

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS

ANNA CAROLINE LOPES

MÁSCARA *PEEL-OFF* CONTENDO SUBPRODUTOS DO
PROCESSAMENTO DA LICHIA (*Litchi chinensis* Sonn.):
DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

PONTA GROSSA

2024

ANNA CAROLINE LOPES

MÁSCARA *PEEL-OFF* CONTENDO SUBPRODUTOS DO
PROCESSAMENTO DA LICHIA (*Litchi chinensis* Sonn.):
DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, área de concentração Fármacos, Medicamentos e Biociências Aplicadas à Farmácia, da Universidade Estadual de Ponta Grossa em associação com a Universidade Estadual do Centro-Oeste como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientadora: Prof. Dra. Juliana Bonametti Olivato.

PONTA GROSSA

2024

L864 Lopes, Anna Caroline

 Máscra Peel-off contendo subprodutos do processamento da Lichia (*Litchi chinensis* Sonn.): desenvolvimento e potencial antioxidante / Anna Caroline Lopes. Ponta Grossa, 2024.

 70 f.

 Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas - Área de Concentração: Fármacos, Medicamentos e Biociências Aplicadas à Farmácia), Universidade Estadual de Ponta Grossa.

 Orientadora: Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato.

 1. Cosméticos naturais. 2. Coprodutos. 3. Compostos bioativos. 4. Resíduos - processamento - frutas. 5. Atividade antioxidante. I. Olivato, Juliana Bonametti. II. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Fármacos, Medicamentos e Biociências Aplicadas à Farmácia. III.T.

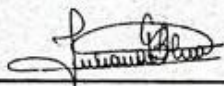
CDD:615

ANNA CAROLINE LOPES

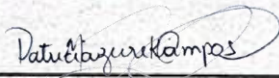
MÁSCARA PEEL OFF CONTENDO SUBPRODUTOS DO PROCESSAMENTO DA LICHIA (*Litchi chinensis*): DESENVOLVIMENTO E POTENCIAL ANTIOXIDANTE

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, nível Mestrado e Doutorado, Associação Ampla entre a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) e a Universidade do Centro-Oeste (UNICENTRO).

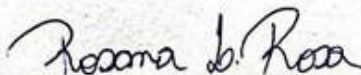
Ponta Grossa, 06 de setembro de 2024.



Profa. Dra. Juliana Bonametti Olivato – UEPG – Presidente



Profa. Dra. Patricia Mazureki Campos – UEPG – Membro titular interno



Profa. Dra. Rosana Leticia da Rosa – CESCAGE/PR – Membro titular externo

Dedico esta dissertação à minha querida avó, Soely,

professora dedicada que sempre me incentivou a estudar e continuar na área da educação. Sua dedicação incansável e seu apoio constante foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Agradeço por cada conselho, por cada palavra de incentivo e por todo o amor que sempre me proporcionou, você sempre fez de tudo para que eu tivesse as melhores oportunidades de aprendizado. Esta conquista é tão sua quanto minha, pois sem você, este sonho não teria se tornado realidade.

Com todo o meu amor e gratidão.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão a Deus por me conceder força, sabedoria e determinação ao longo desta jornada acadêmica. Sua orientação divina foi fundamental para superar desafios e alcançar este momento.

Agradeço sinceramente a todas as pessoas que contribuíram para a realização deste trabalho:

Primeiramente, agradeço à minha orientadora, prof^a Dr^a. Juliana Bonametti Olivato, pela orientação dedicada, paciência e *insights* valiosos ao longo deste processo. Seu apoio foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho.

À minha família e amigos, meu mais sincero agradecimento pelo apoio incondicional, encorajamento constante e compreensão nos momentos de ausência durante esta jornada acadêmica, pois muitas vezes tive que deixar de estar presente em momentos importantes para me dedicar à pesquisa.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão às minhas amigas Julia, Ana Beatriz e Aline, que desempenharam um papel fundamental ao longo desta jornada acadêmica. Não apenas contribuíram diretamente para a pesquisa, oferecendo dicas valiosas e apoio prático, mas também me incentivaram nos momentos de desafio, mostrando que havia uma luz no fim do túnel e que a persistência valia a pena. O encorajamento constante de vocês e crença no meu potencial foram fontes de inspiração e motivação, e por isso sou imensamente grata. Esta conquista também é de vocês, e espero que nossa amizade continue a prosperar ao longo dos anos.

Por fim, agradeço às instituições que forneceram recursos e ambiente propício para a realização deste estudo.

Muito obrigada a todos que contribuíram de alguma forma para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Resíduos gerados durante o processamento de frutas, como cascas e sementes, frequentemente não são utilizados, embora possuam um significativo potencial de reaproveitamento. Este estudo investigou a utilização de subprodutos da lichia, especificamente suas cascas e sementes, para o desenvolvimento de uma máscara facial *peel-off*. O objetivo foi avaliar a viabilidade desses subprodutos como fontes de compostos antioxidantes para aplicação cosmética. Foram realizados os seguintes procedimentos: composição centesimal dos subprodutos, que incluiu a determinação dos teores de proteínas, lipídeos, fibra bruta, umidade e cinzas; a quantificação de fenólicos totais dos extratos utilizando o método de Folin-Ciocalteu; a avaliação da atividade antioxidante dos extratos por meio dos métodos ABTS•+ e DPPH•; a análise macroscópica da máscara quanto à uniformidade, coloração e aspecto; e o estudo de estabilidade da formulação, que envolveu testes de centrifugação, pH, viscosidade aparente, espalhabilidade e tempo de secagem. Os resultados obtidos indicaram que os subprodutos da lichia apresentam um alto teor de fibras brutas ($26,12 \pm 0,14 \text{ g.100g}^{-1}$) e baixo teor de umidade ($0,41 \pm 0,01 \text{ g.100g}^{-1}$). Os teores de proteínas, lipídeos e cinzas foram de $4,80 \pm 0,04 \text{ g.100g}^{-1}$, $1,36 \pm 0,02 \text{ g.100g}^{-1}$ e $4,89 \pm 0,05 \text{ g.100g}^{-1}$, respectivamente. A determinação de fenólicos totais nos extratos resultou em um valor de $401,2 \pm 0,5 \text{ mg EAG/g}$. A atividade antioxidante dos extratos foi confirmada com IC₅₀ de $0,93 \text{ } \mu\text{g/mL}$ para o método ABTS•+ e $3,97 \text{ } \mu\text{g/mL}$ para o método DPPH•, demonstrando alta eficácia na neutralização de espécies reativas. A análise macroscópica revelou que a máscara *peel-off* manteve a mesma coloração, uniformidade e aspecto ao longo de todo o período de teste. O estudo de estabilidade mostrou que o pH da formulação base foi de $5,47 \pm 0,02$ e o da formulação com ativos foi de $5,39 \pm 0,01$, com variações mínimas nas condições de armazenamento (ambiente, geladeira e estufa). A viscosidade aparente teve um valor médio de 2510 cP para a formulação base e 2470 cP para a formulação com ativos. Além disso, a fórmula apresentou boa aplicabilidade e boa evaporação após a aplicação, com tempos de secagem de 32 minutos em placa de Petri e 41 minutos na pele. A conclusão deste estudo reforça a relevância da máscara *peel-off* desenvolvida como uma inovação no reaproveitamento dos subprodutos da lichia. A formulação não apenas demonstra eficácia cosmética com propriedades antioxidantes promissoras, mas também representa uma abordagem sustentável para o manejo de resíduos, oferecendo um valor agregado significativo e contribuindo para a economia circular no setor de cosméticos.

Palavras chave: cosméticos naturais, coprodutos, compostos bioativos, resíduos de processamento de frutas, atividade antioxidante

ABSTRACT

Waste generated during fruit processing, such as peels and seeds, is often not used, although it has significant potential for reuse. This study has investigated the use of lychee by-products, specifically its peels and seeds, for the development of a *peel-off* facial mask. The objective was to evaluate the viability of these by-products as sources of antioxidant compounds for cosmetic application. The following procedures were performed: centesimal composition of the by-products, which included the determination of the protein, lipid, crude fiber, moisture and ash contents; quantification of total phenolics in the extracts using the Folin-Ciocalteu method; evaluation of antioxidant activity of the extracts using the ABTS•+ and DPPH• methods; macroscopic analysis of the mask regarding uniformity, color and appearance; and the study of the stability of the formulation, which involved centrifugation, pH, apparent viscosity, spreadability and drying time tests. The results obtained indicated that the lychee by-products have a high crude fiber content ($26.12 \pm 0.14 \text{ g.100g}^{-1}$) and low moisture content ($0.41 \pm 0.01 \text{ g.100g}^{-1}$). The protein, lipid and ash contents were $4.80 \pm 0.04 \text{ g.100g}^{-1}$, $1.36 \pm 0.02 \text{ g.100g}^{-1}$ and $4.89 \pm 0.05 \text{ g.100g}^{-1}$, respectively. The determination of total phenolics in the extracts resulted in a value of $401.2 \pm 0.5 \text{ mg EAG/g}$. The antioxidant activity of the extracts was confirmed with IC₅₀ of $0.93 \mu\text{g/mL}$ for the ABTS•+ method and $3.97 \mu\text{g/mL}$ for the DPPH• method, demonstrating high efficacy in neutralizing free radicals. Macroscopic analysis revealed that the *peel-off* mask maintained the same color, uniformity and appearance throughout the test period. The stability study showed that the pH of the base formulation was 5.47 ± 0.2 and that of the formulation with active ingredients was 5.39 ± 0.1 , with minimal variations in storage conditions (room, refrigerator and oven). The apparent viscosity had an average value of 2510 cP for the base formulation and 2470 cP for the formulation with active ingredients. Furthermore, the formula showed good applicability and good evaporation after application, with drying times of 32 minutes in a Petri dish and 41 minutes on the skin. The conclusion of this study reinforces the relevance of the *peel-off* mask developed as an innovation in the reuse of lychee waste by-products. The formulation not only demonstrates cosmetic efficacy with promising antioxidant properties, but also represents a sustainable approach to waste management, offering significant added value and contributing to the circular economy in the cosmetics sector.

Keywords: natural cosmetics, co-products, bioactive compounds, fruit processing residues, antioxidant activity

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Lichieira	16
Figura 2 – Fruto da Lichia.....	17
Figura 3 – Camadas da pele.....	22
Figura 4 – Reação de Polimerização e hidrólise para síntese do álcool polivinílico.....	27
Figura 5 – Exemplos de flavonóides mais comumente encontrados. A: catequinas e B: antocianinas.....	27
Figura 6 - Moléculas dos ácidos hidrocínâmico (A) e do hidroxibenzóico (B)	28
Figura 7 - Estrutura do radical livre estável DPPH'.....	30
Figura 8 - Mecanismos de reação entre o radical DPPH' e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio.....	30
Figura 9 - Reação de substâncias redutoras com reagente de Folin-Ciocalteu.....	32
Figura 10 – Representação das estruturas dos ácidos fosfomolibdico e fosfotungstico.....	32
Figura 11 – Extração de compostos apolares com uso do Soxhlet.....	37
Figura 12 – Fração de casca e sementes antes do processamento.....	43
Figura 13 – Amostra após os processos de secagem, trituração e tamisação.....	44
Gráfico 1 – Curva de calibração do ácido gálico.....	48
Figura 14 - Análise macroscópica das características organolépticas no dia 3, em temperatura ambiente, sendo I, II e III as triplicatas de amostras da formulação com ativo, e C a amostra da formulação base	54
Figura 15 – Amostras da máscara com ativos após centrifugação de 3.000rpm durante 5 minutos, amostra base (a), e amostra com ativo (b)	57
Figura 16 – Teste de viscosidade na amostra base (a) e amostra com ativo (b)	59
Figura 17 – Formulação base antes da sobreposição da lâmina.....	61
Figura 18 – Formulação base depois da sobreposição da lâmina.....	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição da máscara <i>peel-off</i>	39
Tabela 2 - Composição centesimal em g.100g ⁻¹ das frações de casca e semente da Lichia.....	44
Tabela 3 - Teor de fenólicos totais do extrato de Lichia.....	48
Tabela 4 - Atividade antioxidante do extrato de lichia pelo método <i>scavenger</i> de ABTS•+ e DPPH•.....	50
Tabela 5 – Resultado da análise do tempo de secagem das formulações.....	56
Tabela 6 – Viscosidade obtida na formulação base e formulação com ativos.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS^{•+} - Radical cátion de ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico

ANOVA - *Analysis of variance* (análise de variância)

cP - Centipoise

C₆H₅COONa - Benzoato de sódio

C₆H₁₄ - Hexano

CO₂H – Carboxila

CuSO₄ - Sulfato de cobre

DNA - *Deoxyribonucleic acid* (ácido desoxiribonucleico) DPPH[•] - 1,1-difenil-2-picrilhidrazil

DPPH-H – Forma reduzida do radical DPPH EAG - Equivalentes de Ácido Gálico por grama

EDTA - *Ethylenediamine tetraacetic acid* (ácido etilenodiamino tetra-acético)

EROs - Espécies reativas de oxigênio

Fc – Fator de correção

GSH - Glutathiona reduzida

HCl – Ácido clorídrico H₂SO₄ - Ácido sulfúrico

H₃PMo₁₂O₄₀ – Ácido fosfomolibdico

H₃PW₁₂O₄₀ - Ácido fosfotúngstico

IBD - Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento

K₂SO₄ - Sulfato de potássio

Mo₈O₂₃ - Óxido de molibdênio

NaOH - Hidróxido de sódio

Na₂EDTA - EDTA dissódico Na₂CO₃ - Carbonato de sódio

nm – Nanômetro

P - Poise

Pa.s - Pascal por segundo

pH – Potencial hidrogeniônico

PVA - Poli (vinil álcool)

PVAc – Acetato polivinílico

PVOH - Poli (vinil álcool)

q.s.p - Quantidade suficiente para

rpm - Rotação por minuto

SI - Sistema Internacional de Unidades

SOD - Superóxido dismutase

TEAC - Atividade antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico)

UV - Ultravioleta

W₈O₂₃ - óxido de tungstênio

μL – Microlitro

λ – Comprimento de onda

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVOS	15
2.1	OBJETIVO GERAL	15
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3	REVISÃO DA LITERATURA	16
3.1	LICHIA (<i>LITCHI CHINENSIS</i>)	16
3.1.1	Propriedades Nutricionais e Químicas da Lichia.....	18
3.1.2	Propriedades Biológicas da Lichia.....	19
3.2	BIOCOSMÉTICOS	20
3.3	CONSIDERAÇÕES SOBRE SUBPRODUTOS.....	21
3.4	ENVELHECIMENTO CUTÂNEO	22
3.5	RADICAIS LIVRES E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES.....	23
3.6	ANTIOXIDANTES EM COSMÉTICOS	24
3.7	MÁSCARAS <i>PEEL-OFF</i>	26
3.8	COMPOSTOS FENÓLICOS	27
3.9	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	29
3.9.1	Método DPPH'	29
3.9.2	Método ABTS ⁺⁺	30
3.9.3	Método Folin-Ciocalteu	31
4	MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1	MATERIAIS	33
4.1.1	Lichia	33
4.1.2	Reagentes e Solventes.....	33
4.1.3	Equipamentos e Acessórios.....	33
4.2	MÉTODOS	34
4.2.1	Obtenção e Preparo das Amostras.....	34
4.2.2	Composição Centesimal.....	34
4.2.2.1	Teor de umidade	34
4.2.2.2	Teor de minerais (cinzas)	34
4.2.2.3	Teor de lipídeos.....	35
4.2.2.4	Fibra bruta.....	35
4.2.2.5	Teor de proteínas	35
4.2.3	Preparo do Extrato	36
4.2.4	Determinação do Teor de Compostos Fenólicos Totais.....	37
4.2.5	Análise da Atividade Antioxidante Pelo Método ABTS.....	38
4.2.6	Análise da Atividade Antioxidante Pelo Método DPPH	38

4.2.7	Desenvolvimento da Máscara Facial <i>Peel-off</i>	38
4.2.8	Caracterização das Formulações	39
4.2.8.1	Análise macroscópica.....	39
4.2.9	Estudo de Estabilidade da Formulação.....	39
4.2.9.1	Análise do tempo de secagem.....	40
4.2.9.2	Ensaio de centrifugação	40
4.2.9.3	Determinação do pH	41
4.2.9.4	Determinação de viscosidade aparente	41
4.2.9.5	Teste de espalhabilidade.....	41
4.2.10	Análise Estatística	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1	PREPARO DAS AMOSTRAS	43
5.2	COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS SUBPRODUTOS DA LICHIA	44
5.3	PREPARO DO EXTRATO.....	47
5.4	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA LICHIA.....	47
5.4.1	Atividade Antioxidante do Extrato de Lichia.....	49
5.5	DESENVOLVIMENTO DA MÁSCARA FACIAL <i>PEEL-OFF</i>	53
5.6	CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES.....	54
5.6.1	Análise Macroscópica.....	54
5.6.2	Estabilidade da Formulação	55
5.6.2.1	Análise do tempo de secagem.....	55
5.6.2.2	Ensaio de centrifugação	57
5.6.2.3	Determinação do pH	58
5.6.2.4	Determinação de viscosidade aparente	58
5.6.2.5	Teste de espalhabilidade.....	60
6	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64

1 INTRODUÇÃO

Com o passar dos anos, ocorrem transformações naturais na pele conhecidas como envelhecimento cutâneo, um fenômeno cada vez mais relevante devido ao aumento da longevidade. Isso tem despertado preocupações na sociedade contemporânea, que questiona os padrões estéticos tradicionais e valoriza a saúde da pele ao longo do tempo. Profissionais da área enfatizam a importância da prevenção precoce do envelhecimento, destacando o papel dos antioxidantes tópicos para promover uma pele saudável (Moreira, 2021).

Existem duas categorias de envelhecimento da pele: o intrínseco, determinado geneticamente e desafiador para as empresas cosméticas devido à falta de controle, e o extrínseco, causado por influências ambientais e os cuidados individuais com a pele, como exposição solar excessiva, tabagismo, consumo de álcool e poluição. Dentre as teorias que explicam o envelhecimento humano, destaca-se a relacionada à formação de radicais livres (Breda, 2022).

