, sem abrigo da luz.

4.4 MÉTODO DE EMULSIFICAÇÃO

O preparo das formulações iniciou-se pela pesagem da água destilada (fase aquosa) e do óleo de abacate e tensoativos (fase oleosa) em frascos separados. Inicialmente a fase oleosa foi homogeneizada sob agitação vigorosa em um agitador do tipo vortex (Labor Import®) por 1 minuto. Em seguida, fase aquosa foi adicionada sob gotejamento e agitação vigorosa sobre a fase oleosa utilizando-se agitador do tipo vortex.

Figura 5: Fluxograma de preparo das formulações

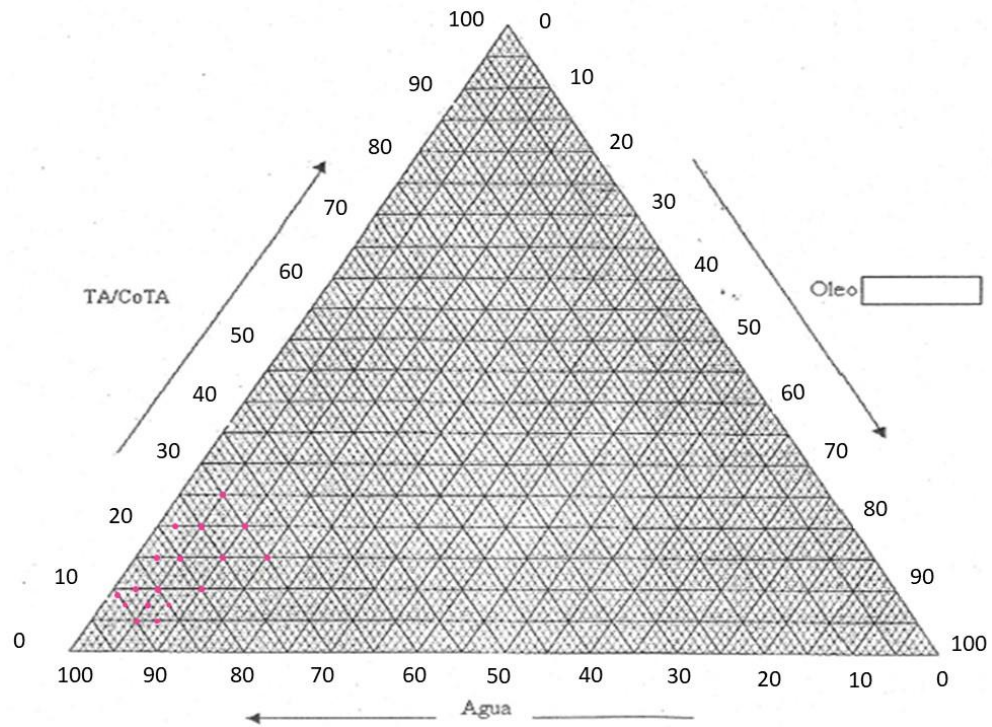


Fonte: Autoria própria.

4.5 DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO

A influência da composição na geração/estabilização dos sistemas dispersos líquido-líquido foi avaliada em função de diagramas pseudoternários. Foram preparados 17 pontos, relacionados à distintas proporções (m/m%) entre água, óleo de *Persea americana* Mill. e tensoativos (Polisorbato 80 e Sesquioleato de sorbitano).

Os 17 pontos do diagrama pseudoternário (**Figura 6**) apresentaram massa final de 4000 mg e as composições teóricas e práticas estão descritos nos Quadros 1 a 4.

Figura 6: Pontos do diagrama pseudoternário

Fonte: Autoria própria.

