

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE EMULSÕES HIDRATANTES FACIAIS COM EXTRATO DE *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE

DEVELOPMENT AND QUALITY EVALUATION OF FACIAL MOISTURIZING EMULSIONS WITH *Camellia sinensis* (L.) KUNTZE EXTRACT

DOI: 10.16891/2317-434X.v13.e3.a2025.id1697

Recebido em: 30.11.2023 | Aceito em: 14.04.2024

José Marcos Teixeira de Alencar Filho^{a,*}, Bruna Lima Oliveira^b, Ivania Batista de Oliveira^c, Ademar Rocha da Silva^{b,d}, Morganna Thinesca Almeida Silva^{b,d}, Carine Lopes Calazans^b, Salvana Priscylla Manso Costa^c, Ticiano Gomes do Nascimento^e

Universidade Federal da Bahia – UFBA, Salvador – BA, Brasil^a

Faculdade Irecê – FAI, Irecê – BA, Brasil^b

Universidade do Estado da Bahia – UNEB, Irecê – BA, Brasil^c

Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública – EBMS, Salvador – BA, Brasil^d

Universidade Federal de Alagoas – UFAL, Maceió – AL, Brasil^e

*E-mail: ze.marcos.alencar@gmail.com

RESUMO

O uso do extrato de *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, popularmente conhecida como chá-verde, tem sido crescente em cosméticos, pois agrega às formulações as ações anti-inflamatória e antioxidante, capazes de retardar o envelhecimento cutâneo, reduzindo lesões teciduais. Esta pesquisa teve como objetivo o desenvolvimento e avaliação de emulsões hidratantes com extrato de chá-verde. Para isso, foi manipulado uma base de hidratante e duas formulações testes com o extrato seco de chá-verde, obtido comercialmente, nas concentrações de 1,5 e 3%. Após a manipulação, o teste de resistência a centrifugação foi executado e os testes de controle de qualidade foram realizados, além do estudo de estabilidade preliminar por 12 dias. Antes e após o estudo de estabilidade preliminar, os seguintes controles foram realizados: pH, condutividade, densidade, espalhabilidade e viscosidade. Quanto às análises realizadas antes e após os estudos de estabilidade, observou-se que as amostras se mantiveram estáveis em todas as etapas, não havendo alterações significativas de pH, condutividade, densidade, viscosidade e espalhabilidade. Por meio das análises realizadas, conclui-se que a formulação apresentou resultados satisfatórios, tendo como perspectivas futuras a realização de novos testes que tem o principal intuito de avaliar novos parâmetros, assegurando a qualidade e segurança do cosmético.

Palavras-chave: Desenvolvimento de formulações; Controle físico-químico; Estabilidade preliminar.

ABSTRACT

The use of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze extract, popularly known as green tea, has been increasing in cosmetics, as it adds anti-inflammatory and antioxidant actions to formulations, capable of delaying skin aging, reducing tissue damage. This research aimed to develop and evaluate moisturizing emulsions with green tea extract. For this, a moisturizer base and two test formulations were manipulated with the dry extract of green tea, obtained commercially, in concentrations of 1.5 and 3%. After handling, the centrifugation resistance test was performed and quality control tests were carried out, in addition to the preliminary stability study for 12 days. Before and after the preliminary stability study, the following controls were carried out: pH, conductivity, density, spreadability and viscosity. Regarding the analyzes carried out before and after the stability studies, it was observed that the samples remained stable at all stages, with no significant changes in pH, conductivity, density, viscosity and spreadability. Through the analyzes carried out, it is concluded that the formulation presented satisfactory results, with future perspectives being the carrying out of new tests that have the main purpose of evaluating new parameters, ensuring the quality and safety of the cosmetic.

Keywords: Formulation development; Physical-chemical control; Preliminary stability.

INTRODUÇÃO

A constante procura pelo seguimento de padrões estéticos vem associada a diferentes contextos socioculturais, agregando o aumento de cuidados faciais e corporais influenciados pelo fator social. Neste sentido, a busca das inovações tecnológicas vem permitindo o desenvolvimento de novas formulações que ofereçam alta capacidade de hidratação cutânea. O crescimento do desenvolvimento de produtos, com uma maior eficácia comprovada e com maior qualidade sensorial se deve às pesquisas que vêm avançando cada vez mais, buscando aperfeiçoamento contínuo, com o aumento da demanda dos cuidados dermatológicos. A emulsão hidratante é a forma cosmética mais propícia para fórmulas hidratantes, e isto se deve a capacidade de conseguir transpor a barreira superficial epidérmica e manter sua hidratação (COSTA *et al.*, 2004).

