

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CELLY YUKARI WATANABE

**PREPARO DE CREMES COSMÉTICOS COM BENTONITA INTERCALADA COM
EXTRATO DAS FOLHAS DE JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense*)**

PATO BRANCO

2022

CELLY YUKARI WATANABE

**PREPARO DE CREMES COSMÉTICOS COM BENTONITA INTERCALADA COM
EXTRATO DAS FOLHAS DE JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense*)**

**PREPARATION OF COSMETIC CREAMS WITH BENTONITE INTERLACED WITH
RED JAMBOO LEAF EXTRACT (*Syzygium malaccense*)**

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

Orientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Cristiane Regina Budziak Parabocz.

Coorientador(a): Prof^ª. Dr^ª. Tatiane Luiza Cadorin Oldoni.

PATO BRANCO

2022



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

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



TERMO DE APROVAÇÃO

PREPARO DE CREMES COSMÉTICOS COM BENTONITA INTERCALADA COM
EXTRATO DAS FOLHAS DE JAMBO VERMELHO (*Syzygium malaccense*)

por

CELLY YUKARI WATANABE

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 07 de dezembro de 2022 às 10 horas e 20 minutos como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Química. A candidata foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.

Cristiane Regina Budziak Parabocz
Prof^a. Orientadora

Elídia Aparecida Vetter Ferri
Membro titular

Vanderlei Aparecido de Lima
Membro titular

Nota: O Documento original e assinado pela Banca Examinadora encontra-se no SEI processo 23064.058797/2022-17 documento 3140363.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a minha família, principalmente aos meus pais Elisa Satsuki Hirakawa Watanabe e Alexandre Yuji Watanabe, pelo suporte e confiança nas decisões que tomei ao longo da vida e por serem compreensivos na minha decisão de ir para longe de casa enfrentar novos desafios. Muito obrigada!

A minha a orientadora Cristiane Regina Budziak Parabocz e a coorientadora Tatiane Luiza Cadorin Oldoni, pelos ensinamentos, paciência e tempo que dedicaram ao meu trabalho.

As minhas amigas, Laura Cristina Boschi Marques, Andressa Xavier Ferreira Lefchack e Isabel Pitti, pelo apoio, incentivo e pelos dias que passamos em laboratório ao longo do projeto. Agradeço demais por sempre se colocarem à disposição.

A Denise Adelaide Gomes Elejalde e Anna Paulla Simon por todo suporte, paciência e ajuda que me ofereceram nos últimos meses intensos.

A Central de Análises e ao Laboratório de Qualidade Agroindustrial por todo suporte nas análises que foram realizadas.

A Universidade Federal Tecnológica do Paraná e a todos os professores que participaram de maneira direta e indireta para o desenvolvimento do trabalho.

Agradeço imensamente a todos os envolvidos nesse trabalho.

O único homem que está isento de erros, é
aquele que não arrisca acertar.
(Albert Einstein).

RESUMO

A bentonita é uma rocha coloidal, pertencentes ao grupo dos filosilicatos, composta por uma folha octaédrica de alumina, cercada por duas folhas tetraédricas de sílica. Devido a sua estrutura sob a forma de lamelas, é possível inserir moléculas em sua estrutura, como o extrato de planta medicinais. Conforme estudos recentes, o extrato alcoólico das folhas do jambo vermelho, conhecido como *Syzygium malaccenses*, apresenta potencial antioxidante, sendo o flavonoide miricitrina o marcador da planta. Tendo em vista, a possibilidade de inserir moléculas como o extrato alcoólico das folhas do jambo na bentonita, o objetivo principal do trabalho foi preparar cremes cosméticos com bentonita intercalada com extrato das folhas do jambo vermelho (*S. malaccenses*). Para isso, foi produzido o extrato etanólico das folhas do jambo, estas foram intercaladas em diferentes frações na bentonita pura, foi produzido um creme hidratante base e foram preparas formulações com as amostras de bentonita que continham o jambo. Foram realizadas análises físico-químicas após o preparo e depois de 30 dias, testes de estabilidade preliminar e de atividade antioxidante, por meio do sequestro do radical DPPH, em todas os cremes produzidos. Nos ensaios de estabilidade preliminar, todas as emulsões se mantiveram estáveis, apesar da bentonita ter precipitados no teste de centrifugação. As características físico-químicas sofreram pequenas alterações ao longo dos 30 dias, sendo o pH o parâmetro com a maior variação, uma média de 16,19%. Ao longo do estudo as emulsões cosméticas adquiriram uma coloração marrom levemente mais escuro, sendo validadas pela variação dos parâmetros colorimétricos. Em relação a atividade antioxidante, o extrato de jambo puro apresentou um valor de EC_{50} de 24,00 mg.L⁻¹, enquanto dentre todas as amostras de bentonita com jambo, a BJ3 apresentou maior potencial antioxidante, EC_{50} de 39,37 mg.L⁻¹. As formulações produzidas não apresentaram potencial antioxidante em soluções de 10 a 40 mg.L⁻¹, concentrações utilizadas para o extrato de jambo e as amostras de bentonita com o jambo.

Palavras-chave: creme cosmético; bentonita; jambo; *syzygium malaccense*; atividade antioxidante.

ABSTRACT

Bentonite is a colloidal rock, belonging to the group of phyllosilicates, composed of an octahedral sheet of alumina, surrounded by two tetrahedral sheets of silica. Due to its structure in the form of lamellae, it is possible to insert molecules into its structure, such as the extract of medicinal plants. According to recent studies, the alcoholic extract of the leaves of red jambo, known as *Syzygium malaccenses*, presents antioxidant potential, being the flavonoid miricitrina the plant's marker. Having in mind, the possibility of inserting molecules such as the alcoholic extract of the leaves of the jambo in bentonite, the main objective of the work was to prepare cosmetic creams with bentonite intercalated with extract of the leaves of the red jambo (*S. malaccenses*). For this, an ethanolic extract was produced from the jambo leaves, these were intercalated in different fractions in pure bentonite, a moisturizing cream was produced and formulations were prepared with bentonite samples that contained jambo. Physico-chemical analyses were performed after preparation and after 30 days, preliminary stability tests and antioxidant activity tests, through the sequestration of the DPPH radical, in all the creams produced. In the preliminary stability tests, all emulsions remained stable, despite the bentonite having precipitates in the centrifugation test. The physicochemical characteristics suffered small changes over the 30 days, with the pH being the parameter with the greatest variation, an average of 16.19%. Throughout the study the cosmetic emulsions acquired a slightly darker brown coloration, being validated by the variation of colorimetric parameters. Regarding the antioxidant activity, the pure jambo extract presented an EC_{50} value of 24.00 mg.L^{-1} , while among all the bentonite samples with jambo, BJ3 presented the highest antioxidant potential, EC_{50} of 39.37 mg.L^{-1} . The formulations produced did not show antioxidant potential in solutions of 10 to 40 mg.L^{-1} , concentrations used for the jambo extract and the bentonite and jambo samples.

Keywords: cosmetic cream; bentonite; jambo; *syzygium malaccense*; antioxidant activity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Microemulsão ME (gostas emulsificantes muito pequenas).....	18
Figura 2 - Estrutura da esmectita	22
Figura 3 - Detalhe da inflorescência; fruto e semente, árvore de jambo.....	26
Figura 4 - Mecanismos de reação entre o radical DPPH• e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio	30
Figura 5 - DRX da bentonita pura.....	40
Figura 6 - DRX da bentonita com 40% de extrato de jambo (BJ1)	41
Figura 7 - DRX da bentonita com 50% de extrato de jambo (BJ2)	41
Figura 8 - DRX da bentonita com 85,83% de extrato de jambo (BJ3)	42
Figura 9 - MEV bentonita pura.....	43
Figura 10 - MEV das amostras BJ1 (A), BJ2 (B) e BJ3 (C)	44
Figura 11 - Imagens da bentonita pura (A), amostra de bentonita com 40% de extrato de jambo, amostra de bentonita com 50% de extrato de jambo (B) e amostra de bentonita com 85,83% de extrato de jambo, todas sob a forma de pó	45
Figura 12 - Formulações produzidas: da esquerda para a direita, emulsão sem jambo, emulsão com a amostra BJ1, emulsão com amostra BJ2, emulsão com a amostra BJ3, denominadas CSJ, CBJ1, CBJ2 e CBJ3 respectivamente	50
Figura 13 - Diagrama de cromaticidade	52
Figura 14 - Avaliação macroscópica após cada ciclo. Da esquerda para a direita, emulsões após o 1º ciclo, 2º ciclo, 3º ciclo, 4º ciclo, 5º ciclo e 6º ciclo, respectivamente	53
Figura 15 - Emulsões cosméticas pós ciclos de centrifugação. (A) 1000 rpm; (B) 2500 rpm; e (C) 3500 rpm. Da esquerda para a direita formulações CSJ, CBJ1, CBJ2 e CBJ3 respectivamente	55
Figura 16 - Emulsões cosméticas pós estresse térmico. (A) 40°C; (B) 50°C; (C) 60°C, (D) 70°C, (E) 80°C.....	56

LISTA DE TABELA

Tabela 1- Análise bibliométrica sobre a bentonita	24
Tabela 2 - Análise bibliométrica sobre o jambo	27
Tabela 2 - Análise bibliométrica sobre o jambo	28
Tabela 3 - Porcentagem de extrato de jambo em cada amostra de bentonita	32
Tabela 4 - Formulação do creme base	Erro! Indicador não definido.
Tabela 5 - Nomenclatura das amostras.....	34
Tabela 6 - Dados colorimétricos de cada amostra utilizada no trabalho.....	45
Tabela 7 - Diferença de cor da amostra de bentonita intercaladas com o extrato de jambo em relação a bentonita pura	46
Tabela 8 - Diferença de cor da amostra de bentonita intercaladas com o extrato de jambo em relação ao extrato de jambo puro	46
Tabela 9 - Dados obtidos na análise de pH.....	47
Tabela 10 - Dados obtidos na determinação da densidade.....	48
Tabela 11 - Dados obtidos na análise de atividade de água (Aw).....	49
Tabela 12 - Dados colorimétricos dos cremes com diferentes amostras de bentonita	51
Tabela 13 - - Diferença de cor dos cremes com diferentes bentonitas intercaladas em relação ao creme com bentonita pura	51
Tabela 14 - Dados colorimétricos dos cremes com diferentes amostras de bentonita, após ciclos de aquecimento/resfriamento.....	54
Tabela 15 - Dados obtidos pela análise de DPPH (EC50) para o extrato do jambo puro e para as amostras BJ1, BJ2 e BJ3	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BJ1	Bentonita com 40% do extrato de jambo
BJ2	Bentonita com 50% do extrato de jambo
BJ3	Bentonita com 85,83% do extrato de jambo
CSJ	Creme com bentonita e sem jambo
CBJ1	Creme com bentonita e 0,6% jambo
CBJ2	Creme com bentonita e 0,75% jambo
CBJ3	Creme com bentonita e 1,287% jambo
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	Geral	15
2.2	Específicos.....	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	Cosméticos	16
3.2	Crems cosméticos.....	18
3.3	Biodiversidade brasileira	19
3.4	Argilominerais	20
3.5	Bentonita	21
3.6	Plantas medicinais	24
3.7	<i>Syzygium malaccense</i>	25
3.8	Antioxidantes.....	28
3.8.1	Captura do radical DPPH	29
4	MATERIAL E MÉTODOS	31
4.1	Preparo do extrato seco das folhas do <i>Syzygium malaccense</i>	31
4.2	Preparo da bentonita intercalada com o extrato das folhas do <i>S. malaccense</i> 31	
4.3	Caracterização das amostras de bentonita intercaladas com o extrato das folhas do jambo.....	32
4.4	Preparo do creme hidratante base com a bentonita intercalada com o extrato das folhas do jambo.....	32
4.5	Caracterização das formulações desenvolvidas.....	34
4.5.1	Análises Físico-Químicas	34
4.5.1.1	Avaliação do pH	34
4.5.1.2	Densidade	34
4.5.1.3	Atividade de água (Aw)	35
4.5.1.4	Colorimetria.....	35
4.5.2	Testes Preliminares de Estabilidade	35
4.5.2.1	Ciclos de aquecimento/resfriamento	35
4.5.2.2	Teste de centrifugação.....	36
4.5.2.3	Teste de estresse térmico	36
4.5.3	Atividade Antioxidante das Formulações Desenvolvidas	36
4.5.3.1	Atividade de sequestro do radical DPPH.....	36
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	40

5.1.1	Difratometria de Raios X	40
5.1.2	Microscopia Eletrônica de Varredura	42
5.1.3	Colorimetria das amostras de bentonita intercaladas com o extrato das folhas do jambo	44
5.2	Análises físico-químicas	47
5.2.1	Avaliação do pH	47
5.2.2	Densidade	48
5.2.3	Atividade de água (Aw)	49
5.2.4	Colorimetria	50
5.3	Testes preliminares de estabilidade	52
5.3.1	Ciclos de aquecimento/resfriamento	52
5.3.2	Teste de centrifugação	54
5.3.3	Estresse térmico	55
5.4	Atividade antioxidante das formulações desenvolvidas	57
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	59
	ETAPAS FUTURAS	61
	REFERÊNCIAS	62

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país extremamente vasto, por essa razão, conta com uma variedade de biomas espalhados por todo o país, resultando na mais rica fauna e flora do mundo. Esta abundante variedade de vida – que se traduz em mais de 20% do número total de espécies da Terra – eleva o Brasil ao posto de principal nação entre os 17 países mega diversos (ou de maior biodiversidade) (ADMINISTRADOR CGTI, 2012).

O interesse sobre a flora do Brasil remonta ao século XVI e numerosos botânicos europeus visitaram o país do século XVII até o final do século XIX para estudar as paisagens e a flora do Brasil (LOURENÇO; VIEIRA, 2004). Desde então, com o desenvolvimento da ciência e tecnologia, os estudos desenvolvidos na flora brasileira têm-se multiplicado de maneira exponencial.

Nas últimas décadas tem-se verificado um grande avanço científico envolvendo estudos químicos e farmacológicos de plantas medicinais que visam obter novas moléculas com propriedades terapêuticas (MELO *et al.*, 2009 apud CECHINEL-FILHO & YUNES, 1998).

Muitas empresas estão atentas às demandas da população e buscam novos compostos para serem incorporados aos produtos existentes ou aos que poderão ser desenvolvidos, como é o caso da indústria cosmética. Uma tendência em destaque é o aumento na procura de produtos funcionais de origem vegetal ou de fitoterápicos (MELO *et al.*, 2009 apud OLIVEIRA & BLOISE, 1995; ROCHA FILHO, 1995).

O interesse por produtos cosméticos com ativos naturais se tornou tendência nos últimos anos, principalmente aqueles que possuem atividade antioxidante em sua formulação, visto que retardam o processo de envelhecimento da pele. Por essa razão se tornou um ativo de interesse em aplicações cosméticas.

Estudos como de Prasniewski (2021) demonstraram que as folhas do *Syzygium malaccense* se apresentaram como fonte de compostos fenólicos com atividade antioxidantes e anti-inflamatória. Dentre os compostos já identificados por alguns estudos nas folhas do jambo, alguns autores têm considerado o flavonoide miricitrina como marcador da planta (LU *et al.*, 2006).