Quadro 1: Massas teóricas dos componentes das formulações em EHL 11

EHL 11			
FORMULAÇÃO (FA/T/O%)	MASSA TEORICA ÁGUA (mg)	MASSA TEÓRICA TENSOATIVOS (mg)	MASSA TEÓRICA ÓLEO (mg)
1 (87,5/5/7,5)	3500	T80: 129,2	300
		Sp83: 70,7	
2 (87,5/7,5/5)	3500	T80: 193,8	200
		Sp83: 106,1	
3 (90/7,5/2,5)	3600	T80: 193,8	100
		Sp83: 106,1	
4 (85/7,5/7,5)	3400	T80: 193,8	300
		Sp83: 106,1	
5 (90/5/5)	3600	T80: 129,2	200
		Sp83: 70,7	
6 (90/9/1)	3600	T80: 232,5	40
		Sp83: 127,4	
7 (85/10/5)	3400	T80: 258,4	200
		Sp83: 141,6	
8 (80/15/5)	3200	T80: 387,6	200
		Sp83: 212,4	

9 (87,5/10/2,5)	3500	T80: 258,4	100
		Sp83: 141,6	
10 (75/20/5)	3000	T80: 516,8	200
		Sp83: 283,1	
11 (78/20/2)	3120	T80: 516,8	80
		Sp83: 283,1	
12 (82,5/15/2,5)	3300	T80: 387,6	100
		Sp83: 212,4	
13 (75/15/10)	3000	T80: 387,6	400
		Sp83: 212,4	
14 (80/10/10)	3200	T80: 258,4	400
		Sp83: 141,6	
15 (70/25/5)	2800	T80: 646,0	200
		Sp83: 354,0	
16 (70/20/10)	2800	T80: 516,8	400
		Sp83: 283,1	
17 (70/15/15)	2800	T80: 387,6	600
		Sp83: 212,4	

Legenda: Sp83 (Sesquioleato de Sorbitano) e T80 (Polissorbato 80).

Fonte: Autoria própria.

Quadro 2: Massas reais dos componentes das formulações em EHL 11

EHL 11			
FORMULAÇÃO (FA/T/O %)	MASSA TEORICA ÁGUA (mg)	MASSA REAL TENSOATIVOS (mg)	MASSA REAL ÓLEO (mg)
1 (87,5/5/7,5)	3490	T80: 117,3	300
		Sp83: 86,6	
2 (87,5/7,5/5)	3510	T80: 189,4	198
		Sp83: 113,2	
3 (90/7,5/2,5)	3610	T80: 188,9	97
		Sp83: 122,4	
4 (85/7,5/7,5)	3420	T80: 186,8	294
		Sp83: 111,8	
5 (90/5/5)	3630	T80: 139,8	192
		Sp83: 69,2	
6 (90/9/1)	3610	T80: 223,7	35
		Sp83: 122,9	
7 (85/10/5)	3420	T80: 247,6	204
		Sp83: 138,8	
8 (80/15/5)	3200	T80: 377,3	196
		Sp83: 222,3	

9 (87,5/10/2,5)	3490	T80: 253,2	113
		Sp83: 144,0	
10 (75/20/5)	3000	T80: 518,4	198
		Sp83: 277,8	
11 (78/20/2)	3180	T80: 515,8	88
		Sp83: 274,7	
12 (82,5/15/2,5)	3320	T80: 397,1	103
		Sp83: 219,3	
13 (75/15/10)	3010	T80: 376,8	400
		Sp83: 221,0	
14 (80/10/10)	3230	T80: 258,7	413
		Sp83: 140,0	
15 (70/25/5)	2810	T80: 650,1	199
		Sp83: 345,6	
16 (70/20/10)	2830	T80: 510,9	400
		Sp83: 282,0	
17 (70/15/15)	2820	T80: 386,5	598
		Sp83: 209,9	

Legenda: Sp83 (Sesquioleato de Sorbitano) e T80 (Polissorbato 80).

Fonte: Autoria própria.

Quadro 3: Massas teóricas dos componentes das formulações em EHL 13

EHL 13			
FORMULAÇÃO (FA/T/O%)	MASSA TEÓRICA ÁGUA (mg)	MASSA TEÓRICA TENSOATIVOS (mg)	MASSA TEÓRICA ÓLEO (mg)
1 (87,5/5/7,5)	3500	T80: 164,6	300
		Sp83: 35,3	
2 (87,5/7,5/5)	3500	T80: 246,9	200
		Sp83: 53,0	
3 (90/7,5/2,5)	3600	T80: 246,9	100
		Sp83: 53,0	
4 (85/7,5/7,5)	3400	T80: 246,9	300
		Sp83: 53,0	
5 (90/5/5)	3600	T80: 164,6	200
		Sp83: 35,3	
6 (90/9/1)	3600	T80: 296,3	40
		Sp83: 63,7	
7 (85/10/5)	3400	T80: 329,2	200
		Sp83: 70,7	
8 (80/15/5)	3200	T80: 493,8	200

