

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE BIOCÊNCIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOQUÍMICA E FISIOLOGIA**

**DESENVOLVIMENTO DE FILTRO SOLAR CONTENDO O
ÓLEO FIXO DE LICURI (*Syagrus coronata*)**

NELSON CORREIA DE OLIVEIRA JUNIOR

**RECIFE
2023**

NELSON CORREIA DE OLIVEIRA JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE FILTRO SOLAR CONTENDO O
ÓLEO FIXO DE LICURI (*Syagrus coronata*)**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para o cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Thiago Henrique Napoleão

Coorientadora: Márcia Vanusa da Silva

**RECIFE
2023**

Catálogo na Fonte:
Bibliotecário: Marcos Antonio Soares da Silva,
CRB4/1381

Oliveira Junior, Nelson Correia de.
Desenvolvimento de filtro solar contendo o óleo fixo de Licuri (*Syagrus coronata*). / Nelson Correia de Oliveira Junior . – 2023.

40 f. : il., fig.; tab.

Orientador: Thiago Henrique Napoleão.
Coorientadora: Márcia Vanusa da Silva.

Dissertação (mestrado) –Programa de Pós-Graduação Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco. 2023.

Inclui referências.

1. Caatinga. 2. Fotoproteção. 3. Licuri. 4. Protetor solar. I. Napoleão, Thiago Henrique. (Orient.). II. Silva, Maria Vanusa da (Coorient.). III. Título.

572

CDD (22.ed.)

UFPE/CB – 2023-250

NELSON CORREIA DE OLIVEIRA JUNIOR

**DESENVOLVIMENTO DE FILTRO SOLAR CONTENDO O
ÓLEO FIXO DE LICURI (*Syagrus coronata*).**

Dissertação apresentada como um dos requisitos para o cumprimento parcial das exigências para obtenção do título de Mestre em Bioquímica e Fisiologia pela Universidade Federal de Pernambuco.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Thiago Henrique Napoleão (Orientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Emmanuel Viana Pontual (Membro Interno)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Ana Patrícia Silva de Oliveira (Membro Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Profa. Dra. Leydianne Leite de Siqueira Patriota (Membro Externo)
Universidade Federal de Pernambuco

Data: 30/06/2023

Dedico este trabalho a todos os que me ajudaram ao longo desta caminhada.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha orientadora Profa. Dr. Márcia Vanusa e coorientador Prof. Dr. Thiago Henrique Napoleão pela disponibilidade e assistência durante todo esse tempo.

Aos colegas meus colegas do curso de pós-graduação em bioquímica e fisiologia e a todos do departamento de bioquímica que possibilitaram direta ou indiretamente a conclusão desse trabalho.

Agradeço a todos da minha família e amigos, por todo sacrifício e dedicação que me possibilitaram chegar aqui, vocês são minha fonte de força e inspiração, essa conquista também é de vocês.

RESUMO

Os óleos vegetais naturais apresentam inúmeras vantagens para seu uso, porque podem apresentar baixa toxicidade e uma aceitável atividade biológica. Dentre as espécies produtoras de óleos vegetais destacam-se as da família Arecaceae, incluindo *Syagrus coronata*, popularmente conhecida como licuri. *S. coronata* é uma palmeira encontrada na Caatinga e possui grande potencial em várias áreas de pesquisa, incluindo os âmbitos alimentício, farmacológico e cosmetológico. Sabe-se que a exposição crônica ou repetida à radiação ultravioleta (UVA e UVB) promove tanto o fotoenvelhecimento da pele quanto a carcinogênese. A aplicação tópica de filtros solares representa uma estratégia interessante de proteção cutânea contra a radiação ultravioleta e a busca por fotoprotetores de origem natural tem ganhado atenção. O estudo teve como objetivo investigar o potencial fotoprotetor do óleo fixo das sementes de *S. coronata* e desenvolver um filtro solar contendo esse óleo. O óleo, fornecido pela Cooperativa COOPES, foi extraído em prensa elétrica a frio. A análise do óleo incluiu a identificação dos ácidos graxos por transesterificação e cromatografia gasosa, além da espectrometria de massa. Foram avaliadas a composição química, dosagem de fenóis e flavonoides totais, e a capacidade antioxidante total (CAT) do óleo. Para criar o filtro solar, incorporou-se o óleo fixo do *S. coronata* em concentrações de 2, 5 ou 10% em uma base de filtro solar inorgânico. A estabilidade das formulações foi testada em três ciclos de variações extremas de temperatura, sendo avaliadas as características organolépticas, pH e separação de fases ao final de cada ciclo. A ação fotoprotetora *in vitro* do óleo foi determinada espectrofotometricamente, sendo determinados os valores de fator de proteção solar (FPS). Na identificação dos ácidos graxos presentes no óleo das sementes de *S. coronata* foram encontrados como componentes majoritários: ácido láurico (43,57%), ácido mirístico (15,08%) e ácido oleico (10,35%). Os resultados para dosagem de compostos fenólicos e flavonoides revelou valores de $1,0 \pm 0,03$ mg de equivalente de ácido gálico/g e $4,4 \pm 0,09$ mgde equivalente de quercetina/g. A capacidade atividade antioxidante total foi baixa ($1,9 \pm 0,1$ %). O óleo apresentou FPS igual a 6,8 e as formulações base (sem óleo) e aquelas contendo o óleo a 2, 5 ou 10% apresentaram FPS de $3,2 \pm 0,2$, $3,6 \pm 0,4$, $5,7 \pm 0,3$ e $6,2 \pm 0,1$, respectivamente. Os filtros solares contendo o óleo se mostraram estáveis por 90 dias, sem alterações dos parâmetros avaliados. O presente estudo busca evidenciar um efeito potencial da capacidade fotoprotetora do óleo fixo de *S. coronata* para o desenvolvimento de formulação cosméticas.

Palavras Chaves: Caatinga; Fotoproteção; Licuri; Protetor solar.

ABSTRACT

Natural vegetable oils have numerous advantages for their use because they can exhibit low toxicity and acceptable biological activity. Among the species producing vegetable oils, those of the Arecaceae family stand out, including *Syagrus coronata*, popularly known as licuri. *S. coronata* is a palm tree found in the Caatinga and has great potential in various research areas, including food, pharmacology, and cosmetology. It is known that chronic or repeated exposure to ultraviolet radiation (UVA and UVB) promotes both skin photoaging and carcinogenesis. Topical application of sunscreens represents an interesting strategy for cutaneous protection against ultraviolet radiation, and the search for natural photoprotectors has gained attention. The study aimed to investigate the photoprotective potential of the fixed oil from *S. coronata* seeds and develop a sunscreen containing this oil. The oil, provided by the COOPES Cooperative, was extracted using a cold press. Oil analysis included the identification of fatty acids by transesterification and gas chromatography, as well as mass spectrometry. The chemical composition, total phenols and flavonoids dosage, and total antioxidant capacity (TAC) of the oil were evaluated. To create the sunscreen, the fixed oil of *S. coronata* was incorporated at concentrations of 2, 5, or 10% in an inorganic sunscreen base. The stability of the formulations was tested in three cycles of extreme temperature variations, evaluating organoleptic characteristics, pH, and phase separation at the end of each cycle. The *in vitro* photoprotective action of the oil was determined spectrophotometrically, with sun protection factor (SPF) values determined. The identification of fatty acids present in *S. coronata* seed oil found major components: lauric acid (43.57%), myristic acid (15.08%), and oleic acid (10.35%). Results for phenolic compounds and flavonoids revealed values of 1.0 ± 0.03 mg gallic acid equivalent/g and 4.4 ± 0.09 mg quercetin equivalent/g, respectively. The total antioxidant activity was low ($1.9 \pm 0.1\%$). The oil showed an SPF of 6.8, and the base formulations (without oil) and those containing oil at 2, 5, or 10% had SPF values of 3.2 ± 0.2 , 3.6 ± 0.4 , 5.7 ± 0.3 , and 6.2 ± 0.1 , respectively. Sunscreens containing the oil remained stable for 90 days, with no changes in the evaluated parameters. This study seeks to highlight the potential photoprotective effect of *S. coronata* fixed oil for the development of cosmetic formulations.