Atrelado a isso, as argilas minerais como a caulinita, mica e esmectita, são usadas como protetores dermatológicos devido ao seu poder adsorvente, sendo

substâncias capazes de aderir à pele formando um filme que protege mecanicamente contra agentes externos físicos ou químicos (CARRETERO, 2002). São também usadas como princípios ativos em cosméticos, em máscaras faciais, devido a sua alta capacidade de adsorção de substâncias como graxas, toxinas, etc. Portanto, são recomendados para processos inflamatórios como furúnculos, acne, úlceras, entre outros. Eles também são usados em cremes, pós, emulsões, etc; como também antitranspirantes e para dar opacidade à pele, remover o brilho e remover manchas (CARRETERO, 2002).

Com base nas informações apresentadas, o trabalho tem como objetivo produzir um creme cosmético com a bentonita intercalada com o extrato das folhas do *Syzygium malaccense*, popularmente conhecido como jambo, como princípio ativo. Além disso, analisar as propriedades físico-químicas, estabilidade e capacidade antioxidante do creme produzido.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Aplicar bentonita intercalada com o extrato das folhas de *Syzygium malaccense* em cremes cosméticos e avaliar sua estabilidade e capacidade antioxidante.

2.2 Específicos

- Produzir extrato hidroalcoólico das folhas de *S. malaccense*;
- Intercalar o extrato das folhas de *S. malaccense* em amostras de bentonita;
- Caracterizar as amostras de bentonita com diferentes frações do extrato das folhas do *S. malaccense*, por difratometria de raios X, microscopia eletrônica de varredura e colorimetria;
- Produzir o creme hidratante base;
- Aplicar diferentes amostras de bentonitas intercaladas com diferentes frações do extrato das folhas de *S. malaccense* em um creme hidratante base e caracterizar o mesmo;
- Caracterizar o creme quanto à estabilidade por meio de ensaios físico-químicos (pH, densidade, atividade de água e colorimetria) após o preparo e após 30 dias de sua formulação;
- Caracterizar o creme quanto à estabilidade preliminar (teste de centrifuga, teste de estresse térmico e ciclos de aquecimento/resfriamento);
- Caracterizar o creme quanto à atividade antioxidante pelos métodos antioxidantes de sequestro do radical DPPH.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Cosméticos

De acordo com Topic: Cosmetics industry in Brazil (2021), o Brasil está entre os maiores mercados de cosméticos do mundo e como o mais importante da região da América Latina, sendo que em 2020, exportou mais de 600 milhões de dólares americanos em produtos de beleza e higiene. Entre os anos de 2019 e 2020, beleza e cuidados pessoais saltou do terceiro para o segundo lugar na lista dos segmentos de comércio eletrônico mais populares no país sul-americano, enquanto sua receita anual cresceu 5,7% (“Topic: Cosmetics industry in Brazil,” 2021).

Nas últimas duas décadas, a indústria cosmética tem lançado produtos contendo ingredientes naturais, mas as definições, ainda, são ambíguas ou incertas. Uma corrente define natural como a substância que vem de uma fonte vegetal renovável e que não seja derivado nem de outra forma quimicamente modificada ou alterada (ISAAC *et al.*, 2008). Outra definição, mais ampla, considera natural a substância ou seus derivados sintéticos de origem natural, o que poderia englobar todas as matérias-primas, uma vez que podem ser reduzidas a uma origem ou outra, entre os reinos animal, mineral ou vegetal (ISAAC *et al.*, 2008 apud OLIVEIRA & BLOISE, 1995).

A partir do lançamento de uma linha muito variada de produtos cosméticos por uma grande empresa brasileira do setor, que usou ativos da Biodiversidade Brasileira, a Amazônia passou a ser o centro das atenções das empresas fornecedoras de matérias-primas para a produção de cosméticos, no Brasil e no mundo (ISAAC *et al.*, 2008).

Arelado a isso, Isaac *et al.*, (2008) enfatiza como o manejo sustentável tem sido explorado pelas empresas fornecedoras de matérias-primas, mas o caboclo é um suporte indispensável nessa cadeia, pois além de se beneficiar com a exploração, ajuda a manter a floresta em pé, uma vez que se preocupa com a derrubada das árvores, pois, do contrário, na próxima colheita não teria as sementes desejadas pelos fornecedores.

A Natura é uma das marcas conhecidas por se utilizar da matéria-prima oriunda da Amazônia de maneira sustentável. Isso quer dizer que, a marca respeita o tempo de recuperação da floresta, gera renda para mais de 7 mil famílias que vivem

na região, possui 2 milhões de hectares que contribuem para a conservação da Amazônia, além de possuir um Ecoparque, um Centro Tecnológico no meio da floresta e pesquisa ativos e leva negócios a região (AMAZÔNIA VIVA, 2019).

Mais de um décimo das espécies de plantas (mais de 50 000 espécies) são utilizadas em produtos farmacêuticos e cosméticos (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018).

Isaac *et al.*, (2008) definem fitocosméticos como o cosmético que contém ativo natural, de origem vegetal, seja um extrato, óleo ou óleo essencial, cuja ação define a atividade do produto. Um fitocosmético deve passar por todas as etapas de pesquisa: proposição, criação e desenvolvimento, incluindo os testes de estabilidade, para assegurar a atividade durante toda sua vida útil (ISAAC *et al.*, 2008).

O uso de ingredientes de origem natural em cosméticos ganhou popularidade e, entre eles, podem ser citados os extratos vegetais, óleos vegetais, óleos essenciais e seus derivados que, incorporados nas formulações, agregam bioatividade, funcionalidade e apelo de marketing (ISAAC *et al.*, 2008 apud PRIEST, 2006).

De acordo com o novo relatório de pesquisa de mercado " Cosmetic Antioxidants Market by Source (Natural, Chemically Derived), Type (Vitamins, Enzymes, Polyphenols), Function (Anti-Aging, Hair Conditioning, UV Proteção) e Aplicação (Cuidados com a pele, Cabelo, Maquiagem) - Global Forecasts to 2025 " , publicado pela MarketsandMarkets TM, o Mercado de Cosméticos Antioxidantes está projetado para atingir US \$ 158 milhões em 2025, a um CAGR de 5,9% de US \$ 119 milhão em 2020 (MARKETSANDMARKETS, 2021).

O crescimento do mercado de antioxidantes cosméticos é desencadeado principalmente pela crescente demanda por produtos cosméticos anti-envelhecimento (MARKETSANDMARKETS, 2021), isso se deve ao aumento na expectativa de vida, bem como a facilidade de aquisição desses produtos.

Fries *et al.*, (2013) ressalta que o desenvolvimento de um produto antioxidante tópico é complexo, pois há vários fatores que podem influenciar no desempenho da formulação quando aplicado à pele. O conhecimento desses parâmetros irá permitir o desenvolvimento de formulações ideais, sendo de total responsabilidade da empresa a realização dos testes que comprovem a eficácia e a segurança de seus produtos (FRIES *et al.*, 2013 apud FONSECA *et al.*, 2008; NEVES, 2008). A avaliação da eficácia de um produto (estudos *in vivo*) deve sempre ocorrer após as etapas de

comprovação da estabilidade físico-química, da qualidade microbiológica e da segurança clínica (FRIES *et al.*, 2013 apud NEVES, 2008).

3.2 Cremes cosméticos

Os cremes farmacêuticos são preparações semi sólidas que contêm um ou mais agentes medicinais dissolvidos ou dispersos em emulsões óleo-em-água (O/A) ou A/O ou em outros tipos de bases removíveis por água (ALLEN JR., L. V.; POPOVICH, N. G.; ANSEL, H. C., 2013).

Uma emulsão é uma dispersão em que a fase dispersa é composta de pequenos glóbulos líquidos que se encontram distribuídos em um veículo no qual é imiscível (Figura 4). Nas emulsões, a fase dispersa é a fase interna e a fase dispersante é a fase externa, ou contínua. Emulsões apresentando a fase interna oleosa e a fase externa aquosa são emulsões óleo-em-água (O/A). Em contrapartida, emulsões apresentando fase interna aquosa e fase externa oleosa são denominadas emulsões água-em-óleo (A/O) (ALLEN JR., L. V.; POPOVICH, N. G.; ANSEL, H. C., 2013).

Figura 1 - Microemulsão ME (gostas emulsificantes muito pequenas)



Fonte: CRODA - Microemulsão (ME) | Crop Care (2021)

A emulsificação permite ao farmacêutico preparar misturas homogêneas e relativamente estáveis de dois líquidos imiscíveis, ela possibilita a administração de uma substância ativa líquida na forma de minúsculos glóbulos (ALLEN JR., L. V.; POPOVICH, N. G.; ANSEL, H. C., 2013).

De acordo com Coutinho; Santos (2014) dependendo da solubilidade do ativo a ser veiculado, este pode estar solubilizado no meio disperso ou no meio dispersante. Atrelado a isso, mais de um ativo pode ser veiculado nesses sistemas, portanto, cremes e loções são considerados sistemas versáteis e por isso são amplamente utilizados para a liberação de ativos cosméticos e farmacêuticos (COUTINHO; SANTOS, 2014).

Coutinho; Santos (2014) ressaltam que o termo “creme” é amplamente utilizado pelas indústrias farmacêuticas e de cosméticos. Muitas vezes, mesmo que não sejam formados por uma base emulsionada e somente por apresentar aspecto cremoso, esses produtos são chamados cremes (COUTINHO; SANTOS, 2014).

Sabe-se que na pele, com o passar do tempo e a perda da capacidade do organismo de se recuperar da ação dos radicais livres, os queratinócitos epidérmicos perdem propriedades adesivas, levando ao afinamento epidérmico e ressecamento, o que pode ser observado pela atrofia cutânea e afinamento das junções dermo-epidérmicas (FRIES et al., 2013). Por essa razão, inúmeras emulsões cosméticas são desenvolvidas com diferentes ativos, principalmente de origem natural, a fim de melhorar a aparência da pele.

3.3 Biodiversidade brasileira

Sabe-se que a biodiversidade brasileira é tão complexa que por essa razão o desenvolvimento de pesquisas em sua flora se dá de maneira constante e progressiva. Tais pesquisas têm como objetivo principal promover e garantir a saúde e bem estar do ser humano, e possui influência direta na economia do país.

O setor cosmético é um dos que mais crescem ao longo dos anos no mundo todo e no Brasil não é diferente. De acordo com a BRAND FINANCE COSMETICS 50 (2021) a Natura é a marca de cosméticos mais forte do mundo, com uma pontuação de 86,7 em 100 no Índice de Força da Marca (BSI) e a correspondente classificação de força da marca AAA. Isso mostra o quão forte é o mercado brasileiro na área de cosméticos e o quanto os consumidores estão prezando por marcas e produtos que se utilizam de matérias-primas de origem natural e que são a favor do desenvolvimento sustentável.

De acordo com a plataforma de análise de marcas *Timelens*, a Natura se apresentou como a marca mais preparada para o futuro no cenário brasileiro. A Natura

se protegeu do impacto negativo da pandemia com um portfólio diversificado, alto investimento em inovação – índice de 67,1%, o maior desde 2015 – e aceleração da transformação digital aplicada às consultoras, lojas físicas, e-commerce e *social selling* (FUTURE-PROOF SCORE, 2021).

O Brasil é o país com a maior biodiversidade do mundo. Suas diferentes zonas climáticas do Brasil favorecem a formação de biomas (zonas biogeográficas), a exemplo da Floresta Amazônica, maior floresta tropical úmida do mundo; o Pantanal, maior planície inundável; o Cerrado, com suas savanas e bosques; a Caatinga, composta por florestas semi áridas; os campos dos Pampas; e a floresta tropical pluvial da Mata Atlântica (BIODIVERSIDADE, 2020).

A rica biodiversidade brasileira é fonte de recursos para o País, não apenas pelos serviços ecossistêmicos providos, mas também pelas oportunidades que representam sua conservação, uso sustentável e patrimônio genético (BIODIVERSIDADE, 2020).

Por conta da variabilidade de recursos naturais encontrados no país, inúmeros estudos são desenvolvidos todos os anos, a fim de compreender as propriedades e características de plantas e argilas naturais, que podem ser de interesse comercial e/ou industrial.

3.4 Argilominerais

Os argilominerais são os minerais característicos das argilas e fornecem a elas algumas de suas características específicas como plasticidade, compactação, resistência mecânica após a secagem e queima (SILVA; PEREIRA, 2021 apud ABCERAM, 2016).

Os argilominerais ou minerais de argila estão agrupados, em sua maioria, dentro do grupo ou família dos filossilicatos; quimicamente esses minerais são silicatos de alumínio ou magnésio hidratados, podendo conter certos tipos de elementos como ferro, potássio, lítio e outros. Além disso, possuem estrutura em folhas tetraédricas e octaédricas bidimensionais e contínuas que facilitam os deslizamentos, ou seja, gerando plasticidade (SILVA; PEREIRA, 2021).

As argilas naturais têm sido empregadas em inúmeros setores comerciais, sendo que, um dos que mais tem crescido nos últimos anos é o setor cosmético.

De acordo com Carretero e Pozo (2010) grandes quantidades de Si nas argilas são utilizadas para a reconstrução dos tecidos da pele, além de promover a hidratação dos tecidos e a mitigação de processos inflamatórios da pele. Al é o segundo elemento encontrado em maior quantidade nas argilas. Esse metal é relevante na matéria-prima de aplicações cosméticas, desde que se sabe de sua atividade de cura, dispersão de pigmentos, hidratação e adsorção de melanina.

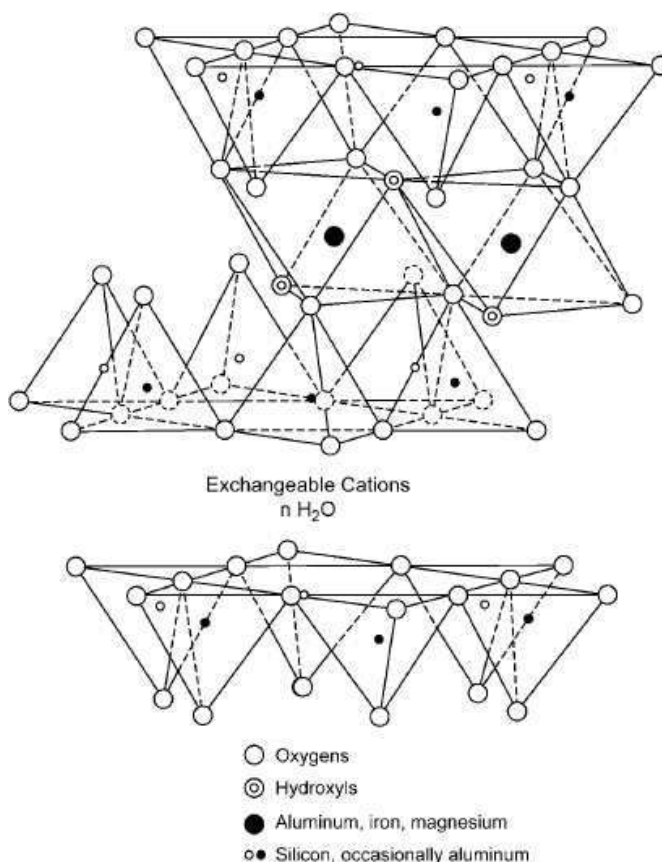
Argilas que contém Si, Al, Fe, Ca, Ti e K podem ser empregadas como bactericida, regenerativos e para ação antisséptica contribuindo para a renovação celular, como adsorventes de impurezas, revigorantes de tecidos e ativadores de circulação (CARRETERO e POZO, 2010).