De acordo com Matos (2014), o cosmético hidratante está diretamente ligado à água, possuindo a capacidade de melhorar o teor hídrico da pele através da hidratação, por emoliência ou pela higroscopia ativa. A emoliência garantirá a permanência de água sobre a pele a partir da formação de um filme sobre a superfície cutânea, atribuindo toque aveludado a pele, já a hidratação intracelular, tem como intuito devolver água para a epiderme, podendo ser a mais indicada para pessoas com pele desidratada.

As propriedades antioxidantes dos compostos polifenólicos são amplamente conhecidas, pois sua estrutura química permite o combate das ações das espécies reativas de oxigênio, popularmente conhecidos como radicais livres. Quando ocorre um desequilíbrio na formação dos radicais, a integridade celular é degenerada, podendo vir a acelerar o processo de envelhecimento cutâneo. Para isso, existem hoje antioxidantes exógenos, como as vitaminas A, E e C, que possuem a capacidade de estabilizar os radicais livres, impedindo os danos celulares (VIEIRA; SOUZA, 2019).

Dentre o grupo de compostos fenólicos que apresentam uma alta atividade antioxidante, estão os flavonoides, os quais possuem capacidade de sequestrar radicais livres e quelar íons, impedindo assim a formação dos radicais e o processo da oxidação. Por esse motivo, a indústria cosmética vem aumentando a utilização de substâncias que possuam os compostos polifenólicos em

cosméticos tópicos por sua alta eficácia na prevenção do envelhecimento cutâneo (HENRIQUE; LOPES, 2017).

Dentro dessa perspectiva, a *Camellia sinensis* (L.) Kuntze popularmente conhecida como chá-verde, possui componentes que tem capacidade anticarcinogênica, anti-inflamatória, quimioprotetora, fotoprotetora e ação antioxidante, sendo importante nos processos patológicos como envelhecimento celular e lesão tecidual, configurando-se como um dos principais motivos do uso da planta em cosméticos. Devido às suas características na área cosmética e dermatológica, como combate ao envelhecimento precoce, o uso do chá-verde vem crescendo cada vez mais, sendo utilizado o extrato das folhas para produção de cremes e loções (PORTUGAL, 2021).

C. sinensis possui em sua composição química quatro polifenóis principais: (–)-epicatequina (EC), (–)-epigallocatequina-3-galato (ECG), (–)-epigallocatequina (EGC) e (–)-epigallocatequina-3-galato (EGCG), estando esta última em maior concentração, atingindo, muitas vezes, 50% do total de catequinas (YUSUF *et al.*, 2007). Além das ações antioxidantes, a ação fotoprotetora do chá-verde já foi amplamente divulgada (ALENCAR FILHO *et al.*, 2016). Neste sentido, o objetivo desse projeto foi produzir emulsões cosméticas hidratantes contendo o extrato seco solúvel de chá-verde com o benefício de ser um antioxidante natural, bem como analisar os principais parâmetros físico-químicos de qualidade associado a formulações desenvolvidas.

METODOLOGIA

Desenvolvimento e manipulação da fórmula

Para o desenvolvimento da emulsão, utilizou-se como ponto de partida o método de inversão de fases utilizado por (CALDEIRA *et al.*, 2023), com as adaptações necessárias. A tabela 1 detalha a descrição quali-quantitativa das formulações desenvolvidas e manipuladas. O extrato seco solúvel de chá-verde utilizado neste trabalho foi adquirido comercialmente e é produzido utilizando as folhas da planta, seco por *spray drying*, e possui maltodextrina como excipiente. As concentrações utilizadas de todos os insumos empregados nas formulações foram definidas por meio da literatura técnica apresentada pelos fornecedores. Esta mesma

literatura orienta a utilização máxima de 3% do extrato de chá-verde nas formulações.

Tabela 1. Delineamento das formulações de emulsão hidratante.

Componente (fornecedor)	Função	Fórmula base	F1	F2
FASE AQUOSA				
Glicerina (Engenharia das Essências)	Umectante	3%	3%	3%
Propanediol (Engenharia das Essências)	Umectante	3%	3%	3%
Gluconato de sódio (Engenharia das Essências)	Quelante	0,1%	0,1%	0,1%
Argila branca (Engenharia das Essências)	Espessante	3%	3%	3%
Carbômero-940 (Engenharia das Essências)	Espessante	0,3%	0,3%	0,3%
Extrato seco de chá verde (Engenharia das Essências)	Ativo antioxidante	-	1,5%	3%
Água	Veículo	qsp 100%	qsp 100%	qsp 100%
FASE OLEOSA				
Olivem® 1000 (Engenharia das Essências)	Emulsionante	5%	5%	5%
Olivem 900 (Engenharia das Essências)	Co-emulsionante	1,5%	1,5%	1,5%
Álcool cetosteárilico etoxilado (Engenharia das Essências)	Co-emulsionante / Espessante	2%	2%	2%
Cetiol ultimate® (Engenharia das Essências)	Emoliente	3%	3%	3%
Triglicerídeos de ácido cáprico/caprílico (Engenharia das Essências)	Emoliente	2%	2%	2%
Manteiga de castanha do Pará (Peter Paiva)	Emoliente	0,5%	0,5%	0,5%
BHT (Engenharia das Essências)	Antioxidante	0,1%	0,1%	0,1%
FASE TERMOSENSÍVEL				
Fenoxietanol (Engenharia das Essências)	Conservante	1%	1%	1%
Ciclodimeticona 245 (Silicone volátil) (Engenharia das Essências)	Modificador de sensorial	4%	4%	4%
Essência (Engenharia das Essências)	Fragrância	1%	1%	1%
Hidróxido de sódio a 25% (Química Moderna)	Regulador de pH	qs	qs	qs