		Sp83: 106,1	
9 (87,5/10/2,5)	3500	T80: 329,2	100
		Sp83: 70,7	
10 (75/20/5)	3000	T80: 658,4	200
		Sp83: 141,5	
11 (78/20/2)	3120	T80: 658,4	80
		Sp83: 141,5	
12 (82,5/15/2,5)	3300	T80: 493,8	100
		Sp83: 106,1	
13 (75/15/10)	3000	T80: 493,8	400
		Sp83: 106,1	
14 (80/10/10)	3200	T80: 329,2	400
		Sp83: 70,7	
15 (70/25/5)	3000	T80: 823,0	200
		Sp83: 176,9	
16 (70/20/10)	3000	T80: 658,4	400
		Sp83: 141,5	
17 (70/15/15)	3000	T80: 493,8	600
		Sp83: 106,1	

Legenda: Sp83 (Sesquioleato de Sorbitano) e T80 (Polissorbato 80).

Fonte: Autoria própria.

Quadro 4: Massas reais dos componentes das formulações em EHL 13

EHL 13			
FORMULAÇÃO (FA/T/O %)	MASSA REAL ÁGUA (mg)	MASSA REAL TENSOATIVOS (mg)	MASSA REAL ÓLEO (mg)
1 (87,5/5/7,5)	3501	T80: 172,4	291
		Sp83: 36,6	
2 (87,5/7,5/5)	3500	T80: 255,0	206
		Sp83: 54,8	
3 (90/7,5/2,5)	3601	T80: 245,0	101
		Sp83: 63,7	
4 (85/7,5/7,5)	3400	T80: 241,0	305
		Sp83: 55,1	
5 (90/5/5)	3600	T80: 158,0	202
		Sp83: 30,6	
6 (90/9/1)	3628	T80: 296,1	46
		Sp83: 80,3	
7 (85/10/5)	3400	T80: 334,2	199
		Sp83: 72,6	

8 (80/15/5)	3210	T80: 501,4	196
		Sp83: 105,3	
9 (87,5/10/2,5)	3540	T80: 326,0	100
		Sp83: 70,5	
10 (75/20/5)	3030	T80: 654,9	207
		Sp83: 143,6	
11 (78/20/2)	3120	T80: 652,5	88
		Sp83: 147,7	
12 (82,5/15/2,5)	3330	T80: 492,1	97
		Sp83: 104,9	
13 (75/15/10)	3010	T80: 492,6	405
		Sp83: 120,4	
14 (80/10/10)	3240	T80: 331,1	410
		Sp83: 83,2	
15 (70/25/5)	2830	T80: 830,0	197
		Sp83: 176,6	
16 (70/20/10)	2800	T80: 665,7	400
		Sp83: 138,0	
17 (70/15/15)	2820	T80: 506,5	604
		Sp83: 111,6	

Legenda: Sp83 (Sesquioleato de Sorbitano) e T80 (Polissorbato 80).

Fonte: Autoria própria.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 FORMULAÇÕES DO DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO EM EHL 11

A figura 7 apresenta as primeiras formulações, na análise macroscópica verificou-se a formação de cremagem em todas, algumas ficaram bem definidas desde o dia 0, além de observar que todas estavam apresentando baixa fluidez e consequentemente aderindo à parede do vial. Nas formulações de 1 a 8 há sinais evidentes de instabilidade desde o dia 0, por esse motivo e para avançar para pontos mais promissores, elas não foram analisadas no dia 1.

Figura 7: Formulações 1 a 8 no dia 0 em EHL 11

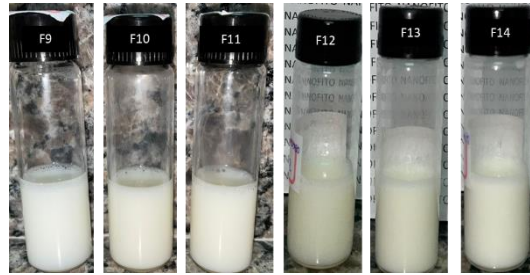


Fonte: Autoria própria.