Dentre os argilominerais, a bentonita além de apresentar as propriedades citadas anteriormente, pode ser encontrada com facilidade no território brasileiro. Arelado a isso, possui a capacidade de sofrer modificações em sua estrutura, sendo assim altamente versátil, podendo ser aplicada nos mais diversos setores industriais.

3.5 Bentonita

A bentonita é uma rocha coloidal de alumino-silicato derivada de cinzas vulcânicas intemperizadas, composta por mais de 70% de esmectita (Figura 2) (GRIM e GUVEN, 1978). Pertence ao grupo dos filossilicatos 2:1, cujas placas são caracterizadas por estruturas constituídas por duas folhas tetraédricas de sílica com uma folha central octaédrica de alumina, que são unidas entre si por átomos de oxigênio são comuns a ambas as folhas (PAIVA, MORALES e DÍAZ, 2007) (Figura 2).

Figura 2 - Estrutura da esmectita



Fonte: MURRAY, Haydn. 2007, modificado.

As placas da montmorilonita (anteriormente denominada de esmectita) apresentam perfil irregular, são muito finas, tem tendência a se agregarem no processo de secagem e apresentam boa capacidade de delaminação quando colocada em contato com a água (PAIVA, MORALES E DÍAZ, 2007). O empilhamento dessas placas é regido por forças polares, relativamente fracas e por forças de Van der Waals, e entre essas placas existem lacunas denominadas de galerias ou camadas intermediárias ou interlamelares nas quais residem cátions trocáveis como Na⁺, Ca²⁺, Li⁺, fixos eletrostaticamente e com a função de compensar cargas negativas geradas por substituições isomórficas que ocorrem no reticulado, como por exemplo, Al³⁺ por Mg²⁺ ou Fe²⁺, ou Mg²⁺ por Li⁺. Cerca de 80% dos cátions trocáveis na montmorilonita estão presentes nas galerias e 20% se encontram nas superfícies laterais (PAIVA, MORALES e DÍAZ, 2007).

As características da bentonita dependem da quantidade de esmectita e da troca catiônica presentes no espaço interlamelar (HANULÁKOVÁ *et al.*, 2013). Altas

concentrações de SiO_2 e Al_2O_3 , com pequenas concentrações de outros óxidos, podem ser observadas em amostras de bentonita em análises químicas (NONES *et al.*, 2015).

A bentonita é classificada com base no cátion trocável na molécula de montmorilonita, isto é, tipo sódio ou tipo cálcio (BORRELLI *et al.*, 2013). As bentonitas naturais, como a montmorilonita de cálcio, é a predominante nos minerais da esmectita e são encontradas em muitas áreas do mundo. A montmorilonita de sódio é relativamente rara em comparação com a montmorilonita de cálcio (MURRAY, 2006). Como foi dito por (SANTOS, 1968) é observada diversas cores de bentonita como tonalidades rósea, verde, vermelha, creme, amarela, cinza e chocolate.

Bentonita de sódio, bentonita de cálcio ativada por ácido, hectorita, organoagilas e a bentonita branca são usadas em inúmeras formulações cosméticas. Pequenas quantidades, geralmente da ordem de 2% de uma formulação, são aditivos para fornecer auxílio tixotrópicos e de suspensão para melhorar a estrutura de sistemas líquidos (MURRAY, 2006). Em 1998, foi relatado que a bentonita era usada em 78 cosméticos diferentes nos EUA, geralmente em concentrações entre 1% a 10%, mas atingindo 80% em algumas pastas de máscaras (CIREP, 2003).

As reservas nacionais desta argila representam cerca de 3% das reservas mundiais. As reservas brasileiras estão divididas da seguinte forma: 47,7% no Estado do Paraná; 26,6% no Estado de São Paulo; 25,3% no Estado da Paraíba e 0,4% no Estado do Rio de Janeiro (SILVA e FERREIRA, 2008).

Tendo em vista que, as argilas bentoníticas, esmectíticas e montmoriloníticas são extremamente versáteis quanto a sua capacidade de sofrer modificações (*Taylor made*) de acordo com suas propriedades desempenhadas em virtude de suas características físico-químicas resultantes de sua estrutura cristalina (SILVA e FERREIRA, 2008) e que são facilmente encontradas em determinadas regiões do Brasil, tem-se mais um motivo para o estudo da bentonita e sua aplicabilidade.

A aplicabilidade de amostras de bentonita natural em aplicações farmacêuticas e cosméticas controladas se deve a sua elevada capacidade de troca catiônica, área superficial específica, composição mineralógica, índice de intumescimento, propriedades coloides e capacidade de absorção e adsorção (DARDIR *et al.*, 2018 apud GAMOUDI; SRASRA, 2017).

Carretero; Pozo (2010) afirmam que minerais opacos como a esmectita e caulinita, que apresentam alta capacidade de sorção são usados em formulações

cosméticas como cremes, pós, emulsões, a fim de dar opacidade, remover o brilho da pele e cobrir manchas. Além de aderir a pele e formar uma película protetora, esses minerais podem reter gordura e toxinas (CARRETERO; POZO, 2010). Essas propriedades provêm de dois óxidos de metal predominantes, SiO₂ (sílica), que varia em conteúdo de 48% a 50%, e Al₂O₃ (alumina), cujo conteúdo varia de 14,5% a 15%, sem contar com outros óxidos de metais (SUKEKSI *et al.*, 2021).

Somado a isso, em um estudo conduzido por Cavalcanti *et al.* (2018), os autores desenvolveram uma formulação cosmética de pó mineral para uso tópico com a bentonita. Por meio de vários ensaios, concluíram que a maquiagem mineral se apresentou como estável, não tóxica e com ausência de microrganismos que comprometessem o sistema.

Nos últimos 10 anos mais de 5.000 estudos foram desenvolvidos a respeito da bentonita, porém somente 107 trabalhos citam o uso da bentonita em cosméticos, como pode ser observado na análise bibliométrica sobre a bentonita (Tabela 1).

Tabela 1- Análise bibliométrica sobre a bentonita

Palavras -chave	Web Of Science	Scopus	Web of Science e Scopus	Total
bentonite	4088	1394	-	5482
bentonite cosmetic	35	67	74	102
montmorilonite cosmetic	-	-	-	-

Fonte: Autor próprio (2022)

3.6 Plantas medicinais

As evidências indicam que as plantas têm sido cultivadas como drogas há aproximadamente 60.000 anos (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018 apud SOLECKI, 1975). Escritos sobre plantas medicinais datam de quase 5000 anos atrás na Índia, China e Egito, e pelo menos 2500 anos na Grécia e Ásia Central (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018 apud ANG-LEE, 2001). Desde os tempos antigos, as pessoas têm procurado curar a sua própria doença usando a natureza.

Nota -se que, o uso de plantas medicinais tem uma longa história; contudo, o uso de toda a planta ou matérias-primas para tratamento ou experimentação tem muitos inconvenientes, incluindo mudanças nos compostos da planta em diferentes climas, desenvolvimento simultâneo de compostos sinérgicos que levam a efeitos adversos de antagonistas, ou outras mudanças inesperadas na bioatividade, e mudanças ou perda de bioatividade devido à variabilidade e acumulação, armazenamento e preparação de matérias-primas; portanto, avançando para o isolamento de compostos e o uso de substâncias puras com bioatividade, em vez dos benefícios da planta, tem certos benefícios, incluindo exame conveniente dos efeitos terapêuticos e determinação de doses tóxicas para controlar a qualidade da formulação terapêutica (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018 apud HONGJIE ZHANG, 2011).

De acordo com a União Internacional para a Conservação da Natureza, existem entre 50.000 e 80.000 espécies de plantas com flores que são utilizadas para fins farmacêuticos em todo o mundo. Entre estes números, cerca de 15 000 espécies estão expostas a um risco de extinção devido à elevada colheita e destruição de habitats (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018) e 20% dos seus recursos naturais estão a diminuir devido ao crescimento das populações humanas e ao consumo excessivo de plantas (JAMSHIDI-KIA; LORIGOOINI; AMINI-KHOEI, 2018 apud MEDICAL PLANTS OF THE WORLD, VOLUME 3, 2005).

Entre várias plantas estudadas, o *Syzygium mallacense*, conhecido como jambo vermelho, tem despertado interesse de muitos pesquisadores. O extrato oriundo dessa planta apresenta propriedades antioxidantes e bactericidas, porém pouco se tem estudado a respeito dessa planta.

3.7 *Syzygium malaccense*

De origem asiática, nativa da Indonésia e Malásia o *Syzygium malaccense* pode chegar até 20 metros, esta frutífera (Figura 1) apresenta copa densa, piramidal com folhas verdes escuras e brilhantes, tronco reto, com flores com numerosos estames em forma de pompom de coloração avermelhada púrpura e frutos carnudos de coloração avermelhada (COSTA *et al.*, 2006). No Brasil, encontra-se em regiões quentes como o Sudeste e nos estados do Norte e Nordeste.

Segundo Merryl (2008) os frutos do jambo apresentam uma coloração vermelha, sendo que as características físicas do fruto como cor, tamanho, números de sementes, quantidade de polpa e conteúdo de água, podem influenciar no seu consumo, seja in natura ou industrialmente. Merryl (2008) ainda ressalta que a caracterização física e química é importante para avaliação da qualidade, classificação tecnológica do fruto, fornecendo informações seguras para avaliação do valor nutricional, do rendimento, das operações de processamento e da vida útil do produto.

Figura 3 - Detalhe da inflorescência; fruto e semente, árvore de jambo



Fonte: Melo (2009)

De acordo com Padmavathy (2019) os extratos de sementes, frutos, casca, caule e folhas apresentam diferentes graus de atividade antibiótica contra *Micrococcus pyogenes* Var. *aureus* já, um extrato de frutos (sem sementes) é moderadamente eficaz contra a *Escherichia Coli* e os de casca e folhas contra o gênero *Shiegella*. O autor ainda relata que a raiz é usada como remédio para a coceira, como diurético e é dada para aliviar edemas. As folhas secas em pó são úteis contra a língua rachada e o suco das folhas trituradas são aplicadas como loção para a pele e são adicionadas a banhos (PADMAVATHY, 2019 apud PULLAIAH 2006).

Em relação a sua atividade antimicrobiana, Savi (2020) notou que o extrato das folhas do jambo apresentou uma concentração inibitória mínima e efeito bactericida contra o *Staphylococcus aureus*. Enquanto uma concentração de $8 \mu\text{g L}^{-1}$

mostrou efeito bacteriostático contra *Salmonella bongori* e efeito fungicida contra as leveduras *Candida albicans* e *Candida tropicalis* (SAVI, 2020).

O poder antioxidante do jambo pode ser analisado em estudos como o de Prasniewsk (2021), que identificou compostos bioativos como catequina, miritrina, ácido gálico e quercitina no extrato das folhas *Syzygium malaccense*. Atrelado a isso, outros 23 compostos bioativos foram identificados, dentre os quais, a classe dos flavonoides derivados da miricetina foi a mais abundante e compostos como mearnsetina, mearnsitrina, miricitrina foram identificados. Estes compostos podem estar relacionados à propriedade antioxidante do jambo.

Somado a isso, o estudo conduzido por Padmavathy (2019), no qual o poder antioxidante do extrato metanólico das folhas do jambo foi comparado ao extrato aquoso do mesmo, demonstrou que o extrato metanólico do jambo apresentou maior inibição do radical DPPH, capacidade de reduzir os íons de ferro (III) com maior eficiência, além de eliminar o radical hidroxila, por meio do método desoxirribose. Com esses ensaios de eliminação de antioxidantes, o autor pode concluir que o extrato metanólico do *S. malaccense* apresentou atividade antioxidante mais potente em relação ao extrato aquoso das folhas.

Por meio de uma análise bibliométrica, é possível verificar que apesar do *S. malaccense* apresentar propriedades com alto potencial de aplicação, pouco é estudado sobre ele. Tal fato pode ser analisado na Tabela 1, que contém a quantidade de estudos publicados nos últimos 10 anos, nas bases de dados Web Of Science e Scopus.

Tabela 2 - Análise bibliométrica sobre o jambo

(continua)

Palavras -chave	Web Of Science	Scopus	Web of Science e Scopus	Total
syzygium Malaccense leaf extracts	15	20	12	35
syzygium malaccense antioxidant	19	28	31	47
syzygium malaccense cosmetic	1	1	1	2

Tabela 2 - Análise bibliométrica sobre o jambo

Palavras -chave	Web Of Science	Scopus	Web of Science e Scopus	(conclusão)
				Total
antioxidant jambo	8	14	16	22
jambo cosmetic	-	-	-	-

Fonte: Autor próprio (2022)

Sendo assim, nota-se o quão interessante é o estudo a respeito das propriedades antioxidantes do extrato do jambo, a fim de aplicá-los na indústria.

3.8 Antioxidantes

As Espécies Reativas do Oxigênio (EROs) eram consideradas produtos do metabolismo aeróbico potencialmente tóxicos que, se não fossem eliminados, poderiam gerar danos estruturais a várias macromoléculas consideradas críticas, que inclui proteínas, carboidratos e ácidos nucleicos, além de espécies envolvidas na expressão gênica e em respostas inflamatórias (NUNES, 2015). O acúmulo de tais danos durante o passar do tempo foi dito como o responsável pela deterioração fisiológica nos estágios mais avançados da vida e, eventualmente, pela morte de alguns organismos (NUNES, 2015 apud SOHAL, ORR, 2011).

Quando estão presentes em quantidades que excedem o normal, as EROs podem causar alguns efeitos potencialmente danosos no organismo humano como os danos celulares ao atacar membranas, proteínas, polissacarídeos e ácidos nucleicos, com consequente alteração funcional e prejuízo das funções vitais em diversos tecidos do corpo como o adiposo, o vascular e o cerebral, e em diversos órgãos como os músculos e o fígado, ocasionando, eventualmente, algumas doenças (NUNES, 2015 apud OLIVEIRA *et al.*, 2009; MULLER *et al.* 2007) e ativação de caminhos de sinalização específicos (NUNES, 2015 apud HANSEN *et al.*, 2006).

O termo antioxidante tem natureza multiconceitual, podendo apresentar mais de uma definição de acordo com o contexto no qual esteja envolvido. No entanto, de maneira geral e para este trabalho, "antioxidante" pode ser definido como uma família

heterogênea de moléculas químicas, que, quando presentes em baixas concentrações e comparadas a outras biomoléculas também ditas como protetoras, diminuem ou previnem oxidação do substrato e/ou a extensão do dano oxidativo (NUNES, 2015 apud HALLIWELL, GUTTERIDGE, 1999).

Em relação a sua ação, os antioxidantes agem nos organismos vivos por meio de diferentes mecanismos. Dentre estes, podem ser citados: I. Complexação de íons metálicos pró-oxidantes; II. Captura de radicais livres; III. Decomposição de peróxidos; IV. Inibição de enzimas responsáveis pela geração de espécies reativas de oxigênio e nitrogênio e V. Modulação de vias sinalizadoras celulares (NUNES, 2015 apud OLIVEIRA *et al.*, 2009).