Keywords: Caatinga; Photoprotection; Licuri; Sunscreen.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	10
2.1	Pele.....	10
2.2	Radiação UV e seus danos.....	11
2.3	Protetores solares e produtos naturais.....	13
2.4	Legislação e Regulamentação de cosméticos fotoprotetores.....	15
2.5	Licuri (<i>Syagrus coronta</i>).....	16
3	OBJETIVOS.....	18
3.1	Geral.....	18
3.2	Específicos.....	18
	REFERÊNCIAS.....	19
4	ARTIGO - POTENCIAL FOTOPROTETOR DE ÓLEO FIXO DAS SEMENTES DA <i>SYAGRUS CORONATA</i>	24

1. INTRODUÇÃO

Na última década, o mercado de cosméticos tem crescido em todo o mundo. A presença de produtos naturais em componentes cosméticos é frequentemente associada à segurança, atividade elevada e boa qualidade e, por isso, o interesse em produtos cosméticos de origem natural está crescendo (KOCH et al., 2019).

Proteger a pele humana contra os efeitos negativos da radiação ultravioleta, como eritema, edema, hiperpigmentação, fotoenvelhecimento e câncer de pele, tornou-se mais necessário devido ao esgotamento do ozônio estratosférico nas últimas décadas e consequente aumento da incidência da radiação solar ultravioleta na superfície da Terra (SAEWAN et al., 2015). Existem várias maneiras de proteger a pele dos danos causados pela radiação solar, sendo o uso tópico de protetores solares uma maneira fácil, útil e eficaz de proteger a pele (SAEWAN et al., 2015; SOHN et al., 2016).

O mercado de fotoprotetores está em alta demanda para atender às preocupações dos consumidores sobre danos à pele induzidos por luz ultravioleta. Contudo, muitos dos componentes utilizados têm sido descritos como alérgenos, desreguladores endócrinos e até mesmo responsáveis pelo branqueamento dos recifes de coral (KRAUSE et al., 2012; CORINALDESI et al., 2018; SILLER et al., 2019). Sendo assim, existe uma tendência recente o aumento da procura por filtros solares contendo produtos naturais (RESENDE et al., 2022).

Devido às suas composições complexas, os extratos e óleos de plantas desempenham uma variedade de atividades biológicas, incluindo antioxidante, fotoprotetora, anti-inflamatória e imunomoduladora. Além disso, há diversos relatos comprovados cientificamente da eficácia dos extratos de plantas na melhoria da aparência da pele e no tratamento de várias doenças (dermatite atópica, psoríase e eczemas cutâneos) que afetam esse órgão (HE et al., 2022; JAHAN et al., 2022; HSIAO et al., 2023). Devido ao seu potencial antioxidante, as preparações de plantas são uma opção atraente para serem adicionadas a formulações de protetores solares para a pele (AHMADY et al., 2020). Os óleos de sementes são comumente usados como ingredientes em muitos produtos cosméticos devido aos seus antioxidantes naturais e estão cada vez mais reconhecidos por seus efeitos na saúde da pele e na fotoproteção (CHU e NYAM, 2021). Devido à sua composição, os óleos vegetais proporcionam à pele revitalização, proteção contra os radicais livres de oxigênio, efeitos cicatrizantes e rejuvenescedores e proteção solar (RASTOGI et al., 2012).

Syagrus coronata, popularmente conhecida como licuri, é uma das espécies da família Arecaceae que produz óleos vegetais (DRUMOND, 2007). *S. coronata* é uma palmeira que cresce nas áreas secas e áridas da Caatinga e tem um grande potencial para ser estudado em várias áreas da Biomedicina e Biotecnologia, inclusive para fins alimentícios e cosmetológicos (KILL, 2002). O óleo fixo de seus frutos é consumido como alimento e usado na medicina tradicional como um anti-inflamatório e cicatrizante. Além disso, há relatos de sua utilização em condições oftalmológicas associadas à deficiência de vitamina A (ARARUNA et al., 2014). Tradicionalmente, o óleo do licuri é utilizado para receitas caseiras e formas de cuidados com o corpo, devido suas propriedades de reparação e hidratação da barreira da pele. Com base nesse conhecimento tradicional, já estão disponíveis comercialmente sabonete líquido em óleo, óleo desodorante corporal e gel creme hidratante desodorante corporal contendo o óleo do licuri (FRAGA, 2020).

Diante do exposto, a presente dissertação avaliou a ação fotoprotetora do óleo fixo de sementes de *S. coronata*, bem como de formulações de filtro solar contendo esse óleo. Também foi avaliada a estabilidade da formulação durante 90 dias.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Pele

A pele humana é um órgão dinâmico e complexo com uma estrutura única. Consiste em diferentes tipos de células e compartimentos com diferentes funções (CSEKES et. al., 2022). A pele é o maior órgão do corpo humano, cuja principal função é cobrir, definir e proteger o corpo (BERNARDO et al. 2019). Corresponde a cerca de 5,5% do peso de um indivíduo, com pH variando entre 5,5 e 7,0, dependendo da área do corpo que cobre. Além disso, desempenha várias funções, como: secreção e excreção de substâncias, proteção, metabolismo, termorregulação e percepção de estímulos (ALVES, 2015).

A camada mais externa, a epiderme, consiste em quatro subcamadas - ou seja, o estrato córneo, estrato granuloso, estrato espinhoso e estrato basal - e quatro tipos principais de células - queratinócitos, melanócitos, células de Langerhans e células de Merkel (Fig. 1). O limite entre a epiderme e a derme, a junção epidérmica-dérmica, é um agregado de proteínas e estruturas conhecidas como membrana basal. Abaixo da membrana basal encontra-se a derme inferior, que fornece suporte estrutural, bem como nutrição e circulação para a pele (BARBIERI et. al., 2014).

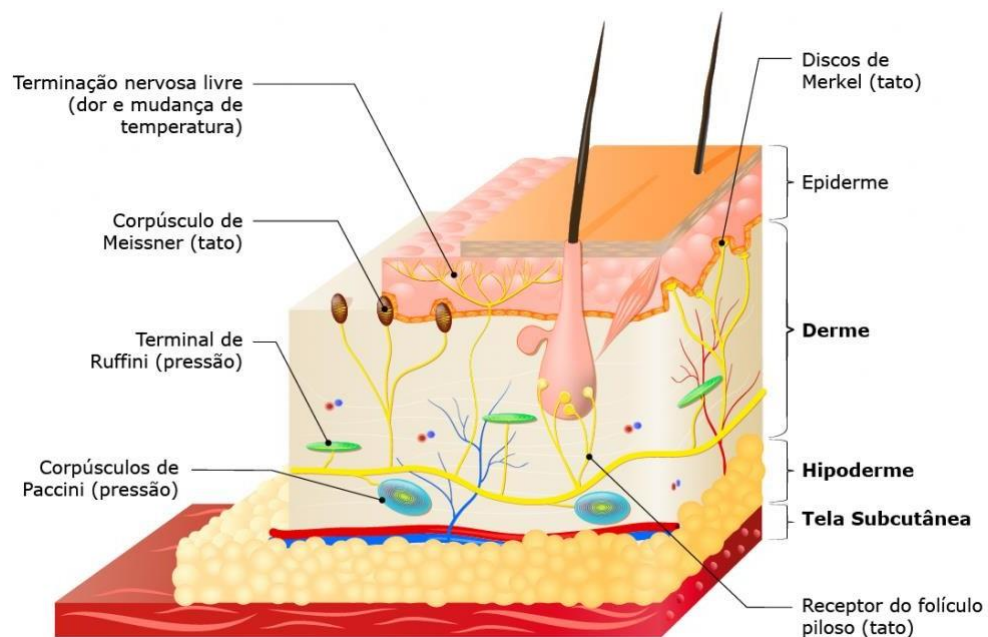


Fig. 1 - Estrutura anômica da pele

Fonte: <https://cosmeticaemfoco.com.br/artigos/absorcao-e-permeacao-de-ativos-pela-pele-como-isso-acontece/> Acessado: 27/06/2023

A pele, que é um órgão barreira do corpo, está constitutivamente exposta a vários estímulos que afetam a sua morfologia e função (CSEKES et. al., 2022). Poluição, fumaça de cigarro e radiação UV são fatores externos bem conhecidos que causam danos pele. Tais como: danos ao DNA e dano oxidativo, induzindo a senescência celular (FARAGE et. al., 2008; WANG et. al., 2018). Esse estresse ambiental gerado a partir das espécies de ERO e RNS, combinado com o aumento da secreção de mediadores inflamatórios e expressão de enzimas (por exemplo, collagenase e elastase), causa inflamação e diminui a resistência à tração e a elasticidade da pele (Yadav et al., 2015). Consequentemente, prejudicando a saúde da pele.