De acordo com McClements e Jafari (2018), a cremagem é um fenômeno de instabilidade que apresenta influência gravitacional quando as partículas são menos densas e migram para a superfície, neste caso as gotículas de óleo de *Persea americana* Mill. provavelmente migraram para a superfície das formulações devido a possível relação percentual entre tensoativos/óleo (m/m%) presentes na composição que se aproximam e podem estar resultando na insuficiente redução da tensão interfacial e recobrimento das gotículas de óleo pelo par de surfactantes e consequentemente a desestabilização do sistema emulsificado.

As figuras 8A e 8B mostram as formulações de 9 a 14, onde supomos que teríamos as primeiras formulações promissoras. Diferente das demais, a F12 e a F13 que não apresentaram separação de fase no dia 0, porém na análise do dia 1, a F12 apresentou gotículas de óleo em sua superfície, caracterizando coalescência e a F13 apresentou cremagem. Jesus e colaboradores (2017) considera a complexidade dos componentes fitoquímicos de um óleo, neste caso o óleo de *Persea americana* Mill., e afirma que alguns podem atuar como emulsificantes, ou até mesmo que possa ocorrer rearranjos das gotículas, que configura a coalescência observada na F12.

Figura 8A: Formulações 9 - 14 no dia 0 em EHL 11



Fonte: Autoria própria.

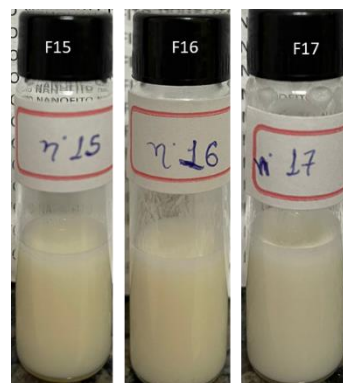
Figura 8B: Formulações 9 - 14 no dia 1 em EHL 11



Fonte: Autoria própria.

A figura 9 mostra as formulações 15 a 17, que não apresentaram separação de fase no dia 0, contudo elas ficaram com a cor amarelada, concluindo que o óleo pode não ter encapsulado ao sistema de forma eficaz, sinal evidente de instabilidade. Por consequência também não foram acompanhadas posteriormente no dia 1.

Figura 9: Formulações 15, 16 e 17 no dia 0 em EHL 11



Fonte: Autoria própria.

Em resumo, a tabela abaixo dispõe sobre a presença de fenômenos de instabilidade das formulações em EHL 11 analisadas no dia do seu preparo e após 24 horas formulada.

Tabela 1: Presença de cremagem nas formulações nos dias 0 e 1 em EHL 11

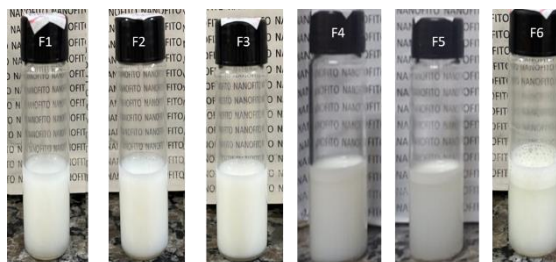
EHL 11		
FORMULAÇÃO (FA/T/O%)	CREMAGEM (DIA 0)	CREMAGEM (DIA 1)
1 (87,5/5/7,5)	++	X
2 (87,5/7,5/5)	++	X
3 (90/7,5/2,5)	+	X
4 (85/7,5/7,5)	++	X
5 (90/5/5)	++	X
6 (90/9/1)	+	X
7 (85/10/5)	++	X
8 (80/15/5)	+	X
9 (87,5/10/2,5)	+	++
10 (75/20/5)	+	+
11 (78/20/2)	+	+
12 (82,5/15/2,5)	-	*
13 (75/15/10)	-	++
14 (80/10/10)	+++	++
15 (70/25/5)	-	X
16 (70/20/10)	-	X
17 (70/15/15)	-	X

Legenda: (-) Sem presença de cremagem; (+) Cremagem indefinida; (++) Cremagem até 1 mm; (+++) Cremagem maior que 1 mm; (x) Não medido. *Presença de outro fenômeno de estabilidade.