Os antioxidantes mais abundantes na natureza pertencem ao grupo dos compostos fenólicos, as quais possuem no mínimo um anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos (BICAS, 2019 apud DEWICK, 2002; BOROSKI *et al.*, 2015).

De acordo com Padmavathy (2019) os antioxidantes naturais têm sido estudados extensivamente durante décadas a fim de encontrar compostos que protegem contra uma série de doenças relacionadas com o stress oxidativo e os danos induzidos pelos radicais livres. Somado a isso, sabe-se que o reino vegetal oferece uma vasta gama de compostos que exibem atividades antioxidantes e que os polifenóis têm sido considerados como um excelente antioxidante natural (PADMAVATHY, 2019).

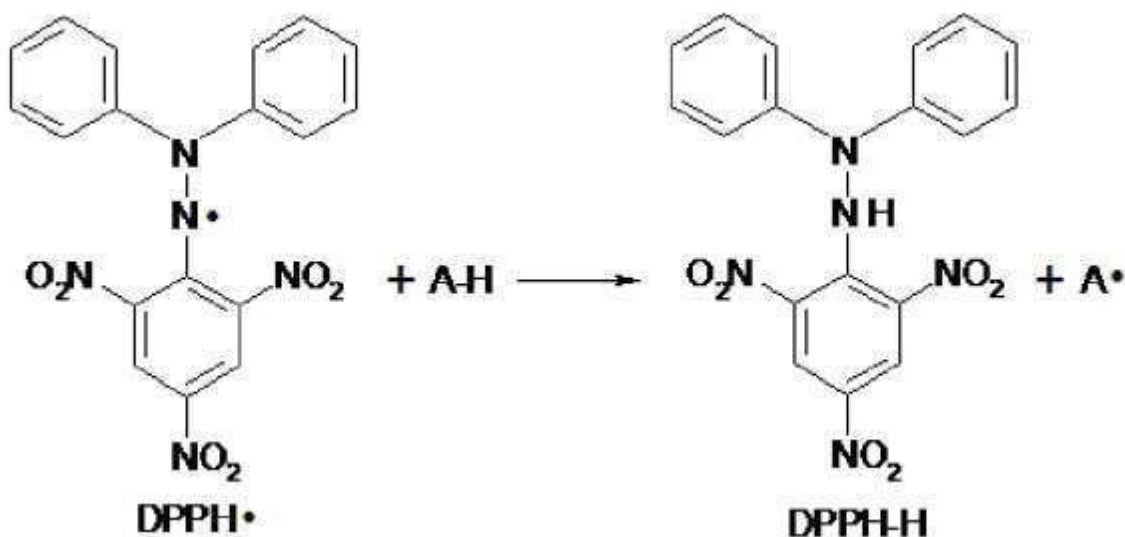
Sua atividade antioxidante é intrinsecamente correlacionada com a sua estrutura química e suas propriedades redutoras, pois são estas características que conferem fundamental importância na neutralização ou sequestro de radicais livres ou como quelantes de metais de transição, agindo desde a etapa de iniciação como na propagação do processo oxidativo (BICAS, 2019 apud DEWICK, 2002; SOUSA *et al.*, 2007; FALOWO *et al.*, 2018). Estes se dividem em duas subclasses, ácidos fenólicos e flavonoides.

3.8.1 Captura do radical DPPH

Para avaliar a atividade antioxidante de compostos ou extratos específicos, esses compostos são reagidos com um radical estável, 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH') em uma solução de metanol (CUVELIER; BERSSET, 1995).

Segundo CUVELIER; BERSET (1995), o poder de redução do DPPH é seguido pelo monitoramento da diminuição de sua absorção em um comprimento de onda característico durante a reação. Na sua forma de radical, a DPPH absorve a 515 nm, mas ao ser reduzida por um antioxidante ou uma espécie radical (R-) a absorção desaparece.

Figura 4 - Mecanismos de reação entre o radical DPPH• e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio



Fonte: Oliveira (2015)

4 MATERIAL E MÉTODOS

O creme hidratante base foi produzido no Laboratório de Qualidade Agroindustrial da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco. Para que o estudo possa ser conduzido da melhor maneira, o creme hidratante base não contém antioxidantes e fotoprotetores.

A bentonita utilizada foi fornecida pela empresa BENTONISA – Bentonita do Nordeste S.A e de acordo com a mesma, pode ser descrita pela fórmula $(\text{Na,Ca})_{0.33}(\text{Al,Mg})_2(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Conforme informações fornecidas pela Bentonisa (2019), a bentonita utilizada possui moléculas de estruturas de filossilicato com plaquetas/lamelas submicrométricas de arranjos cristalográficos octaédricos e tetraédricos característicos e formados por materiais com áreas superficiais muito altas ($\approx 800 \frac{\text{m}^2}{\text{g}}$) com polaridade e cargas elétricas negativas que estão contrabalançadas por cátions trocáveis.

Para a produção do extrato seco do jambo, as folhas foram colhidas na cidade de Jacupiranga - São Paulo, no sudoeste do Brasil, em maio de 2019 e armazenadas na Central de Análise da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. O extrato foi produzido no mesmo local.

4.1 Preparo do extrato seco das folhas do *Syzygium malaccense*

O extrato foi preparado conforme a metodologia descrita por Prasniewski *et al.* (2021). Foram adicionadas 50 g das folhas trituradas e secas do jambo em um Erlenmeyer com 0,6 L de uma mistura de etanol:água (40:60, v/v) sob aquecimento em banho termostático a 80° C durante 45 minutos. O solvente etanol foi retirado por meio de um evaporador rotativo e o extrato liofilizado para remoção da água. O material foi armazenado sob refrigeração a -6° C.

4.2 Preparo da bentonita intercalada com o extrato das folhas do *S. malaccense*

Em um almofariz com pistilo de ágata, foram macerados 1,8 g de bentonita com 1,2 g do extrato seco do jambo (BJ1). A segunda amostra foi preparada com 1,5 g de bentonita macerada com 1,5 g do extrato do jambo (BJ2) e a terceira com 1,8 g de bentonita macerada com 1,2 g do extrato do jambo (BJ3). Todas as amostras foram

maceradas por um período de 3 horas e a porcentagem do extrato de jambo em cada amostra está descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Porcentagem de extrato de jambo em cada amostra de bentonita

Amostra	% de extrato de jambo
BJ1	40,00%
BJ2	50,00%
BJ3	85,83%

Fonte: Autor próprio (2022)

4.3 Caracterização das amostras de bentonita intercaladas com o extrato das folhas do jambo

Para confirmação da presença do extrato de jambo e possíveis alterações na estrutura cristalina da bentonita, foi realizada a análise de difratometria de raios X (DRX) nas amostras em forma de pó, tendo como os seguintes parâmetros experimentais: radiação $\text{CuK}\alpha$, dados coletados entre os ângulos 3° a 70° (2θ) e velocidade de varredura de $0,5^\circ$. O equipamento utilizado foi o Difratômetro de Raios-X, modelo Miniflex 600, Rigaku, disponível na Central de Análises da UTFPR – Campus Pato Branco.

Atrelado a isso, foi realizada a análise de microscopia de varredura eletrônica, com as amostras sob a forma de pó, a fim de comparar as alterações na estrutura cristalina das amostras de bentonita intercaladas com extrato de jambo, em relação a bentonita pura. A análise foi desenvolvida no Microscópio Eletrônico de Varredura – modelo TM3000, Hitachi, que se encontra na Central de Análises da UTFPR – Campus Pato Branco.

4.4 Preparo do creme hidratante base com a bentonita intercalada com o extrato das folhas do jambo

A formulação do creme base está descrita na Tabela 4. Para o preparo do creme base, todos os materiais foram esterilizados em autoclave vertical, a 121°C , por 15 minutos.

Tabela 4 - Formulação do creme base

Insumo	Formulação Controle CSJ %	Formulação CBJ1 %	Formulação CBJ2 %	Formulação CBJ3 %
Fase A Oleosa				
Monoestearato de glicerina (MEG)	5	5	5	5
Álcool cetosteárico	4	4	4	4
Óleo vegetal de aveia	1	1	1	1
Óleo vegetal de coco	2	2	2	2
Fase B Aquosa				
EDTA dissódico	0,5	0,5	0,5	0,5
Água destilada	q.s.p	q.s.p	q.s.p	q.s.p
Biopolímero (Goma xantana)	1	1	1	1
Glicerina bidestilada	2	2	2	2
Fase C				
Amido de milho	0,5	0,5	0,5	0,5
Conservante Fenoxietanol	0,5	0,5	0,5	0,5
Bentonita	1	-	-	-
CBJ1	-	1,5	-	-
CBJ2	-	-	1,5	-
CBJ3	-	-	-	1,5
Água destilada	q.s.p	q.s.p	q.s.p	q.s.p

Fonte: Autor próprio (2022)

Inicialmente misturou-se a goma xantana com a glicerina, antes de adicionar os demais reagentes da fase, a fim de evitar a formação de grumos. A fase A e B foram preparadas com 70% da água, em torno de 70 a 75°C. A fase A foi vertida sobre a fase B sob agitação constante até atingir 40°C. A fase C foi adicionada logo em seguida e homogeneizada com um ultraturrax. Na sequência as emulsões foram acondicionadas em frascos plásticos foscos e mantidas em repouso por um período de 24 horas a temperatura ambiente, antes de proceder com os demais ensaios. Será

produzido 200 g de cada emulsão, sendo que 100 g serão destinados aos testes de estabilidade preliminar e 100 g não passarão por nenhuma forma de estresse.

Para o estudo foram utilizadas quatro amostras, as quais foram denominadas conforme a Tabela 5.

Tabela 5 - Nomenclatura das amostras

Nome	Abreviação
Creme com bentonita e sem jambo	CSJ
Creme com bentonita e 0,6% jambo	CBJ1
Creme com bentonita e 0,75% jambo	CBJ2
Creme com bentonita e 1,287% jambo	CBJ3

Fonte: Autor próprio (2022)

4.5 Caracterização das formulações desenvolvidas

4.5.1 Análises Físico-Químicas

4.5.1.1 Avaliação do pH

Para verificação do pH deve-se empregar um pHmetro digital previamente calibrado com uma solução tampão de referência. O creme deve ser diluído em solução aquosa a 10% e a leitura deve ser realizada em triplicata (ANVISA, 2008).

4.5.1.2 Densidade

A determinação da densidade deve ser realizada em um picnômetro de metal. Conforme a ANVISA (2008) pesa-se o picnômetro vazio e anota-se o seu peso (M_0). A seguir, deve-se enchê-lo completamente com água purificada, evitando-se a introdução de bolhas. Após secá-lo cuidadosamente, é necessário pesá-lo novamente e anotar seu peso (M_1). O próximo passo é encher completamente o picnômetro (limpo e seco) com a amostra, evitando a formação de bolhas. Depois de secá-lo cuidadosamente, ele deve ser pesado mais uma vez e ter seu peso (M_2) anotado. A densidade pode ser calculada por meio da Equação 1:

$$d = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0}$$

Em que:

d = densidade;

M_0 = massa do picnômetro vazio;

M_1 = massa do picnômetro com água ultrapura;

M_2 = massa do picnômetro com a amostra.

4.5.1.3 Atividade de água (Aw)

A atividade de água (Aw) foi determinada no equipamento da marca Novasina, LabMaster-aw. O equipamento encontra-se disponível na Central de Análises da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco.

4.5.1.4 Colorimetria

A colorimetria foi realizada no colorímetro da marca Konica Minolta, modelo CR-400, que se encontra na Central de Análises da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco. Conforme Entendendo o Espaço de Cor L*a*b* | Konica Minolta Sensing (2020):

L* = Luminosidade

a* = coordenada vermelho/verde (+a indica vermelho e –a indica verde)

b* = coordenada amarelo / azul (+b indica amarelo e –b indica azul)

A diferença de cor entre as amostras (ΔE) foi calculada conforme a Equação 2:

$$\Delta E = (L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$$

4.5.2 Testes Preliminares de Estabilidade

4.5.2.1 Ciclos de aquecimento/resfriamento

Em embalagem adequada, semelhante àquela a ser usada para a comercialização do produto cosmético, cerca de 10 g da amostra devem ser submetidos a condições extremas de temperaturas, nos chamados ciclos, sendo considerados para efeito de estudo de estabilidade preliminar, a realização de pelo menos seis ciclos (ISAAC *et al.*, 2008).

Os ciclos de congelamento e descongelamento se alternam em 24 horas em temperaturas elevadas ($45^{\circ}\text{C} \pm 2,0$) e 24 horas em temperaturas baixas ($4^{\circ}\text{C} \pm 2,0$), durante o período de 12 dias (BRASIL,2004).

As características organolépticas foram avaliadas visualmente, como cor, odor, brilho, ausência de separação de fase, ausência de grânulos e precipitado.

4.5.2.2 Teste de centrifugação

Em um tubo de ensaio cônico graduado para centrífuga, devem ser adicionados 10,0 g de cada amostra e submetidas aos ciclos de 1000, 2500 e 3500 rpm durante 15 minutos em cada rotação a temperatura ambiente (LIMA *et al.*, 2008).

4.5.2.3 Teste de estresse térmico

As emulsões testes devem ser acondicionadas em frascos plásticos de poliestireno e submetidas ao aquecimento em banho-maria na faixa de temperatura de 40 a 80°C (LIMA *et al.*, 2008). Conforme a metodologia de Lima *et al.*, (2008) deve-se programar o aumento da temperatura de $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ em $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$, mantendo-se por 30 minutos em cada temperatura. As leituras devem ser realizadas ao término dos 80°C e arrefecimento natural das amostras à temperatura ambiente.

4.5.3 Atividade Antioxidante das Formulações Desenvolvidas

4.5.3.1 Atividade de sequestro do radical DPPH

Para determinar a atividade de sequestro do radical DPPH, a metodologia descrita por Brand-Williams; Culiver; Berset (1995) foi aplicada. Para isso, preparou-se uma solução de etanol e água (40:60) dos extratos da amostra em várias concentrações ($10 - 40 \text{ mg.L}^{-1}$). Para leitura, foram adicionados 0,5 mL da amostra, juntamente com 3 mL de etanol 80% e 0,3 mL de uma solução etanólica do radical

DPPH $0,05 \text{ mmol.L}^{-1}$, a solução foi deixada em repouso por 45 minutos ao abrigo de luz, em temperatura ambiente. A absorbância da amostra foi medida a 517 nm e uma solução de etanol 80% foi utilizada como branco.

Foram preparadas soluções estoque de 1000 mg.L^{-1} do extrato puro do jambo, das amostras de bentonita intercaladas com o extrato de jambo e das formulações cosméticas produzidas. Para análise foram preparadas soluções diluídas, com concentrações que variaram de 10 a 40 mg.L^{-1} .