2.2 Radiação UV e seus danos

A exposição prolongada à radiação solar ultravioleta (UV) pode causar vários danos à pele, tais como queimaduras, pigmentação, envelhecimento prematuro e câncer. Os tipos de radiação ultravioleta (UV) conhecidos como UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) e UVC (200-280 nm) são considerados perigosos para os seres humanos. Devido ao fato de que a radiação UVC é filtrada pela camada de ozônio e não atinge a superfície terrestre, esses raios não são um grande problema para a pele. Os danos à pele são causados pela radiação UVB e,

em menor grau, pela UVA (LAKHDAR et al., 2007, WOLF et al., 2001). As queimaduras solares na pele são causadas pela radiação UVB, enquanto a radiação UVA causa envelhecimento precoce da pele por ser capaz de atingir as camadas mais profundas da derme e da epiderme (AHMADY et al., 2020).

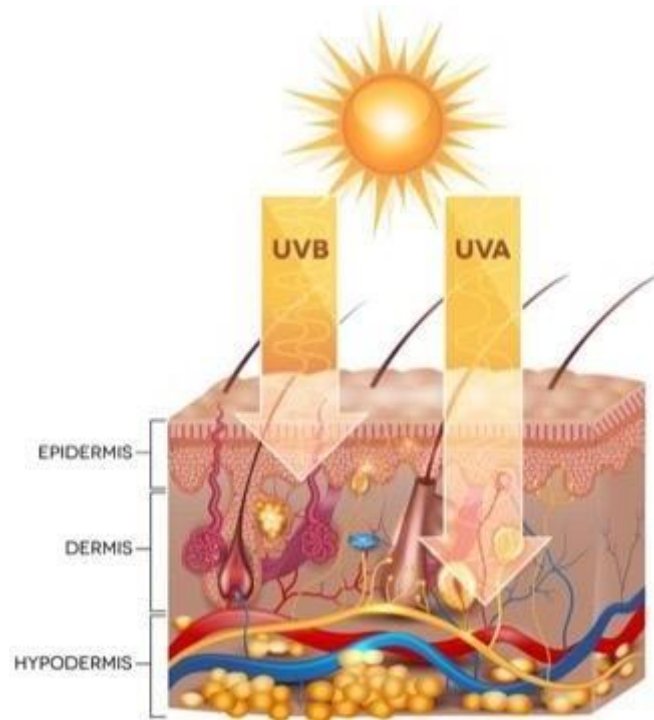


Fig. 1 – Incidência dos raios ultravioletas sob a pele

Fonte: <https://www.sunsmart.org.nz/sunsmart-facts/uv-radiation/> Acessado: 27/06/2023

A formação de espécies reativas de oxigênio (EROs) é o principal mecanismo de dano à pele pela radiação ultravioleta. Essa formação de EROs na pele é induzida principalmente pela radiação UVA, uma vez que a radiação UVB é diretamente absorvida pelas moléculas de DNA, causando danos no DNA. As EROs são naturalmente neutralizadas pelo sistema antioxidante endógenos, mas a exposição crônica à luz UVA pode resultar em um desbalanço redox (GONZALEZ et al., 2010). Devido à sua forte reatividade com várias biomoléculas, principalmente lipídios e proteínas das membranas celulares e o DNA, os EROs podem causar danos à pele (BARREIROS et al., 2006; GUARATINI et al., 2007). Desta forma, resulta em disfunções biológicas.

Os efeitos fotobiológicos gerados pela radiação UVB são eritematosos e cancerígenos, causando fotoenvelhecimento e danos diretos ao DNA, RNA, proteínas e outros componentes celulares. Enquanto a radiação UVA desempenha um papel importante na indução de eritema, gerando espécies reativas de oxigênio fotossensibilizadas que danificam o DNA e as

membranas celulares, elas promovem a carcinogênese e alterações associadas ao fotoenvelhecimento (GUARATINI et al., 2007; MACHADO, 2019; SILVA et al., 2010).

2.3 Protetores solares e produtos naturais

O uso de protetores solares artificiais para proteger a pele de queimaduras solares, fotoenvelhecimento e fotocarcinogênese está se tornando mais popular. Contudo, a baixa fotoestabilidade, a toxicidade e os danos aos ecossistemas marinhos prejudicam a segurança e a eficácia da maioria dos componentes dos protetores solares artificiais (HE et al. 2021). Os filtros solares podem ser classificados como orgânicos ou inorgânicos. Os filtros orgânicos são moléculas que funcionam como cromóforos exógenos ao absorver a radiação ultravioleta. Assim, a molécula passa do estado excitado para o estado de repouso e libera energia como luz ou radiação infravermelha (Fig. 2). Já as partículas de óxidos metálicos, como óxido de zinco (ZnO) e dióxido de titânio (TiO₂), compõem os filtros inorgânicos, ou físicos. Eles têm a capacidade de refletir ou dispersar a radiação incidente e têm alta fotoestabilidade (SCHALKA; DOS REIS, 2011).

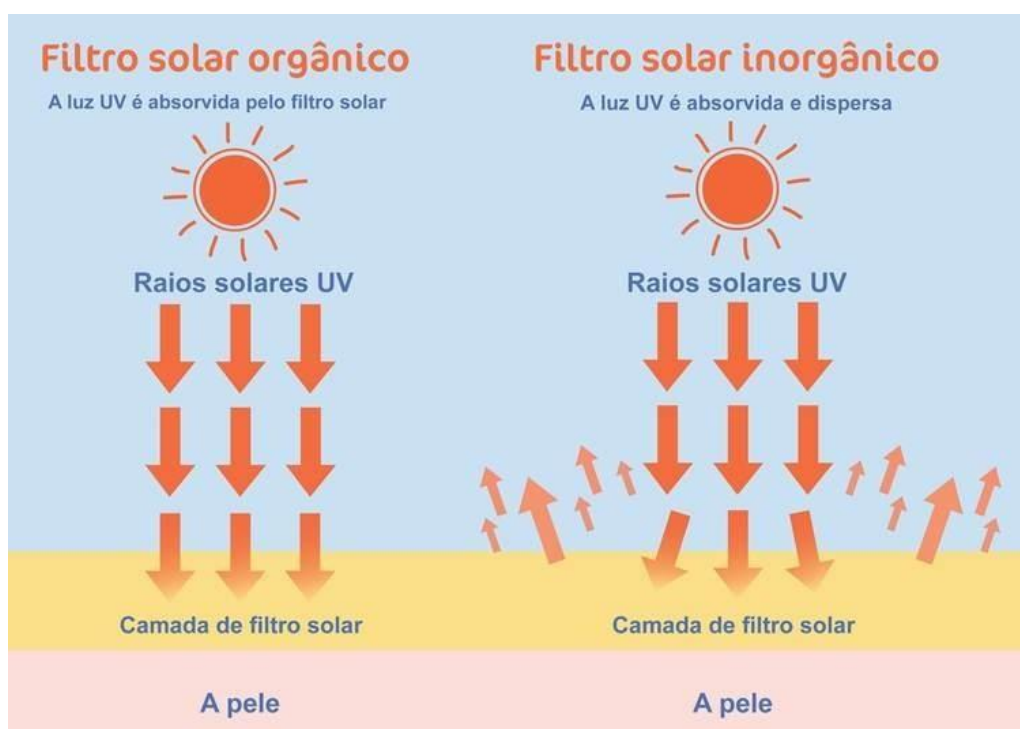


Fig. 2 – Mecanismo de ação dos filtros solar orgânico e inorgânico

Fonte: <http://www.petquimica.ufc.br/como-funcionam-os-protetores-solares/> Acessado: 27/06/2023

Os filtros solares também são classificados como filtros UVA, filtros UVB ou filtros para proteção de amplo espectro, dependendo de sua capacidade de absorver comprimentos de onda mais curtos ou mais longos. Para proteger a pele da radiação ultravioleta, os protetores solares com película são mais comuns (ARIANTO et al., 2019).