Os radicais livres gerados durante os processos metabólicos estimulam o desenvolvimento de sistemas antioxidantes que visam reduzir seus efeitos prejudiciais no corpo. Os antioxidantes, que incluem vitaminas lipossolúveis (A, E, beta-caroteno), hidrossolúveis (C, complexo B), oligoelementos (zinco, cobre, selênio, magnésio), bioflavonoides e enzimas como glutathione reduzida (GSH), superóxido dismutase (SOD), catalase e glutathione peroxidase, atuam protegendo contra danos oxidativos, sendo necessários tanto na dieta quanto produzidos de forma endógena (Jaski, 2014). Nos últimos anos, tem havido um aumento significativo no interesse dos consumidores por produtos sustentáveis, especialmente na indústria da beleza. Esse interesse é impulsionado pela demanda por produtos naturais, veganos e orgânicos, que incluem desde alimentos até cosméticos. Os consumidores estão cada vez mais conscientes, buscando ingredientes naturais, livres de testes em animais e conservantes, o que coloca pressão sobre as empresas de cosméticos para se adaptarem a essa tendência. Uma abordagem sustentável na indústria cosmética é a utilização de produtos de origem orgânica, que seguem rigorosas normas de certificação, como as estabelecidas pelo IBD – Instituto Biodinâmico de Desenvolvimento e pela Ecocert do Brasil. Essas certificações garantem que o produto contenha pelo menos 95% de ingredientes orgânicos em sua composição, incluindo a água (Saretta; Brandão, 2021).

Para garantir a eficácia e estabilidade dos produtos cosméticos é essencial realizar estudos que abordem diferentes aspectos, como estabilidade física, físico-química e química. Essas análises ajudam os profissionais farmacêuticos a identificar possíveis interferências ambientais e microbiológicas que possam afetar o produto ao longo do armazenamento, transporte e processo de produção da fórmula (Cruz et al., 2019).

A lichia é uma excelente opção sustentável devido ao aproveitamento integral de seus subprodutos. Apesar de sua polpa ser a parte mais consumida, as cascas e sementes representam uma fração significativa do fruto. Tradicionalmente descartadas, essas partes ricas em compostos bioativos, podem ser aproveitadas de forma a reduzir o desperdício orgânico e criar produtos de alto valor agregado na indústria cosmética. Esse processo não apenas promove a sustentabilidade ao reduzir a quantidade de resíduos gerados pela produção de lichias, mas também demonstra o potencial das frutas como fonte de ingredientes naturais e ecologicamente responsáveis (Motta, 2009). Dessa forma, a utilização dos subprodutos do processamento da lichia e seu potencial antioxidante em formulações cosméticas torna-se interessante, de forma a valorizar o subproduto e obter formulações sustentáveis.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Obter, caracterizar e aplicar os subprodutos do processamento da lichia em uma máscara facial do tipo *peel-off*.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Obter os frutos da lichia e fazer o seu processamento, separando as frações casca e semente.
- Determinar a composição centesimal dos subprodutos.
- Obter os extratos da casca e da semente da lichia.
- Caracterizar os extratos quanto à atividade antioxidante, por meio das técnicas de ABTS^{•+} e DPPH[•].
- Formular uma máscara facial do tipo *peel-off* à base de poli (vinil álcool) (PVA).
- Incorporar os compostos bioativos encontrados na máscara *peel-off*.
- Avaliar a estabilidade das formulações quanto aos parâmetros macroscópicos e características físico-químicas, em diferentes temperaturas.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 LICHIA (*LITCHI CHINENSIS*)

A lichia trata-se de um fruto de comercialização internacional que apresenta grande crescimento nos últimos tempos, devido especialmente ao seu agradável sabor e aroma. A lichieira (*Litchi chinensis*) é uma planta a qual participa da vegetação arbórea de clima subtropical, referente à família botânica Sapindaceae. A lichia é oriunda da China, mais especificamente da província Cantón, no Brasil foi importada em 1810 e cultivada no Jardim Botânico do Rio de Janeiro onde teve sua adaptação realizada com sucesso. É abundantemente cultivada no Sudeste, podendo ser semeada de forma doméstica, ou adquirida comercialmente (Santos, 2009). A lichieira (Figura 1) é uma planta de crescimento lento, considerada rústica e longeva. Possui bom aspecto, folhas verde escuras, alcança entre 10 e 12 metros de altura. Normalmente demonstram a copa arredondada, densa, compacta e simétrica, seus troncos são curtos, retos e grossos (Santos, 2009).

Figura 1 - Lichieira



Fonte: AGRICULTURA-TROPICAL vol 1 – Ed 1, 2008

A produção brasileira de lichia fica centralizada no estado de São Paulo, especialmente na região da Alta Paulista. O cultivo tem demonstrado gradativo aumento nos estados de Minas Gerais e Paraná. A colheita ocorre de novembro a janeiro, de maneira que o consumo ocorre principalmente na época do Natal (Silva, 2020).

Por se tratar de uma fruta não-climatérica, deve ser colhida no momento em que denotar aparência e qualidade excelentes para o consumo, em outras palavras, sua coloração quase que totalmente vermelha, com poucas regiões verdes, sendo

que os frutos retirados de forma prematura, possuem sabor ácido e não amadurecem, sendo assim não melhorando o sabor (Silva, 2020).

Os frutos da lichieira possuem formato de drupa, havendo a possibilidade de ser redondos, ovóides ou em formato de coração, com uma variação até 5 cm de comprimento, 4 cm de largura e de 2 a 3,5 cm de diâmetro, conforme a Figura 2. No pericarpo encontram-se as antocianinas, poderosos agentes antioxidantes, existente em grandes concentrações nesta região, responsável pela coloração vermelha. O arilo, parte carnosa, superficial a semente, é gelatinoso, translúcido, sucoso e não adequado ao caroço. A semente apresenta-se de forma única, marrom-escura, possui de 6 a 12 mm de largura e 10 a 23 mm de comprimento (Silva, 2020).

Figura 2 – Fruto da Lichia



Fonte: AGRICULTURA-TROPICAL vol 1 – Ed 1, 2008.

Conhece-se três subespécies de lichia, sendo classificadas taxonomicamente levando em consideração a espessura dos galhos, arranjo das flores, número de estames e características das frutas: *Litchi chinensis* ssp. *chinensis*, *Litchi chinensis* ssp. *philippinensis* e *Litchi chinensis* ssp. *Javensis*, sendo somente a primeira produzida de forma comercial. O nome vem do chinês, “litchi” ou “Li-zhi”, na essência significa “ser destacada do galho”, e foi referida num primeiro momento em 200 a. C. Subsequentemente, foi descoberto que o nome traz menção à “rápida deterioração dos frutos após a colheita” (Cavallari, 2009).

Supõe-se que 95% de toda a lichia cultivada no Brasil sejam da variedade Bengal, as quais pesam em média 18,39 g, dos quais 50,9% são polpa, 27,08% casca e 22,02% semente. Ainda que a polpa corresponda a maior parte em relação ao fruto inteiro, a casca e a semente juntas equivalem a cerca de 50% do fruto, grande proporção, uma vez que estas frações são desprezadas (Motta, 2009).

Sabe-se que a maior parte dos frutos da lichieira possuem grandes quantidades de micronutrientes, como vitaminas, compostos fitoquímicos secundários e minerais, além dos nutrientes fundamentais. Na atualidade, esses compostos têm sido de grande notoriedade, já que fundamentos comprovam a validade desses micronutrientes para a saúde humana (Queiroz et al., 2015).

3.1.1 Propriedades Nutricionais e Químicas da Lichia

A lichia é uma fruta tipicamente tropical e subtropical, semeada em aproximadamente 20 países. Pode ser consumida *in natura* ou de forma processada, se tornando uma fruta popular pelo seu sabor, cor vibrante, agradável textura e ressaltado seu valor nutricional. O fruto inteiro da lichia vem cada vez mais sendo utilizado na implementação da dieta, como também para fins medicinais, onde o pericarpo, polpa e semente são utilizados no tratamento de doenças como o controle da hipertensão e diabetes, especialmente na cultura chinesa (Ferchal, 2021).

As propriedades nutricionais da fruta variam de acordo com as condições edafoclimáticas, levando em consideração questões que incluem umidade, exposição à radiação solar, condições do solo, pluviosidade, entre várias outras variáveis técnicas (Queiroz, 2012).

A polpa da lichia contém um alto teor de umidade, aproximadamente 82%, já o grupo dos açúcares representa o valor de nutrientes mais significativos, com teores representados entre 10 e 19%. Entre os principais açúcares ressaltam-se sacarose, frutose e glicose, além dos monossacáridos, oligossacarídeos e polissacarídeos bioativos, que por hidrólise originam arabinose, galactose e glicose, manose, ramnose e xilose (Ferchal, 2021).

Ainda na polpa, encontra-se também ácido málico, responsável por aproximadamente 80% do valor total dos ácidos orgânicos, juntamente com os ácidos tartárico, cítrico e ascórbico, em teores inferiores. No tocante aos valores de concentrações de proteínas e lipídios, o fruto em questão demonstra valores consideravelmente baixos, no entanto diversos estudiosos descrevem micronutrientes como vitamina C e do complexo B, minerais como o manganês, magnésio, cobre, ferro, fósforo, potássio, selênio e cálcio (Queiroz, 2012).

Não levando em consideração apenas os teores nutricionais, a lichia é estimada pelos seus altos valores de compostos nutracêuticos, como ácidos fenólicos, flavonoides, taninos e carotenoides. O pericarpo do fruto, mesmo não sendo

comestível, é uma parte muito relevante do fruto, sendo considerada rica em compostos biologicamente ativos. O pericarpo contém flavonoides e antocianinas, incluindo-se proantocianidina B2, proantocianidina B4, quercetina-3-rutinósido, quercetina-3-glucósido, epicatequina, e cianindina-3-rutinósido, cianidina-3-glucósido e malvidina-3-glucósido. O β -caroteno e o licopeno foram descritos apenas na casca deste fruto, sendo que o β -caroteno é a fonte primária de vitamina A, neste caso validando a relevância da estimação deste subproduto, tanto na comercialização alimentar, como medicinal e cosmética (Queiroz, 2012).

As cascas da lichia possuem também em sua composição fitoesteróis, que estão intimamente alusivos à prevenção e/ou redução de sintomas de doenças relacionados com o estresse oxidativo. Há também consideráveis teores de estigmasterol, o que impulsiona o uso do subproduto da lichia principalmente na associação com fármacos e cosméticos (Queiroz, 2015).

Fitoesteróis são compostos com núcleo esteroidal encontrados predominantemente em fontes vegetais, como nozes, sementes oleaginosas e cereais. Esses lipídios são conhecidos por sua capacidade de melhorar a função da barreira cutânea, promovendo a hidratação e reduzindo a perda de água transepidermica. Diferentemente das células animais, que possuem o colesterol como seu único esterol, as plantas apresentam uma mistura complexa de esteróis, refletindo sua diversidade química e funcional (Pereda, 2009).

Os fitoesteróis mais prevalentes incluem β -sitosterol, estigmasterol e campesterol, que juntos representam cerca de 80% do total de fitoesteróis presentes na maioria dos óleos vegetais (Pereda, 2009).

3.1.2 Propriedades Biológicas da Lichia

Cada vez mais se tem dado importância a alimentação funcional, que apresenta a proposta da promoção da saúde, bem com a prevenção de doenças. Visto que é de conhecimento que fatores de risco e hábitos da rotina do indivíduo podem ocasionar o desenvolvimento de patologias, como por exemplo, as neoplasias, a comunidade científica tem intensificado, progressivamente, a relação entre os fitoquímicos e as suas funções biológicas. Na medicina tradicional chinesa nenhuma parte da lichia é desprezada para o tratamento de diversas doenças, como úlceras, tumores, problemas de pele e diabetes (Cavallari, 2009).

De acordo com os estudos de Ferchal (2021), o fruto da lichieira contém

propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias, antineoplásicas, imunomoduladoras, antidiabéticas, hipoglicêmicas, hepatoprotetoras, hipolipidêmicas, antiateroscleróticas, neuroprotetoras, antimicrobianas e antienvhecimento. Os componentes antioxidantes são concedidos pelo ácido ascórbico (vitamina C) e compostos fenólicos, em outras palavras, flavonoides e ácidos fenólicos, os quais compõem o pericarpo e a polpa do fruto. Também encontrados nas mesmas partes da lichia estão os polissacarídeos, exercendo atividades antioxidantes. Tais compostos auxiliam no sequestro dos radicais livres, diminuindo o resultado prejudicial nas células do corpo humano, consequentemente reduzindo o estresse oxidativo.

Ainda sobre as análises feitas por Ferchal (2021), os componentes antienvhecimento foram evidenciados no pericarpo da lichia, notando-se ação de proteção contra os raios ultravioleta (UV), viabilizando o uso do subproduto em tratamentos de hiperpigmentação cutânea. Os compostos fenólicos presentes na região mencionada, demonstram um resultado inibidor sobre a elastase e a collagenase, enzimas prejudiciais à elastina e o colágeno. Os fragmentos das cascas também demonstraram aumento na proliferação de fibroblastos, essenciais no processo de renovação celular.

3.2 BIOCOSMÉTICOS

A crescente demanda dos consumidores por cosméticos sustentáveis, aliada às preocupações com a toxicidade dos ingredientes fósseis, sustentabilidade, custos e impacto ambiental, tem direcionado o foco comercial dos ingredientes de origem fóssil para os de base biológica, e nesse cenário surgem os biocosméticos (Olivato, J.B., 2024)

Biocosméticos são produtos de beleza e cuidados pessoais que se destacam por serem formulados a partir de ingredientes naturais e orgânicos. Esses ingredientes são obtidos de fontes vegetais, animais, microorganismos, enzimas e culturas orgânicas, garantindo que sejam 100% naturais e livres de substâncias químicas sintéticas (Bom et al., 2019).

Vale ressaltar que embora todos os ingredientes orgânicos sejam naturais, nem todos os ingredientes naturais são orgânicos. A certificação orgânica proporciona uma garantia de que os produtos atendem a padrões específicos de cultivo e produção, enquanto a categorização de "natural" é mais ampla e menos regulada (Romero et al., 2018).

Os ingredientes naturais referem-se a substâncias que ocorrem na natureza e não passaram por alterações químicas significativas. Eles podem ser derivados de plantas, minerais ou até de animais. Exemplos incluem óleos essenciais e extratos vegetais. No entanto, a definição de "natural" não é regulamentada, o que significa que a qualidade e os métodos de extração podem variar amplamente (Romero et al., 2018).

Por outro lado, os ingredientes orgânicos são aqueles cultivados e processados de acordo com normas específicas de agricultura orgânica. Isso implica a exclusão de pesticidas sintéticos, fertilizantes químicos e organismos geneticamente modificados (OGMs). Para serem considerados orgânicos, esses ingredientes precisam ser certificados por organizações que garantem que os métodos de cultivo e processamento atendem a critérios rigorosos (Romero et al., 2018).

Em resumo, os biocosméticos representam uma abordagem inovadora e responsável no campo da beleza e dos cuidados pessoais, alinhando a busca por uma aparência saudável com a preservação ambiental e a sustentabilidade.

3.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE SUBPRODUTOS

Nos dias atuais, são produzidas toneladas de subprodutos diariamente. Destes, uma pequena fração é reaproveitada e, em contrapartida, sabe-se que a grande parte ainda é descartada sem tratamento ou direcionamento (Araujo, Santos 2022).

Com o objetivo de atrair um segmento de consumidores ambientalmente conscientes, as empresas têm procurado estabelecer relações mais estreitas com organizações ambientais, promovendo a responsabilidade socioambiental em relação à biosfera. Nesse cenário, observa-se um aumento significativo na demanda por antioxidantes naturais e orgânicos nos últimos anos. Assim utilização de extratos e substratos das plantas vem se tornando cada vez mais aderida a sociedade, e tendo notoriedade na indústria cosmética, uma vez que tal geração vem se conscientizando e evitando consumir produtos com substâncias sintéticas, desta forma recorrendo a alternativas naturais (Araujo, Santos, 2022).

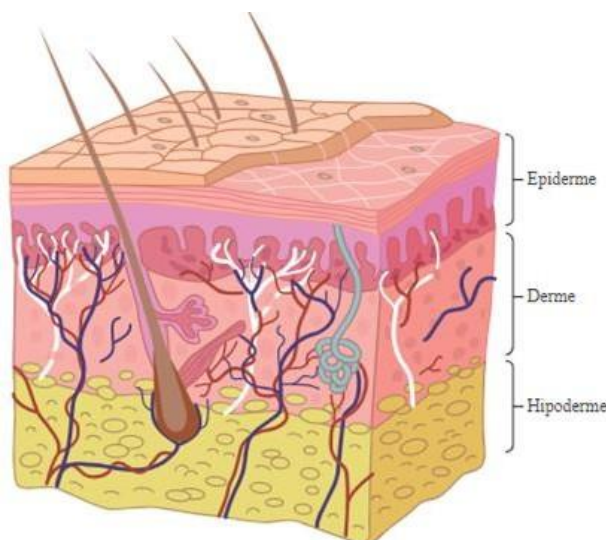
As plantas são consideradas como fonte de antioxidantes naturais, já que os compostos fenólicos possuem função antioxidante, e além do mais provém de todas suas partes, como folhas, raízes, cascas e polpa. A função protetora dos compostos fenólicos, advindos das mais variadas regiões das plantas, possui uma vasta gama de propriedades biológicas benéficas, como antioxidante, antimicrobiana, anti-

inflamatória e anti-mutagênica, e o conjunto destas resulta nos efeitos protetores para a saúde e estética (Barbosa; Conceição, 2016).

3.4 ENVELHECIMENTO CUTÂNEO

A pele é o maior órgão do corpo humano, e é formada por três camadas, a hipoderme, camada mais profunda; derme, camada intermediária; e epiderme, camada mais externa (Figura 3). A pele possui várias funções, especialmente o papel de barreira contra agentes externos, agindo como um órgão de defesa. Com o aumento da expectativa de vida, se tem notado o aumento da incidência e prevalência de patologias relacionadas ao processo de envelhecimento cutâneo, o que valida a necessidade do seu estudo (Hirata, 2004).