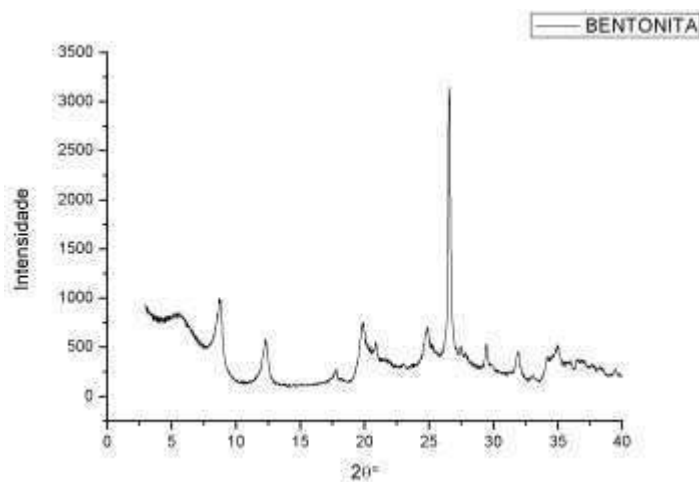
Os resultados foram expressos em EC_{50} , que representa a concentração necessária para que 50% do radical DPPH seja inibido.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Caracterização das amostras de bentonita intercaladas com o extrato das folhas do jambo

5.1.1 Difratometria de Raios X

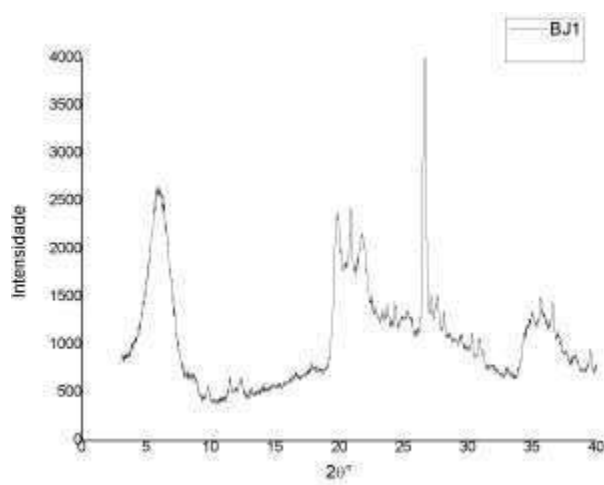
Figura 5 - DRX da bentonita pura



Fonte: Autor próprio (2022)

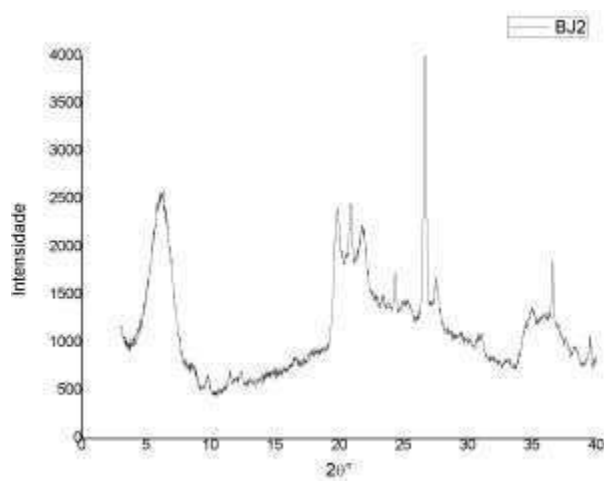
A Figura 5 apresenta o difratograma da bentonita pura, do qual revela o pico característico da bentonita em $2\theta = 5,84^\circ$, que de acordo com LÍBANO e colaboradores 2012 corresponde a distância interplanar de 15,13 Å, bem como a presença de impurezas de quartzo, representados pelo pico $2\theta = 26,8^\circ$. É possível também verificar a presença de picos característicos da montmorilonita em $2\theta = 12,54^\circ$, $19,89^\circ$, $20,78^\circ$ e $39,49^\circ$.

Figura 6 - DRX da bentonita com 40% de extrato de jambo (BJ1)

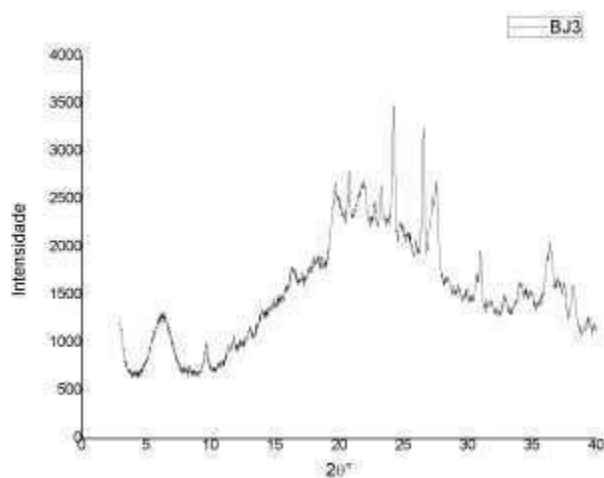


Fonte: Autor próprio (2022)

Figura 7 - DRX da bentonita com 50% de extrato de jambo (BJ2)



Fonte: Autor próprio (2022)

Figura 8 - DRX da bentonita com 85,83% de extrato de jambo (BJ3)

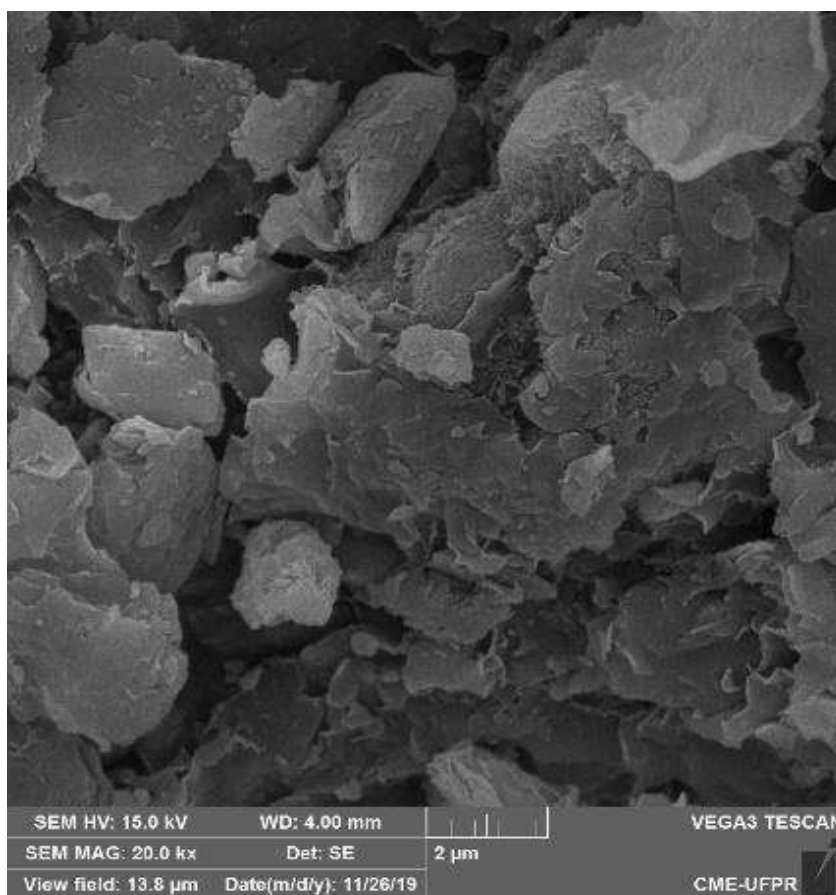
Fonte: Autor próprio (2022)

No DRX das bentonitas com 40%, 50% e 85,83% de jambo (Figuras 6, 7 e 8), foi observado que o pico característico da bentonita, em $2\theta = 5,84^\circ$, não é mais observado, esse fato se deve ao processo de reação mecanoquímica, que é o processo de moagem a seco. Atrelado a isso, a ausência do pico característico da bentonita, sugeriu a possível intercalação do extrato de jambo entre as camadas da argila.

Analisando o DRX da bentonita com 85,83% de extrato de jambo (BJ3) (Figura 8), também pode-se afirmar que quanto maior a porcentagem do extrato de jambo nas amostras, mais amorfa ela será.

5.1.2 Microscopia Eletrônica de Varredura

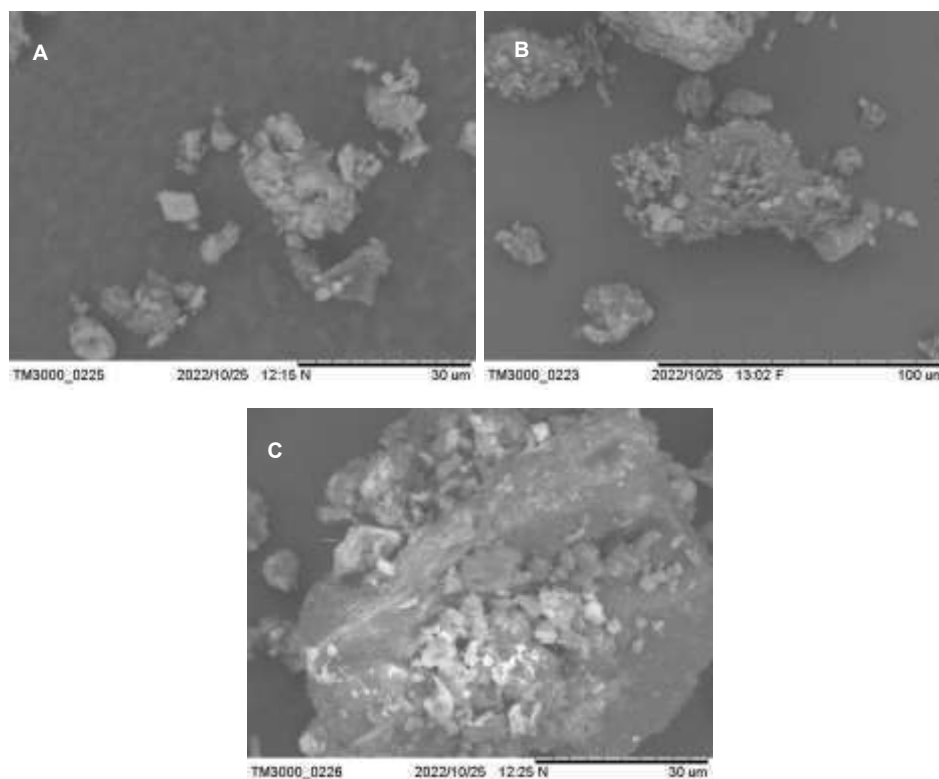
Como foi dito por PAIVA, MORALES E DÍAZ, (2007), as placas da esmectita, grupo a qual a bentonita pertence, apresentam perfil irregular e sendo finas, o que pode ser observado na amostra de bentonita pura utilizada no estudo (Figura 9).

Figura 9 - MEV bentonita pura

Fonte: Autor próprio (2022)

Infelizmente o equipamento utilizado para análise das amostras de bentonita com o jambo, não gerava imagens com a mesma resolução da bentonita pura. Porém, comparando as imagens da bentonita pura (Figura 9), com as obtidas no estudo das amostras BJ1, BJ2 e BJ3 (Figura 10), é possível verificar a mudança na estrutura da bentonita.

Figura 10 - MEV das amostras BJ1 (A), BJ2 (B) e BJ3 (C)



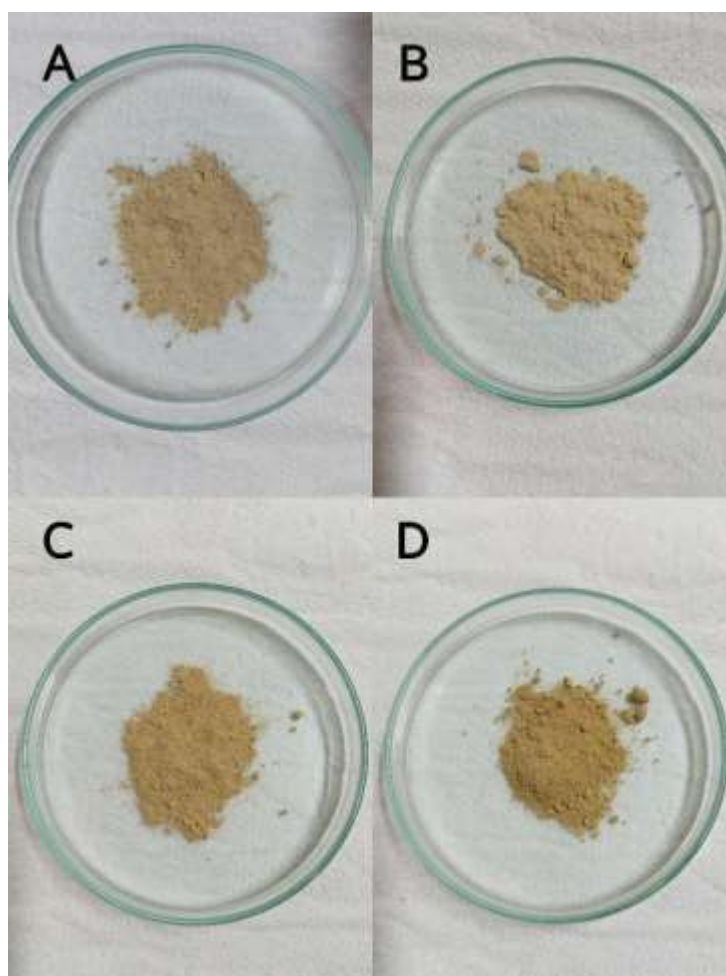
Fonte: Autor próprio (2022)

As amostras de bentonita intercaladas com o extrato de jambo, não apresentam mais uma estrutura em lamelas, camadas finas, e sim na forma de pequenos grânulos.

5.1.3 Colorimetria das amostras de bentonita intercaladas com o extrato das folhas do jambo

Analisando macroscopicamente não é possível verificar diferença significativa nas amostras de bentonitas maceradas com o jambo em relação a coloração inicial da bentonita, como pode ser observado na Figura 11.

Figura 11 - Imagens da bentonita pura (A), amostra de bentonita com 40% de extrato de jambo, amostra de bentonita com 50% de extrato de jambo (B) e amostra de bentonita com 85,83% de extrato de jambo, todas sob a forma de pó.



Fonte: Autor próprio (2022)

Para avaliar esta diferença de cor foram utilizados os parâmetros L^* , a^* e b^* e em seguida foi realizada a comparação de cores das amostras de bentonita com o extrato de jambo em relação a bentonita pura (ΔE). Na Tabela 6, 7 e 8 é possível verificar os dados obtidos na análise colorimétrica, bem como comparar as colorações iniciais das amostras em relação à quando intercaladas.

Tabela 6 - Dados colorimétricos de cada amostra utilizada no trabalho

(continua)

Parâmetro	Amostras				
	Jambo	Bentonita	BJ1	BJ2	BJ3
L^*	50,42	70,01	65,30	65,88	62,24

(conclusão)

Parâmetro	Amostras				
	Jambo	Bentonita	BJ1	BJ2	BJ3
a*	1,87	2,66	2,47	2,56	2,78
B*	16,11	18,12	18,16	18,57	21,42

Fonte: Autor próprio (2022)

Tabela 7 - Diferença de cor da amostra de bentonita intercaladas com o extrato de jambo em relação a bentonita pura

Amostra	ΔE
BJ1	11,11
BJ2	8,63
BJ3	35,64

Fonte: Autor próprio (2022)

Tabela 8 - Diferença de cor da amostra de bentonita intercaladas com o extrato de jambo em relação ao extrato de jambo puro

Amostra	ΔE
BJ1	112,99
BJ2	122,77
BJ3	84,37

Fonte: Autor próprio (2022)

Dentre as três diferentes amostras, a BJ1 foi a segunda que apresentou uma cor um pouco mais semelhante a bentonita pura, apesar de ser a amostra com a maior diferença de cor em relação ao extrato de jambo puro. A amostra BJ2 exibiu uma coloração mais semelhante a bentonita pura e a mais diferente do extrato de jambo puro, conforme os dados da Tabela 7 e 8. A amostra BJ3 foi a que apresentou uma coloração mais diferente da bentonita pura e com a menor diferença de cor com o extrato do jambo.