As indústrias estão buscando alternativas de origem natural para novas formulações de cosméticos, o que levou a pesquisas de moléculas de origem vegetal ou microbiana para aplicação de filtros solares (HE et al. 2021). O uso de ingredientes naturais em protetores solares pode melhorar suas propriedades fotoprotetoras por meio de seus efeitos antioxidantes e controle da inflamação e envelhecimento da pele causada pelos raios ultravioletas (HE et al. 2021).

A exposição da pele à radiação UVA causa lesões oxidativas no DNA. O uso de antioxidantes tópicos e sistêmicos têm sido estudados como uma maneira de lidar com o estresse oxidativo causado por UVA, principalmente reduzindo o dano causado por EROs, prevenindo ou diminuindo o dano aos tecidos e promovendo o reparo após a exposição à UV. Alguns desses ingredientes são usados como extratos ou vêm de extratos de plantas (como flavonoides, picnogenol, licopeno, extrato de samambaia e extrato e foram relatados para proteger a pele contra os vários danos causados pela radiação ultravioleta (MATSUI et al., 2009). Os filtros solares naturais são feitos de fluidos vegetais, óleos vegetais ou extratos glicólicos que absorvem a radiação ultravioleta (SOUZA, 2003).

Devido às suas composições complexas, os extratos e óleos de plantas desempenham uma variedade de atividades biológicas, incluindo antioxidante, fotoprotetora, anti-inflamatória e imunomoduladora. Além disso, há diversos relatos comprovados cientificamente da eficácia dos extratos de plantas na melhoria da aparência da pele e no tratamento de várias doenças que afetam esse órgão (HE et al., 2022; JAHAN et al., 2022; HSIAO et al., 2023). Devido ao seu potencial antioxidante, as preparações de plantas são uma opção atraente para serem adicionadas a formulações de protetores solares para a pele (AHMADY et al., 2020). Os óleos de sementes são comumente usados como ingredientes em muitos produtos cosméticos devido aos seus antioxidantes naturais e estão cada vez mais reconhecidos por seus efeitos na saúde da pele e na fotoproteção (CHU e NYAM, 2021). Devido à sua composição, os óleos vegetais proporcionam à pele revitalização, proteção contra os radicais livres de oxigênio, efeitos cicatrizantes e rejuvenescedores e proteção solar (RASTOGI et al., 2012).

2.4 Legislação e Regulamentação de cosméticos fotoprotetores

Os protetores solares são considerados cosméticos e podem ser definidos como: "qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e os lábios, com a essência exclusiva ou principal de protegê-los contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação" (ANVISA, 2012). Produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes classificados como grau 2, de acordo com a legislação harmonizada com o Mercosul, possuem indicações e características específicas. Por causa disso, os fabricantes são obrigados a verificar informações e cuidados, modo e restrições ao uso garantem a segurança e eficácia do produto (REBELLO, 2006).

A Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 47 de 16 de março de 2006 (ANVISA), que lista 38 ingredientes ativos permitidos para produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes, bem como suas concentrações máximas, servem como base para a regulamentação dos protetores solares (RIBEIRO, 2010).

Atualmente, a legislação aplicável aos protetores solares é a seguinte:

- **RDC 30 de 1 de junho de 2012:** "Aprova o regulamento técnico MERCOSUL sobre protetores solares em cosméticos e dá outras providências". Conforme mostrado na tabela 1, novos regulamentos foram implementados para os protetores solares. Um dos exemplos é o aumento do valor mínimo do fator de proteção solar (FPS) de 2 para 6, e a proteção contra raios ultravioletas passou a ser de pelo menos um FPS do terço do valor declarado (ANVISA, 2012). Este é um grande desafio para os formuladores porque a carga de filtros mais alta dificulta a obtenção de um produto com uma sensibilidade adequada.

Tabela 1 - Tipo de pele e Fator de Proteção Solar

Tipo de Pele	Sensibilidade da Pele	Características	Cor da Pele	FPS Recomendado
Tipo 1	Muito Alta	Sem pigmentação, sempre queima, nunca bronzeia	Muito clara	FPS 50 ou superior
Tipo 2	Alta	Pouca pigmentação, queima facilmente, bronzeia minimamente	Clara	FPS 30 ou superior
Tipo 3	Moderada	Pigmentação moderada, queima ocasionalmente, bronzeia gradualmente	Intermediária	FPS 15 a 30

Tipo 4	Baixa	Boa pigmentação, queima raramente, bronzeia facilmente	Morena	FPS 6 a 15
Tipo 5	Muito baixa	Pigmentação alta, raramente queima, bronzeia muito facilmente	Escura	FPS 6 a 15

ANVISA, 2012

- **RDC 07 de 10 de fevereiro de 2015**, "Definir os requisitos técnicos para a regularização de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes e dá outras providências".
- **RDC 15 de 24 de abril de 2015**, "Definir os requisitos técnicos para a concessão de registo de produtos de higiene pessoal, cosméticos e perfumes infantis e dá outras providências".
- **Instrução Normativa (IN) 2 de 04 de agosto de 2015**, "Dispõe sobre produtos de saúde, produtos de higiene, cosméticos e/ou alimentos cuja fabricação em instalações e 26 equipamentos pode ser compartilhado com medicamentos de uso humano, obedecendo aos requisitos da legislação sanitária vigente, independentemente da autorização prévia da Anvisa".
- **RDC N° 69 de 23 de março de 2016**, "O "REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL SOBRE LISTA DE FILTROS ULTRAVIOLETAS PERMITIDOS PARA PRODUTOS DE HIGIENE PESSOAL, COSMÉTICOS E PERFUMES" é descrito aqui.

2.5 Licuri (*Syagrus coronata*)

O licuri (*Syagrus coronata*) é uma palmeira nativa encontrada na Caatinga nas regiões semiáridas no nordeste brasileiro (DAZA et al., 2021, NOBLICK, 2017). O *S. coronata* é uma palmeira de possui tamanho médio de 1,5–13 m de altura, e seus frutos são elipsóides ou ovóides (2,5–3 × 1,7–2 cm), com epicarpo verde-amarelado ou amarelado (TEIXEIRA et al., 2022). Sua ocorrência é especificamente no Nordeste (AL, BA, PE e SE) e Sudeste (MG) do Brasil. Ele desempenha um papel ecológico essencial nos ecossistemas da Caatinga como fonte de renda e subsistência para as comunidades rurais do semiárido nordestino brasileiro (LIMA et al., 2020).



Fig. 3 – licuri (*S. coronata*)

Fonte: <https://appj.org.br/boas-praticas-detalhes.php?id=3> Acessado: 27/06/2023

O interesse no potencial farmacológico de *S. coronata* está centrado no óleo obtido das sementes. O óleo fixo da semente do licuri é utilizado pela população para fins terapêuticos, inclusive como antifúngico, anti-inflamatório e cicatrizante (SOUZA et al., 2021). Suas propriedades antibacterianas contra várias cepas de *Staphylococcus aureus*, incluindo cepas que são resistentes a vários antibióticos, foram relatadas (BESSA et al., 2016). Além disso, o óleo de *S. coronata* combate infecções bacterianas por meio de um efeito conhecido como antibiofilme, tendo inclusive apresentado efeito *in vivo* sobre infecção generalizada causada por *S. aureus* em larvas de *Galleria mellonella* (Santos et al., 2019). Além disso, o extrato aquoso do licuri demonstrou propriedades anti-*Leishmania amazonensis* (Rodrigues et al., 2011). Santos et al. (2017) descobriram que o óleo de *S. coronata* tem efeitos larvicida sobre *Aedes aegypti* e impede que as fêmeas mosquitos depositem ovos. Dentre outras publicações sobre *S. coronata*, é importante destacar que pesquisas sobre a segurança do uso oral do óleo do licuri *in vivo* foi confirmada em modelos de citotoxicidade, toxicidade aguda e genotoxicidade, inclusive em dose elevada de 2.000 mg/kg (SOUZA et al., 2021).