Figura 3 – Camadas da pele



Fonte: AZULAY, R. D. **Dermatologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

O envelhecimento é definido pelo conjunto de mudanças inevitáveis que se sucedem de forma progressiva em nosso organismo durante as nossas vidas. O envelhecimento cutâneo se manifesta de forma mais evidente devido à exposição direta da pele a agentes externos. Essa exposição contribui para a flacidez, a formação de linhas de expressão e a diminuição da elasticidade, refletindo os efeitos cumulativos das agressões ambientais ao longo do tempo. Essas mudanças podem ser ocasionadas por fatores intrínsecos ou extrínsecos. Os radicais livres estão intimamente ligados às ações danosas dos radicais livres, gerando como resposta a presença do estresse oxidativo (Porsch et al., 2019).

Para que a prevenção do envelhecimento ocorra de forma prematura,

propósitos fundamentais devem ser estabelecidos: a diminuição da produção de radicais livres, uma considerável hidratação e regeneração da pele, bem como práticas saudáveis diárias, a utilização de filtro solar, uma alimentação rica em antioxidantes, uma boa ingestão hídrica, entre outros. Em contrapartida, é de extrema importância a utilização de formulações tópicas que obtenha o uso de fórmulas com propriedades hidratantes, nutritivas e antioxidantes (Fontes, 2013).

3.5 RADICAIS LIVRES E PROPRIEDADES ANTIOXIDANTES

As moléculas orgânicas, inorgânicas e os átomos que possuem um ou mais elétrons não pareados, com existência autônoma, são classificados como radicais livres. Esta condição faz com que os radicais livres se tornem moléculas intensamente instáveis, com meia vida curta e quimicamente muito reativas. Eles buscam no corpo humano elétrons para se apropriar ou doar, por esse motivo são danosas às células, proteínas e DNA (Bianchi et al., 1999).

Em seus estudos, Jaski (2014), descreve que os radicais livres contêm oxigênio conhecido como espécies reativas de oxigênio (EROs), que são radicais livres biologicamente muito importantes. Os EROs, são formas reduzidas de oxigênio energeticamente mais reativas que o oxigênio molecular, em outras palavras, são substâncias com alto poder de reação.

O envelhecimento é acompanhado por um aumento do estresse oxidativo, que se trata de um desequilíbrio entre a produção de espécies reativas do oxigênio (ERO) presente nas células e a capacidade biológica para desintoxicar os intermediários reativos ou reparar os danos causados. Neste caso, os níveis aumentados de EROs, podem provocar doenças relacionadas à idade e degeneração cutânea (Porsch et al., 2019).

Sabe-se que as EROs, são continuamente geradas em pequenas quantidades durante o metabolismo celular, como por exemplo na produção de energia, fagócitos, controle de crescimento celular e síntese de compostos biológicos (Jaski, 2014).

A contínua produção de radicais livres nos processos metabólicos acarreta o desenvolvimento de inúmeros mecanismos de defesa antioxidantes com intuito de reduzir os níveis intracelulares evitar prejuízos em nível orgânico. Os antioxidantes são componentes responsáveis pela prevenção de lesões ocasionadas pelos radicais livres, sendo capazes de dificultar ou anular a oxidação provocada pelas EROs, divididas em dois grupos: endógenos e exógenos (Bianchi et al., 1999).

Em sua grande maioria, os antioxidantes não enzimáticos são exógenos, em outras palavras significa que precisam ser obtidos de uma dieta adequada, ou aplicados sobre a pele. Os essenciais podem ser qualificados em: vitaminas lipossolúveis (vitamina A, vitamina E, beta-caroteno), vitaminas hidrossolúveis (vitamina C, vitaminas do complexo B), os oligoelementos (Zinco, cobre, selênio, magnésio etc.), e os bioflavonóides (derivados de plantas), entre outros. Já entre os antioxidantes endógenos temos a glutathione reduzida (GSH), superóxido dismutase (SOD), catalase e glutathione peroxidase (Bianchi et al., 1999).

Sabe-se que as EROs advindas do metabolismo celular quando em quantidades normais não causam prejuízo à saúde. Apesar disso, outras derivadas do meio ambiente, drogas e alimentos são absorvidas pelo organismo como substâncias químicas tóxicas, ocasionando mutações e alteração de forma danosa aos tecidos (contribuição no processo de envelhecimento) e ao corpo (Fontes, 2013).

Nos trabalhos de Gregório e França (2018), os autores concluíram que inúmeros estudos apontam o estresse oxidativo como uma das principais causas do envelhecimento humano e a importância do consumo de antioxidantes, já que o sistema endógeno não é capaz de combater as EROs em quantidades exacerbadas.

3.6 ANTIOXIDANTES EM COSMÉTICOS

Cosméticos de uso tópico tem por objetivo o cuidado com a pele humana de todos os agentes que possam causar danos, bem como por meio da radiação ultravioleta (UV) e pelos radicais livres. Tais danos são caracterizados como danos oxidativos, sendo desencadeados de forma endógena, quando ocorre um desequilíbrio no sistema enzimático com função antioxidante, ou exógena decorrente da exposição a fatores ambientais, como o tabagismo, radiação e poluição. Os danos oxidativos têm notoriedade no tocante às principais causas do envelhecimento cutâneo (Batista, 2022).

Os antioxidantes são compostos químicos que podem prevenir ou minimizar os prejuízos oxidativos de lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, produzidos pelas ERO's, que incluem os radicais livres. Os antioxidantes possuem a capacidade de interagir com radicais livres, atenuando seus efeitos nocivos. Eles são eficazes na neutralização de radicais livres gerados tanto pelo metabolismo quanto por fontes exógenas, prevenindo danos aos lipídeos, aminoácidos das proteínas, ligações

duplas dos ácidos graxos poli-insaturados e bases do DNA. Dessa forma,

contribuem para a redução da formação de lesões e para a manutenção da integridade celular (Mangela; Martins, 2021).

Sabe-se que os radicais livres são átomos ou moléculas que possuem elétrons não pareados, neste caso, quando o elétron se situa isolado no orbital externo torna-se mais reativo e instável. A inserção de substâncias antioxidantes em cosméticos possuem grande eficiência em prevenir o envelhecimento, sendo que possuem capacidade de neutralizar os radicais livres e reprimir a síntese acelerada de metaloproteinases, enzimas que causam danos ao colágeno, estimuladas pela radiação UV (Aguiar; Novelli, 2020).

No instante em que as células confrontam o estresse oxidativo, sinalizam o proteossoma, um complexo enzimático com função de degradar conglomerados proteicos; que ao longo do envelhecimento, induz a senescência nos fibroblastos. Neste caso, o próprio envelhecimento e o ambiente externo com disposição oxidante minimizam a capacidade preventiva do sistema redox do corpo humano. Se a aplicação tópica cosmética estiver exposta na superfície cutânea neste momento o dano será prevenido (Amores; Benavides, 2018).

Os antioxidantes presentes em cosméticos de aplicação tópica são conhecidos como antioxidantes exógenos e desempenham duas funções principais. Primeiramente, atuam como ingredientes ativos, sendo essencial que apresentem estabilidade. Além disso, exercem a função de proteger outras substâncias contra a oxidação, mantendo sua integridade na formulação e evitando reações indesejadas com outros componentes (Batista, 2022).

De acordo com seus mecanismos de ação os antioxidantes podem ser descritos como primários, se agirem de forma direta aos radicais livres, cedendo-lhes um átomo de hidrogênio, ocasionando em uma substância mais estável, ou como secundários, os quais reagem com enzimas iniciadoras de produção de ERO, ou com o oxigênio iniciador da cadeia, assim a taxa de reação que forma a ERO, excluindo seus iniciadores (Halliwell, 2012).

O mercado de cosméticos *anti-aging* oferece uma variedade impressionante de produtos projetados para combater os sinais visíveis do envelhecimento da pele. Desde cremes e sérums até máscaras faciais e óleos especiais, há opções para todos os tipos de pele e necessidades. Estes produtos geralmente são formulados com ingredientes como retinol, ácido hialurônico, coenzima Q10, peptídeos e vitaminas

antioxidantes, como a vitamina C e E, que ajudam a reduzir rugas, melhorar a firmeza da pele e estimular a produção de colágeno (Silva, et al., 2021).

3.7 MÁSCARAS *PEEL-OFF*

As máscaras faciais são encontradas de diversas formas, entre elas as mais comuns são em creme, gel, em folha e na versão *peel-off*, a qual após secar altera sua consistência de creme para a textura de filme plástico, devendo ser retirada após a secagem completa (Elias; Pereira, 2020).

Formulações e ingredientes utilizados no desenvolvimento de máscaras faciais *peel-off* estão estreitamente ligados às propriedades físicas, sensoriais e de textura do produto final. Aspectos como secagem, resfriamento ou aquecimento da área de aplicação, efeito tensor, aderência, características reológicas e formação do filme são diretamente influenciados pela composição e pela qualidade dos componentes da formulação (Elias; Pereira, 2020).

As máscaras tipo *peel-off* proporcionam ação tensora após secarem, deixando-a suave ao toque após a retirada. Sua principal vantagem reside na facilidade de remoção completa, sem deixar resíduos na pele após secar. Elas são indicadas especialmente para peles sensíveis, desidratadas e maduras. Após permanecerem no rosto por 15-20 minutos, podem ser retiradas completamente da pele, assim, tornando-se acessível ao uso doméstico (Fagundes, 2022).

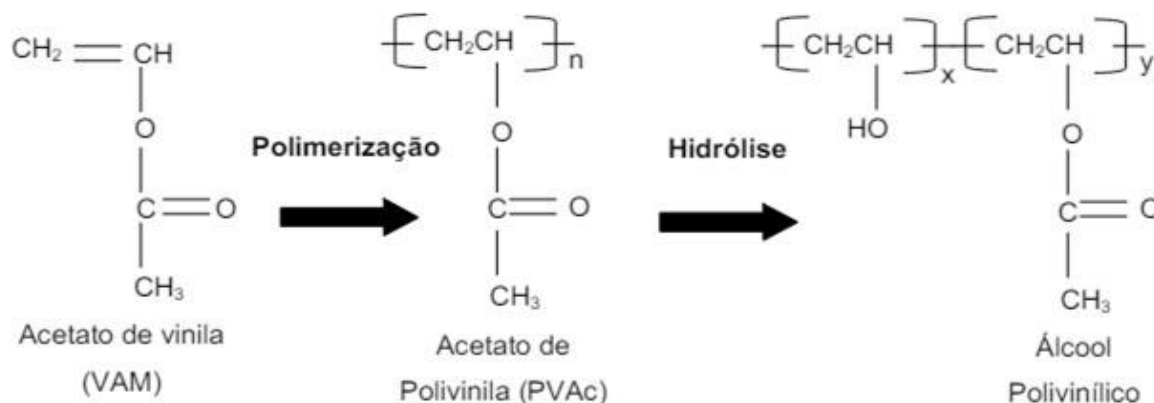
Os componentes de máscara facial *peel-off* utilizam resinas vinílicas para criar um filme aplicado sobre a pele limpa. O poli (vinil álcool) (PVOH/PVA) é comumente empregado nesses produtos cosméticos, influenciando as características do filme resultante, junto com outros elementos da fórmula (Kosak, 2022).

O PVA é um tipo de polímero sintético conhecido por sua hidrofilicidade. Além disso, é caracterizado por ser biodegradável, seguro para uso humano, biocompatível e por ter a capacidade de formar películas de qualidade (Faria, Stefani, Mali, 2012).

Esse polímero possui uma estrutura química simples, com grupos hidroxilas laterais. Seu monômero, o álcool vinílico, não é encontrado em uma forma estável, devido à sua tendência de se rearranjar para o tautômero acetaldeído. Assim, o PVA é produzido inicialmente pela polimerização do acetato vinílico, formando o acetato polivinílico (PVAc), seguido pela hidrólise do PVAc para gerar o PVA, conforme indicado na Figura 4. A hidrólise não ocorre completamente, resultando em polímeros com diferentes graus de hidrólise, dependendo da extensão da reação (Peppas,

2000).

Figura 4 – Reação de Polimerização e hidrólise para síntese do álcool polivinílico



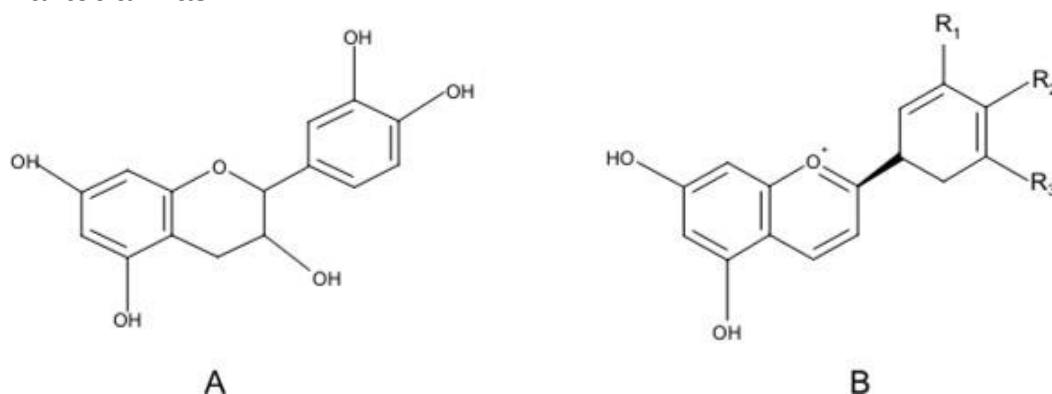
Fonte: Sadahira, **Síntese, caracterização e avaliação do perfil de liberação in vitro de hidrogéis do álcool polivinílico pH sensíveis processados por métodos físico-químicos**, 2007.

O PVA comercial é uma combinação de diferentes estruturas estereoquímicas, incluindo isotático, sindiotático e atático. Suas características estereoquímicas e propriedades físico-químicas são fortemente influenciadas pelos métodos de produção. A capacidade de dissolução do PVA em água varia de acordo com o grau de hidrólise e polimerização. Geralmente, o PVA com um grau de hidrólise de 98,5% ou superior pode ser dissolvido em água a 70 °C, sendo esta prática comum na preparação de soluções aquosas desse polímero (Wang, et al., 2004).

3.8 COMPOSTOS FENÓLICOS

Dentre os antioxidantes mais encontrados nos vegetais, os mais ativos e constantemente presentes são os compostos fenólicos, substâncias que se caracterizam pela presença de um anel benzênico, um agrupamento carboxílico e um ou mais grupos de hidroxilas e/ou metoxila na molécula (Figura 5), que garantem atributos antioxidantes (Degáspari et al., 2004)

Figura 5 – Exemplos de flavonóides mais comumente encontrados. A: catequinas e B: antocianinas



Fonte: Silva, et. al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010

Essa categoria de substâncias é bastante diversificada, sendo subdividida em dois grupos principais: flavonoides, que são polifenóis, e não-flavonoides, que incluem fenóis simples ou ácidos. Os flavonoides são uma categoria de compostos fenólicos encontrados em abundância em frutas e vegetais, existindo em várias formas, tais como flavonóis, flavonas, flavanonas, catequinas (A), antocianinas (B), isoflavonas e chalconas (Graham, 1992; Van acquire, 1996)

Os não-flavonoides englobam os derivados dos ácidos hidroxicinâmico e hidroxibenzóico (Figura 6). A atividade antioxidante desses compostos está associada à posição dos grupos hidroxila e à proximidade do grupo $-CO_2H$ em relação ao grupo fenil. Quanto mais próximo esse grupo estiver do grupo fenil, maior será a capacidade antioxidante do grupo hidroxila na posição meta.

Figura 6 - Moléculas dos ácidos hidrocínâmico (A) e do hidroxibenzóico (B)



Fonte: Silva, et al. **Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais**. Ciências Agrárias, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, jul./set. 2010

Frutas cítricas são as principais fontes de compostos fenólicos, além destas, lichia, ameixa, uva, mamão e maçã, pimenta verde, alho, cebola e brócolis também são ótimas fontes desse composto. São responsáveis pela cor, adstringência e aroma em diversos alimentos (Angelo et al., 2007).

Nos seres humanos e animais, os compostos fenólicos estão inseridos na categoria de interruptores de radicais livres, sendo muito eficaz na precaução da oxidação. Além desta importante função, compostos fenólicos demonstram papel expressivo na prevenção de doenças crônico-degenerativas, anti-inflamatória e antimicrobiana (Queiroz, 2012).

A lichia é considerada uma rica fonte de compostos fenólicos, encontrados principalmente em partes não edíveis (semente e casca), sua coloração atraente e vibrante é atribuída principalmente às antocianinas, tipo de composto fenólico de

grande importância para o organismo humano, pertencente ao grupo flavonoides (Queiroz, 2012).

Os compostos fenólicos são substâncias muito ativas e podem reagir de diferentes maneiras com a proteína, de formas oxidadas ou reduzidas, de maneira reversível ou irreversível, consequentemente trazendo mudanças em suas propriedades funcionais (Rockenbach, 2008).

3.9 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

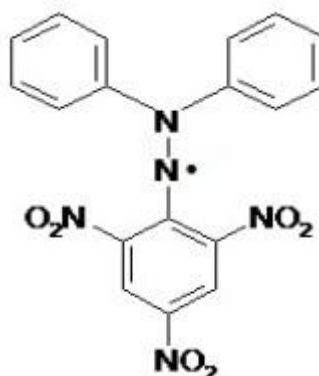
3.9.1 Método DPPH•

A molécula de 1,1-difenil-2-picrilhidrazil (DPPH•) é amplamente reconhecida por sua estabilidade como radical orgânico livre, destacando-se por sua durabilidade na ausência de luz, facilidade de uso e aplicabilidade. É frequentemente empregada em mais de 90% das pesquisas que avaliam a capacidade antioxidante de substâncias puras, misturas ou matrizes complexas (Pires et al., 2017).