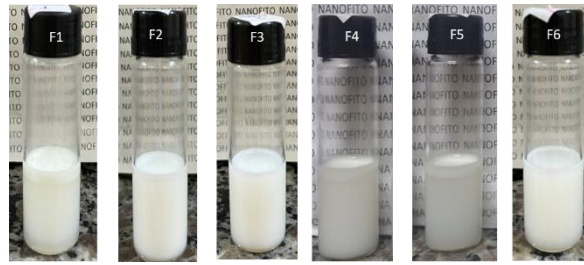
Fonte: Autoria própria.

5.2 FORMULAÇÕES DO DIAGRAMA PSEUDOTERNÁRIO EM EHL 13

As figuras 10A e 10B representam as formulações de 1 a 6 nos dia 0 e 1, dentre as quais F1, F4 e F5 apresentaram desestabilização do sistema por separação gravitacional do tipo cremagem, enquanto as F2, F3 e F6 não apresentaram separação de fases no dia 0 de análise macroscópica. Pôde-se perceber que a F1 preparada em EHL 13 assemelhou-se em quantidade de cremagem formada da F1 em EHL 11, enquanto F4 e F5 apresentaram cremagens menores em EHL 13 do que as mesmas proporções em EHL 11.

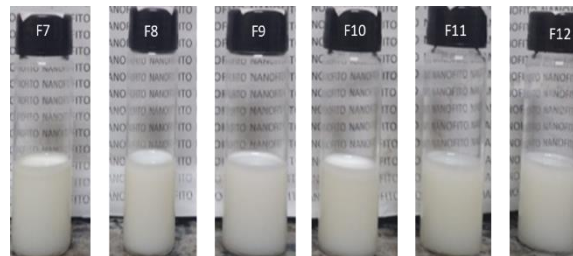
Figura 10A: Formulações 1 a 6 no dia 0 em EHL 13

Fonte: Autoria própria.

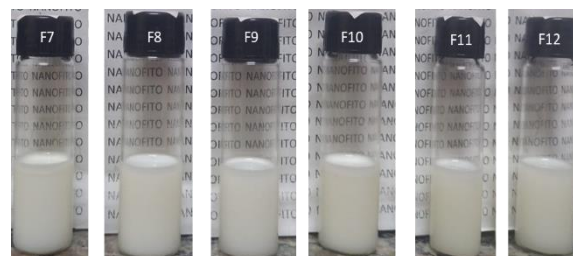
Figura 10B: Formulações 1 a 6 no dia 1 em EHL 13

Fonte: Autoria própria.

Nas figuras 11A e 11B acompanharam-se as formulações de 7 a 12 nos dias 0 e 1, respectivamente. Dentre essas, F7 e F10 apresentaram instabilidade no sistema emulsificado, enquanto as demais apresentaram cremagem indefinida e a aparência leitosa. Diversos autores ressaltam que a aparência visual leitosa está relacionada a tamanhos de gotícula maiores que 200 nm visualizados nas formulações realizadas em EHL 11 e 13 para o óleo de *Persea americana* Mill., sugerindo que as formulações apresentam tamanhos maiores de gotículas (MAS, 2015).

Figura 11A: Formulações 7 a 12 no dia 0 em EHL 13

Fonte: Autoria própria.

Figura 11B: Formulações 7 a 12 no dia 1 em EHL 13

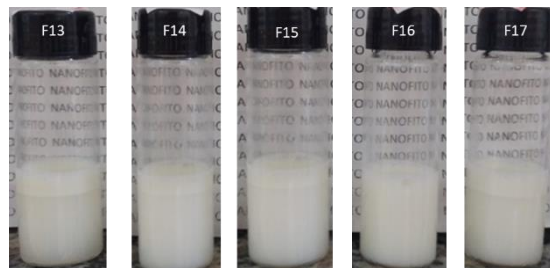
Fonte: Autoria própria.

Percebe-se ainda dentre as formulações 7-12 que a F11 com proporções em água/tensioativos/óleo igual a 78/20/2 em porcentagem, não apresentou instabilidades

mensuráveis significativas, tornando-a como um possível protótipo para uma posterior redução de tamanho e obtenção de uma nanoemulsão. Possivelmente devido a boa fluidez do sistema e aspecto levemente esbranquiçado da formulação, essa pode ter apresentado uma melhor disposição das gotículas de óleo de *Persea americana* Mill. fazendo com que o sistema emulsionado sofresse menor influência gravitacional que resultou nessa quantidade insuficiente para mensuração.