3. OBJETIVOS

3.1. Geral

Desenvolver formulações de filtro solar contendo óleo fixo do licuri (*Syagrus coronata*).

3.2. Específicos

- Caracterizar quimicamente o óleo fixo das sementes de *S. coronata*;
- Determinar a capacidade antioxidante do óleo;
- Avaliar a atividade fotoprotetora *in vitro* do óleo;
- Desenvolver filtro solar químico contendo o óleo;
- Avaliar a estabilidade dos filtros solares contendo o óleo.

4. REFERÊNCIAS

AHMADY A, AMINI MH, ZHAKFAR AM, BABAK G, SEDIQI MN. Sun Protective Potential and Physical Stability of Herbal Sunscreen Developed from Afghan Medicinal Plants. *Turk J Pharm Sci*. 2020 Jun;17(3):285-292. doi: 10.4274/tjps.galenos.2019.15428. Epub 2020 Jun 22. PMID: 32636706; PMCID: PMC7336038.

ALVES, Natália Cristina. Penetração de ativos na pele: revisão bibliográfica.

ARARUNA, M.K.A., SARAIVA, R.A., NOGARA, P.A., ROCHA, J.B.T., BOLIGON, A.A., ATHAYDE, M.L., RODRIGUES, L.B., DA COSTA, R.H.S., SANTANA, F.R.A., COSTA, J.G.M., COUTINHO, H.D.M., PINHEIRO, P.G., KERNTOPF, M.R., WANDERLEY, A.G., & MENEZES*, I.R.A. (2014). Effect of pequi tree *Caryocar coriaceum* Wittm. leaf extracts on different mouse skin inflammation models: inference with their phenolic compound content. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8(23), 629-637.

ARIANTO A, CINDY C. Preparation and Evaluation of Sunflower Oil Nanoemulsion as a Sunscreen. *Open Access Maced J Med Sci*. 2019 Nov 14;7(22):3757-3761. doi: 10.3889/oamjms.2019.497. PMID: 32127969; PMCID: PMC7048364.

AZIZ FM, DARW. EESH MJ, RAHI FA, SAEED R. In vivo and in vitro Studies of a Polar Extract of *Helianthus annuus* (Sunflower) Seeds in Treatment of Napkin Dermatitis. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 24(2):1–3, 2014.

BARREIROS, André L B S E a. Extresse oxidativo: Relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. *Quim Nova*. 2006;29(1):113–23.

BERNARDO, Ana Flávia Cunha; SANTOS, Kamila dos; SILVA, Débora Parreiras da. Pele: alterações anatômicas e fisiológicas do nascimento à maturidade. *Revista Saúde em foco*, v. 1, n. 11, p. 1221-33, 2019.

BESSA, C.M.A.S.; NASCIMENTO, R.S.; ALVES, R.C.C.; ANSELMO, J.M.; SILVA, A.P.S.; SILVA, A.G.; LIMA, V.L.M.; TAVARES, J.F.; SILVA, L.C.N.; SILVA, M.V.; CORREIA, M.T.S. Syagrus coronate seed oils have antimicrobial action against multidrug-resistant *Staphylococcus aureus*. *Journal of medicinal plants research*. v. 10. 2016. p. 310-317.

CHU, C. C., & NYAM, K. L. (2021). Application of seed oils and its bioactive compounds in sunscreen formulations. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, **98**, 713– 726.

CORINALDESI C., MARCELLINI, F. NEPOTE E., DAMIANI, E R. Danovaro. Impact of inorganic UV filters contained in sunscreen products on tropical stony corals (*Acropora* spp.) *Sci. Total Environ.*, 637-638 (2018), pp. 1279-1285

CSEKES E, RAČKOVÁ L. Skin Aging, Cellular Senescence and Natural Polyphenols. *Int J Mol Sci.* 2021 Nov 23;22(23):12641. doi: 10.3390/ijms222312641.

DAZA A, SOUZA JG, MONNERAT JPIS, RIBEIRO CVDM. Performance of growing lambs supplemented with ground licuri (*Syagrus coronata*). *Anim Biosci.* 2021 Jun;34(6):1014-1021. doi: 10.5713/ajas.20.0199. Epub 2020 Aug 24. PMID: 32898951; PMCID: PMC8100492.

DRUMMOND, José Augusto; FRANCO, José Luiz de Andrade; OLIVEIRA, Daniela de. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. *Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas*. Brasília: Editora Câmara, 2010.

FARAGE M.A., MILLER K.W., ELSNER P., MAIBACH H.I. Intrinsic and extrinsic factors in skin ageing: A review. *Int. J. Cosmet. Sci.* 2008;30:87–95. doi: 10.1111/j.1468-2494.2007.00415.x.

FRAGA, A., 2020. Licuri vira ingrediente de cosméticos e aumenta renda de famílias na Bahia Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Agro-E-Delas/noticia/2020/07/licuri-vira-ingrediente-de-cosmeticos-e-aumenta-renda-de-familias-na-bahia.html>

GONZALEZ S, GILABERTE Y, PHILIPS N. Mechanistic insights in the use of a *Polypodium leucotomos* extract as an oral and topical photoprotective agent. *Photochem Photobiol Sci.* 2010;9(4):559–63.

GUARATINI T, MEDEIROS MHG. Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: Uso e avaliação da sua eficácia. *Quim Nova.* 2007;30(1):206–13.

He H., Li A., Li S., Tang J., Li L., Xiong L. Natural components in sunscreens: Topical formulations with sun protection factor (SPF) *Biomed. Pharmacother.* 2021;134:111161. doi: 10.1016/j.biopha.2020.111161.

HE, B.; CHEN, Y.; YU, S.; HAO, Y.; WANG, F.; QU, L. Food plant extracts for sleep-related skin health: Mechanisms and prospects. *Food Bioscience*, vol. 49, artigo 101951, 2022.

HSIAO, S-W.; KUO, I-C.; SYU, L-L.; LEE, T-H.; CHENG, C-H.; MEI, H-C.; LEE, C-K. Assessing the skin-whitening property of plant extracts from taiwanese species using

zebrafish as a rapid screening platform. *Arabian Journal of Chemistry*, vol. 16, artigo 105035, 2023.

JAHAN, F.; HAPPY, A.A. Revolutionizing plant-based extracts for skin care and therapeutics.

KOCH W, ZAGÓRSKA J, MARZEC Z, KUKULA-KOCH W. Applications of Tea (*Camellia sinensis*) and its Active Constituents in Cosmetics. *Molecules*. 2019 Nov 24;24(23):4277. doi: 10.3390/molecules24234277. PMID: 31771249; PMCID: PMC6930595.

KRAUSE, M. KLIT, A.. JENSEN, M.B SØEBORG, T. FREDERIKSEN, H.. SCHLUMPF, M W. LICHTENSTEIGER, N.E. SKAKKEBAEK, K.T. DRZEWIECKI. Sunscreens: are they beneficial for 9 9 health? An overview of endocrine disrupting properties of UV-filters. *Int. J. Androl.*, 35 (2012), pp. 424-436.

LAKHDAR H, ZOUHAIR K, KHADIR K, ESSARI A, RICARD A, SEITE S, ROUGIER A. Avaliação da eficácia de um protetor solar de amplo espectro na prevenção de cloasma em mulheres grávidas. *J Eur Acad Dermatol Venereol*. 2007; 21 :738–742.

LIMA, V.V.F.; SCARIOT, A.; SEVILHA, A.C. Predicting the Distribution of *Syagrus coronata* Palm: Challenges for the Conservation of an Important Resource in Northeastern Brazil. *Flora* **2020**, 269, 151607.