Nota: F1 = Formulação 1; F2 = Formulação 2.

Para preparo das emulsões, inicialmente foram pesados os líquidos da fase aquosa (glicerina e propanediol), acrescentou-se a quantidade suficiente de água e o sistema foi posto em agitação mecânica. Em seguida, foram pesados os pós presentes na fase aquosa e adicionados a agitação, um por vez (gluconato de sódio,

argila branca e carbômero-940), permanecendo assim por 30 min. Após esse tempo, a fase aquosa foi posta em aquecimento. Todos os ingredientes da fase oleosa foram pesados separadamente e postos em um béquer sob aquecimento. As duas fases foram aquecidas simultaneamente até temperatura de 70-75° C, quando

ocorreu a inversão das fases gradativamente, adicionando-se a fase oleosa sob a fase aquosa, com agitação mecânica. A mistura foi mantida sob agitação até atingir a temperatura ambiente, quando foram adicionados os componentes termossensíveis, que se manteve sob agitação até completa homogeneização. Na fórmula base, o extrato seco solúvel de chá-verde não esteve presente na formulação. Este foi adicionado somente em F1 e F2.

Avaliação da qualidade

Foram realizados testes de controle de qualidade a partir da base e com os cremes já preparados com a adição do extrato de chá-verde, sendo eles: pH, condutividade, densidade, viscosidade e espalhabilidade. Todos os testes foram realizados antes e após o teste de estabilidade preliminar.

Teste de centrifugação

Segundo a Guia de Estudos de Estabilidade de Produtos Cosméticos da ANVISA, é necessário que antes dos estudos de estabilidade, seja realizado um teste de triagem, o teste de centrifugação. Primeiramente foram pesados 5 g de cada amostra em tubos de ensaio, submetendo a amostra a centrifugação, a 3.000 rotações por minuto (rpm) durante 30 minutos (BRASIL, 2004).

Determinação do pH e da condutividade

A verificação do pH e condutividade das amostras de base e cremes com extrato de chá verde, foram realizadas com o uso do mesmo aparelho alterando o modo operante entre pHmetro e condutivímetro, para ambas análises. As amostras foram preparadas por meio da diluição de 10 g de amostra para 90 mL de água deionizada, postas em contato com o eletrodo do pHmetro ou do condutivímetro (BRASIL, 2008).

Determinação da densidade

Para determinação da densidade foi utilizado um picnômetro de metal. O processo é iniciado pesando o picnômetro vazio, anotando a sua massa (M0), em seguida enchê-lo completamente com água purificada, evitando-se a introdução de bolhas, pesando novamente, anotando sua

massa com água (M1). O próximo passo é encher completamente o picnômetro com a amostra, evitando a formação de bolhas, e em seguida ele deve ser pesado mais uma vez e ter sua massa (M2) anotada. Após o procedimento o cálculo foi feito utilizando a fórmula:

$$D = \frac{M2 - M0}{M1 - M0} \text{ (BRASIL, 2008).}$$

Onde: d = densidade; M0 = massa do picnômetro vazio, em gramas; M1 = massa do picnômetro com água purificada, em gramas; M2 = massa do picnômetro com a amostra, em gramas.

Determinação da viscosidade

A viscosidade das amostras foi realizada por meio da utilização de um viscosímetro digital MVD-5 (Marte). Para realizar a leitura, as amostras foram acondicionadas em um béquer, e o fuso (*spindle*) de nº 3, foi introduzido na amostra até a marca do nível inscrita na haste do fuso, nivelando o aparelho em seguida nas velocidades de 6, 12, 30 e 60 (para cima) 30, 12 e 6 (para baixo), realizando a leitura da viscosidade. A velocidade em rpm foi ajustada ponto a ponto até que a leitura correta se aproximasse da faixa entre 20 e 80% (BRASIL, 2004).

Determinação da espalhabilidade

A determinação da espalhabilidade das amostras foi realizada por uma medida de diâmetros abrangidos, utilizando um sistema formado por placas quadradas de vidro. A amostra foi adicionada sobre a placa de vidro, em um suporte de madeira, em seguida ocorreu a adição de mais placas no intervalo de um minuto, e por meio do espalhamento da amostra foi possível realizar a leitura do diâmetro abrangido, através do uso da Equação:

$$E = (d^2 \times \pi) / 4 \text{ (ALENCAR FILHO, 2017).}$$

Onde: E = espalhabilidade da amostra; d = diâmetro médio (mm).