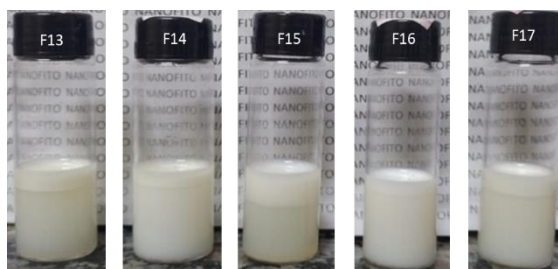
Já nas figuras 12A e 12B que apresentam as formulações de 13 a 17 percebeu-se que a F16 apresentou estabilidade no dia 0 de formulação, entretanto a mesma também apresentou instabilidades do tipo cremagem no dia 1 após o preparo. Em comparação com os valores de EHL utilizados para este estudo, pode-se perceber que ao aumentar o valor de EHL para 13, ou seja, mais hidrófilo os valores de cremagem reduziram.

Figura 12A: Formulações 13 a 17 no dia 0 em EHL 13



Fonte: Autoria própria.

Figura 12B: Formulações 13 a 17 no dia 1 em EHL 13



Fonte: Autoria própria.

Outro aspecto a ser analisado é que não apenas a temperatura e o tipo de surfactante afetam o tamanho da gotícula da fase interna da formulação quando se usa método de emulsificação de baixa energia, mas também o curso de preparação tem um efeito significativo (PRASERT, GOHTANI, 2016). Pode-se inferir então a possibilidade da não formação de um sistema estável devido às condições de preparo das formulações obtidas devido a ordem que as

fases foram acrescentadas durante o preparo, ou a sua formulação pelo método de inversão por composição e não pelo método de inversão por temperatura para que possibilitasse a diminuição das gotículas de óleo de *Persea americana* Mill.

Em resumo, a tabela abaixo dispõe sobre a presença de fenômenos de instabilidade das formulações em EHL 13 analisadas no dia do seu preparo e após 24 horas formulada.

Tabela 2: Presença de cremagem nas formulações nos dias 0 e 1 em EHL 13

EHL 13		
FORMULAÇÃO (FA/T/O %)	CREMAGEM (DIA 0)	CREMAGEM (DIA 1)
1 (87,5/5/7,5)	++	++
2 (87,5/7,5/5)	-	++
3 (90/7,5/2,5)	-	++
4 (85/7,5/7,5)	++	++
5 (90/5/5)	++	++
6 (90/9/1)	-	++
7 (85/10/5)	++	++
8 (80/15/5)	+	+
9 (87,5/10/2,5)	+	+
10 (75/20/5)	++	++
11 (78/20/2)	+	+
12 (82,5/15/2,5)	+	+
13 (75/15/10)	++	++
14 (80/10/10)	++	++
15 (70/25/5)	-	++
16 (70/20/10)	-	++
17 (70/15/15)	++	++

Legenda: (-) Sem presença de cremagem; (+) Cremagem indefinida; (++) Cremagem até 1 mm; (+++) Cremagem maior que 1 mm; (x) Não medido.

Fonte: Autoria própria.

Emulsões convencionais podem ser submetidas a ação de equipamentos especializados, como ultrasonicadores e homogenisadores de alta pressão, capazes de fornecer a energia necessária para a redução do tamanho de gotículas e conseqüentemente transformá-las em nanoemulsões. No entanto, salienta-se que a seleção do(s) tensoativo(s) apropriados e conseqüentemente a composição do sistema também é de extrema importância (HÅKANSSON; RAYNER, 2018).

6 CONCLUSÃO

Foi possível verificar a influência da composição na geração de emulsões contendo óleo de *Persea americana* Mill. Com base nas análises sobre cremagem, foi possível inferir que o valor de equilíbrio hidrófilo-lipofilo pode influenciar na estabilização das gotículas, além do fato que a relação entre a quantidade de óleo e tensoativo(s) também é um fator preponderante.