MACHADO, Gabriela Benedito. Associação de extratos naturais à fotobiomodulação no tratamento do envelhecimento cutâneo: estudo in vitro. 2019. 88 f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biofotônica Aplicada às Ciências da Saúde) - Universidade Nove de Julho, São Paulo.

MATSUI M.S., HSIA A., MILLER J.D., HANNEMAN K., SCULL H., COOPER K.D., BARON E. Non-Sunscreen Photoprotection: Antioxidants Add Value to a Sunscreen. *J. Investig. Dermatol. Symp. Proc*. 2009;14:56–59.

RASTOGI, R.P. KUMAR, R.A. TYAGI M.B. . SINHA, R.P Molecular mechanisms of ultraviolet radiation-induced DNA damage and repair. *J. Nucleic Acids*, 2012 Article ID 592980 (2012)

REBELLO, T. Filtro solar. *Guia de Produtos Cosméticos*. 8. ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2004. p.143-150.

RESENDE DISP, JESUS A, SOUSA LOBO JM, SOUSA E, CRUZ MT, CIDADE H, ALMEIDA IF. Up-to-Date Overview of the Use of Natural Ingredients in Sunscreens. *Pharmaceuticals (Basel)*. 2022 Mar 18;15(3):372. doi: 10.3390/ph15030372. PMID: 35337168; PMCID: PMC8949675.

RIBEIRO, C. Fotoproteção e Fotoprotetores. Cosmetologia aplicada à dermoestética, 2. ed. São Paulo: Phamabooks, 2010. p. 77-115.

RODRIGUES, I.A.; ALVIANO, D.S.; GOMES, M.T.; SILVA, D.O.; ANTONIASSI, R.; SILVA, A.J.R.; BIZZO, H.R.; ALVIANO, C.S.; VERMELHO, A.B.; ROSA, M.S.S. In vitro antiLeishmania amazonenses activity of the polymeric procyanidin-rich aqueous extract from Syagrus coronate. Journal of medicinal plants research. v. 5. 2011. p. 3781-3790.

SAEWAN N, JIMTAISONG A. Natural products as photoprotection. J Cosmet Dermatol. 2015 Mar;14(1):47-63. doi: 10.1111/jocd.12123. Epub 2015 Jan 12. PMID: 25582033.

SANTOS SOUZA TG, DA SILVA MM, FEITOZA GS, DE MELO ALCÂNTARA LF, DA SILVA MA, DE OLIVEIRA AM, DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR JCR, DO AMARAL FERRAZ NAVARRO DM, DE AGUIAR JÚNIOR FCA, DA SILVA MV, CHAGAS CA. Biological safety of Syagrus coronata (Mart.) Becc. Fixed oil: Cytotoxicity, acute oral toxicity, and genotoxicity studies. J Ethnopharmacol. 2021 May 23;272:113941. doi: 10.1016/j.jep.2021.113941. Epub 2021 Feb 19. PMID: 33610703.

SANTOS, B.S.; BEZERRA FILHO, C.M.; NASCIMENTO JUNIOR, J.A.A.; BRUST, F.R.; BEZERRA-SILVA, P.C.; ROCHA, S.K.L.; KROGFELT, K.A.; NAVARRO, D.M.A.F.; CORREIA, M.T.S.; NAPOLEÃO, T.H.; SILVA, L.C.N.; MACEDO, A.J.; SILVA, M.V.; PAIVA, P.M.G. Anti-staphylococcal activity of Syagrus coronate essential oil: biofilm eradication and in vivo action on Galleria mellonella infection model. Microbial Pathogenesis. v. 131. 2019. p. 150-157

SCHALKA, S.; REIS, V. M. S. Fator de proteção solar: Significado e controvérsia. Anais Brasileiros de Dermatologia, v. 86, n. 3, p. 507-515, 2011.

SETAPAR, S.H.M.; AHMAD, A.; JAWAIDS, M., Nanotechnology for the Preparation of Cosmetics Using Plant-Based Extracts. Elsevier, 2022, pp. 75-130.

SILLER, A. BLASZAK, S.C. LAZAR, M. HARKEN E.O.. Update about the effects of the sunscreen ingredients oxybenzone and octinoxate on humans and the environment. Plastic Surg. Nurs., 39 (2019), pp. 157-160

SILVA, Andreza Amaral da; GONÇALVES RC. Reactive oxygen species and the respiratory tract diseases of large animals Andreza. Cienc Rural. 2010;40(4):994–1002.

SOHN M, HERZOG B, OSTERWALDER U, IMANIDIS G. Calculation of the sun protection factor of sunscreens with different vehicles using measured film thickness distribution - Comparison with the SPF in vitro. J Photochem Photobiol B. 2016 Jun;159:74-81. doi: 10.1016/j.jphotobiol.2016.02.038. Epub 2016 Mar 4. PMID: 27045276.

TEIXEIRA GL, IBÁÑEZ E, BLOCK JM. Emerging Lipids from Arecaceae Palm Fruits in Brazil. *Molecules*. 2022 Jun 29;27(13):4188. doi: 10.3390/molecules27134188. PMID: 35807433; PMCID: PMC9268242.

Wolf R, Tüzün B, Tüzün Y. Protetores solares. *Dermatol Ther*. 2001; 14 :208–214.

WANG A.S., DREESSEN O. Biomarkers of cellular senescence and skin aging. *Front. Genet*. 2018;9:247. doi: 10.3389/fgene.2018.00247.

YADAV V, VARSHNEY P, SULTANA S, YADAV J, SAINI N. Moxifloxacin and ciprofloxacin induces S-phase arrest and augments apoptotic effects of cisplatin in human pancreatic cancer cells via ERK activation. *BMC Cancer*. 2015 Aug 11;15:581. doi: 10.1186/s12885-015-1560-y. PMID: 26260159; PMCID: PMC4531397.

4. ARTIGO

Desenvolvimento de filtro solar contendo óleo fixo de sementes de *Syagrus coronata* (Arecaceae)

Nelson Correia de Oliveira Junior¹, João Victor de Oliveira Alves¹, Maria Tereza dos Santos Correia¹, Márcia Vanusa da Silva¹, Thiago Henrique Napoleão¹

¹Departamento de Bioquímica, Centro de Biociências, Universidade Federal de Pernambuco.

Autor correspondente: thiago.napoleao@ufpe.br

Resumo

Syagrus coronata é uma palmeira nativa da flora brasileira, sendo umas das principais plantas medicinais do domínio Caatinga, sendo utilizado em receitas caseiras para reparação e hidratação da pele. A alta exposição aos raios ultravioleta (UV) favorece o envelhecimento precoce e ao seguimento de cânceres de pele. A aplicação tópica de filtros solares representa uma estratégia interessante de proteção cutânea contra a radiação ultravioleta e a busca e por fotoprotetores de origem natural tem ganhado atenção. O objetivo deste trabalho foi desenvolver um filtro solar contendo o óleo fixo das sementes do *S. coronata*. O óleo fixo foi obtido por prensagem a frio. Para identificação dos ácidos graxos, o óleo fixo foi submetido à transesterificação e cromatografia gasosa e espectrometria de massa. O óleo também foi avaliado quanto a dosagem de fenóis e flavonoides e quanto à capacidade antioxidante total (CAT). A atividade fotoprotetora do óleo (100 µg/mL) e de formulações constituídas por base de filtro solar e o óleo (2, 5 e 10%) foi determinada através do cálculo do fator de proteção solar (FPS). A estabilidade dos filtros solares foi avaliada por meio do teste dos três ciclos, determinando-se os parâmetros separação de fase, pH, cor, odor e textura. O óleo apresentou como componentes majoritários ácido láurico (43,56%), ácido mirístico (15,08%) e ácido oleico (10,35%). Os teores de fenóis e flavonoides foram 1,0±0,03 mg EAG/g e 4,4±0,09 mg EQ/g, respectivamente. O óleo demonstrou baixa CAT (1,9±0,1 %). O óleo apresentou FPS de 6,8. Quando inserido nas formulações nas devidas proporções, o maior FPS foi 6,2, para a concentração de 10%. Os filtros solares contendo o óleo se mostraram estáveis por 90 dias,

sem alterações dos parâmetros avaliados. O presente estudo demonstra potencial ampliador das propriedades fotoprotetor do óleo fixo de *S. coronata* para o desenvolvimento de formulação cosméticas.