O método DPPH• é amplamente reconhecido por sua facilidade de execução, alta sensibilidade, precisão e rapidez. Além disso, é economicamente viável e envolve apenas a reação entre o radical DPPH• e o antioxidante. Originalmente desenvolvido por Blois (1958), o método utiliza o radical livre estável α -difenil- β -picrilhidrazila (Figura 7) para avaliar a atividade antioxidante de diversas substâncias (Rodrigues; da Silva; Macêdo, 2017). Quando o material em análise apresenta propriedades antioxidantes, ele reage com o DPPH•, resultando na formação da sua forma reduzida, DPPH-H. Essa redução induz uma mudança na cor do composto, de violeta para amarelo (Oliveira, 2015).

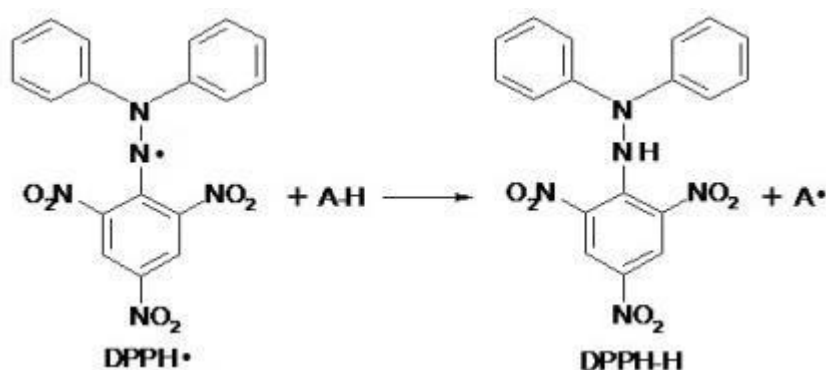
Durante a aplicação da metodologia DPPH•, substâncias antioxidantes têm a capacidade de doar um átomo de hidrogênio ou transferir um elétron para a molécula de DPPH•, resultando na formação de uma molécula estável (conforme ilustrado na Figura 8). Essa reação provoca uma mudança na coloração da solução para um amarelo pálido, refletindo uma diminuição na absorbância do radical DPPH•. Essa diminuição é monitorada por um espectrofotômetro para determinar a capacidade antioxidante. O experimento deve ser realizado no escuro, uma vez que a luz pode interferir na reação do radical DPPH• e, consequentemente, alterar os resultados obtidos (Oliveira; Batista; Ramos, 2021).

Figura 7 - Estrutura do radical livre estável DPPH•



Fonte: Oliveira. **Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 17, p. 36-44, 2015.

Figura 8 - Mecanismos de reação entre o radical DPPH• e um antioxidante através da transferência de um átomo de hidrogênio



Fonte: Oliveira. **Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão.** Revista Brasileira de Plantas Medicinais, v. 17, p. 36-44, 2015.

3.9.2 Método ABTS^{•+}

O ABTS^{•+} é comumente empregado em uma variedade de testes enzimáticos como um indicador de reação. No entanto, recentemente, ele também tem sido utilizado em ensaios colorimétricos para avaliar o potencial antioxidante de diferentes substâncias ou misturas. Nessa aplicação específica, o ABTS^{•+}, originalmente de cor verde clara, passa por uma reação com o persulfato de potássio, resultando na formação do radical catiônico ABTS^{•+} de coloração verde/azulada (Torres et al., 2017). Este método que envolve a captura do radical (2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), é considerado relativamente simples, o que facilita sua aplicação em laboratório, representando uma vantagem em relação a outros métodos (Tomba; Diaz; Guergoletto, 2023).

De acordo com os estudos de Schaich, Tian e Xie (2015), valor TEAC (atividade

antioxidante equivalente ao Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2-ácido carboxílico)) reflete a capacidade da amostra em reagir com o ABTS^{•+} e inibir processos oxidativos, embora em algumas amostras contendo compostos fenólicos essa reação possa ser mais lenta. No entanto, a determinação do TEAC é influenciada pelo tempo de incubação e pela taxa da amostra quantificada, além da baixa seletividade do ABTS^{•+} na reação com átomos doadores de hidrogênio, o que constitui uma limitação do método. Portanto, resultados discrepantes de TEAC podem ser atribuídos a fatores como variações no tempo de incubação ou na estratégia de preparação do ABTS.

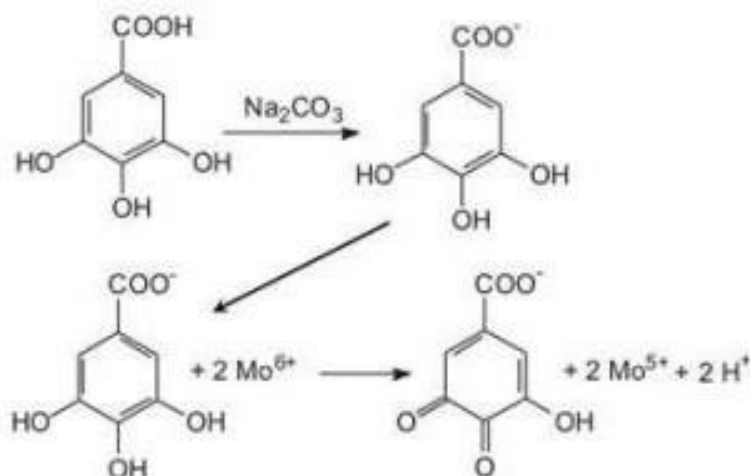
3.9.3 Método Folin-Ciocalteu

O procedimento Folin-Ciocalteu trata-se de um método espectrofotométrico simples, e fundamenta-se na reação de agentes redutores com o reagente Folin-Ciocalteu. A composição química deste reagente engloba o ácido fosfotúngstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) e ácido fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) (Figura 10), que são reduzidos a partir dos extratos ou substâncias testadas e que, inicialmente, possuem coloração amarela (Pires, J. et al., 2017).

Um meio com pH alcalino possibilita que substâncias redutoras, como as substâncias fenólicas, dissociem um próton, resultando em um ânion fenolato. Este ânion é capaz de reduzir o reagente de Folin-Ciocalteu formando óxido de tungstênio (W_8O_{23}) e óxido de molibdênio (Mo_8O_{23}), como mostra a reação da Figura 9. Estes óxidos formados adquirem uma coloração azulada, possibilitando a determinação da absorbância da solução na faixa do espectro visível (760 nm) (Silva, 2010).

No entanto, o reagente de Folin-Ciocalteu não é preciso para grupos fenólicos, sofrendo intervenção de outras substâncias redutoras existentes na amostra, como ácido ascórbico, proteínas e açúcares redutores (Pires, J. et al., 2017).

Figura 9 - Reação de substâncias redutoras com reagente de Folin-Ciocalteu



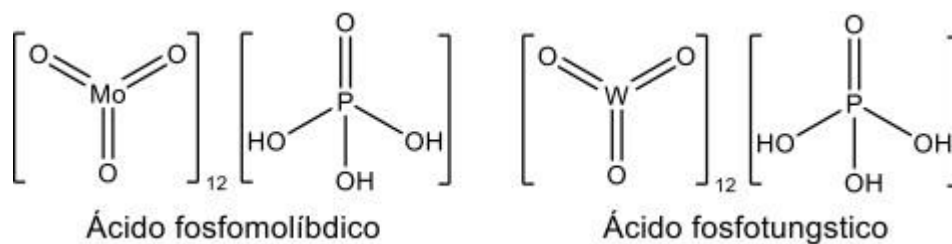
Fonte: PIRES, J. et al. Ensaio em microplaca de substâncias redutoras pelo método do Folin-Ciocalteu para extratos de algas. **Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo**, p. 1-5, 2017.

Por meio de uma curva de calibração é viável relacionar a intensidade da coloração à concentração de compostos fenólicos presentes na amostra, sendo o resultado expresso em termos do padrão utilizado (Fernández; García; Fuentes; 2018).



Reação de quantificação de fenólicos totais pelo método de Folin-Ciocalteu

Figura 10 – Representação das estruturas dos ácidos fosfomolibdico e fosfotungstico



Autor: SILVA. **comparativo do poder antioxidante em óleos vegetais**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal do Rio Grande do Norte

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Lichia

As amostras de lichia foram adquiridas em dezembro de 2022, no comércio local da cidade de Ponta Grossa (Paraná – Brasil), todas de um mesmo lote. Os frutos inteiros foram higienizados e armazenados em freezer doméstico até a realização dos testes. Posteriormente foram separados em frações: polpa, casca e sementes, sendo as duas últimas as frações de interesse na pesquisa.

4.1.2 Reagentes e Solventes

Poli (vinil álcool) (PVA 87-89% grau de hidrólise) (Sigma- Aldrich®), glicerol PA (Reatec®), CuSO_4 (sulfato de cobre) (Dinâmica®), K_2SO_4 (sulfato de potássio) (Synth®), H_2SO_4 (ácido sulfúrico) concentrado (Synth®), NaOH (hidróxido de sódio) (Synth®), álcool etílico (Reagen Produtos para Lab Ltda), ABTS^{•+}, fosfato de sódio 10 mM, reagente Folin-Ciocalteu (Dinâmica®), DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilidrazilo) (Sigma-Aldrich®), Na_2CO_3 (carbonato de sódio) (PA, Biotec®), solução padrão de ácido gálico (Merck®), cloreto de cálcio anidro (Reagen Produtos para Laboratórios Ltda), $\text{C}_6\text{H}_5\text{COONa}$ (benzoato de sódio), Na_2EDTA (EDTA dissódico) Reagen Produtos para Lab Ltda), C_6H_{14} (hexano) Reagen Produtos para Lab Ltda).

4.1.3 Equipamentos e Acessórios

Os equipamentos utilizados para a realização dos experimentos foram: balança analítica, estufa de secagem (Modelo 1306, Biomatic®), frasco âmbar, liquidificador convencional, tamis granulométrica de mesh 32 (500 mm), rotaevaporador (modelo 830, Fisatom®, São Paulo, Brasil), geladeira, extrator de Soxhlet, mufla (Modelo 0216, Fornitec®, São Paulo, Brasil), manta aquecedora, dessecadores de vidro, Bico de Bunsen, saquetas de filtro, balão de fundo chato de 250 mL, banho-maria (modelo 558, Fisatom®, São Paulo, Brasil), bomba de vácuo (modelo MA053, Marconi®, Piracicaba, São Paulo, Brasil), tubo de digestão, destilador de Nitrogênio (Marconi, modelo MA036, Piracicaba, Brasil), Erlenmeyer de 125 mL, pesa-filtros, Porto Alegre, Brasil), leitor de microplacas multimodo híbrido SynergyTM H1 com software Gen 5.2 (BioTek®, USA), tubo de ensaio, placas redondas de acrílico (150 x 20 mm), centrífuga (Table Top Refrigerate Centrifuge Z 326 K, HERMLE LABORTECHNIK GmbH, Alemanha), viscosímetro digital rotativo Quimis.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Obtenção e Preparo das Amostras

Após a coleta dos frutos, estes foram selecionados de acordo com a uniformidade na coloração (casca vermelho-intenso), tamanho médio e ausência de defeitos. Em seguida foram pesados e divididos em 2 lotes, sendo o primeiro com a polpa da fruta e o segundo com as frações da casca e sementes.

As frações casca e semente do segundo lote foram secas em estufa com circulação de ar a $60 \pm 2^\circ \text{C}$, até atingirem peso constante. Após a secagem, foi realizado o processo de padronização do tamanho de partículas, onde as amostras passaram por trituração em liquidificador convencional, e foram submetidas ao processo de tamisação utilizando o tamis granulométrico de mesh 32 (500 μm) e armazenadas em frasco âmbar, para posterior determinação da composição.

4.2.2 Composição Centesimal

As frações de casca e semente da lichia foram caracterizadas quanto ao teor de umidade, teor de cinzas, proteínas, lipídeos e fibra fruta, utilizando a metodologia descrita no Manual Adolfo Lutz (IAL, 2008).

4.2.2.1 Teor de umidade

Inicialmente foram pesados cerca de 5 g de amostra em cadinhos previamente tarados e resfriados em dessecador. A secagem foi realizada em estufa a 105°C , até a amostra atingir peso constante. Para o cálculo do teor de umidade foi feita a diferença de massa antes e depois da secagem, e o resultado foi expresso em porcentagem, conforme a Equação 1.

$$\text{Teor de umidade} = \frac{\text{peso da amostra inicial} - \text{peso da amostra final}}{\text{peso da amostra inicial}} \times 100$$

(Eq. 1)

4.2.2.2 Teor de minerais (cinzas)

Inicialmente foram pesados cerca de 5 g de amostra em cadinho previamente calcinados na mufla (modelo Jung / 2310) a uma temperatura de 550°C . Após, a amostra foi carbonizada com o auxílio do bico de bunsen, para enfim ter a sua incineração completa em mufla a 550°C por 6 horas. O teor de cinzas foi calculado de acordo com a Equação 2.

$$\text{Teor de cinzas} = \frac{\text{peso do cadinho com as cinzas} - \text{peso do cadinho}}{\text{peso da amostra}} \times 100$$

(Eq. 2)

4.2.2.3 Teor de lipídeos

O teor de lipídeos foi determinado com o auxílio do extrator de Soxhlet. Em um cartucho de papel filtro foram pesados 5 g de amostra, e em seguida colocado no extrator de Soxhlet, o qual foi acoplado em um balão contendo 200 mL de solvente hexano e mantido sob aquecimento. O conjunto permaneceu em refluxo durante 6 horas, e a fração lipídica foi determinada pela diferença de peso e expressa em porcentagem, de acordo com a Equação 3.

$$\text{Lipídeos (\%)} = \frac{\text{balão com gordura (g)} - \text{balão vazio (g)}}{\text{massa amostra (g)}} \times 100$$

(Eq. 3)

4.2.2.4 Fibra bruta

Uma porção da amostra foi colocada em um recipiente conhecido como Digestor de Fibras, onde foi adicionada uma solução de ácido sulfúrico (0,255 mol L⁻¹) e hidróxido de sódio (0,313 mol L⁻¹). Esta mistura foi então aquecida sob refluxo em um sistema fechado.

Durante o processo de digestão ácido-base, o ácido sulfúrico dissolve os componentes solúveis da amostra, enquanto o hidróxido de sódio ajuda a quebrar estruturas celulares e facilita a separação da fração de fibra insolúvel. Após a digestão, a mistura foi filtrada para separar o resíduo sólido, que é o bagaço orgânico contendo a fibra bruta, do líquido contendo os componentes solúveis removidos.

O resíduo sólido retido no filtro foi então lavado com água quente para remover completamente qualquer traço de componentes solúveis remanescentes. Após a lavagem, o resíduo foi cuidadosamente transferido para uma estufa e seco a uma temperatura específica até atingir peso constante.

Finalmente, o resíduo seco foi pesado com precisão. O peso obtido representou a quantidade de fibra bruta presente na amostra inicial de lichia. O teor de fibra bruta foi então calculado como a porcentagem do peso do resíduo seco em relação ao peso da amostra inicial.

4.2.2.5 Teor de proteínas

Para determinação do teor de proteínas foi utilizado o método Kjeldahl, que se

baseia na determinação do nitrogênio através de três etapas: digestão, destilação e titulação. Em tubos Kjeldahl foram pesados 0,5 g de amostra e adicionadas a um catalisador (sulfato de cobre + sulfato de potássio), juntamente com ácido sulfúrico concentrado, com temperatura inicial de 50 °C, aumentada gradualmente até atingir 350 °C, para a etapa de digestão ácida em bloco digestor. Em seguida, foi realizada a destilação no destilador Kjeldahl, após alcalinização com hidróxido de sódio a 50% (m.v⁻¹).

Para a última etapa, foi adicionado aproximadamente 100 mL do destilado em um Erlenmeyer, mais 20 mL de ácido bórico e realizada a titulação com ácido clorídrico 0,1 mol L⁻¹. Por fim a quantidade de proteína bruta foi calculada, utilizando o valor de 6,25 como fator empírico para conversão do nitrogênio em proteína, conforme a Equação 4.

$$\text{Proteína total (\%)} = \frac{V \times 0,14 \times fc \times 6,25 \times 100}{P} \quad (\text{Eq. 4})$$

Sendo V a diferença entre o nº de mL de ácido clorídrico gastos na titulação, fc o fator de correção do HCl, e P a quantidade de gramas da amostra.

4.2.3 Preparo do Extrato

Foram realizadas duas etapas de extração para obter extratos concentrados da amostra padronizada. Primeiro, a maceração com solução hidroetanólica 70% por sete dias, seguida pela concentração em rotaevaporador. Segundo a extração de compostos apolares utilizando o método de Soxhlet com acetona, seguida pela remoção do solvente em rotaevaporador (Novello, 2015).

A extração das amostras por maceração resultou em um processo eficaz para obter extratos concentrados dos materiais de interesse. Durante a maceração, a solução hidroetanólica 70% atuou como solvente para extrair os compostos solúveis das amostras. A escolha desse solvente é estratégica, pois combina a capacidade de solubilização da água com a eficiência do etanol como solvente orgânico, maximizando a extração de uma ampla gama de compostos, incluindo polifenóis, flavonoides e outros metabólitos secundários (Wolff, Silveira, Lazzarotto, 2019).

Após o período de maceração de sete dias, o processo de concentração em rotaevaporador foi crucial para remover o solvente de forma controlada, mantendo a temperatura em torno de 60°C e controlando a rotação (30-40 rpm). Essas condições ajudaram a evitar a degradação térmica dos compostos sensíveis ao calor,

preservando assim a integridade dos extratos concentrados (Wolff, Silveira, Lazzarotto, 2019).

Além da extração por maceração com solução hidroetanólica 70% v/v, também foi realizada a extração de compostos apolares utilizando o método de Soxhlet. A extração dos compostos apolares foi realizada com a amostra previamente padronizada, pesada em balança analítica (aproximadamente 10 gramas), e com o auxílio de um papel filtro em formato de cartucho colocada dentro de um extrator de Soxhlet. Um balão de 250 mL foi acoplado e 100 mL de acetona foram adicionadas dentro do tubo extrator, conforme a Figura 11. A extração foi realizada durante três horas, permitindo que a acetona extraísse os compostos apolares de forma eficiente. Após o período de extração, o excesso de solvente foi removido em um rotaevaporador, concentrando o extrato apolar obtido. Esse extrato foi então combinado com o extrato obtido anteriormente por maceração com solução hidroetanólica 70% (Menezes et al., 2014).