É possível notar que, apesar das amostras conterem diferentes frações do extrato do jambo, a coloração das mesmas não seguiu nenhum padrão.

5.2 Análises físico-químicas

5.2.1 Avaliação do pH

O pH das formulações foram medidos em dois momentos diferentes, após o preparo e 30 dias da formulação. A variação do pH pode ser observada na Tabela 9.

Tabela 9 - Dados obtidos na análise de pH

Amostra	pH após preparo	pH nós 30 dias de formulação	Variacão do pH em porcentagem
CSJ	4,7	3,9	17,02%
CBJ1	4,5	3,8	15,55%
CBJ2	4,4	3,7	15,91%
CBJ3	4,3	3,6	16,28%

Fonte: Autor próprio (2022)

O pH da pele é ácido e dependendo da região corporal varia entre 4,2 e 5,9. Assim, pode-se afirmar que os valores de pH inicialmente encontravam-se dentro dos valores permitidos, 4,3 a 4,7, porém após 30 dias, a acidez do meio se elevou, indicado pela diminuição do pH das formulações, 3,6 a 3,9, representado uma variação média de 16,19%.

Conforme Venturi, Santanna (2019), o pH da pele variar entre 4,2 e 5,9 está relacionado a presença do ácido láctico, suor e, em menor quantidade, ácido glutâmico e ácido aspártico. Venturi, Santanna (2019) ainda ressalta que a manutenção do pH garante o sucesso do mecanismo de hidratação e imunidade cutânea e sua alcalinização reduz a produção dos lipídeos, provocando aumento da permeabilidade da pele e favorecendo a proliferação de microrganismos.

A leve diminuição do pH das formulações pode ser decorrente da hidrólise dos ésteres de ácidos graxos presentes na formulação base, que geram ácidos graxos

livres (RAMOS e SOUZA, 2021), visto que foram utilizados o óleo vegetal de coco e o óleo de aveia.

5.2.2 Densidade

Os resultados obtidos da determinação de densidade das formulações estão descritos na Tabela 10. A densidade foi determinada em apenas dois momentos, após o preparo e após 30 dias de sua formulação.

Tabela 10 - Dados obtidos na determinação da densidade

Após o preparo					
Amostras	Massa do picnomêtro vazio M_0	Massa do picnômetro com água ultra pura M_1	Massa do picnômetro com amostra M_2	Densidade	
CSJ	53,6560g	78,0675 g	76,9136g	1,000 g/cm ³	
CBJ1	53,6577g	78,1472g	77,3051g	0,966 g/cm ³	
CBJ2	53,6566g	78,0804g	77,7423g	0,986 g/cm ³	
CBJ3	53,6569g	78,1122g	77,6705g	0,982 g/cm ³	
Após 30 dias de formulação					
Amostras	Massa do picnomêtro vazio M_0	Massa do picnômetro com água ultra pura M_1	Massa do picnômetro com amostra M_2	Densidade	Varição da densidade em porcentagem
CSJ	53,6332g	78,1057g	77,6025g	0,979 g/cm ³	2,06%
CBJ1	53,6586g	78,0722g	77,6245g	0,982 g/cm ³	1,66%
CBJ2	53,6612g	78,1150g	78,0337g	0,997 g/cm ³	1,07%
CBJ3	53,6602g	78,1265g	78,0161g	0,995 g/cm ³	1,38%

Fonte: Autor próprio (2022)

Após o preparo e ao longo dos 30 dias, a densidade variou em média 1,5%. Considerando que a variação da densidade ao longo do tempo foi pequena, pode-se afirmar que as formulações de se mantiveram estáveis ao longo do estudo.

5.2.3 Atividade de água (A_w)

Conforme a ANVISA (2004), a atividade de água (A_w) é medida que representa o grau em que a água está ligada aos ingredientes do produto, encontrando-se mais ou menos disponível para as reações químicas, bioquímicas e para a proliferação de microrganismos. Quanto maior a atividade de água de um produto, mais água se encontra disponível pra reações e proliferação de microrganismos. Os dados obtidos na análise de atividade de água e a variação da mesma está descrita na Tabela 11.

Tabela 11 - Dados obtidos na análise de atividade de água (A_w)

Amostra	A_w após preparo	A_w pos 30 dias de formulação	Variação em porcentagem
CSJ	0,923	0,919	0,43%
CBJ1	0,926	0,920	0,65%
CBJ2	0,925	0,981	6,05%
CBJ3	0,925	0,920	0,54%

Fonte: Autor próprio (2022)

A atividade de água das emulsões pós preparo variaram em média 1,92%, sendo a amostra CBJ2 a que apresentou a maior atividade de água, 6,05%, um comportamento fora do esperado. A elevada atividade de água se deve a formulação inicial das emulsões, que continha 81,5% de água em sua composição.

Apesar da elevada atividade de água, que possibilita o desenvolvimento e proliferação de microrganismos, o pH ácido da formulação e o uso de aditivos conservantes garantem a estabilidade e possíveis contaminações do produto.

Visto que não houve variações significativas na atividade de água após 30 dias, pode-se afirmar que as emulsões se mantiveram estáveis. Provavelmente tal parâmetro não sofreu alterações significativas, já que foram armazenadas em condições adequadas em embalagens apropriadas para os mesmos.

5.2.4 Colorimetria

Analisando macroscopicamente o creme hidratante apresentou diferentes colorações conforme as diferentes amostras de bentonita que foram incorporadas, como pode ser observado na Figura 12.

Figura 12 - Formulações produzidas: da esquerda para a direita, emulsão sem jambo, emulsão com a amostra BJ1, emulsão com amostra BJ2, emulsão com a amostra BJ3, denominadas CSJ, CBJ1, CBJ2 e CBJ3 respectivamente



Fonte: Autor próprio (2022)

A fim de analisar mudanças na coloração do creme, foram realizadas duas leituras, após o preparo e 30 dias após a formulação.

Para melhor comparação da coloração, foi utilizado os mesmos parâmetros utilizados na análise colorimétrica da bentonita com jambo. Os dados obtidos podem ser analisados na Tabela 12 e a diferença de cor do creme com diferentes amostras de bentonita, após a formulação, podem ser comparadas por meio do ΔE , descrito na Tabela 13.

Tabela 12 - Dados colorimétricos dos cremes com diferentes amostras de bentonita

Após o preparo			
Amostras	L*	a*	b*
CSJ	72,51	-0,37	9,41
CBJ1	66,39	0,74	13,83
CBJ2	66,55	0,79	14,27
CBJ3	64,08	0,88	15,54

Após 30 dias de formulação			
Amostras	L*	a*	b*
CSJ	72,56	-0,12	9,96
CBJ1	64,28	3,65	14,89
CBJ2	63,73	3,51	15,41
CBJ3	62,14	3,16	16,40

Fonte: Autor próprio (2022)

Tabela 13 - Diferença de cor dos cremes com diferentes bentonitas intercaladas em relação ao creme com bentonita pura

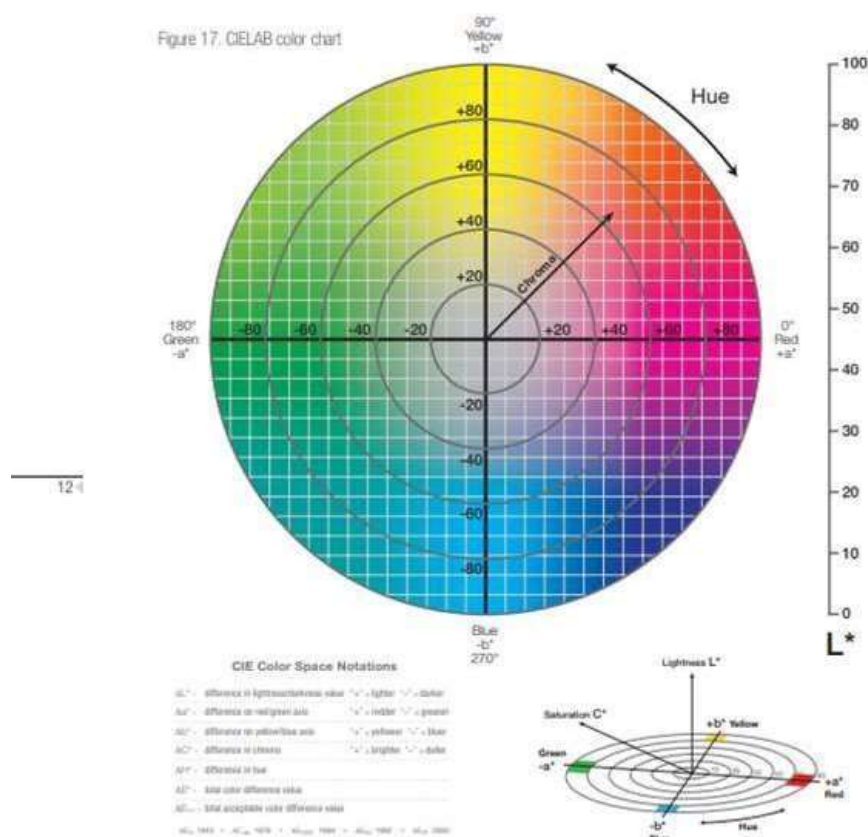
Amostra	ΔE
CBJ1	29,11
CBJ2	30,24
CBJ3	55,10

Fonte: Autor próprio (2022)

É perceptível que a formulação com a coloração mais diferente em relação ao creme que continha apenas a bentonita pura (CSJ) foi a CBJ3.

De acordo com CAMARGOS; GONÇALEZ, (2001) os pigmentos vermelho, verde, amarelo e azul são definidos pelas variáveis “+a*”; “-a*”, “+b*” e “-b*”, respectivamente.

Figura 13 - Diagrama de cromaticidade



Fonte: LAB Color Space and Values | X-Rite Color Blog (2018)

Após 30 dias, as formulações tornaram-se levemente mais escuras, sugerindo-se a possibilidade de oxidação do extrato de jambo, que pode ser confirmado pelo parâmetro a^* , que mais sofreu alterações ao longo do tempo, como pode ser visto na amostra CBJ3, que sofreu de 0,88 a 3,16. Os demais parâmetros L^* e b^* não sofreram mudanças significativas.

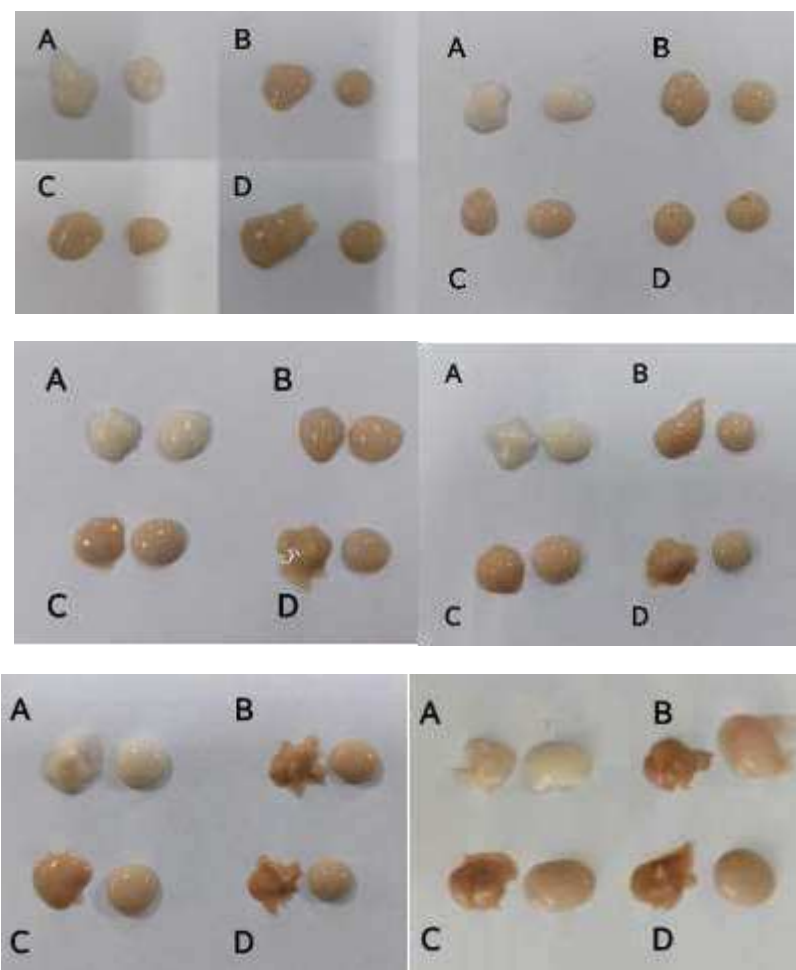
5.3 Testes preliminares de estabilidade

5.3.1 Ciclos de aquecimento/resfriamento

As emulsões foram acondicionadas em geladeira ($4\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0$) e em estufa ($45\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,0$), durante vinte e quatro horas, por 12 dias, totalizando seis ciclos. Após cada ciclo, as características macroscópicas das formulações foram analisadas a fim de

analisar possíveis alterações nas mesmas (Figura 14). As amostras foram identificadas como A (CSJ), B (CBJ1), C (CBJ2) e D (CBJ3).

Figura 14 - Avaliação macroscópica após cada ciclo. Da esquerda para a direita, emulsões após o 1º ciclo, 2º ciclo, 3º ciclo, 4º ciclo, 5º ciclo e 6º ciclo, respectivamente



Fonte: Autor próprio (2022)

Após seis ciclos de aquecimento nenhuma das formulações apresentou separação de fase, apenas mudanças de textura, tornando-se mais cremosas e densas, visto que com o aumento da temperatura parte da água pode evaporar, e na coloração, tornando-se mais escuras. Sendo assim, aprovadas em no primeiro teste de estabilidade preliminar proposto no trabalho.

Para comparação da cor inicial e após os ciclos de aquecimento/resfriamento foi realizada uma análise colorimétrica após a conclusão dos seis ciclos, os dados obtidos estão descritos na Tabela 14.