Palavras Chaves: Caatinga. Fotoproteção. Licuri.

1. Introdução

O uso de plantas medicinais para tratamento e prevenção de doenças tem recebido uma atenção primária desde os tempos mais remotos (MESQUIA et al., 2017). À medida que vão se expandindo as pesquisas e o interesse nessa área, é possível inclusive a descoberta de novas moléculas. Diversas preparações das plantas medicinais, incluindo os óleos de sementessão usados para fins terapêuticos e sua eficácia tem sido promissora para prevenção/tratamentos de algumas doenças (FERREIRA E DANTAS, 2014). Os óleos vegetais apresentam inúmeras vantagens para seu uso, porque geralmente apresentam baixa toxicidade e elevada biodegradabilidade (AZIZ et al., 2014).

Dentre as espécies produtoras de óleos vegetais destacam-se as da família Arecaceae (DRUMOND, 2007). *Syagrus coronata*, popularmente conhecida como licuri, é uma palmeira encontrada na Caatinga e que tem demonstrado um grande potencial em várias áreas de pesquisa, incluindo Nutrição, Biomedicina e Biotecnologia (KILL, 2002). O óleo fixo de seus frutos é usado como alimento e na medicina popular como anti-inflamatório e cicatrizante (CAVALCANTI et al., 2015). Há relatos também da sua utilização nas afecções oftalmológicas relacionados à deficiência de vitamina A, propriedade que tem sido relacionada ao alto teor de carotenoides com atividade provitamina A (ARARUNA et al., 2014). Tradicionalmente, o óleo do licuri é utilizado para receitas caseiras e formas decuidados com o corpo, devido suas propriedades de reparação e hidratação da barreira da pele. Com base nesse conhecimento tradicional, já estão disponíveis comercialmente sabonetelíquido em óleo, óleo desodorante corporal e gel creme hidratante desodorante corporalcontendo o óleo do licuri (FRAGA, 2020).

Sabe-se que a exposição crônica ou repetida à radiação solar ultravioleta (UVA e UVB) promove tanto o fotoenvelhecimento da pele, quanto a carcinogênese (MATSUMURA e ANANTHASWAMY, 2002; GUINEA et al., 2012). As radiações UVA e UVB são responsáveis pela diminuição de sistemas antioxidantes cutâneos, bem como pelo aumento de sistemas oxidantes, por diversos mecanismos, alterando o balanço redox celular e,

consequentemente, a homeostasia cutânea (GARATINI et al., 2007). A aplicação tópica de antioxidantes representa uma estratégia interessante de proteção cutânea contra a radiação ultravioleta. Dessa forma, a busca e o desenvolvimento de fotoprotetores de origem natural tem ganhado atenção especial (MORAIS et al., 2013).

O uso de protetor (ou filtro) solar, além de prevenir o câncer de pele causado pela incidência de raios UV, pode ser utilizado para retardar processos dermatológicos como formação de rugas, sinais de idade, dilatação de vasos sanguíneos e perda de colágeno. Um protetor solar é composto por dois componentes básicos, os ingredientes ativos (filtros orgânicos e/ou inorgânicos que possuem atividade fotoprotetora) e um veículo. Os filtros orgânicos são formados por moléculas orgânicas capazes de absorver a radiação UV de alta energia e transformá-la em radiações com energias menores e inofensivas ao ser humano (DUALE et. al., 2010; SEITE et. al., 2000). Já as partículas de óxidos metálicos, como óxido de zinco (ZnO) e dióxido de titânio (TiO₂), compõem os filtros inorgânicos, ou físicos. Eles têm a capacidade de refletir ou dispersar a radiação incidente e têm alta fotoestabilidade (SCHALKA; DOS REIS, 2011).

Apesar de serem um grande aliado, alguns protetores solares podem causar problemas devido aos agentes químicos que os compõem, que são tóxicos para o nosso corpo e ao meio ambiente (MEIRELLES et al., 2021). Os compostos químicos frequentemente utilizados em produtos cosméticos, industriais e protetores solares incluem a oxibenzona, que é um derivado da benzofenona com capacidade de absorver os raios UVA (CORDERO, 2019). No entanto, evidências crescentes mostram que existem muitos efeitos negativos associados ao uso de protetores solares químicos, como reações alérgicas na pele, efeitos neurotóxicos e hormonais nocivos (SAUCEDO et al., 2020).

Devido à sua composição, os óleos vegetais proporcionam à pele revitalização, proteção contra os radicais livres de oxigênio, efeitos cicatrizantes e rejuvenescedores e proteção solar (RASTOGI et al., 2012). Os óleos de plantas apresentam enormes vantagens eudérmicas, independentemente de seu efeito fotoprotetor. Isso significa que eles podem ser usados como potencializadores do fator de proteção solar (FPS) ou como auxiliares em formulações fotoprotetoras associadas a filtros sintéticos (VIOLANTE, et al., 2008, RANGEL; CORRÊA, 2002).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi realizar um estudo sobre o potencial fotoprotetor do óleo das sementes do *S. coronata*, bem como desenvolver filtro solar contendo esse óleo como amplificador da capacidade fotoprotetora de filtros solares já conhecidos comercialmente.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Óleo fixo das sementes de *Syagrus coronata*

A Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (COOPES), localizada em Capim Grosso, Bahia, forneceu o óleo vegetal utilizado nos experimentos. A cooperativa coleta as sementes na região e extrai o óleo por extração mecânica a frio em prensa elétrica.

2.2 Caracterização química do óleo

Os componentes do óleo foram identificados por meio de um detector de acoplamento CG com ionização de chama (CG-FID). Um instrumento quadrupolo Agilent Technology 7890 (Agilent Technologies, Palo Alto, CA, EUA) foi usado para realizar essa análise. O instrumento estava equipado com uma coluna capilar de sílica fundida não polar DB-5 da Agilent J&W DB-5 (filme de 30 m × 250 µm di; espessura: 0,25 µm). 1 ml para cada amostra foi injetado no modo dividido (100: 1) e uma temperatura de injeção de 300 °C. A temperatura do forno de CG foi ajustada para 150 °C e mantida por 4 minutos. Em seguida, foi elevada para 280 °C e mantida por 5 minutos. O hélio (He) foi utilizado como gás de arraste com fluxo de 1 mL/min e pressão constante de 7,0 psi. As temperaturas FID foram configuradas em 300 °C. Os ésteres metílicos de receptores foram identificados comparando seus tempos de retenção com os padrões Nu Chek (Elysian, MN) e calculando porcentagens da área total do pico, conforme registrado pelo CG-FID. As análises foram realizadas em três ocasiões diferentes.

2.3 Dosagem de fenóis e flavonoides totais

A análise dos compostos fenólicos e flavonoides foi realizada de acordo com Hua-Bin (2007) e Woisky e Salatino (1998), com pequenas modificações, respectivamente. 20 µL da amostra (5 mg/mL) foi adicionada em uma placa de 96 poços junto com 100 µL do reagente de Folin-Ciocalteu (10% v/v) e, em seguida, 80 µL de carbonato de sódio (75 g/L). Após 30 min de incubação no escuro e à temperatura ambiente, a absorbância a 765 nm foi lida. Os fenóis totais contidos nas amostras foram calculados usando curva-padrão do ácido gálico

como referência e os resultados foram expressos em miligramas de equivalente de ácido gálico por grama de óleo (mg EAG/g).

O teor de flavonoides foi analisado incubando-se 100 µL do óleo (5 mg/mL) e do reagente (Cloreto de alumínio 20% m/v) em uma placa de 96 poços. Após uma hora de incubação no escuro, a absorbância a 420 nm foi lida. Os flavonoides contidos foram estimados usando curva-padrão da quercetina como referência e os resultados foram expressos em miligrama de equivalente de quercetina por grama de óleo (mg EQ/g).