Figura 11 – Extração de compostos apolares com uso do Soxhlet



Fonte: A Autora

4.2.4 Determinação do Teor de Compostos Fenólicos Totais

Para determinação do teor de compostos fenólicos totais foi utilizado o método de Folin-Ciocalteu, procedimento descrito por Singleton e Rossi (1965), com algumas modificações. O preparo da amostra foi feito de forma que a concentração final do extrato foi de 1 mg/mL^{-1} . Logo após, 200 μL desse extrato foram adicionados em um tubo de ensaio, acrescidos de 7 mL de água destilada, e 500 μL do reagente de Folin-Ciocalteu. Depois de 30 segundos da adição do reagente, foram adicionados 2,5 mL de Na_2CO_3 10,6% (m/v). Os tubos foram levados à incubação por 5 minutos à

temperatura de 50 ° C, e em seguida a absorbância foi medida em $\lambda=715$ nm. O ácido gálico (Merck®) foi utilizado como referência para a construção de uma curva de calibração 50, 100, 200, 400, 600 e 800 $\mu\text{g/mL}$, e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico (mg EAG/g amostra). Todos os testes foram realizados em triplicata.

4.2.5 Análise da Atividade Antioxidante Pelo Método ABTS

Para avaliar a atividade antioxidante, foi empregado o método de ação *scavenger* com o radical cátion ABTS●+ (ácido 2,2'-azinobis-3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico). O radical foi gerado misturando 5 mL de uma solução estoque de ABTS●+ (7 mM) com 88 μL de persulfato de potássio, permitindo que a reação ocorresse em temperatura ambiente, protegido da luz, por 12 horas antes do uso (RE et al., 1999). Antes do ensaio, a solução de ABTS●+ foi diluída em tampão fosfato de sódio 10 mM na proporção de 1:20 (v/v). As amostras foram preparadas nas concentrações 0,1 mg/mL^{-1} , 0,01 mg/mL^{-1} e 0,001 mg/mL^{-1} . Foram adicionados volumes de 20, 40 e 80 μL do extrato de lichia, acompanhados de 150 μL de ABTS●+, completando a mistura com tampão fosfato de sódio até alcançar um volume final de 500 μL do meio reacional. As amostras foram testadas em triplicata e como padrão utilizou-se quercetina.

4.2.6 Análise da Atividade Antioxidante Pelo Método DPPH

Para avaliar a atividade *scavenger* sobre o radical DPPH• (2,2-difenil-1-picrilhidrazil, Sigma-Aldrich®), utilizou-se uma amostra de extrato de lichia, que foi dissolvida em uma mistura de metanol e acetona na proporção de 50:50, com concentração de 1 mg/mL . Foram utilizados volumes de 125 μL , 110 μL , 100 μL , 85 μL , 75 μL , 60 μL , 50 μL , 35 μL e 25 μL , combinados com 300 μL de solução de DPPH• a 60 mM. O meio reacional foi completado com etanol absoluto até um volume final de 1000 μL , em triplicata. As misturas foram incubadas por 15 minutos a 25 °C em condições de proteção à luz. A atividade antioxidante foi medida pelo decréscimo da absorbância a 517 nm, utilizando um leitor de microplacas multi-modo híbrido Synergy™ H1 com software Gen5.2 (BioTek®, EUA) (SOARES et al., 1997).

4.2.7 Desenvolvimento da Máscara Facial *Peel-off*

A Tabela 1 descreve a composição utilizada no desenvolvimento da formulação da máscara *peel-off*, assim como a função farmacotécnica dos componentes. A formulação apresentada foi resultado de diversos testes preliminares com a finalidade de se obter uma formulação com características adequadas a ser aplicada como

máscara facial *peel-off*.

Tabela 1 - Composição da máscara *peel-off*

Componentes	% (m/m)	Função
poli (vinil álcool) (PVA)	6	Formador do filme
Álcool etílico	0,1	Co-solvente
Glicerina	5	Umectante
Benzoato de sódio	0,1	Conservante/Antimicrobiano
EDTA dissódico	10	Conservante sequestrante/quelante
Água destilada	q.s.p 100	Veículo
Extrato lichia	5	Antioxidante

Fonte: A Autora

A obtenção da máscara facial base, sem ativos, se deu a partir da adição de todos os componentes da fórmula, sob agitação constante e aquecimento a 90 °C, até obtenção de uma solução viscosa. Após 48 horas do preparo da formulação base foi incorporado o extrato dos subprodutos da lichia, originando assim a formulação com ativos.

Foi desenvolvida uma formulação base, isenta dos ativos da lichia, para permitir uma comparação efetiva com a formulação contendo os extratos dos subprodutos da lichia, possibilitando a avaliação precisa do impacto dos ativos na eficácia e nas características físicas do produto final.

4.2.8 Caracterização das Formulações

4.2.8.1 Análise macroscópica

As características organolépticas (uniformidade, coloração e aspecto) das preparações foram avaliadas com a finalidade de verificar possíveis instabilidades visíveis (ANVISA, 2004), sendo realizada imediatamente após o preparo, em temperatura ambiente (25 °C). Posteriormente, as amostras (triplicatas) e a formulação base, foram armazenadas em temperatura ambiente, em geladeira (4-7 °C) e em estufa (40 ± 2 °C). Após o 1º, 3º, 7º, 15º, 30º e 45º dias de armazenamento as amostras foram analisadas novamente quanto às suas características organolépticas.

4.2.9 Estudo de Estabilidade da Formulação

Os ensaios de estabilidade acelerada realizados foram: análise macroscópica, ensaio de centrifugação, viscosidade aparente, verificação do pH e características organolépticas em diferentes temperaturas (temperatura ambiente, geladeira e estufa).

As amostras foram avaliadas durante 45 dias e em períodos de tempo pré-estabelecidos (1º, 3º, 7º, 15º, 30º e 45º dias). As mesmas foram acondicionadas em tubos do tipo coletor universal, sendo avaliadas à temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), estufa ($40 \pm 2^\circ\text{C}$), e refrigerador ($4 \pm 7^\circ\text{C}$), todas em triplicata.

4.2.9.1 Análise do tempo de secagem

Para avaliar o tempo de secagem de máscaras *peel-off*, placas de Petri foram utilizadas como base de aplicação. As placas de Petri foram limpas e secas para garantir que não houvesse resíduos interferentes. A formulação foi bem homogeneizada antes da aplicação para assegurar a consistência e com o auxílio de uma pipeta de Pasteur, uma camada uniforme de aproximadamente 0,5 g da máscara *peel-off* e da máscara base foram aplicadas na superfície delimitada de 8x8 cm da placa de Petri, e colocada na estufa à uma temperatura de 37°C . Imediatamente após a aplicação da máscara, o tempo de secagem começou a ser registrado. As amostras foram observadas em intervalos regulares para monitorar o progresso da secagem. O processo foi considerado concluído quando a superfície da máscara deixou de ser pegajosa e adquiriu uma película sólida e uniforme, que podia ser removida facilmente como uma folha contínua sem apresentar áreas úmidas ou pegajosas ao toque.

O ensaio tanto com a formulação base quanto a formulação com ativos foi repetido três vezes para cada condição de teste, garantindo a precisão e a reprodutibilidade dos resultados. Este teste foi adaptado do trabalho de BERINGHS et al., (2013).

A fim de simular a aplicação real do produto, a formulação foi aplicada também na pele da própria autora de maneira voluntária e subjetiva. Este teste adicional proporcionou uma avaliação prática e pessoal da experiência de uso da máscara *peel-off*.

4.2.9.2 Ensaio de centrifugação

Para esse ensaio, em torno de 5 gramas de amostra recém preparada foram submetidos a centrifugação (Table Top Refrigerate Centrifuge Z 326 K, HERMLE LABORTECHNIK GmbH, Alemanha) por 5 minutos, a uma velocidade de 3.000rpm (Brasil, 2008). O experimento foi realizado em triplicata.

Ao realizar o ensaio de centrifugação, podemos identificar rapidamente possíveis processos de instabilidade, como sedimentação, coalescência e

cremeação, que poderiam ocorrer durante o armazenamento e uso normal do produto. Isso é crucial para garantir a estabilidade e a eficácia do produto cosmético ao longo do tempo.

O método de centrifugação é uma ferramenta essencial no desenvolvimento e controle de qualidade de produtos cosméticos, como máscaras *peel-off*, pois ajuda a prever e solucionar problemas de estabilidade, garantindo que o produto mantenha sua integridade, eficácia e aparência durante sua vida útil.

4.2.9.3 Determinação do pH

A determinação do pH foi realizada no pHmetro como preconiza a Farmacopeia Brasileira (BRASIL, 2022). Este teste foi realizado no tempo 0 para as formulações em temperatura ambiente, refrigeradas e em estufa conforme descrito por NISHIKAWA et al. (2007).

4.2.9.4 Determinação de viscosidade aparente

A determinação da viscosidade foi feita com o auxílio do viscosímetro digital rotativo Quimis (Silveira, 1991). As medições foram realizadas diretamente no recipiente onde as formulações estavam armazenadas, inserindo o *spindle* verticalmente na amostra. Após garantir a ausência de bolhas ao redor do fuso foi feita a leitura da viscosidade, conforme as velocidades de rotação especificadas (Anvisa, 2007). O teste foi realizado a uma velocidade de 60 RPM por 5 minutos cada amostra, em triplicata. A unidade de medida utilizada no aparelho é Pascal por segundo (Pa.s), sendo que $1000 \text{ Pa.s} = 1\text{P}$ (1 Poise) = 1000 cP (centipoise).

4.2.9.5 Teste de espalhabilidade

Para a análise do perfil de espalhabilidade da formulação foi desenvolvida uma metodologia simplificada e baseada na aplicação de quantidade pré-estabelecida de amostra entre duas lâminas de vidro. Para o teste foi pesado 1 g de amostra sob uma lâmina de vidro e o diâmetro que a amostra ocupou na lâmina foi medido. Em seguida uma segunda lâmina foi colocada sob a amostra fazendo com que a formulação se espalhe entre as lâminas por um tempo de 2 minutos, quando o diâmetro foi então novamente medido. A diferença entre os diâmetros da segunda e da primeira medição foi analisado, sendo observado que quanto maior o diâmetro, maior a espalhabilidade da amostra.

4.2.10 Análise Estatística

Os dados foram analisados pelo método de análise de variância (ANOVA) de uma via ou duas vias, seguido de pós teste de Tukey (software IBM SPSS Statistics v 21). Os valores considerados significativos foram os valores de $p < 0,05$. Todas as análises foram realizadas em triplicata, e os valores foram expressos em média $\pm$ desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PREPARO DAS AMOSTRAS

Após o processamento das cascas e sementes de lichia, os subprodutos foram transformados em um pó fino. Inicialmente, as cascas e sementes apresentavam uma textura sólida e fibrosa, como evidenciado na imagem antes do processamento (Figura 12). Após a secagem e moagem, o material passou por uma mudança significativa em sua aparência, resultando em um pó homogêneo e refinado (Figura 13). Para a obtenção dos extratos, as amostras em pó e padronizadas foram utilizadas.

Figura 12 - Fração de casca e sementes antes do processamento



Fonte: A Autora

Figura13 – Amostra após os processos de secagem, trituração e tamisação



Fonte: A Autora

5.2 COMPOSIÇÃO CENTESIMAL DOS SUBPRODUTOS DA LICHIA

Analisar a composição centesimal na casca e nas sementes de lichia está alinhado com práticas sustentáveis, pois pode ajudar a identificar oportunidades de aproveitamento de subprodutos e redução de desperdício na cadeia produtiva. Os resultados obtidos na determinação da composição centesimal dos subprodutos da Lichia estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 - Composição centesimal em g.100 g⁻¹ das frações de casca e semente da Lichia

Proteínas	Lipídeos	Fibra Bruta	Cinzas	Umidade
4,80	1,36	26,12	4,89	0,41
(± 0,04)	(± 0,02)	(± 0,14)	(± 0,05)	(± 0,01)

Fonte: A Autora.

Nota: Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3).

É amplamente reconhecido que a maior concentração de proteínas nos frutos geralmente está presente na polpa, em comparação com a casca e as sementes, que são consideradas subprodutos. Dessa forma, é razoável inferir que esses subprodutos provavelmente apresentem ainda menos proteínas em comparação com a polpa. Mas em contrapartida a essa afirmação, estudos anteriores (Queiroz, 2012) indicam consistentemente que a polpa da lichia contém menos proteínas do que outras partes da fruta, resultando em um teor mais alto nas frações casca e semente. O teor de

proteínas obtido foi de $4,80 \pm 0,04$, que é comparável ao valor encontrado por Queiroz ($4,83 \pm 0,15$) para a fração das sementes. É importante notar que Queiroz analisou a casca e sementes de forma isolada, enquanto o resultado apresentado inclui a semente e a casca misturados.

O teor de lipídeos obtido foi de $1,36 (\pm 0,02) \text{ g.100 g}^{-1}$, valor muito similar ao obtido por Vinha (2023), que encontrou um valor de $1,8 (\pm 0,6) \text{ g.100 g}^{-1}$. Os lipídios desempenham um papel fundamental na manutenção da barreira lipídica da pele, que ajuda a reter a hidratação e proteger contra a perda de umidade. Ao fortalecer a barreira cutânea, os lipídios da lichia podem contribuir para a defesa da pele contra danos causados por agentes ambientais, como poluição, radiação UV e outros estressores externos. Ao analisar o teor de lipídios na lichia, a indústria de cosméticos pode garantir que os produtos finais forneçam hidratação e nutrição adequadas para a pele, proporcionando uma sensação de suavidade e conforto (Delucia, 2012).

Essa similaridade nos testes de proteínas e lipídeos sugere que os resultados são consistentes com a literatura existente, e reforça a validade dos dados obtidos e a adequação dos métodos para a análise dos subprodutos da lichia.

O teor de fibras bruto obtido na análise foi de $26,12 (\pm 0,14) \text{ g.100 g}^{-1}$. O valor elevado de fibras brutas sugere que as cascas e sementes de lichia são uma fonte rica de fibra. As fibras presentes na casca e semente da lichia podem contribuir para a textura e consistência da máscara *peel-off*, ajudando-a a aderir adequadamente à pele e facilitando a remoção posterior. Dependendo da composição das fibras, elas podem ter capacidade de absorver e reter líquidos e substâncias presentes na máscara, ajudando a manter a umidade e os ingredientes ativos em contato com a pele durante o uso, porque interferem no grau de intumescimento do polímero (Silva, 2021).

A análise do teor de cinzas é uma ferramenta comum no controle de qualidade de alimentos. Ela pode ajudar a verificar se o alimento está de acordo com os padrões estabelecidos e se não há contaminação por sujidades ou materiais indesejáveis. Alimentos mais puros geralmente têm teores mais baixos de cinzas, enquanto alimentos processados ou com aditivos podem ter teores mais elevados. Além disso, o teor de cinzas fornece informações sobre a composição mineral de um alimento. Isso é útil para entender a contribuição de minerais essenciais na dieta e para avaliar a presença de elementos indesejáveis, como metais pesados (Nielsen, 2010). As

cinzas representam os minerais presentes na casca e nas sementes da lichia após a queima completa da matéria orgânica. Esses minerais podem incluir cálcio, fósforo, potássio, magnésio e outros elementos que são importantes para a saúde e para a utilização desses subprodutos em diferentes aplicações industriais, como a extração de compostos fenólicos (Nielsen, 2010).

O teor de cinzas obtido foi de $4,89 (\pm 0,05) \text{ g.100 g}^{-1}$ semelhante ao reportado por Queiroz et al, 2015 ($3,25 (\pm 0,52) \text{ g.100 g}^{-1}$) para a fração casca e $1,75 (\pm 0,05) \text{ g.100 g}^{-1}$ para a fração semente), mesmo considerando que os autores analisaram a fração da casca e semente de forma separada. Esse resultado pode variar dependendo de fatores como a variedade da fruta, as condições de cultivo e o processo de secagem e armazenamento, no entanto, é possível fornecer uma estimativa geral com base em dados típicos. Para a casca da lichia, o teor de cinzas geralmente varia entre 2% e 4%. Já para as sementes, o teor de cinzas pode ser um pouco mais elevado, variando de 3% a 6%.

A casca da lichia é composta principalmente por tecidos fibrosos e não aquosos, o que resulta em um teor de umidade relativamente baixo, enquanto as sementes têm uma estrutura densa e contêm uma quantidade menor de água em comparação com a polpa. O teor de umidade obtido após o processo de secagem foi de $0,41 \pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1}$. Segundo Rosas (2019) é crucial manter baixos níveis de umidade nos produtos para preservá-los, pois isso previne a proliferação de microrganismos e reduz as reações químicas e enzimáticas que podem causar alterações indesejáveis e uma deterioração mais rápida. O conhecimento do teor de umidade ajuda a determinar a estabilidade dos produtos ao longo do tempo, e no caso da formulação de uma formulação nova, o seu tempo de validade. Portanto, o resultado obtido nesse teste para o produto foi satisfatório, visto que baixos teores de umidade evitam a proliferação indesejável de microrganismos (Eichler, 2018).

Diante dos resultados foi possível observar que os subprodutos do processamento da lichia para o consumo possuem compostos de interesse para a utilização em formulações cosméticas, representando uma alternativa sustentável para a obtenção de biocosméticos. Diferentes técnicas de extração e formulações específicas podem maximizar a disponibilidade e a eficácia dos nutrientes presentes, mesmo em concentrações mais baixas. Embora alguns resultados encontrados tenham sido menores que os disponíveis na literatura, isso não necessariamente

indica a qualidade do produto final, visto que outros ingredientes benéficos presentes no substrato da lichia, como os compostos fenólicos, podem contribuir para os resultados desejados.