Estudo de estabilidade preliminar

As amostras (base e emulsões preparadas com extrato de chá-verde) foram submetidas aos testes de estabilidade preliminar. As amostras foram acondicionadas em frascos de vidro transparente com tampa. O estudo realizado teve a duração de 12 dias e durante o processo as amostras foram submetidas a

condições de estresse térmico, em ciclos alternados de resfriamento e aquecimento, sendo realizados ciclos de 24 horas a $45 \pm 2^\circ \text{C}$ (estufa), e 24 horas a $-5 \pm 2^\circ \text{C}$ (freezer), também foram submetidos à temperatura ambiente (BRASIL, 2004).

Análise dos dados

Os dados foram analisados em triplicata e foi obtido o desvio padrão da média. O software de GraphPad e Origin foram utilizados para análises estatísticas e construção dos gráficos. Para verificação das diferenças estatísticas foi utilizado ANOVA *one way*, com o intuito de analisar se as amostras apresentaram diferenças estatísticas entre o início e o fim do estudo de estabilidade preliminar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características sensoriais, características organolépticas e resistência à centrifugação

As características organolépticas da base e das formulações foram verificadas nos tempos zero (T0) e 12 (T12), sendo caracterizadas no início (24 horas após a manipulação das fórmulas) e no final do estudo de estabilidade preliminar, após 12 dias. Os testes de estabilidade preliminar consistem em um teste de triagem, onde as amostras passam por um estresse térmico, por um tempo determinado, com o intuito de acelerar possíveis reações na formulação que aconteceriam somente a médio ou longo prazo (BRASIL, 2004).

Dessa forma, foram comparadas as diferenças em relação às características de T0 com as características das mesmas amostras submetidas à temperatura ambiente (TA) e ao ciclo gelo-degelo (GD). As características sensoriais para todas as emulsões preparadas, tanto para a formulação base como para F1 e F2, antes e após o estudo de estabilidade preliminar, apresentaram-se com uma sensação ao toque suave e de secagem rápida, proporcionando boa sensação na pele. Já no que se refere as características organolépticas das fórmulas

manipuladas, todas se apresentaram homogêneas, sem separação de fases. F1 se apresentou com coloração branca, F1 com coloração bege claro e F2 com coloração areia devido a adição de concentração crescentes do extrato seco de chá-verde, que possui coloração marrom. Ambas as formulações apresentaram odor característico da essência adicionada (essência de castanha-do-pará). Todas as emulsões mantiveram suas características macroscópicas visuais e não tiveram alterações visíveis durante todo o estudo de estabilidade preliminar.

O teste de resistência a centrifugação na amostra produz uma condição de estresse, com um aumento na força da gravidade sobre a amostra, fazendo com que suas partículas se movam, ocasionando a antecipação de possíveis instabilidades. O teste permite que sejam avaliadas em um curto espaço de tempo as possíveis instabilidades físico-químicas das formulações, podendo ser observadas por meio da precipitação, separação de fases, expulsão da água, entre outras (BONTORIM, 2009).

A partir do teste de resistência a centrifugação realizados com a base, F1 e F2, foi possível observar todas as formulações mantiveram suas características, sem alterações após a realização do teste, se comportando de maneira estável.

Determinação do pH, da condutividade elétrica e da densidade

A análise de pH, da condutividade elétrica e da densidade são testes que tem como objetivo avaliar a estabilidade físico-química das amostras, pois, intrinsicamente relacionados a esses parâmetros, estão associados critérios como estabilidade dos ingredientes da formulação, eficácia e segurança do produto (BRASIL, 2004). Através dos estudos realizados é possível verificar se os pH das emulsões seriam compatíveis com o pH da pele, dentro do preceito que o estudo do pH é um dos fatores que mais influenciam a estabilidade das formulações. A tabela 2 apresenta os resultados das análises de pH, condutividade e densidade das emulsões em T0 e em T12 submetidas a GD e TA.



Tabela 2. Análises de pH, condutividade e densidade das emulsões.