Tabela 14 - Dados colorimétricos dos cremes com diferentes amostras de bentonita, após ciclos de aquecimento/resfriamento

Parâmetro	Amostras			
	CSJ	CBJ1	CBJ2	CBJ3
L*	72,44	57,38	58,57	55,11
a*	0,27	7,28	6,80	6,93
b*	11,30	18,47	18,46	19,09

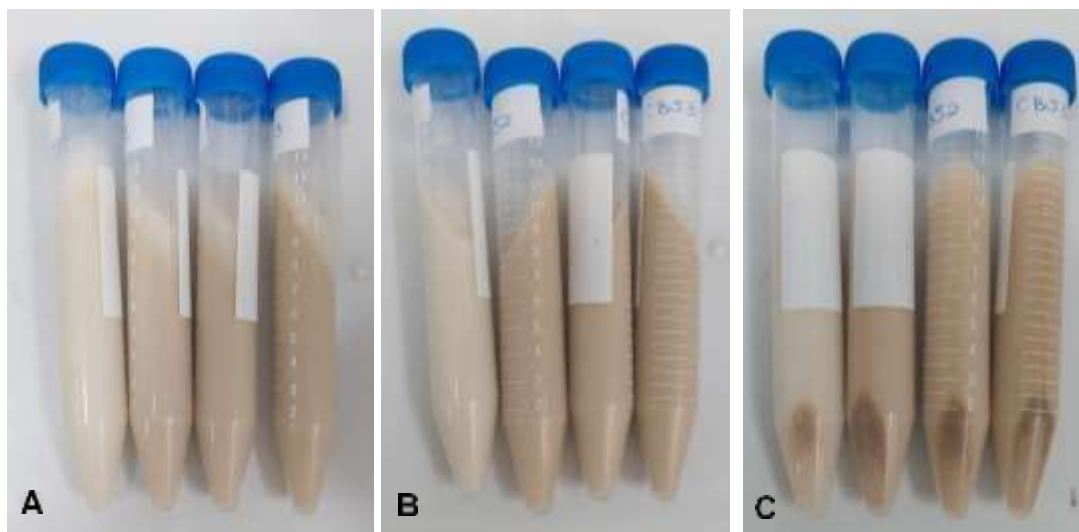
Fonte: Autor próprio (2022)

Visualmente as amostras escureceram em relação ao seu estado inicial. Tal fato pode ser comprovado analisando o parâmetro a*, que inicialmente apresentava valores entre -0,37 a 0,88 e ao final do estudo apresentou valores de 0,27 a 7,28. Sabe-se que quanto mais positivo o parâmetro a*, maior é a presença do pigmento vermelho, presente na coloração marrom das emulsões.

5.3.2 Teste de centrifugação

Após o teste de centrifugação a coloração das amostras sofreram pequenas alterações, tornando mais escuras do que inicialmente, sugere-se que a alteração de cor pode estar relacionada à separação da bentonita na emulsão, apesar da sua viscosidade não ter sofrido alterações. Devido pequena quantidade de amostra utilizada no teste de centrifugação, não foi possível realizar uma análise colorimétrica para comparação da cor inicial e final após o teste.

Figura 15 - Emulsões cosméticas pós ciclos de centrifugação. (A) 1000 rpm; (B) 2500 rpm; e (C) 3500 rpm. Da esquerda para a direita formulações CSJ, CBJ1, CBJ2 e CBJ3 respectivamente



Fonte: Autor próprio (2022)

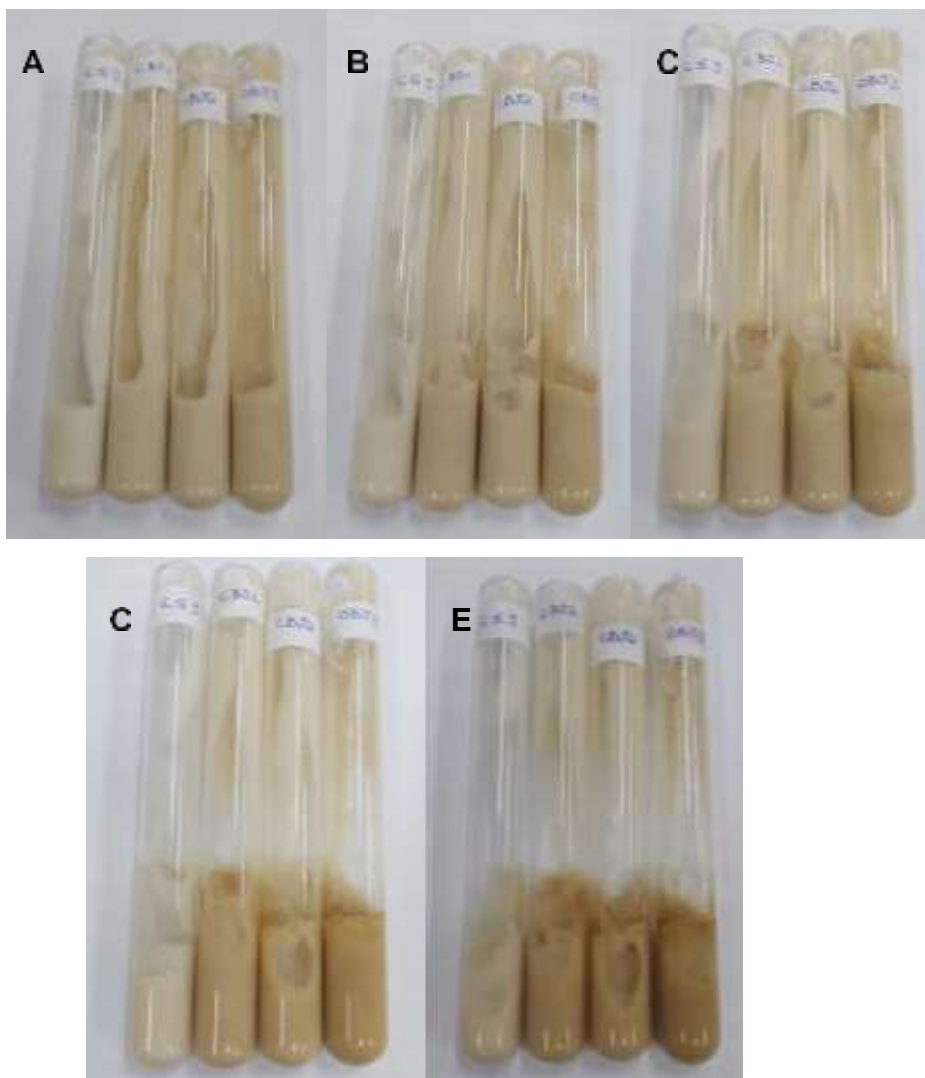
O teste de centrifugação produz estresse na amostra simulando um aumento na força de gravidade, aumentando a mobilidade das partículas e antecipando possíveis instabilidades. Estas poderão ser observadas na forma de precipitação, separação de fases, formação de *caking*, coalescência entre outras (ANIVSA 2004).

Após o ciclo de 3500 rpm, ocorreu a separação de fase do creme, surgindo ao fundo partículas semelhantes a bentonita, que foi inserida na formulação do creme. Isso pode ter ocorrido devido a densidade da bentonita, em média $1,65 \text{ g/cm}^3$, e por se tratar de grãos extremamente finos que não se solubilizam com facilidade em meio aquoso. A partir desse resultado, pode-se sugerir que a porcentagem de argila presente na formulação utilizada deve ser inferior a 1%.

5.3.3 Estresse térmico

Conforme a ANVISA (2004) a análise de estresse térmico tem como objetivo verificar mudanças no creme cosmético conforme a condição na qual o produto é submetido, ocasional ou intencionalmente, a mudanças significativas de temperatura, podendo sofrer alterações.

Figura 16 - Emulsões cosméticas pós estresse térmico. (A) 40°C; (B) 50°C; (C) 60°C, (D) 70°C, (E) 80°C



Fonte: Autor próprio (2022)

Visualmente a coloração das amostras foram alteradas, tornando-se mais escuras com o aumento da temperatura. O escurecimento das amostras pode estar relacionado a polimerização do amido presente na formulação base. Conforme TAVARES BASTOS GAMA *et al.*, (2010) o aquecimento e resfriamento do ensaio resulta em um intenso movimento das moléculas de água, que podem interagir com o amido e provocar reações oxidantes no cozimento e na tostagem (reação de *Maillard*) sendo responsáveis por possíveis escurecimentos nas amostras.

Ao final da análise o creme hidratante apresentou-se menos viscoso, com aparência mais líquida, porém após retornar à temperatura ambiente, a viscosidade

se encontrava igual ao seu estado inicial e não houve separação de fase. Sendo assim, aprovadas no ensaio de estresse térmico.

5.4 Atividade antioxidante das formulações desenvolvidas

5.4.1 Atividade de sequestro do radical DPPH

A análise de atividade antioxidante foi realizada em dois momentos, inicialmente com o extrato do jambo puro e com as amostras de bentonita intercaladas com o extrato de jambo, e em seguida nas formulações cosméticas produzidas.

Os dados obtidos da análise de DPPH do extrato do jambo puro e das amostras BJ1, BJ2 e BJ3 podem ser analisadas na Tabela 15.

Tabela 15 - Dados obtidos pela análise de DPPH (EC₅₀) para o extrato do jambo puro e para as amostras BJ1, BJ2 e BJ3

	Extrato do Jambo puro	BJ1	BJ2	BJ3
Equação da Reta	$y = 1,2059x + 21,054$	$y = 0,7298x + 6,0361$	$y = 0,5627x + 8,3396$	$y = 1,0515x + 8,5986$
R ²	0,9882	0,9921	0,7684	0,9911
DPPH (EC ₅₀) mg.L ⁻¹	24,00	60,24	74,04	39,37

Fonte: Autor próprio (2022)

O extrato jambo puro apresentou a maior atividade antioxidante em relação as amostras de bentonita intercaladas com o jambo, indicando um valor de EC₅₀ de 24,00 mg.L⁻¹, o que era esperado, visto que o estudos como o de Prasniewsk (2021) comprovam o poder antioxidante do extrato de jambo. Dentre as amostras de bentonita intercaladas com o extrato do jambo, a BJ3 apresentou a maior atividade antioxidante, indicando valores de 39,37 mg.L⁻¹ de EC₅₀, sendo esse valor coerente, já que a amostra BJ3 continha a maior porcentagem do extrato de jambo em sua composição (85,83%).

A amostra BJ2 por sua vez, apresentou um comportamento diferente do esperado, por ser a segunda amostra com a maior quantidade de extrato de jambo, esperava-se que a mesma apresentasse valores de EC_{50} entre 60,24 e 39,39 $mg.L^{-1}$. Tal comportamento pode ser oriundo de erros nas diluições da análise ou da presença de material particulado no momento de leitura da absorbância.

Inicialmente foram preparadas diluições dos cremes em concentrações de 10 a 40 $mg.L^{-1}$, porém no ensaio piloto as formulações não apresentaram atividade antioxidante nessa faixa de concentração. Supõe-se que, devido a presença de diversos componentes na formulação cosmética, a concentração do extrato de jambo nas emulsões, equivalente a 1,5% da composição do creme, e a possível presença de material particulado, a leitura da absorbância pode não ter sido muito precisa.

Assim, conforme a metodologia proposta por Zanchet (2021), sugere-se que na determinação da atividade antioxidante sejam utilizadas concentrações entre 0,25 à 3 $mg.mL^{-1}$ ou 0,25 à 6 $mg.mL^{-1}$ para emulsões cosméticas.

Devido a problemas técnicos na balança utilizada no trabalho, não foi possível concluir a análise de atividade antioxidante das formulações cosméticas, aplicando a metodologia de Zanchet (2021), e replicar a análise de atividade antioxidante das formulações após os 30 dias. O objetivo de realizar o ensaio após 30 dias da formulação seria avaliar o comportamento do extrato do jambo quando inserido em outro material como a bentonita, visto que as lamelas da bentonita poderia proteger o extrato do jambo, garantido que o creme cosmético apresentasse atividade por um período prolongado.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os difratogramas das amostras de bentonita (BJ1, BJ2 e BJ3) mostraram que com diferentes porcentagens do extrato de jambo o pico característico da bentonita não era mais visível, bem como as amostras se tornaram mais amorfas conforme maiores quantidades de jambo.

Apesar das imagens obtidas pela microscopia eletrônica de varredura não terem as mesmas aproximações para todas as amostras utilizadas no estudo, é possível notar que o processo de moagem a seco aplicado na intercalação do extrato de jambo na bentonita, fez com que as mesmas deixassem de apresentar uma estrutura de camadas finas e organizadas, tomando a forma de pequenos grânulos.

Todas as formulações se apresentaram estáveis após os testes de estabilidade preliminar, sem separação de fase, apesar da bentonita de todas as emulsões terem se sedimentado após o teste de centrifugação. A sedimentação da bentonita não é considerado como fator de reprovação no ensaio de estabilidade preliminar. A separação e sedimentação da bentonita nos cremes, pode ter ocorrido devido a quantidade aplicada na emulsão. Atrelado a isso, deve-se considerar o fato da bentonita ser um pó fino e denso.

Com relação as suas propriedades físico-químicas, somente o pH sofreu variações significativas dentre os demais ensaios, variando de 4,3 a 4,7, para 3,6 a 3,9, uma variação média de 16,19%. O aumento da acidez das formulações pode ser oriundo da hidrólise de óleos e gorduras utilizadas na formulação, óleo de coco e o óleo de aveia, que possuem como produto ácidos graxos livres, que reduzem o pH. Vale ressaltar que a variação do pH poderia ser diferente caso outros óleos e gorduras fossem adicionados a formulação do creme.

A formulação proposta para o creme hidratante base se mostrou extremamente versátil, visto que os óleos, antioxidantes e aditivos em geral podem ser inseridos conforme a necessidade do mercado. Somado a isso, todos os reagentes utilizados na formulação não são tóxicos e nem de origem animal, podendo ser inseridos no mercado como um creme hidratante vegano, um produto de alto valor agregado.

Durante o estudo, foi perceptível que as amostras de bentonita intercaladas (BJ1, BJ2 e BJ3) com o extrato das folhas do jambo apresentaram uma cor marrom

claro bem semelhante, porém quando incorporadas as emulsões, cada amostra apresentou uma pequena diferença de cor. Atrelado a isso, notou-se que após 30 dias de formuladas, as emulsões se tornaram levemente mais escuras, adquirindo uma cor marrom mais escuro. Tal afirmação validada por meio da análise colorimétrica após 30 dias, sugerindo a possibilidade de oxidação do extrato das folhas do jambo.

No estudo da atividade antioxidante, o extrato de jambo apresentou valores de EC_{50} de $24,00 \text{ mg.L}^{-1}$. Dentre as amostras de bentonita intercaladas com o extrato do jambo, a BJ3 apresentou a maior atividade antioxidante, indicando valores de $39,37 \text{ mg.L}^{-1}$ de EC_{50} . Tal resultado demonstra que, mesmo quando inserido em outro material como a bentonita, o extrato de jambo ainda apresenta potencial antioxidante.

As soluções utilizadas para análise da atividade antioxidante do jambo e para as amostras de bentonita com jambo não foram aplicáveis as emulsões cosmética, isso se deve a quantidade de componentes presentes na formulação e materiais particulados, que podem ter interferido na leitura da absorbância. A ideia inicial do trabalho incluía determinar a faixa de concentração que fosse aplicável para a determinação da atividade antioxidante do creme. Sendo assim, a faixa de trabalho utilizada na metodologia descrita por Zanchet (2021) seria uma possibilidade a ser testada e validada futuramente.

ETAPAS FUTURAS

Com base nos estudos e análises que foram possíveis desenvolver ao longo do trabalho, sugere-se algumas melhorias na formulação do creme base, a realização de outras análises físico-químicos e na metodologia de atividade antioxidante por DPPH, para análise de emulsões cosméticas com o extrato de jambo.

Como sugestão para trabalhos futuros, seria interessante avaliar as mudanças estruturais causadas na bentonita quando diferentes técnicas de incorporação de princípios ativos forem aplicadas, tendo em vista que o processo mecânico de moagem a seco deforma estrutura do material.