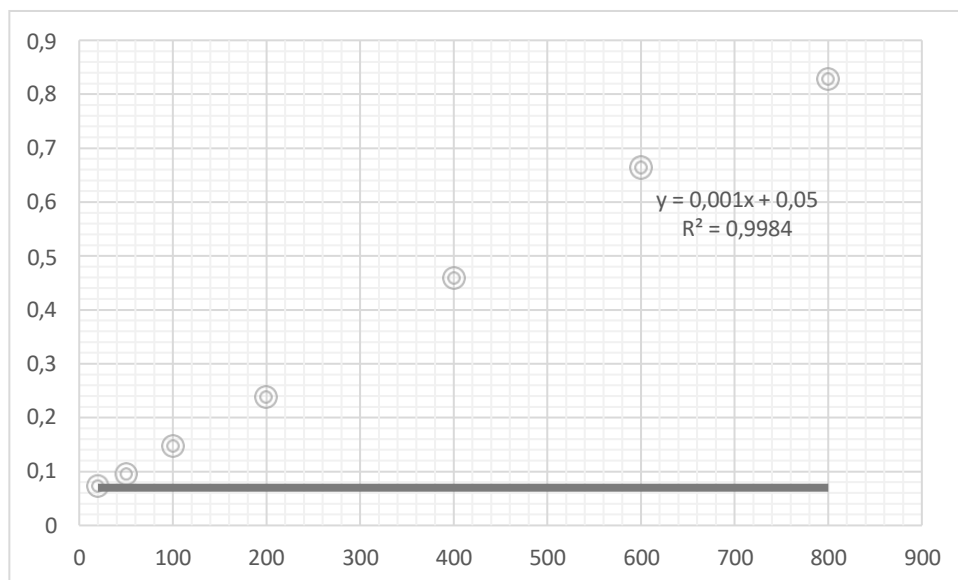
5.3 PREPARO DO EXTRATO

O extrato analisado e utilizado nas formulações foi composto das frações obtidas da extração hidroetanólica e da fração obtida por Soxhlet combinadas. A combinação desses dois extratos foi feita com o objetivo de utilizar todas as frações extraídas para realizar análises posteriores. Esse procedimento é comum em estudos que visam explorar diferentes classes de compostos presentes em uma amostra, garantindo uma avaliação abrangente de sua composição química e potencial bioativo.

5.4 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE COMPOSTOS FENÓLICOS TOTAIS DOS EXTRATOS DA LICHIA

O resultado do teor de fenólicos totais obtidos para os extratos de lichia encontra-se descritos na Tabela 3. A faixa de linearidade para a medida da absorbância nas concentrações testadas foi determinada, que é essencial para quantificar a concentração de compostos fenólicos totais em uma amostra. Para isso, foi construída uma curva de calibração com o ácido gálico, um padrão fenólico comumente utilizado devido à sua disponibilidade, estabilidade e capacidade de reagir de maneira previsível com o reagente de Folin-Ciocalteu. A curva se mostrou linear no intervalo proposto, com equação da reta $y = 0,001x + 0,05$, e $R^2 = 0,9984$, conforme o gráfico a seguir.

Gráfico 1 – Curva de calibração do ácido gálico



Fonte: a autora.

A curva de calibração construída com ácido gálico apresentou uma alta linearidade no intervalo proposto. A linearidade observada sugere que o método Folin-Ciocalteu é adequado para quantificar fenólicos totais no intervalo de concentração utilizado. A precisão da curva de calibração é reforçada pelo valor próximo de 1 para o R^2 , o que indica que a variação nos dados é bem explicada pelo modelo linear.

Além disso, a alta estabilidade e disponibilidade do ácido gálico como padrão fenólico contribuem para a robustez da curva de calibração, garantindo que as medições obtidas sejam confiáveis e reproduzíveis. Esse padrão é amplamente utilizado devido à sua capacidade de reagir de maneira consistente com o reagente de Folin-Ciocalteu, o que fortalece a validade dos resultados obtidos.

Tabela 3 – Teor de fenólicos totais do extrato da Lichia

Amostra	Compostos fenólicos (mg EAG/g)
Extrato da Lichia	401,2 ± 0,5 mg

Fonte: a autora.

Nota: Os dados foram expressos como média ± desvio padrão (n=7).

O valor do teor de fenólicos totais no extrato de Lichia, expresso como equivalentes de ácido gálico por grama de amostra, foi de 401,2 ± 0,5 mg EAG/g. O resultado do teste de teor de fenólicos pelo método Folin-Ciocalteu é de grande importância, pois sugere a potencial atividade antioxidante do extrato, uma vez que a atividade antioxidante de extratos naturais é frequentemente relacionada ao seu teor

de compostos fenólicos (Degáspari et al., 2004).

Compostos fenólicos são conhecidos por suas propriedades antioxidantes devido à presença de grupos hidroxila (-OH) ligados a anéis aromáticos. Esses grupos são capazes de doar elétrons para radicais livres, neutralizando sua atividade danosa no organismo. Portanto, é comum que formulações contendo compostos fenólicos, como flavonoides, ácidos fenólicos e outras estruturas relacionadas, exibam atividade antioxidante significativa (Degáspari et al., 2004).

Essa informação é crucial, pois indica a capacidade do extrato em neutralizar radicais livres, protegendo as células contra danos oxidativos. Essa propriedade antioxidante pode ser explorada em aplicações cosméticas, onde a proteção contra o estresse oxidativo é essencial para manter a saúde e a beleza da pele, como é o caso da máscara *peel-off*.

Coelho (2018), em estudo sobre a influência do consumo de farinha de casca e semente de lichia sobre o estresse oxidativo, analisou separadamente as frações da casca e da semente de lichia, e obteve um resultado de 128 ± 4 mg EAG/100 g de fenólicos para a casca e 118 ± 6 mg EAG/100 g para a semente. No presente estudo, optou-se por analisar as duas frações em conjunto, resultando em um teor de fenólicos de $401,2 \pm 0,5$ mg EAG/100 g para o extrato combinado.

A decisão de analisar a casca e a semente juntas foi motivada pelo fato de que tanto a casca quanto a semente podem conter uma variedade de compostos bioativos, cada um com seu próprio potencial antioxidante. Ao analisá-las em conjunto, busca-se capturar uma gama mais ampla de compostos e potenciais efeitos sinérgicos que podem surgir da interação desses componentes.

5.4.1 Atividade Antioxidante do Extrato de Lichia

Diferentes testes antioxidantes podem avaliar distintos aspectos da capacidade antioxidante de uma substância. Alguns testes medem a capacidade de neutralizar radicais livres específicos, enquanto outros avaliam a capacidade de reduzir espécies reativas de oxigênio ou de quelar metais pró-oxidantes. Ao realizar múltiplos testes é possível obter uma avaliação mais completa do potencial antioxidante de uma amostra. Realizar mais de um teste antioxidante pode ajudar a validar os resultados obtidos, pois se os resultados dos diferentes testes estiverem consistentes entre si, isso aumenta a confiança na precisão dos resultados (Alves, et al., 2010).

Neste estudo, foram utilizados os testes de DPPH• e ABTS•+ para avaliar o

potencial antioxidante do extrato de Lichia, e os resultados encontrados estão dispostos na Tabela 4.

Tabela 4 - Atividade antioxidante do extrato de lichia pelo método *scavenger* de ABTS^{•+} e DPPH[•]

MÉTODO ABTS ^{•+}		MÉTODO DPPH [•]	
Concentrações(µg/mL)	Inibição (%)	Concentrações(µg/mL)	Inibição (%)
0,04	1,8 ± 2,0	0,04	4,2 ± 1,4
0,08	8,5 ± 0,9	0,08	6,1 ± 7,2
0,16	12,6 ± 1,8	0,16	6,9 ± 6,2
0,4	21,5 ± 2,9	0,4	7,4 ± 7,0
0,8	39,8 ± 4,8	0,8	8,3 ± 3,1
1,6	89,6 ± 2,3	1,6	10,7 ± 3,8
4	94,4 ± 1,2	4	52,7 ± 2,0
8	98,9 ± 1,2	8	93,4 ± 0,3
16	100,4 ± 0,7	16	96,0 ± 1,7
IC50	0,93	IC50	3,97

Fonte: A autora

Nota: Dados expressos como média ± desvio padrão (n=3).

Com base na alteração de cor observada durante o teste podemos concluir que houve redução do radical ABTS. Os resultados da Tabela 4 indicam uma tendência crescente de atividade antioxidante em relação à concentração do extrato, variando de 1,8% a 100,4% de inibição. Os resultados obtidos indicam que concentrações iguais ou superiores a 1,6 µg/mL do extrato de lichia mostraram uma inibição do radical ABTS significativamente maior ($p < 0,01$) em comparação com a menor concentração de extrato de lichia testada, que foi de 0,04 µg/mL.

De maneira semelhante aos resultados obtidos no ensaio com ABTS, foi possível observar que a porcentagem de inibição observada no método de captura do DPPH aumentou à medida que a concentração do extrato aumenta, variando de 4,2% a 96,0% de inibição.

Amorim et. al (2015) verificou que o extrato glicólico de lichia apresentou 15,4% de sequestro dos radicais livres pelo método DPPH. O baixo valor obtido para o extrato glicólico provavelmente se deve ao fato de o autor ter utilizado um extrato comercial, com uma concentração de 20%. Este extrato não especifica qual parte da lichia foi utilizada para sua obtenção, nem a variedade específica da fruta.

Em um estudo conduzido por Kuskoski et al. (2006) foi realizada a determinação da atividade antioxidante nas polpas de frutas amplamente consumidas no mercado brasileiro, incluindo amora, uva, açaí, goiaba, morango, acerola, abacaxi, manga, graviola, cupuaçu e maracujá, utilizando o método ABTS. Os resultados da atividade antioxidante, expressos em equivalente de Trolox, variaram entre valores mínimos e máximos de 2,0 e 67,6 $\mu\text{Mol TEAC g}^{-1}$ em peso fresco. IC50, ou "Concentração Inibitória 50%", é uma medida utilizada na farmacologia para indicar a eficácia de uma substância em inibir um processo biológico específico ou uma enzima em 50%. O IC50 de um antioxidante refere-se à concentração necessária desse antioxidante para inibir 50% da atividade oxidativa em um sistema específico. Esse valor é utilizado para avaliar a eficácia do antioxidante em neutralizar radicais livres ou outras espécies reativas que causam oxidação (Caldwell, et al., 2012). Um IC50 baixo para um antioxidante indica que ele é eficaz em baixas concentrações, o que sugere alta potência antioxidante. Por outro lado, um IC50 alto sugere que são necessárias concentrações maiores para alcançar a mesma eficácia, indicando menor potência antioxidante (Caldwell, et al., 2012).

O ácido gálico e a vitamina C são amplamente reconhecidos por suas propriedades antioxidantes e são frequentemente utilizados como padrões de referência em estudos de atividade antioxidante. Esses compostos possuem características que os tornam eficazes na neutralização de radicais livres, o que é crucial para proteger as células e tecidos dos danos oxidativos (Shimano, 2012).

O ácido gálico é um polifenol encontrado em várias plantas e frutas, incluindo o chá verde, a castanha de caju e as uvas. Sua estrutura química, que inclui múltiplos grupos hidroxila (-OH), é responsável pela sua potente atividade antioxidante. Estes grupos hidroxila são altamente reativos e podem doar elétrons para radicais livres, neutralizando-os e prevenindo a oxidação celular. O ácido gálico é eficaz na inibição da formação de radicais livres e na proteção contra o estresse oxidativo. Estudos científicos mostram que o ácido gálico tem valores de IC50 baixos em testes de DPPH e ABTS (IC50= 0,0029), indicando uma capacidade muito alta para capturar radicais

livres e proteger as células contra danos (Puton, 2019).

A vitamina C, ou ácido ascórbico, é um antioxidante essencial encontrado em frutas cítricas, morangos, kiwis e vegetais folhosos. A vitamina C é conhecida por sua capacidade de neutralizar radicais livres devido à sua estrutura química que inclui um grupo lactona, que atua como um poderoso doador de elétrons. Esse mecanismo permite que a vitamina C neutralize uma ampla gama de radicais livres e proteja as células contra o estresse oxidativo. A vitamina C é particularmente eficaz em ambientes aquosos, como o citoplasma celular, e desempenha um papel importante na regeneração de outros antioxidantes, como a vitamina E. Os valores de IC₅₀ da vitamina C em testes de DPPH e ABTS são geralmente muito baixos (IC₅₀= 0,49), refletindo sua elevada capacidade antioxidante (Andrade et al., 2007).

Os valores de IC₅₀ para o extrato de lichia, embora não sejam tão baixos quanto os observados para o ácido gálico e a vitamina C, ainda demonstram uma atividade antioxidante notável. Comparado com uma variedade de outros compostos estudados, o extrato combinado da casca e semente de lichia apresenta valores competitivos, sublinhando sua eficácia e potencial no combate ao estresse oxidativo.

O resultado do IC₅₀ obtido para o extrato de lichia no método de ABTS foi de 0,93 µg/mL enquanto o método DPPH foi de 3,97 µg/mL (Tabela 4). Portanto, os resultados obtidos destacam o extrato de lichia como uma fonte valiosa de atividade antioxidante. Em comparação com diversos compostos conhecidos, o extrato de lichia exibe uma capacidade antioxidante robusta, o que reforça seu valor como um recurso natural promissor para aplicações antioxidantes. Esses resultados evidenciam que o extrato de lichia é uma alternativa eficaz e relevante, oferecendo um perfil antioxidante que é competitivo com outros compostos amplamente estudados.

Embora o IC₅₀ e o valor de µmol TEAC g⁻¹ sejam indicadores distintos da atividade antioxidante, eles fornecem uma perspectiva sobre a eficácia de diferentes amostras na neutralização de radicais livres. O IC₅₀ mede a concentração necessária para inibir 50% da atividade de radicais livres, enquanto o µmol TEAC g⁻¹ reflete a capacidade antioxidante total de uma amostra em relação a um padrão conhecido, geralmente Trolox.

Um valor mais alto de µmol TEAC g⁻¹ geralmente indica uma melhor capacidade antioxidante total da amostra, refletindo uma maior quantidade de antioxidantes presentes. No estudo de Kuskoski, que determinou a atividade antioxidante em polpas

de frutas amplamente consumidas no mercado brasileiro, a fruta que apresentou o maior valor de $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ foi a acerola (67, 6 $\mu\text{Mol TEAC g}^{-1}$). Este resultado é consistente com o conhecimento de que a acerola é amplamente reconhecida por sua excelente atividade antioxidante, devido à sua rica composição em vitamina C e outros compostos fenólicos. Portanto, a alta capacidade antioxidante da acerola, conforme indicado pelo valor elevado de TEAC, reforça sua reputação como uma fruta com notável potencial antioxidante.

Embora a comparação direta entre IC50 e $\mu\text{mol TEAC g}^{-1}$ não seja simples devido às diferenças nos métodos de medição, a eficácia antioxidante da lichia pode ser considerada competitiva com a da acerola. O baixo IC50 da lichia sugere que ela é altamente eficiente na neutralização de radicais livres, possivelmente comparável à capacidade antioxidante total observada na acerola, que tem um valor de TEAC elevado.

Portanto, apesar das diferentes metodologias, a alta eficácia antioxidante da lichia, evidenciada por seu IC50 baixo, sugere que ela possui um potencial antioxidante significativo, possivelmente semelhante ao de frutas conhecidas por suas propriedades antioxidantes superiores, como a acerola.

A presença de atividade antioxidante significativa em baixas concentrações é particularmente importante para uma máscara *peel-off*, pois sugere que pequenas quantidades do extrato podem ser eficazes em combater o estresse oxidativo da pele. Essa propriedade é desejável, pois permite formular um produto eficiente com menor quantidade de ingredientes ativos, reduzindo o risco de possíveis irritações e aumentando a segurança e a tolerância do produto.

5.5 DESENVOLVIMENTO DA MÁSCARA FACIAL *PEEL-OFF*

A formulação base foi estabelecida com base em dados previamente publicados, e as concentrações dos ingredientes a serem utilizados foram definidas por meio de experimentação. Obter a textura de gel desejada para a máscara foi um desafio durante as tentativas anteriores de desenvolvimento da formulação. Durante esse processo, foram necessárias modificações na proporção dos adjuvantes utilizados. Tentativas incluíram a adição de carbopol como agente espessante e o aumento na quantidade de PVA. No entanto, o sucesso da formulação só foi alcançado após ajustes cuidadosos na quantidade ideal de PVA e na temperatura adequada. Este ajuste refinado foi crucial para atingir a consistência de gel desejada, proporcionando

não apenas a textura desejada, mas também garantindo a estabilidade e a eficácia adequadas da máscara *peel-off*.

A máscara facial *peel-off* é caracterizada pela formação de um filme fino sobre a pele previamente limpa, graças à presença de um polímero com essa propriedade. Neste trabalho, a base da máscara *peel-off* foi produzida utilizando PVA para a formação do filme, e além disso, foram adicionados adjuvantes técnicos como EDTA dissódico, glicerina, benzoato de sódio, e álcool etílico, resultando em uma formulação de coloração esbranquiçada, e posteriormente transparente.

Após 48 horas do preparo da formulação base foram incorporados na mesma o extrato dos subprodutos da lichia, resultando em uma máscara com coloração escura, característica da coloração própria do extrato.

5.6 CARACTERIZAÇÃO DAS FORMULAÇÕES

5.6.1 Análise Macroscópica

A análise macroscópica foi feita para avaliar as características organolépticas das formulações em diferentes temperaturas (temperatura ambiente, geladeira e estufa). O resultado revelou a manutenção da uniformidade, coloração e aspecto nas amostras armazenadas em temperatura ambiente e na geladeira, tanto para as amostras de máscara base, quanto as amostras de máscara com ativo, como pode ser observado na Figura 14.

Figura 14 - Análise macroscópica das características organolépticas no dia 3, em temperatura ambiente, sendo I, II e III as triplicatas de amostras da formulação com ativo, e C a amostra da formulação base.



Fonte: A Autora

Por outro lado, as amostras acondicionadas na estufa apresentaram mudança na textura e um aspecto mais seco, a partir do 7º dia de teste, indicando uma possível perda de água. Esse resultado indica a necessidade de controle no armazenamento da formulação, sendo recomendado o armazenamento a temperatura ambiente ou menor, a fim de garantir a manutenção das características da amostra.

No contexto de uma máscara *peel-off* é comum que a secagem ocorra em uma estufa, especialmente se a temperatura for mais alta do que a temperatura da pele. Isso ocorre porque uma estufa é frequentemente usada para acelerar o processo de secagem de materiais, como as máscaras *peel-off*, que são aplicadas em forma líquida e devem secar para formar uma película. Portanto, nesse caso, a secagem da amostra na estufa não indica necessariamente um problema de controle de temperatura. Pelo contrário, é parte do processo esperado para a fabricação ou teste de máscaras *peel-off*.