Amostra	pH (Média ± DP)	Condutividade (Média ± DP)	Densidade (Média ± DP)
BASE T0	6,3 ± 0,0	106 ± 2	0,98 ± 0,00
BASE T12 – GD	6,03 ± 0,23	103 ± 3	0,96 ± 0,02
BASE T12 – TA	6,23 ± 0,15	101 ± 1	0,98 ± 0,01
F1 T0	5,46 ± 0,15	121,7 ± 2,08	0,99 ± 0,01
F1 T12 – GD	5,53 ± 0,11	121,7 ± 7,76	1,00 ± 0,01
F1 T12 – TA	5,36 ± 0,05	120,7 ± 1,15	0,99 ± 0,00
F2 T0	5,2 ± 0,1	117,3 ± 6,65	0,99 ± 0,00
F2 T12 – GD	5,43 ± 0,11	126 ± 11,53	1,00 ± 0,00
F2 T12 – TA	5,26 ± 0,05	120 ± 8,18	1,00 ± 0,01

A partir da análise da Tabela 2, em relação ao pH de todas as amostras, foi possível observar que o pH tanto da base como das formulações com o extrato seco de chá-verde não apresentara diferenças significativas antes e depois do teste de estabilidade preliminar ($p < 0,05$), além de demonstrar que os valores de pH obtidos mostraram que as formulações são compatíveis com a pele humana (ALENCAR FILHO, 2017).

O pH dos cosméticos varia em função de sua aplicabilidade. Os produtos de permanência prolongada sobre a pele devem ter um pH de 4,0 a 7,0, aproximando-se o máximo possível do pH cutâneo (ZANON, 2010). É de extrema importância comparar o pH da formulação com o pH da pele, uma vez que pode alterar a atividade do produto sobre a pele, afetando sua eficácia.

A condutividade é influenciada pelas cargas eletroquímicas da molécula, bem como as substâncias utilizadas nas formulações e as suas respectivas estruturas químicas (ALENCAR FILHO, 2020). Contudo, o extrato utilizado nas formulações F1 e F2 possui uma alta concentração de compostos fenólicos, dentre eles os flavonoides, fator esse que pode gerar um aumento nos valores de condutividade, devido a possibilidade de ionização dessas substâncias. Sendo assim, foi possível observar, ainda pela análise dos resultados apresentados na tabela 2, que a condutividade das formulações contendo o extrato seco de chá-verde foram, de fato, mais elevadas que a condutividade da formulação base. Além disso, as formulações mantiveram-se estáveis durante o estudo de estabilidade preliminar, não alterando de forma significativa sua condutividade antes e os 12 dias de teste ($p < 0,05$).

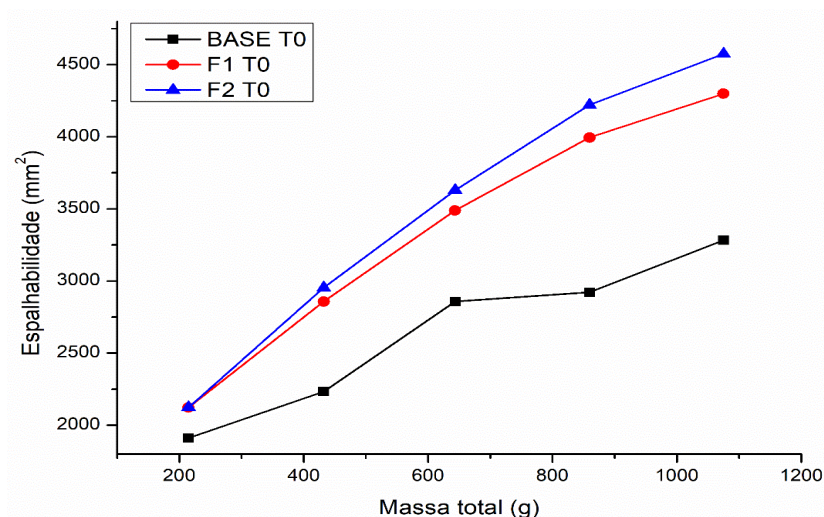
A densidade é representada pela relação entre a massa de um material e o volume que ele ocupa, avaliado por meio da utilização do picnômetro, quando empregado em semissólidos este parâmetro pode indicar a incorporação de ar ou a perda de ingredientes voláteis (BRASIL, 2004). Também não foram observadas diferenças significativas ($p < 0,05$) para a densidade das amostras avaliadas, refletindo, mais uma vez, a estabilidade das formulações.

Determinação da espalhabilidade

Os estudos de espalhabilidade têm como principal objetivo, avaliar a capacidade de um produto em manter suas características organolépticas, sensoriais e físico-químicas sob uma condição de força aplicada, demonstrando a capacidade que a formulação tem de se espalhar., avaliando a capacidade da amostra se espalhar sobre a pele, sendo o produto de fácil espalhamento o mais buscado (OLIVEIRA-JÚNIOR *et al.*, 2017).

Os valores de espalhabilidade obtidos para as emulsões, estão representados nas Figuras 1 e 2. Na Figura 1, está o gráfico de espalhabilidade das emulsões em T0, sendo possível observar que as amostras F1 e F2, possuem uma maior espalhabilidade quando comparadas a base, sendo a F2, a emulsão que possui uma maior concentração do extrato solúvel de chá-verde, a emulsão com maior espalhabilidade. Sendo assim, é possível inferir que a incorporação do extrato de chá-verde tende a aumentar a espalhabilidade das emulsões manipuladas, mesmo sendo um ativo sólido.