Visto que a bentonita sedimentou no teste de centrifugação, uma sugestão seria, reduzir a porcentagem de argila na formulação inicial. Somado a isso, para evitar a variação de pH ao longo do tempo, o uso de um estabilizante, com a função de tamponar a emulsão.

Atrelado a isso, devido a coloração marrom dos cremes, que visualmente não é muito atrativa para produtos cosméticos em geral, seria interessante realizar uma análise sensorial, a fim de compreender o nível de aceitação do produto, caso fosse lançado ao mercado.

Além das análises físico-químicas aplicadas ao trabalho, outras podem ser realizadas a fim de determinar a qualidade do produto final, como testes de espalhabilidade, viscosidade. Devido à alta atividade de água das emulsões formuladas, ensaios de atividade microbiana podem ser um complemento para validar a qualidade e segurança do produto final.

Em relação ao ensaio de atividade antioxidante por DPPH, sugere-se que, para emulsões cosméticas, sejam testadas e validadas concentrações de 0,25 à 3 mg.mL⁻¹ ou 0,25 à 6 mg.mL⁻¹, como sugerido por Zanchet (2019). Somado a isso, a realização do ensaio após um tempo de formuladas, poderia gerar dados para comparação do potencial antioxidante do extrato de jambo, à fim de avaliar a capacidade de proteção fornecida pela estrutura da bentonita. Podendo garantir o potencial antioxidante do jambo por mais tempo, sem interferir a qualidade do produto final.

REFERÊNCIAS

ADMINISTRADOR CGTI. **Biodiversidade Brasileira**. Disponível em: < <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>>. Acesso em: 10 out 2021.

ALLEN JR., L. V.; POPOVICH, N. G.; ANSEL, H. C. **Formas farmacêuticas e sistemas de liberação de fármacos**. 9. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

Amazônia viva. Disponível em: < <https://bit.ly/3cOAIKF>>. Acesso em: 25 nov 2021.

ANG-LEE, Michael K. **Herbal Medicines and Perioperative Care**. JAMA, v. 286, n. 2, p. 208, 11 Jul 2001. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11448284/>>. Acesso em: 28 out 2021.

ANVISA. **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos: Uma abordagem sobre os ensaios físicos e químicos**. [s.l: s.n.].

ANVISA, A. N. DE V. S. **Guia de estabilidade dos cosméticos anvisa**. [s.l: s.n.]. v. 1

BENTONISA. Disponível em: <<https://www.bentonisa.com.br/funildecontatos/>>. Acesso em: 25 jan 2022.

BICAS, THARIANE CARVALHO. **Efeitos do extrato hidroalcoólico das folhas de *Syzygium malaccense* e Moringa oleífera sob estresse oxidativo em ratos diabéticos induzidos por estreptozotocina**. Utfpr.edu.br, 2019. Disponível em: < <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4590>>. Acesso em: 28 out 2021.

Biodiversidade. Disponível em: < <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade>>. Acesso em: 11 out 2021.

BRAND FINANCE COSMETICS 50. **Brand Finance Cosmetics 50**. n. May, p. 15, 2021.

BORRELLI, R A e THIVENT, Olivier e AHN, Joonhong. **Parametric studies on confinement of radionuclides in the excavated damaged zone due to bentonite type and temperature change**. Physics and Chemistry of the Earth, v. 65, p. 32–41, 2013. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1016/j.pce.2013.05.013>>.

Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry - PDF Download grátis. Disponível em: < <http://docplayer.com.br/36107073-Characteristicas-farmacobotanicas-quimicas-e-biologicas-de-syzygium-malaccense-l-merr-l-m-perry.html>>. Acesso em: 28 out 2021

CAMARGOS, J. A. a.; GONÇALEZ, J. C. **A colorimetria aplicada como instrumento na elaboração de uma tabela de cores de madeira.** Brasil Florestal, v. 71, p. 30-41, 2001.

CAVALCANTI, R. K. B. C. et al. **Maquiagem mineral desenvolvida a partir de argilas bentoníticas naturais e tratadas organofilicamente.** Cerâmica, v. 64, n. 370, p. 266–275, 2018.

CARRETERO, M Isabel. **Clay minerals and their beneficial effects upon human health . A review.** v. 21, p. 155–163, 2002.

CARRETERO, M Isabel e POZO, Manuel. **Applied Clay Science Clay and non-clay minerals in the pharmaceutical and cosmetic industries Part II . Active ingredients.** Applied Clay Science, v. 47, n. 3–4, p. 171–181, 2010. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2009.10.016>>.

CIREP (2003) **Final report [by the Cosmetic Ingredient Review Panel] on the safety of aluminium silicate, calcium silicate, magnesium aluminium silicate, magnesium silicate, magnesium trisilicate, sodium magnesium silicate, zirconium silicate, attapulgit, bentonite, Fuller’s earth, hectorite, kaolin, lithium magnesium silicate, lithium magnesium sodium silicate, montmorillonite, pyrophyllite, and zeolite.** Int J Toxicol, **22**(Suppl 1): 37–122.

CUVELIER, M. E.; BERSET, C. 4A Standard Calibration Techniques. **The Microflow E-Book**, v. 28, p. 25–30, **Topic: Cosmetics industry in Brazil.** Disponível em: <<https://www.statista.com/topics/5424/cosmetics-industry-in-brazil/> 1995.

COUTINHO, C. DOS S. C.; SANTOS, E. P. DOS. **Cremes e Loções: Visão Geral Cosmetics & Toiletries**, 2014.

CUVELIER, M. E.; BERSET, C. 4A **Standard Calibration Techniques.** The Microflow E-Book, v. 28, p. 25–30, 1995.

DARDIR, F. M. et al. **European Journal of Pharmaceutical Sciences Cosmetic and pharmaceutical quality evaluations of Egyptian bentonite and its suitability as drug carrier for Praziquantel drug.** v. 115, n. January, p. 320–329, 2018.

DAHMER, Débora. **Desenvolvimento e caracterização de emulsão cosmética contendo (1→6)- β -D-glucana.** Utfpr.edu.br, 2019. Disponível em: <<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/25008>>. Acesso em: 28 out 2021.

Definição e Classificação – ABCERAM. Disponível em: <<https://abceram.org.br/definicao-e-classificacao/>>. Acesso em: 25 jan 2022.

Entendendo o Espaço de Cor L*a*b* | Konica Minolta Sensing. Disponível em: <<https://sensing.konicaminolta.us/br/blog/entendendo%20o%20espaco%20de%20cor%20lab/>>. Acesso em: 23 fev 2022.

FATEMEH JAMSHIDI-KIA e ZAHRA LORIGOOINI e HOSSEIN AMINI-KHOEI. **Medicinal plants: Past history and future perspective.** Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/322399333_Medicinal_plants_Past_history_and_future_perspective>. Acesso em: 28 out 2021.

FRIES, A. T. et al. Avaliação Da Atividade Antioxidante De Cosméticos Anti-Idade. **Avaliação Da Atividade Antioxidante De Cosméticos Anti-Idade**, v. 10, n. 19, p. 17–23, 2013.

Future-proof Score. Disponível em: <<https://futureproofscore.timelens.com.br/>>. Acesso em: 25 nov 2021.

GAMOUDI, S e SRASRA, E. **Applied Clay Science Characterization of Tunisian clay suitable for pharmaceutical and cosmetic applications.** Applied Clay Science, v. 146, n. May, p. 162–166, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2017.05.036>>.

GRIM, R.E., GUVEN, N., 1978. **Bentonites geology, mineralogy, properties and uses.** Elsevier Scientific Pub. Co.; Distributors for the United States and Canada, Elsevier/North-Holland, Amsterdam; New York; New York.

HANULÁKOVÁ, Dana et al. **Applied Clay Science Determination of pore water composition during long term interaction of bentonite substrates with water media : Comparative study.** v. 81, p. 69–75, 2013.

HONGJIE ZHANG. **Bioactive Natural Products: Detection, Isolation, and Structural Determination.** Phytomedicine: International Journal of Phytotherapy & Phytopharmacology, v. 18, n. 10, p. 902–903, 15 Jul 2011. Disponível em: <<https://go.gale.com/ps/i.do?p=AONE&sw=w&issn=09447113&v=2.1&it=r&id=GALE%7CA266347342&sid=googleScholar&linkaccess=fulltext&userGroupName=anon%7Ea6f93bae>>. Acesso em: 28 out 2021.

ISAAC, V. L. B. et al. **Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos.** Revista de Ciencias Farmaceuticas Basica e Aplicada, v. 29, n. 1, p. 81–96, 2008.

JAMSHIDI-KIA, F.; LORIGOOINI, Z.; AMINI-KHOEI, H. **Medicinal plants: Past history and future perspective.** Journal of HerbMed Pharmacology, v. 7, n. 1, p. 1–7, 2018.

LAB Color Space and Values | X-Rite Color Blog. Disponível em: <<https://www.xrite.com/pt-pt/blog/lab-color-space>>. Acesso em: 15 nov. 2022.

LIMA, C. G. et al. **Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões O / A contendo óleo de babaçu**. Rev. Bras. Farm, v. 89, n. 3, p. 239–245, 2008.

LOURENÇO, S. O.; VIEIRA, A. A. H. **Culture collections of microalgae in Brazil: Progress and constraints**. Nova Hedwigia, v. 79, n. 1–2, p. 149–173, 2004.

MARKETSANDMARKETS. **Cosmetic Antioxidants Market worth \$158 million by 2025 - Exclusive Report by MarketsandMarketsTM**. Disponível em: <<https://www.prnewswire.com/news-releases/cosmetic-antioxidants-market-worth-158-million-by-2025--exclusive-report-by-marketsandmarkets-301253600.html>>. Acesso em: 29 out 2021.

Medicinal Plants of the World, Volume 3. Totowa, NJ: Humana Press, 2005. Disponível em: <<https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-59259-887-8>>. Acesso em: 28 out 2021.

MERRYL, L. **Caracterização física e química da casca e polpa de jambo**. v. 8, n. 87003743, p. 1–7, 2008.

Microemulsão (ME) | Crop Care. Disponível em: <<https://www.crodacropcare.com/pt-br/applications/microemulsion>>. Acesso em: 25 nov 2021.

MURRAY, H.. **Applied Clay Mineralogy- Occurrences, Processing and application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays**. 1ª edição. Amsterdam, Editora Elsevier, 2007, p.180.

MURRAY, H.H. **Bentonite applications**. n. Li, p. 111–130, 2006.

NONES, Janaína et al. **Applied Clay Science Effects of bentonite on different cell types : A brief review**. Applied Clay Science, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.clay.2014.12.036>>

NUNES, P. C. et al. **Physico-Chemical Characterization, Bioactive Compounds and Antioxidant Activity of Malay Apple [*Syzygium malaccense* (L.) Merr. & L.M. Perry]**. PLOS ONE, [s. l.], v. 11, n. 6, p. e0158134, 2016. Disponível em: <<https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0158134#pone-0158134-t001>>. Acesso em: 11 dez. 2022.

PADMAVATHY, S. **Invitro Antioxidant Activities on Leaf Extracts of *Syzygium Malaccense* (L.) Merr and Perry** Materiais e métodos. v. 30, n. 4, p. 110–113, 2019.

PAIVA, L. B.; MORALES, A. R.; DÍAZ, F. R. V. **An overview on organophilic clays: properties, routes of preparation and applications**. Applied Clay Science, 2007.

- PERRY, M. **Características farmacobotânicas, químicas e biológicas de *Syzygium malaccense* (L.) Merr. & I. M. Perry.** v. 90, n. 4, p. 298–302, 2009.
- PRASNIEWSKI, A. et al. **Characterization of phenolic compounds by UHPLC-QTOF-MS/MS and functional properties of *Syzygium malaccense* leaves.** South African Journal of Botany, v. 139, p. 418–426, 2021.
- RAMOS, L. C.; SOUZA, G. O. DE. **Development and quality control of Anti-Age base with oil from *Vitis sp.*** , v. 2021, p. 1–10, 2021.
- SILVA, A R V e FERREIRA, H C. **industriais, reservas, produção e produtores / fornecedores nacionais e internacionais.** v. 2, p. 26–35, 2008.
- SILVA, M. DE L.; PEREIRA, F. M. M. **Caracterização de argilas provenientes de indústria de cerâmica vermelha do Município do Crato – Ceará, Brasil.** Research, Society and Development, v. 10, n. 10, p. e448101018392, 2021.
- SAVI, A.; CALEGARI, M. A.; CALEGARI, G. C.; et al. **Bioactive compounds from *syzygium malaccense* leaves: Optimization of the extraction process, biological and chemical characterization.** Acta Scientiarum - Technology, v. 42, n. 1, 2020.
- SAVITHA, R. C.; PADMAVATHY, S.; SUNDHARARAJAN, A. **Invitro antioxidant activities on leaf extracts of *Syzygium malaccense* (L.) merr and perry.** Ancient science of life, India, v. 30, n. 4, p. 110–113, 2011. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3336265/>>. Acesso em: 11 dez. 2022.
- SOLECKI, Ralph S. **Shanidar IV, a Neanderthal Flower Burial in Northern Iraq.** Science, v. 190, n. 4217, p. 880–881, 28 Nov 1975. Disponível em: <<https://www.science.org/doi/10.1126/science.190.4217.880>>. Acesso em: 28 out 2021.
- SOUZA SANTOS, P., **Estudo Tecnológico de Argilas Montmoriloníticas do Distrito de Boa Vista, Município de Campina Grande, Paraíba,** Tese para Concurso à Cátedra de Química Industrial, DEQ, EPUSP, São Paulo, 1968.
- SUKEKSI, L. et al. **Characterization of the Chemical and Physical Properties of Bar Soap Made with Different Concentrations of Bentonite as a Filler.** International Journal of Technology, v. 12, n. 2, p. 263–274, 2021.
- TAVARES BASTOS GAMA, Thaís Martins Marcheze et al. **A INFLUÊNCIA DE TRATAMENTOS TÉRMICOS NO TEOR DE AMIDO, COLORIMETRIA E MICROSCOPIA DE PINHÃO NATIVO (*Araucaria angustifolia*) E PINHÃO PROVENIENTE DE POLINIZAÇÃO CONTROLADA.** Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, v. 4, n. 2, p. 161–178, 2010.

Topic: Cosmetics industry in Brazil. Disponível em: <
<https://www.statista.com/topics/5424/cosmetics-industry-in-brazil/>

VENTURI, Ivonilce; SANT'ANNA, Lina C. **Nutrição aplicada à estética.** [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2020. E-book. ISBN 9786581492687. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9786581492687/>. Acesso em: 06 nov. 2022.

XAVIER, Flávia et al. **DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE GEL-CREME HIDRATANTE CONTENDO ÓLEO DE COCO E ÓLEO DE PALMA.** [S.l: s.n.], [S.d.]. Disponível em: <<https://www.usf.edu.br/galeria/getImage/768/121168759342064.pdf>>. Acesso em: 6 nov 2022.

ZANCHET, Eloisa Regina et al. **Development and Analysis of Cosmetic Formulations Containing Syzygium malaccense Leaf Extract.** In: ANAIS DO BRAZILIAN CONFERENCE ON NATURAL PRODUCTS, 2021, Goiânia. Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2021. Disponível em: <<https://proceedings.science/bcnp-series/bcnp-2021/papers/development-and-analysis-of-cosmetic-formulations-containing-syzygium-malaccense-leaf-extract>>. Acesso em: 11 dez. 2022.