5.6.2 Estabilidade da Formulação

5.6.2.1 Análise do tempo de secagem

A avaliação do tempo de secagem da formulação foi realizada em placas de Petri colocadas em uma estufa a 37°C para simular a temperatura corporal. Ao replicar a temperatura durante o teste, podemos entender melhor como a máscara *peel-off* se comportará quando aplicada na pele, garantindo resultados mais relevantes e representativos para sua aplicação prática.

Primeiro, foram analisados os resultados obtidos nas placas de Petri, que forneceram uma base objetiva para a comparação. Nas placas de Petri, a secagem da máscara base, sem extrato, foi concluída em 17 minutos sob as condições da estufa. Em comparação, a máscara contendo o extrato de lichia levou 32 minutos para secar completamente. Esses resultados indicam que a adição do extrato de lichia prolonga o tempo de secagem da máscara quando comparado à fórmula base.

Como forma de simular a aplicação na própria pele, a formulação foi testada também na pele da própria autora, de forma voluntária e subjetiva. Durante o procedimento, observou-se que a máscara com o ativo que apresentava coloração mais escura antes da secagem tornava-se transparente após o processo de secagem. A máscara base secou em 17 minutos na placa de Petri na estufa e em 32 minutos na pele. Já a máscara com o extrato da lichia secou em 28 minutos na placa de Petri e em 41 minutos na pele. A Tabela 5 mostra os resultados individuais da análise.

Tabela 5 – Resultado da análise do tempo de secagem das formulações

Placa de Petri			Pele	
Triplicatas	Formulação	Formulação	Formulação	Formulação
	Base	c/Ativos	Base	c/ Ativos
1	17 min	32 min	28 min	41 min
2	17 min	32 min	28 min	41 min
3	17 min	32 min	28 min	41 min

Fonte: A autora.

A comparação entre os tempos de secagem nas placas de Petri e na pele destaca que, em ambos os casos, a presença do extrato de lichia resulta em um tempo de secagem mais prolongado. No entanto, a avaliação nas placas de Petri fornece uma indicação mais direta e controlada do efeito do extrato sobre o tempo de secagem, enquanto os dados da aplicação na pele são fornecidos apenas para referência adicional.

O tipo de pele pode influenciar a velocidade e a eficácia da secagem da máscara *peel-off*. Por exemplo, peles oleosas tendem a absorver mais rapidamente a máscara, enquanto peles secas podem requerer mais tempo de secagem. Portanto, considerar diferentes tipos de pele durante os testes pode fornecer informações valiosas sobre a adaptabilidade da máscara a diferentes condições cutâneas. Além disso, a umidade relativa do ar pode influenciar significativamente o tempo de secagem das máscaras, sendo que a umidade excessiva pode prolongar o tempo de secagem, enquanto a baixa umidade pode acelerar o processo (Khodr, 2020).

Beringhs et al. (2013) em seu estudo evidenciou que o único fator que teve um impacto significativo no tempo de secagem foi a concentração de álcool de cereais (EtOH) presente nas formulações. A análise revelou uma relação negativa (coeficiente de -9,80), indicando que um aumento na concentração de EtOH resulta em uma redução no tempo necessário para a secagem. Este efeito pode ser atribuído à maior volatilidade do EtOH em comparação com a água purificada, o que acelera o processo de secagem da máscara *peel-off*. Considerando isso, uma alternativa viável para reduzir o tempo de secagem da máscara *peel-off* seria ajustar a concentração de álcool na formulação. Aumentar a quantidade de álcool poderia acelerar ainda mais o processo de secagem devido à sua maior volatilidade comparada à água purificada.

5.6.2.2 Ensaio de Centrifugação

A máscara *peel-off* foi submetida a 5 minutos de centrifugação a 3.000 rpm. A centrifugação é essencial para detectar possíveis separações de fases nos cosméticos, como a separação de ingredientes ativos, óleos, água e outras substâncias presentes na fórmula. Isso é fundamental para assegurar a homogeneidade e estabilidade do produto ao longo do tempo. Na análise de produtos cosméticos, alguns ingredientes tendem a se sedimentar no fundo da embalagem ao longo do tempo. A centrifugação ajuda a avaliar se ocorre sedimentação excessiva e se isso pode afetar a eficácia e a aparência do produto.

Durante os testes de centrifugação das amostras, observou-se que a amostra padrão (somente a formulação base) não precipitou, enquanto a amostra contendo o ativo apresentou a formação de um precipitado, conforme mostrado na Figura 15. Esse comportamento pode ser atribuído à presença de componentes menos solúveis ou insolúveis no extrato de lichia.

Figura 15 - Amostras da máscara com ativos após centrifugação de 3.000rpm durante 5 minutos, amostra base (a), e amostra com ativo (b)



Fonte: A autora

De acordo com a literatura, compostos fenólicos presentes nos extratos vegetais, como aqueles encontrados na lichia, podem apresentar solubilidade variável em diferentes condições de pH e temperatura. Esses compostos, ao serem adicionados à formulação, podem interagir com outros componentes da base da amostra, resultando na formação de precipitados. Além disso, a presença de proteínas, fibras e outros polímeros naturais no extrato também pode contribuir para

a baixa solubilidade e consequente precipitação durante a centrifugação (Seibel, Beleia, 2008).

Para resolver este problema, uma análise mais aprofundada dos componentes do extrato de lichia seria necessária, buscando ajustar a formulação ou o processo de extração para melhorar a solubilidade e estabilidade do produto final. Alternativamente, a utilização de agentes solubilizantes ou estabilizantes apropriados pode ser considerada para evitar a formação de precipitados.

5.6.2.3 Determinação do pH

A avaliação do pH de uma formulação é essencial para verificar possíveis incompatibilidades químicas que podem afetar a estabilidade dos componentes da fórmula, assim como a eficácia e a segurança do produto. A faixa de pH adequada influencia diretamente na integridade dos ingredientes ativos e na manutenção das propriedades desejadas do cosmético ao longo do tempo. Além disso, um pH inadequado pode comprometer a eficácia da formulação, prejudicando sua capacidade de proporcionar os benefícios esperados para a pele ou cabelo. Portanto, a determinação e o controle cuidadoso do pH são fundamentais durante o desenvolvimento e fabricação de produtos cosméticos, garantindo que atendam aos padrões de qualidade e segurança exigidos pelos consumidores. (ANVISA, 2004).

As três amostras da formulação base obtiveram pH ácido de $5,47 \pm 0,02$ e a formulação com ativos pH ácido de $5,39 \pm 0,01$ na temperatura ambiente, sem alterações significativas para as amostras na geladeira e em estufa.

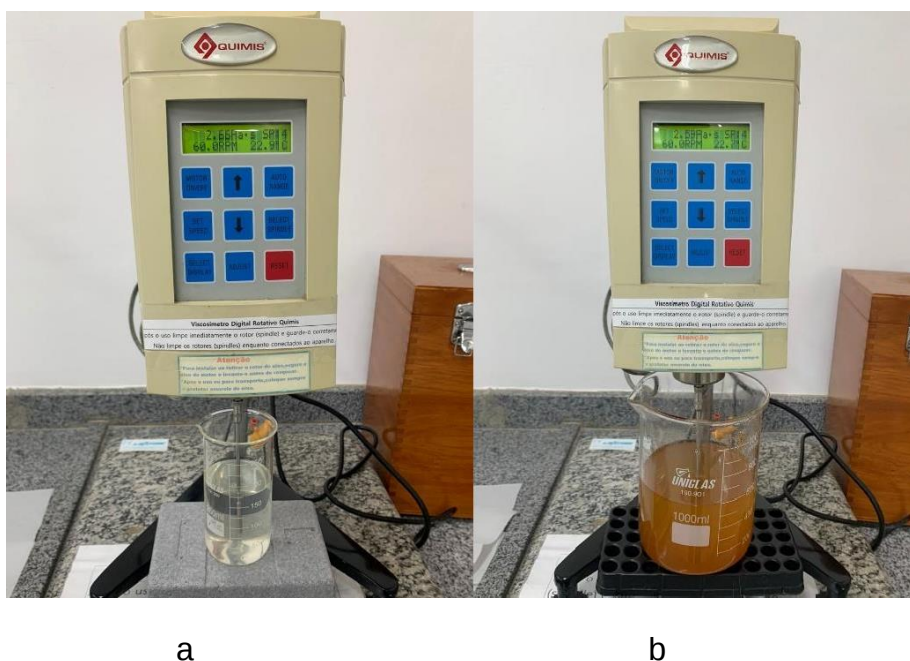
O pH da máscara facial *peel-off*, apresentou-se dentro do escopo estipulado para o produto que fica entre (5,0 - 6,0). Além disso, este pH fica dentro do pH fisiológico da pele que é de (4,5 - 5,5), tornando assim um produto seguro para o uso. O pH próximo ao pH natural da pele é menos propenso a causar irritações ou sensibilidade na maioria das pessoas. Isso significa que a máscara será mais suave e menos agressiva, adequada para uma ampla gama de tipos de pele (Melo, Campos, 2016)

5.6.2.4 Determinação de viscosidade aparente

O desempenho e a eficácia de uma máscara *peel-off* está diretamente relacionada à sua viscosidade. Primeiramente, a viscosidade determina a consistência do produto, garantindo que ele seja fácil de aplicar e possa ser

espalhado uniformemente sobre a pele. Além disso, uma viscosidade adequada é crucial para que a máscara forme uma camada uniforme e fina, o que facilita sua remoção após asecagem. As medições foram realizadas diretamente no recipiente onde as formulações estavam armazenadas, inserindo o *spindle* verticalmente na amostra, conforme mostra a Figura 16.

Figura 16 – Teste de viscosidade na amostra base (a) e amostra com ativo (b)



Fonte: A Autora

A viscosidade obtida para as amostras encontra-se detalhada na Tabela 6.

Tabela 6 – Viscosidade obtida na formulação base e formulação com ativos

	Formulação base	Formulação com ativos
Viscosidade	2510 cP	2470 cP

Fonte: A autora

A principal unidade de medida de viscosidade é o Pascal-segundo (Pa·s) no Sistema Internacional de Unidades (SI). No entanto, a unidade mais comumente utilizada na prática é o centipoise (cP), especialmente em indústrias como a de cosméticos, alimentos e farmacêutica (MEDEIROS, 2014). O centipoise é frequentemente preferido por ser mais conveniente para medir viscosidades de líquidos comuns, que geralmente têm valores de viscosidade mais baixos. Portanto, o

valor da viscosidade obtido em Pa·s, foi convertido em cP, gerando um resultado de 2510 cP para a formulação base e 2470 cP para a formulação com ativos.

Os valores obtidos são superiores aos encontrados por Viana (2022), em seu estudo que avaliou formulações de máscara facial de Cúrcuma (*Peel-Off*) com potencial ação antioxidante. A formulação mais viscosa pode indicar uma maior concentração de ingredientes ativos, e além disso está menos propensa a escorrer ou gotejar durante a aplicação, tornando o processo mais limpo e conveniente para os usuários.

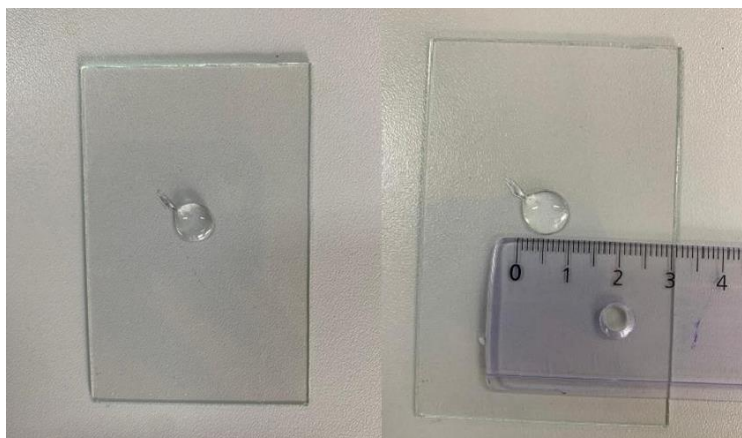
Lis et al. (2019), em um estudo para desenvolvimento de um gel contendo cafeína, encontrou um valor de 1971 cP na formulação em temperatura ambiente. Já no estudo de Alves et al. (2005), o mel, conhecido por sua alta viscosidade, apresentou um valor médio de 59.600 cP. Considerando esses dados, o valor de viscosidade encontrado nas formulações foi considerado satisfatório.

5.6.2.5 Teste de espalhabilidade

Quando um fluido é mais viscoso, ele tem uma resistência maior ao fluxo. Isso significa que, quando você aplica uma força para espalhar o fluido entre as lâminas, ele vai fluir mais lentamente (Farias, 2018). Portanto, em um teste de viscosidade, um fluido mais viscoso levará mais tempo para se espalhar entre as lâminas e, conseqüentemente, ocupará uma área menor. Em contrapartida, um fluido menos viscoso se espalhará mais rapidamente e ocupará uma área maior na lâmina.

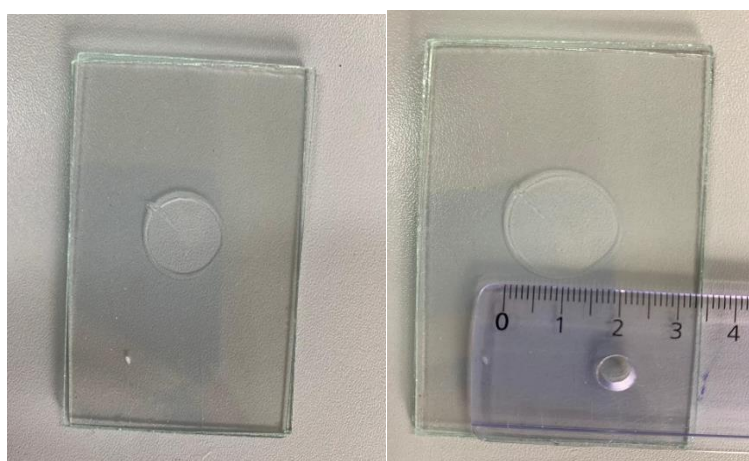
Nesse teste conseguimos analisar que a formulação tinha 1cm de diâmetro no início, e após a sobreposição da segunda lâmina ele dobrou de tamanho, indo para 2cm, gerando uma diferença de 1cm no tamanho desse diâmetro (Figuras 17 e 18), o que indica que a formulação possui uma boa espalhabilidade. Não foram encontradas diferenças significativas no teste de espalhabilidade entre a formulação base e a formulação com ativos.

Figura 17 – Formulação base antes da sobreposição da lâmina



Fonte: A Autora

Figura 18 – Formulação base depois da sobreposição da lâmina



Fonte: A Autora

O teste de espalhabilidade pode agregar informações relevantes ao teste de viscosidade, especialmente ao desenvolver produtos cosméticos, como as máscaras *peel-off*. Enquanto o teste de viscosidade fornece informações sobre a consistência e a fluidez do produto, o teste de espalhabilidade pode simular melhor o comportamento real do produto quando aplicado na pele. Combinar esses dois testes pode fornecer uma avaliação mais abrangente da formulação do produto e contribuir para seu desenvolvimento bem-sucedido. Uma máscara com boa capacidade de espalhabilidade tende a proporcionar uma cobertura mais uniforme, o que contribui para resultados mais eficazes. Isso é crucial para determinar a facilidade de aplicação e a experiência do usuário.

6 CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que os subprodutos da lichia, especificamente as cascas e sementes, têm um valor significativo na formulação de produtos cosméticos, confirmando sua utilidade além do descarte. A análise da composição centesimal dos subprodutos da lichia revelou valores de $26,12 (\pm 0,14 \text{ g.100 g}^{-1})$ para as fibras brutas, $0,41 (\pm 0,01 \text{ g.100 g}^{-1})$ para umidade, $4,80 (\pm 0,04 \text{ g.100 g}^{-1})$ para proteínas, $1,36 (\pm 0,02 \text{ g.100 g}^{-1})$ para lipídeos e $4,89 (\pm 0,05 \text{ g.100 g}^{-1})$ para cinzas. A determinação de fenólicos totais revelou $401,2 \pm 0,5 \text{ mg EAG/g}$, e a capacidade antioxidante dos extratos foi alta, resultando em um valor de IC₅₀ de $0,93 \text{ }\mu\text{g/mL}$ para o método ABTS•+ e $3,97 \text{ }\mu\text{g/mL}$ para o método DPPH•. Esses resultados confirmam a presença significativa de compostos antioxidantes nos subprodutos da lichia, evidenciando seu potencial de aplicação cosmética.

Os resultados obtidos com a máscara *peel-off* formulada a partir desses subprodutos foram particularmente positivos. A formulação apresentou estabilidade ao longo do tempo, com características físicas que se mantiveram constantes, como a coloração, uniformidade e aspecto. O pH da formulação com ativos foi ligeiramente mais baixo que o da fórmula base, mas permaneceu dentro da faixa ideal para produtos cosméticos (4,5 – 5,5). A viscosidade da máscara, que foi similar à da formulação base, indicou que o produto tem uma consistência adequada para aplicação e uso. A boa espalhabilidade e os tempos de secagem (32 minutos em placa de Petri e 41 minutos na pele) ressaltam a aplicabilidade do produto, o que pode ser um atrativo adicional para os consumidores.

Esses achados sublinham o potencial da máscara *peel-off* como uma solução inovadora e sustentável. A capacidade antioxidante dos subprodutos da lichia não só enriquece o valor cosmético do produto, mas também promove uma abordagem mais ecológica ao reaproveitar subprodutos. A implementação desta formulação no mercado pode atender à crescente demanda por produtos que combinam eficácia com uma consciência ambiental.