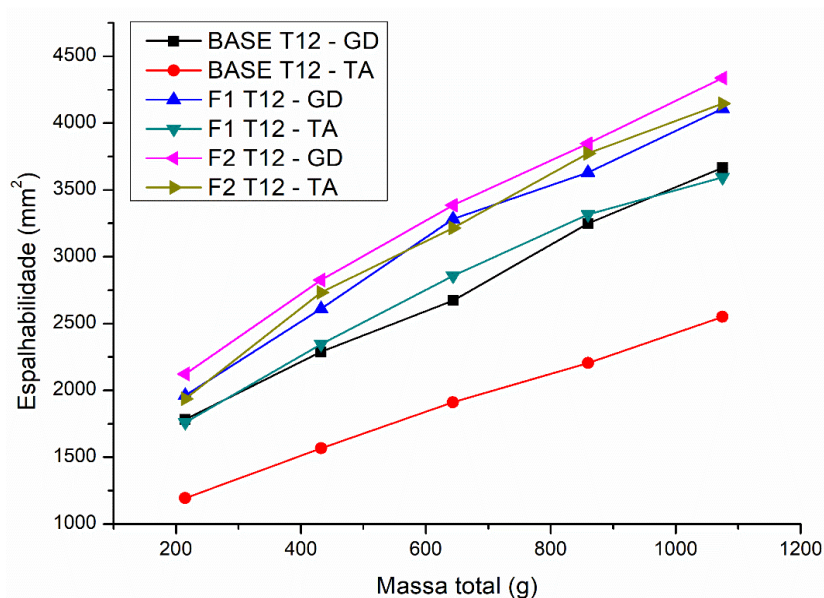
Figura 1. Espalhabilidade das emulsões em T0.



Na Figura 2 está apresentado o gráfico de espalhabilidade da base, de F1 e F2 em T12 nas condições GD e TA. Verifica-se que em T12, as amostras submetidas ao ciclo gelo-degelo e para as amostras em temperatura ambiente, não houveram alterações perceptíveis nos perfis de espalhabilidade dessas formulações, pois continuam aumentando a espalhabilidade à medida que a força é aumentada. A partir da análise, é possível, também,

observar um padrão de espalhabilidade: as emulsões submetidas ao ciclo GD, possuem uma maior espalhabilidade quando comparadas as formulações que permaneceram em TA. Além disso, é possível observar que as formulações com maior concentração de extrato de chá-verde possuem uma maior espalhabilidade quando comparadas a base, aspecto observado e mantido do tempo T0.

Figura 2. Espalhabilidade das emulsões submetidos ao ciclo gelo-degelo e em temperatura ambiente, em T12.



A espalhabilidade é um parâmetro que indica a capacidade que um produto tem de se espalhar sobre a área aplicada, sendo um dos parâmetros que desenvolve um importante papel na aceitação do consumidor a determinado produto. Produtos de baixa espalhabilidade resultam em uma baixa distribuição do produto na pele, afetando a quantidade a ser utilizada e a eficiência da permeação dos ativos na pele, além de não serem atrativos aos consumidores. Produtos com uma maior espalhabilidade associado a diversos fatores como eficácia, textura e odor, possuem maior aceitabilidade entre os consumidores (MONTENEGRO *et al.*, 2015).

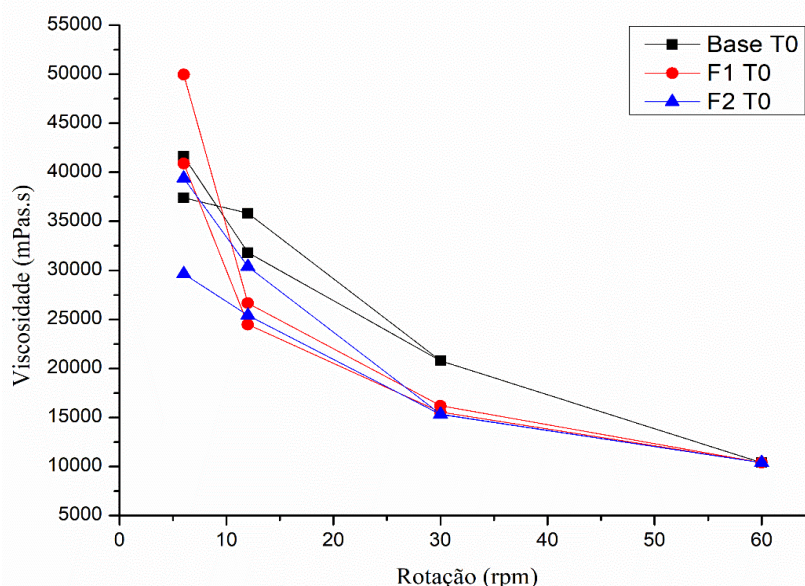
Determinação da viscosidade

A viscosidade é um parâmetro que tem como objetivo auxiliar na determinação de consistência e fluidez

do produto analisado, contribuindo para a avaliação da estabilidade do cosmético e fornecendo características do comportamento do produto ao longo do tempo (BRASIL, 2004).