Nesse contexto, abre-se a perspectiva para a utilização de protótipos mais estáveis obtidos no âmbito desse trabalho, por exemplo, a formulação F11 (EHL 13), para redução do tamanho de gotícula até a escala nanométrica. Além disso, a utilização de agentes modificadores de viscosidade podem contribuir para aumentar a estabilidade e propiciar a obtenção de novo fitocosmético capilar para o mercado, tendo em vista o grande potencial do óleo utilizado.

REFERÊNCIAS

- ABRAHAM, Janice D.; ABRAHAM, John; TAKRAMA, Jemmy F. Morphological characteristics of avocado (*Persea americana* Mill.) in Ghana. **African Journal of Plant Science**, v. 12, n. 4, p. 88-97, 2018.
- AMIRALIAN, L.; FERNANDES, C. R. Fundamentos da Cosmetologia: Shampoos. **Cosmetics and Toiletries (Brasil)**, v. 30, jan-fev, 2018.
- ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução. RDC nº 07 de 10 de fevereiro de 2015. **Dispõe sobre os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências**. 2015.
- ARAÚJO, L. A. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo óleos vegetais para proteção e reparação capilar**. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e Cosméticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2015.
- ASSIS, B. A. **Nanocosmetotecnologia: principais nanoestruturas e suas aplicações**. 2019. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2018.
- AUDI, C.; KATAOKA, V. Y.; SILVA, G. J.; TATIKAVA, M. Y.; RODRIGUES, T.; ZYCHAR, B. C. Desenvolvimento e mecanismo de ação da canície e queda capilar. **Iniciação-Revista de Iniciação Científica, Tecnológica e Artística**, v. 6, n. 5, 2017.
- BARIL, M. B.; FRANCO, G. F.; VIANA, R. S.; ZANIN, S. M. W. Nanotecnologia aplicada aos cosméticos. **Visão Acadêmica**, v. 13, n. 1, 2012.
- BEDIN, V. Tricologia. Ação da radiação ultravioleta no cabelo. **Cosmetics and Toiletries (Brasil)**, v. 28, mai-jun, 2016.
- BEDIN, V. Tricologia. Danos aos cabelos causados pela radiação UV. **Cosmetics and Toiletries (Brasil)**, v. 33, set-out, 2021.
- BORGES, O. S.; MATA, S. C. **Avaliação de diferentes condicionadores quanto ao perfil de textura e resistência a tração de cabelos**. 2019. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2019.
- CARVALHO, J. G. S. **Estudo sobre formulações cosméticas naturais e princípios ativos de origem natural encontrados no Brasil**. 2021. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2021.
- CARVALHO, L. P. **Nanotecnologia aplicada à dermocosmética**. 2018. 83f. Dissertação (Mestrado Integrado em Ciências Farmacêuticas) - Escola de Ciências e Tecnologias da Saúde, Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2018.
- CHILANTE, J. A.; VASCONCELOS, L. B. O.; SILVA, D.. **Análise dos princípios ativos do protocolo destinado a reestruturação capilar**. Balneário Camboriú, 2010. Disponível em: <http://siaibib01.univali.br/pdf/Jucemara%20Chilante,%20Leonardo%20Vasconcelos.pdf>. Acesso em: 04 abr. 2022.

EJIOFOR, N. C. et al. Determination of the chemical composition of avocado (*Persea americana*) seed. **Adv Food Technol Nutr Sci Open J**, v. 2, p. 51-55, 2018.

FERNANDES, C. P.; MASCARENHAS, M. P.; ZIBETTI, F. M.; LIMA, B. G.; OLIVEIRA, R. P. R. F.; FALCÃO, D. Q. HLB value, an important parameter for the development of essential oil phytopharmaceuticals. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 1, p. 108-114, 2013.

GALLINA, P. R. Fitocosméticos antioxidantes: utilização de fitoativos como recurso para tratamentos antienvhecimento. **Revista Brasileira de Práticas Integrativas e Complementares em Saúde**, v. 1, n. 2, p. 31-38, 2021.