Além de sua relevância prática, a pesquisa oferece uma base sólida para futuras investigações. Estudos adicionais poderão avaliar a eficácia da máscara em diferentes tipos de pele e condições de uso real, bem como explorar a incorporação de outros subprodutos de frutas para desenvolver novas formulações. Em suma, a utilização dos subprodutos da lichia não só promove a sustentabilidade ambiental,

mas também posiciona a máscara *peel-off* como uma alternativa atraente e inovadora para consumidores em busca de produtos cosméticos naturais e eficazes.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M.A.; NOVELLI, P.H.G.S. Desenvolvimento de uma formulação cosmética antioxidante e fotoprotetora à base de curcumina. **Perspec. Cienc. Tecnol.**, v.12, p.24-39, 2020. doi: 10.22407/1984-5693.2020.v.12 p.24-39
- ALVES C. Q. et al. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. **Quim. Nova**, v. 33, n.10, 2202-2210, 2010
- ALVES R.M.O. et al. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE AMOSTRAS DE MEL DE *Melipona mandacaia* SMITH (HYMENOPTERA: APIDAE). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 25(4): 644-650, out.-dez. 2005
- AMORES, C. C.; BENAVIDES, P. J. H. Activos antioxidantes en la formulación de productos cosméticos anti envejecimiento. **Ars Pharmaceutica**, [s.l.], v. 59, n. 2, p. 77-84, 20 jun. 2018.
- AMORIM, N. T. et al. Desenvolvimento, estudo da estabilidade e da potencial atividade antioxidante de emulsão cosmética contendo extrato glicólico de lichia (*litchi chinensis* sonn) **Revista SODEBRAS** – v.10 n. 113 – mai 2015
- ANDRADE, C. A. et al. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-mimosoideae. **Rev. Bras. Farmacogn.** Braz J. Pharmacogn. 17(2): Jun. 2007
- ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos–Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.
- ANVISA, (Agência Nacional de Vigilância Sanitária) **Guia de estabilidade de cosméticos**. Brasília, Brasil, 2004.
- ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). **Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos**; Brasília, Brasil, 2007.
- ARAUJO, I. C. S.; SANTOS, E. R. M. Aproveitamento de subprodutos do processamento de frutas e hortaliças. **Revista Brasileira De Agrotecnologia**, 12(1), 09–16. 2022
- AZULAY, R. D. **Dermatologia**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.
- BARBOSA, N. P., CONCEIÇÃO, E. C. Alimentos com Potencial Aplicação em Cosméticos Naturais. **Revista de Processos Químicos**. p. 127-131, 2016.
- BERINGHS, André O'reilly et al. Green Clay and Aloe Vera Peel-Off Facial Masks: response surface methodology applied to the formulation design. **Aaps Pharmscitech**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 445-455, 5 fev. 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1208/s12249-013-9930-8>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23381175/>. Acesso em: 15/05/2024
- BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de nutrição**, v. 12, p. 123-130, 1999.
- Bom, S., Jorge, J., Ribeiro, H. M., et al. (2019). A step forward on sustainability in the cosmetics industry: A review. **Journal of Cleaner Production**, v.225, p.270-290, 10

Jul 2019

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT-Food Sci Technol**, v. 28, n. 1, p. 25-30, 1995.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Controle de Qualidade de Produtos Cosméticos**. 2. ed. Brasília: 121 p. ANVISA, 2008

BRASIL. Ministério da Saúde. ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Farmacopeia Brasileira**, 6.ed. v.2. Brasília: ANVISA, 2022

BREDA, P. L. de C. L. Tratamento com vitaminas antioxidantes no envelhecimento cutâneo: revisão de literatura Treatment with antioxidant vitamins in skin aging: literature review. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 2, p. 5252-5266, 2022.

CALDWELL G.W. et al. The IC50 Concept Revisited. **Current Topics in Medicinal Chemistry**, v.12, p.1282-1290, 2012

CAVALLARI, L. L. **Florescimento e frutificação em lichieiras**. 2009. xiii, 42 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2009.

COELHO, P.M. **Influência do consumo de farinha de casca e semente de lichia (litchi chinensis Sonn) sobre o estresse oxidativo e perfil cardiometabólico de ratos obesos induzidos ao diabetes**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

CRUZ, I. R. da et al. Estudo de estabilidade e controle de qualidade de produtos cosméticos : revisão de literatura. **Única Cadernos Acadêmicos, Ipatinga**, v. 2, n. 5, p. 1-6, ago. 2019.

DE OLIVEIRA, M. G.; BATISTA, M. O.; RAMOS, D. V. B. Avaliação da atividade antioxidante da Bauhinia splendens pelo método DPPH. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 12, p. 112714-112725, 2021.

DELUCIA, Roberto. **Farmacologia integrada**. Clube de Autores, 2012.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos. **Visão acadêmica**, v. 5, n. 1, 2004.

EICHLER, P. **Cultivo em estado sólido de Aspergillus brasiliensis em bagaço de malte para produção de lipases**. 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018.

ELIAS, G. M. F.; PEREIRA, T. **AVALIAÇÃO DO USO E EFICÁCIA DE MÁSCARAS FACIAIS**. 2020.

FAGUNDES, E. C. et al. **Extração do óleo da borra de café, compostos bioativos e sua aplicação em máscaras faciais do tipo peel-off**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2022.

FARIA F. O., STEFANI A. E., S. MALI. Propriedades físicas de filmes biodegradáveis à base de amido de mandioca, álcool polivinílico e montmorilonita. **Quim. Nova**, v. 35,

n. 3, 487-492, 2012

FARIAS, J. M. C. **Resistência ao Fluxo Inelástico na Modelagem de Polímeros Amorfos. Uma Abordagem Termodinâmica Variacional.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA. Florianópolis, 2018.

FARMACOPEIA BRASILEIRA, volume 1. Brasília, 2022. **ANVISA. AGENCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA.** RDC nº 609, de 9 de março de 2022.

FERCHAL, Clémence. **Cascas não edíveis de frutas tropicais: novo conceito de sustentabilidade.** Dissertação (mestrado) – Universidade Fernando Pessoa, 2021.

FONTES, I. J. G. **Antioxidantes como substâncias cosmetologicamente activas.** Dissertação (mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias Faculdade de Ciências e Tecnologias da Saúde , Lisboa, 2013.

FERNÁNDEZ, I.; GARCÍA, E.; FUENTES, A. **Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos.** Dissertação (mestrado) – Departamento de Tecnología de Alimentos. Universitat Politècnica de Valencia. España. 2018

GRAHAM, H. D. Stabilization of the Prussian blue color in the determination of polyphenols. **J. Agric. Food Chem.**, Columbus, v. 40, n. 5, p. 801-805, 1992.

GREGÓRIO, Elizama De. **Relação entre antioxidantes e envelhecimento humano: revisão de literatura.** Anais II CNEH... Campina Grande: Realize Editora, 2018. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/50429>>. Acesso em: 30/01/2024 09:21

Halliwell B. Free radicals and antioxidants: updating a personal view. **Nutr Rev.** 2012 May;70(5):257-65. doi: 10.1111/j.1753-4887.2012.00476.x. PMID: 22537212.

HIRATA, L. L.; S., OTSUKA M. E.; SANTOS, C. A. M. Radicais livres e o envelhecimento cutâneo. **Acta Farm. Bonaerense**, v. 23, n. 3, p. 418-24, 2004.

HAJARE, S. N. et al. Quality profile of litchi (*Litchi chinensis*) cultivars from India and effect of radiation processing. **Radiation Physics and Chemistry**, Parkville, v. 79, n.9, p. 994–1004, 2010.

IAL – INSTITUTO ADOLF LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos.** 5 ed. São Paulo: Instituto Adolf Lutz, 2008.

JASKI, M.; LOTÉRIO, N.; SILVA, D. A Ação De Alguns Antioxidantes no Processo do Envelhecimento Cutâneo. **Curso de Cosmetologia e Estética da Universidade do Vale do Itajaí–UNIVALI.** Balneário Camboriú: UNIVALE, 2014.

KHODR, A. A. **Cosméticos para pele: panorama histórico e econômico, matérias-primas e processos, aspectos de absorção e legislação aplicável.** Universidade Federal de São Carlos Departamento de Engenharia Química, SÃO CARLOS, 2020.

KOSAK, A. **Desenvolvimento e análise de máscara peel off contendo própolis.** Centro Universitário Uniguairacá, Guarapuava, 2022.

KUSKOSKI, E. M. et al. Wild fruits and pulps of frozen fruits: antioxidant activity,

polyphenols and anthocyanins. **Ciênc. Rural**, v. 36, n. 4. p. 1283-1287, 2006.

Lichieira. Disponível em: < <https://culturadalichia.blogspot.com/> > Acesso em 30/04/24

LIS, C.C. et al. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de um gel contendo cafeína. **Revista Saúde e Desenvolvimento** v.13, n.16, 2019

MANGELA, T., MARTINS, A. Benefícios da vitamina c na pele. **Enciclopedia biosfera**, 18(35). 2021.

MEDEIROS, K. A. R. **Análise metrológica da aplicação de acelerômetros piezoelétricos à medição de vazão na indústria petrolífera**. Dissertação (mestrado) – Pontífica Universidade Católica, Rio de Janeiro, 2014.

MELO, M. O.; CAMPOS, P. M. M. Função de Barreira da Pele e pH Cutâneo. **Cosmetics & Toiletries, Brasil**, vol. 28, mai 2016

MENEZES, M.L. et al. Estudo do processo de extração por soxhlet do óleo de semente de uva. **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**. Florianópolis, 2014.

MOTTA, da E. L. **Avaliação da composição nutricional e atividade antioxidante de Litchi chinensis Sonn. (“Lichia”) cultivada no Brasil**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2009.

MOREIRA, M. D. **O sonho da eterna beleza: corpo feminino e o discurso anti-idade na publicidade de cosméticos**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal 2021.

NIELSEN, S.S. (2010). United States Government Regulations and International Standards Related to Food Analysis. In: **Food Analysis. Food Analysis**. Springer, Boston, MA. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_2

NISHIKAWA, D. O. et al. Avaliação da estabilidade de máscaras faciais peel-off contendo rutina. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, São Paulo, v. 28, n. 2, p. 227-232, 2007. Disponível em: <http://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/528>. Acesso em: 04 ago. 2023.

NOVELLO, Zuleika. **Extração e caracterização química de extratos obtidos de matrizes vegetais utilizando n-butano pressurizado como solvente**. 2015. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Alimentos, Erechim, 2015.

O fruto da Lichia. Disponível em: < <https://www.halfyourplate.ca/produce/fruits/lychee/> > Acesso em 14/04/2024

OLIVATO, J.B. Starch: a natural, safe, and multifunctional ingredient for cosmetic formulations. In: **Underground Starchy Crops of South American Origin: Production, Processing, Utilization and Economic Perspectives**, v.3, p. 255-256, 2024.

OLIVEIRA, G. L. da S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais in vitro pelo método do DPPH•: estudo de revisão. **Revista Brasileira de Plantas**

Medicinais, v. 17, p. 36-44, 2015.

ORTIZ, D. W. **Cascas de Frutas: estudo das propriedades nutricionais e tecnológicas**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016.

PEREDA, M. L. S. **Avaliação dos efeitos do óleo extraído dos grãos verdes de *coffea arabica* L. e dos fitoesteróis de *brassica campestris* L na melhora da celulite e da gordura localizada**. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2009.

PEPPAS, N. A. Infrared Spectroscopy of Semicrystalline Poly (vinyl alcohol) **Networks**. **Makromol. Chem.**, v. 178, p.595-601, 2000.

PIRES, J. et al. Ensaio em microplaca do potencial antioxidante através do método de sequestro do radical livre DPPH para extratos de algas. **Instituto de Biociências**, Universidade de São Paulo, v. 12, p. 1-6, 2017.

PORSCH L. WOLPE S. L, GRANZOTI R. Estresse oxidativo e o seu impacto no envelhecimento: uma revisão bibliográfica. **Braz. J. Nat. Sci** [Internet]. 21º de maio de 2019 [citado 16º de maio de 2024];2(2):página 80. Disponível em: <https://bjns.com.br/index.php/BJNS/article/view/53>

PUTON, B. M. S. **Síntese e avaliação das atividades biológicas e antioxidante de galato de geranila**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim, 2019. Disponível em: https://www.uricer.edu.br/cursos/arq_trabalhos_usuario/3788.pdf. Acesso em: 03 ago. 2024.

QUEIROZ, E. de R. **Frações de lichia: caracterização química e avaliação de compostos bioativos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras UFLA–MG, 2012.

QUEIROZ, E.R; ABREU, C.M.P; OLIVEIRA, K.S. Constituintes químicos das frações de lichia in natura e submetidas à secagem: potencial nutricional dos subprodutos. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 4, p. 1174-1179 Dezembro 2012

QUEIROZ, et al. Composição química e fitoquímica das farinhas da casca e da semente de lichias (*Litchi chinensis* Sonn) cultivar 'Bengal. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.2, p.329-334, fev, 2015

Re R. Antioxidant activity applying improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radic Biol Med** 26:1231–1237, 1999

ROCKENBACH, I. I. **Compostos fenólicos, ácidos graxos e capacidade antioxidante do bagaço da vinificação de uvas tintas (*Vitis vinifera* e *Vitis labrusca*)**. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

RODRIGUES, L. S.; DA SILVA, A. R. Araújo; MACÊDO, A. A. M. Noni (*Morinda citrifolia*

Linn.): Determinação fitoquímica e potencial antioxidante pelo método DPPH. **Conexões-Ciência e Tecnologia**, v. 11, n. 4, p. 47-54, 2017.

ROSAS, M. R. **Desenvolvimento de filmes biodegradáveis contendo compostos bioativos das cascas de Euphorbia umbellata (Pax) Bruyns (Janaúba)**. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2019.

SADAHIRA, C. M. **Síntese, caracterização e avaliação do perfil de liberação in vitro de hidrogéis do álcool polivinílico pH sensitivos processados por métodos físico-químicos**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007

SANTOS, C. E. M. dos. A cultura da lichieira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, p. 1-1, 2009.

SARETTA, Z. C.; BRANDÃO, B. J. F. A beleza de forma sustentável: o uso de cosméticos orgânicos. **BWS Journal**, v. 4, p. 1-12, 2021.

SCHAICH, K. M; TIAN, X.; XIE, J. Obstáculos e armadilhas na medição da eficácia antioxidante: uma avaliação crítica dos ensaios ABTS, DPPH e ORAC. **Revista de alimentos funcionais**, v. 14, p. 111-125, 2015.

SEIBEL, N.F. BELEIA, A.D.P Carboidratos das fibras de cotilédones e proteínas de produtos derivados de soja (Glycine max (L.) Merrill). **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 28(3): 607-613, set. 2008

SHIMANO, M. Y. H. **Ação antioxidante de extratos de especiarias e suas misturas binárias e ternárias sobre a estabilidade oxidativa de óleo de soja**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

SILVA, C., GARCIA, V.A.S., FRANCISCATO, L.M.S.S., Extração Assistida por Ultrassom de Compostos Bioativos das Cascas de Lichia (Litchi Chinensis Sonn.). **Revista Ciências Exatas e Naturais**, vol. 18, n. 1, Jun 2016

SILVA da C.; FREITAS de A. R.; RODRIGUES, A. G. Espécies reativas e a ação dos antioxidantes. **Revista Saúde em Foco**. Ed nº 11. 2019.

SILVA, C.R.O.P. Desenvolvimento de máscara facial do tipo peel-off à base de argilas verdes, óleo de semente de uva e creme lanette. **Seropédica**, RJ Abril de 2021

SILVA, A.C. et al. Envelhecimento e ativos cosméticos antienvhecimento. **Rev.Terra & Cult.**, Londrina, v. 37, n. 72, jun. 2021

SILVA, M. L. C. et al. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-682, set. 2010

SILVA, S. J.; **Coprodutos de lichia: aplicação tecnológica da farinhas, extração de óleos e microencapsulação de extrato obtido na casca**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais. 2020.

SILVEIRA, Carlos Alberto da. Uso do viscosímetro de Brookfield em determinações

reológicas. **Ciência e tecnologia**. Dez-1991. Disponível em: <https://revistapolimeros.org.br/article/5883712f7f8c9d0a0c8b4787/pdf/polimeros-1-1-41.pdf> Acesso em: 11 de janeiro de 2024.

SIMAS W., L. A.; GRANZOTI, R. O.; PORSCH, L. Estresse oxidativo e o seu impacto no envelhecimento: uma revisão bibliográfica. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 80, 2019. DOI: 10.31415/bjns.v2i2.53. Disponível em: <https://bjns.com.br/index.php/BJNS/article/view/53>. Acesso em: 30 jan. 2024.

SINGLETON, V. L. ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic - phosphotungstic acid reagent. **American Journal of Enology and Viticulture**, 16, 144– 158, 1965.

SOARES, J. R. Antioxidant activities of some extracts of *Thymus zygis*. **Free Radical Research**. v. 26, p. 469-478, 1997.

TOMBA, M. DE L. M.; DIAZ, B. F.; GUERGOLETTTO, K. B. **Avaliação da atividade antioxidante de extratos de juçara antes e após a fermentação**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, abril, 2023.

TRONG, L.V et al. Physiological changes during the growth and development of litchi fruit (*Litchi chinensis* Sonn.) grown in Vietnam. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 43, n.2, abril, 2021.

TORRES, P. B. et al. Ensaio do potencial antioxidante de extratos de algas através do sequestro do ABTS•+ em microplaca. **Instituto de Biociências**, Universidade de São Paulo, p. 1-4, 2017.

VIANA, F.D.; MONTEIRO, C.L.S; PAES E.R.C. Formulação de máscara facial de Cúrcuma (Peel-Off) com potencial ação antioxidante. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.8,n.7, p.54587-54605, jul., 2022

VINHA, A.F; SOUSA, C. Valorization of lychee fruit peels waste for the sustainable production of value-added ingredient. **Braz. J. Food Technol.**, Campinas, v. 26, e2023027, 2023

WANG, Tao, et. al. Selected properties of pH-sensitive, biodegradable chitosan-poly(vinyl alcohol) hydrogel. **Polymer Internacional**, v.53, p.911-918, 2004.

WOLFF, S.M.; SILVEIRA, A.C LAZZAROTTO, M. **METODOLOGIA PARA EXTRAÇÃO DE FENÓLICOS TOTAIS E ANTIOXIDANTES DA ERVA-MATE**. Iniciação Científica CESUMAR - jan./jun. 2019, v. 21, n. 1, p. 45-54 - e-ISSN 2176-9192