Na figura 3 está apresentado as curvas de viscosidade das emulsões, em T0. De acordo com a figura 3, percebe-se que as formulações apresentam caráter de fluido não-newtoniano, ou seja, apresentam variação da viscosidade a medida em que a velocidade de cisalhamento é modificada (OLIVEIRA, 2018). Além disso, são também consideradas tipo pseudoplástico, pois após aumento da velocidade de cisalhamento ocorre a redução da sua viscosidade, e tixotrópico, pela tendência que as formulações têm de retornar a sua viscosidade inicial, após a redução da velocidade de cisalhamento anteriormente aplicada (RHEOTEC, 2018).

Figura 3. Viscosidade da base, F1 e F2, em T0.



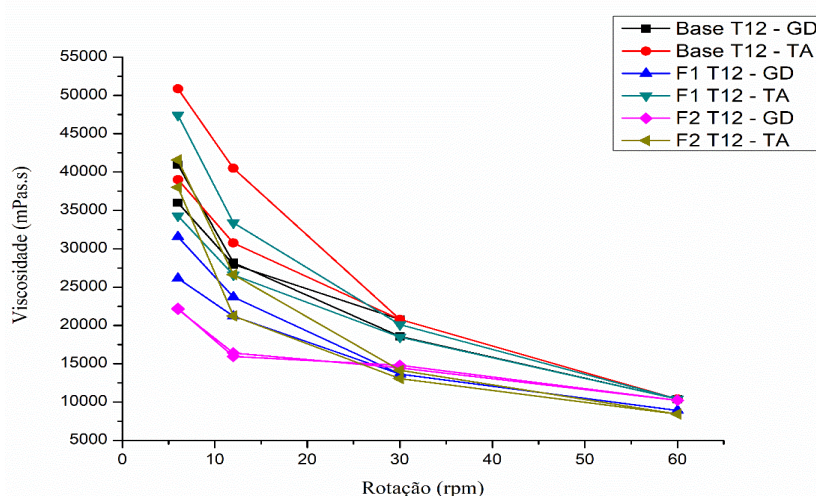
A figura 4 apresenta as curvas de viscosidade das formulações base, F1 e F2 em T12, tanto aquelas submetidas ao ciclo de congelamento e descongelamento, como aquelas mantidas a temperatura ambiente. A partir da análise destas curvas de viscosidade, é possível perceber que o padrão de viscosidade foi mantido, ou seja, todas as formulações mantiveram-se como fluidos não-Newtonianos com características pseudoplásticas e

tixotrópicas. No entanto, é possível notar que há diferenças entre as curvas de viscosidade quando se compara aquelas amostras submetidas ao ciclo GD e aquelas que permaneceram em TA. Ao observar as curvas de viscosidade da base em T12, é possível notar que a amostra mantida em temperatura ambiente apresenta viscosidade maior que aquela submetida ao ciclo de congelamento e descongelamento. No entanto, quando se

observa as formulações com o extrato seco de chá-verde, percebe-se justamente o oposto: aquela que permaneceu e temperatura ambiente, após os 12 dias de estudo de

estabilidade preliminar, comportaram-se como as mais viscosas.

Figura 4. Viscosidade da base, F1 e F2, em T12.



É possível fazer uma associação da viscosidade com o parâmetro espalhabilidade, visto que quanto menor a viscosidade de uma formulação, menor a tensão superficial e maior a espalhabilidade na pele, da mesma forma que quanto maior a viscosidade, maior a tensão sendo assim, menor a espalhabilidade sobre a pele (CALDEIRA, 2023). A pesquisa e compreensão do comportamento complexo dos fluidos não-newtonianos são essenciais para impulsionar gradualmente sua aplicabilidade, uma vez que suas características desempenham um papel fundamental no avanço tecnológico em vários setores, como indústria farmacêutica e cosmética (SILVA, 2019).

A reologia também se mostra de suma importância para as indústrias cosmética e farmacêutica, pois garantir a consistência e a espalhabilidade dos produtos é crucial para assegurar a qualidade tecnológica do produto final. O estudo das propriedades dos fluidos não-newtonianos contribui para o conhecimento da estrutura molecular, o controle de qualidade e a aceitação de produtos específicos (CORREA *et al.*, 2005).