HÅKANSSON, A.; RAYNER, M. General Principles of Nanoemulsion Formation by High-Energy Mechanical Methods. In: JAFARI, S. M.; McCLEMENTS, D. J. (Eds.). **Nanoemulsions: formulation, applications and characterization**. Elsevier Inc, p 103-139, 2018. doi.org/10.1016/B978-0-12-811838-2.00005-9.

IDRIS, S.; NDUKWE, G.; GIMBA, C. Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of seed extracts of *Persea americana* (avocado pear). **Bayero Journal of Pure and Applied Sciences**, v. 2, n. 1, p. 173-176, 2009.

JESUS, Flávia L.M et al. Preparation of a nanoemulsion with *Carapa guianensis* Aublet (Meliaceae) oil by a low-energy/solvent-free method and evaluation of its preliminary residual larvicidal activity. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 1, 2017.

MAS, J. D. **Nanoemulsão contendo extrato de casca de *Rapanea ferruginea* com atividade anti-inflamatória**. 2015. 167f. Dissertação (Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas) - Universidade Vale do Itajaí, Itajaí, 2015.

MAZYAN, W. I. et al. Effects of temperature and extraction time on avocado flesh (*Persea americana*) total phenolic yields using subcritical water extraction. **Processes**, v. 9, n. 1, p. 159, 2021.

McCLEMENTS, D. J.; JAFARI, S. M. General aspects of nanoemulsions and their formulation. In: JAFARI, S. M.; McCLEMENTS, D. J. (Eds.). **Nanoemulsions: formulation, applications and characterization**. Elsevier Inc, p 3-20, 2018.

ORDU, J. I.; JAJA, G. O. Evaluation of Pulp Oil *Persea Americana* (Avocado Fruit) in Pharmaceutical Cream Formulation. **International J of Advances in Scientific Research and Engineering**, v. 4, n. 5, p. 14-25, 2018.

PAIVA, P. C. B. **O uso dos extratos vegetais da caatinga e da Amazônia para produção de fitocosméticos**. 2019. 50 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

PEREIRA, G. G. **Obtenção de nanoemulsões O/A à base de óleo de semente de uva e oliva aditivadas de metoxicinamato de octila e estudo do potencial antioxidante e fotoprotetor das emulsões**. 2008. 118f. Dissertação (Mestrado em Medicamentos e

Cosméticos) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2008.

PORTO, A. S. **Desenvolvimento de nanoemulsão O/A a base de óleo de copaíba, incorporados com nanopartículas magnéticas de Zinco.** 2015. 100f. Dissertação (Mestrado em Nanociência e Nanobiotecnologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PRASERT, Waraporn; GOHTANI, Shoichi. Effect of temperature on low-energy nano-emulsification and phase behavior in water/polyoxyethylene sorbitan fatty acid ester (Tweens®)/vegetable oil systems. **Journal of Food Engineering**, v. 180, p. 101-109, 2016.

SANCHES, P. S. **Desenvolvimento de formulações cosméticas contendo pigmento natural obtido de *Arthrospira platensis* e avaliação do efeito na fibra capilar antes e após irradiação ultravioleta.** 2019. 101f. Dissertação (Mestrado em Ciências Aplicadas a Produtos para Saúde) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2019.

SANTOS, D. M. et al. Physicochemical properties of starch from avocado seed (*Persea Americana* Mill). **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, v. 34, n. 2, 2017.

SILVA, L. A. **Nanotecnologia aplicada a dermocosméticos.** 2019. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia) – Centro Universitário Estadual da Zona Oeste, Rio de Janeiro, 2019.

SILVA, L. S. S.; SANTOS, J. S. Aplicabilidade dos óleos capilares em tônicos capilares: uma revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 15, p. 1-12, 2021.

SILVA, N. R. **Desenvolvimento de formulações para *leave in* destinados a cabelos cacheados.** 2018. 47 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SOLANS, C.; SOLÈ, I. Nano-emulsions: formation by low-energy methods. **Current Opinion in Colloid & Interface Science**, v. 17, n. 5, p. 246-254, out. 2012.

TURINI, J. J. **Desenvolvimento e avaliação de bases de shampoo utilizando diferentes espessantes com incorporação de óleo essencial de *Mentha piperita* e extrato glicólico de *Aloe vera*.** 2022. 37f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Centro Universitário Sagrado Coração, Bauru, 2022.