CONCLUSÃO

A partir da realização deste trabalho, é possível concluir que as formulações manipuladas se mantiveram estáveis, por não apresentarem alterações nas características físico-químicas e organolépticas, não apresentando diferenças significativas antes e após o estudo de estabilidade, o que atesta, em grande parte, a sua estabilidade. Pensando no público alvo que possui a pele com características secas e fazendo a comparação entre as formulações, a formulação F1 mostrou-se a mais eficaz, portanto foi a escolhida para a continuação dos estudos, por possuir uma melhor espalhabilidade, sendo a de menor tensão superficial sobre a pele.

As perspectivas futuras em relação ao presente estudo visam submeter as formulações aos estudos de estabilidade acelerada, que além de avaliar os parâmetros físico-químicos, as características organolépticas, irá avaliar as características microbiológicas, dando mais informações sobre sua estabilidade e podendo prever o prazo de validade das emulsões desenvolvidas, além da realização da avaliação da homogeneidade dos glóbulos/micelas por microscopia óptica, e a avaliação dos benefícios utilizando voluntários.

REFERÊNCIAS

- COSTA, C. K. *et al.* Um estudo da pele seca: produtos emulsionados para seu tratamento e busca de sensorial agradável. **Visão Acadêmica**. v. 5, n. 2, p. 69-78. 2004.
- MATOS, S. P. **Cosmetologia Aplicada**. São Paulo-SP: Editora Erica, p. 148. 2014.
- VIEIRA, L. A. S. L.; SOUZA, R. B. A. Ação dos Antioxidantes no Combate aos Radicais Livres e na Prevenção do Envelhecimento Cutâneo / Action of Antioxidants in Fighting Free Radicals and in Prevention of Skin Aging. **Revista de Psicologia**. v. 13, n. 48, p. 408–18. 2019.
- HENRIQUE, A. S.; LOPES, G. C. Biodiversidade e a indústria de cosméticos: o uso dos flavonoides contra o envelhecimento cutâneo. **Revista Uningá Review**. V. 29, n. 2. 2017.
- YUSUF, N.; IRBY, C.; KATIYAR, S. K.; ELMETS, C. A. Photoprotective effects of green tea polyphenols. **Photodermatology, Photoimmunology & Photomedicine**. V. 23, p. 48-56, 2007.
- ALENCAR FILHO *et al.* Flavonoids as photoprotective agents: A systematic review. **Journal of Medicinal Plants Research**. V. 10, n. 47, p. 848-864, 2016.
- PORTUGAL, L. M. **Obtenção e caracterização do extrato concentrado líquido de *Camellia sinensis* Kuntze**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2021.
- CALDEIRA, V. F. *et al.* Chemistry and fatty acid profile of new fixed oils from two *Cenostigma* species: Different promising raw material for use in cosmetic emulsions. **Industrial Crops & Products**. V. 196, p. 116451, 2023.
- BRASIL. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, ANVISA. 2004.
- BRASIL. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Brasília, ANVISA. 2008.
- ALENCAR FILHO, J. M. T. **Estudo químico por técnicas hifenadas e desenvolvimento de formulação fotoprotetora com o extrato fluido de *Alternanthera brasiliana***. Dissertação (Mestrado em Recursos Naturais do Semiárido) - Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Petrolina-PE, 2017.
- BONTORIM, G. **Estudo de estabilidade de emulsão cosmética utilizando reologia e técnicas convencionais de análise**. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Paraná (UFPR). Curitiba-PR, 2009.
- ZANON, A. B. **Aspectos teóricos e práticos sobre a avaliação da estabilidade de emulsões manipuladas em farmácia**. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Farmácia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre-RS, 2010.
- ALENCAR FILHO, J. M. T. *et al.* Flavonoid enriched extract of *Alternanthera brasiliana* with photoprotective effect: Formulation development and evaluation of quality. **Industrial Crops & Products**. v. 149, p. 112371, 2020.
- Oliveira-Júnior, R. G. *et al.* Development and Evaluation of Photoprotective O/W Emulsions Containing Hydroalcoholic Extract of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae). **The Scientific World Journal**. 5019458, p. 1–8, 2017.
- MONTENEGRO, L. *et al.* Effects of Lipids and Emulsifiers on the Physicochemical and Sensory Properties of Cosmetic Emulsions Containing Vitamin E. **Cosmetics**. V. 2, n. 1, p. 35–47, 2015.
- OLIVEIRA, G. G. **Reologia de fluidos não-newtonianos à base de carboximetilcelulose (CMC)**. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG, 2018.

RHEOTEC, M. G. **Introduction to rheology**. Ottendorf-Okrilla-Germany. 2014.

SILVA, C. M. *et al.* Caracterização reológica de fluidos não newtonianos e sua aplicabilidade na indústria. **Caderno de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas - UNIT**. V. 5, n. 2, p. 285–285, 2019.

CORREA, N. *et al.* Avaliação do comportamento reológico de diferentes géis hidrofílicos. **Revista Brasileira De Ciências Farmacêuticas**. V. 41, n. 1, p. 73-78, 2005.