2.4 Avaliação de atividade antioxidante

2.4.1 Capacidade antioxidante total (CAT)

A capacidade antioxidante total (CAT) foi avaliada pelo ensaio de redução do fosfomolibdênio de acordo com Pietro et al (1999). Para tanto, 5 mg do óleo foi diluído em 1 mL de dimetilsulfóxido (DMSO) a 5% (v/v), e uma alíquota de 100 µL foi combinada com 1 mL de solução reagente (ácido sulfúrico a 600 mM, fosfato de sódio 28 mM e molibdato de amônio 4 mM) em microtubos de 1,5 mL. Após incubação a 90 °C durante 90 min, a absorbância a 695 nm foi medida contra um em branco (1 mL de reagente e 100 µL de DMSO 5%). Ácido ascórbico foi usado como controle positivo. A CAT foi expressa em relação ao ácido ascórbico e calculada pela seguinte fórmula:

$$CAT (\%) = (Abs_{amostra} - Abs_{controle}) / (Abs_{ác. ascórbico} - Abs_{controle}) \times 100$$

2.5 Avaliar da ação fotoprotetora *in vitro*

A determinação *in vitro* do fator de proteção solar (FPS) foi realizada de acordo com Mansur et al. (1986). Inicialmente, o óleo foi diluído em metanol para 1 mg/mL e foi realizada a leitura espectrofotométrica da absorbância entre 290 e 320 nm. Os valores de absorbância obtidos foram adicionados na equação:

$$FPS = FC \times \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \times I(\lambda) \times abs(\lambda)$$

em que: FPS = fator de proteção solar; FC = fator de correção igual a 10; EE (λ) = efeito eritemogênico da radiação do comprimento de onda (λ) nm; I (λ) = intensidade da radiação solar no comprimento de onda (λ) nm; abs (λ) = leitura espectrofotométrica da absorbância da solução do filtro solar no comprimento de onda (λ) nm.

2.6 Desenvolvimento do filtro solar

Foi utilizada uma base de filtro solar inorgânico desenvolvida previamente (Tabela 1). O óleo fixo do *S. coronata* foi incorporado nesta base de filtro solar em concentrações de variaram de 2 a 10%, variação esta, condicionada as concentrações usuais de ativos fotoprotetores convencionais. Cada formulação foi preparada em triplicata e analisada quanto ao fator de proteção solar (como descrito acima) e estabilidade.

Tabela 1 – Composição da base do filtro solar inorgânico

Item	Ativo	Concentração	Ação
1	Óxido de zinco	10%	Ativo
2	Glicerina	10%	Solvente
3	Dióxido de titânio	5%	Ativo
4	Metilparabeno (nipagim)	0,15%	Conservante
5	Propilparabeno (nipazol)	0,05%	Conservante
6	BHT	0,10%	Antioxidante
7	EDTA	0,10%	Agente quelante
8	Cera lanette	19%	Emulsionante aniônico
9	Água destilada	55,60%	Veículo

2.7 Estabilidade do filtro solar

2.7.1 Teste dos três ciclos

A estabilidade preliminar das formulações foi avaliada através da submissão a variações extremas de temperatura no chamado teste dos três ciclos. As amostras passaram pelo ciclo de variação de temperatura permanecendo 24 h no congelador (-20 °C), 24 h em temperatura ambiente (25 °C), e 24 horas na estufa (45 °C) por três vezes. Ao final dos três ciclos foram avaliadas características organolépticas (cor, aspecto, odor), pH e separação de fases (RIEGER, 1996).

2.7.1.1 Determinação das características organolépticas

Na verificação das características organolépticas das formulações foram avaliados o aspecto, a cor e odor (FERREIRA, 2000). De acordo com o guia de produtos ANVISA (2004) as características organolépticas foram avaliadas da seguinte forma:

- Aspecto: granulado, pó seco, pó úmido, cristalino, pasta, gel, fluído, viscoso, volátil, homogêneo, heterogêneo, transparente, opaco, leitoso. Ainda, a amostra pode ser classificada segundo os seguintes critérios: Normal, sem alteração; Levemente separada, levemente precipitada ou levemente turva; Separada, precipitada ou turva.
- Cor: visualmente compara-se a cor da amostra com a do padrão estabelecido, em um frasco de mesma especificação. A amostra do produto pode ser classificada segundo os seguintes critérios: Normal, sem alteração; levemente modificada; modificada; intensamente modificada.
- Odor: compara-se o odor da amostra com a do padrão estabelecido, diretamente através do olfato. A amostra pode ser classificada segundo os seguintes critérios: Normal, sem alteração; levemente modificada; modificada; intensamente modificada.

2.7.1.2 Determinação do pH

As soluções deveriam ter a mesma temperatura por, no mínimo, trinta minutos antes do início da operação. Em um béquer de 10 mL, foram pesados 0,5 g da formulação analisada que foram dissolvidos aos poucos em 5 mL de água destilada. Foram feitas três leituras em potenciômetro para cada amostra (FARMACOPÉIA BRASILEIRA, 1988).

2.7.1.3 Separação de fases pela centrifugação

Antes de iniciar o teste dos três ciclos, 0,5 g do produto foram colocados em três microtubos de 1,5 mL, identificados como tubos A, B e C. Os tubos foram então levados a centrífuga (modelo 5415R) em rotações e tempos diferentes: 5 minutos para o tubo A em

1600 rpm; 10 minutos para o tubo B em 2000 rpm; e 15 minutos para o tubo C em 3600 rpm. Após a centrifugação foi feita a análise visual se houve separação de fases (ANVISA, 2004).

2.8 Análise de dados

Os resultados foram expressos como a média $\pm$ desvio padrão. As comparações estatísticas foram realizadas utilizando análise de variância (ANOVA) seguida pelo teste de Tukey. Um nível de probabilidade de 95% ($p < 0,05$) foi considerado como o nível de significância.

3. Resultados e discussão

Na identificação dos componentes do óleo das sementes de *S. coronata* foram encontrados como componentes majoritários: ácido láurico, ácido mirístico e ácido oleico em sua composição, como mostra a Tabela 2. Os compostos identificados e os teores dos componentes majoritários do óleo de licuri são similares aos relatados por Souza et al. (2021) e Santos et al. (2019). Os resultados para dosagem de compostos fenólicos e flavonoides revelaram teores de $1,0 \pm 0,03$ mg EAG/g e $4,4 \pm 0,09$ mg EQ/g, respectivamente. O óleo demonstrou baixíssima CAT, de apenas $1,9 \pm 0,1$ %. Segundo os achados de Souza et al. (2021), o óleo do *S. coronata* apresentou baixa atividade também. Contudo, Barbosa et al. (2019) demonstrou resultados com elevados teores de compostos fenólicos ($266,72 \pm 8,81$ mg EAG/100g) e flavonóides ($604,18 \pm 42,37$ mg EQ/g) quando realizava em extrato aquoso das sementes de licuri.

Tabela 2 – Perfil de ácidos graxos detectadas no óleo fixo da *S. coronata*.

Ácido Graxo	% da composição
Ácido Octanóico (C8:0)	$10,15 \pm 0,03$
Ácido Decanóico (C10:0)	$6,39 \pm 0,03$
Ácido Láurico (C12:0)	$43,56 \pm 0,37$
Ácido Mirístico (C14:0)	$15,08 \pm 0,14$

Ácido Palmítico (C16:0)	7.31 ± 0,01
Ácido Esteárico (C18:0)	3,7 ± 0,03
Ácido Oleico (C18:1)	10,35 ± 0,33
Ácido Linoleico (C18:2)	3.34 ± 0,21

Os valores representados em média ± Desvio padrão

Alguns ácidos graxos presentes no óleo fixo da *S. coronata* são relatados em outras palmeiras. No óleo de coco (*Cocos nucifera*), Rossell et al. (1985) relataram altos teores de ácidos láurico (47,5%) e mirístico (18,1%), seguidos de ácidos palmítico, caprílico e cáprico. No óleo de amêndoa da macaúba (*Acrocomia aculeata*) foram encontradas quantidades significativas de ácido láurico (41,42%) e oleico (29,22%). O ácido oleico (C18:1) é comumente encontrado em grande quantidade em óleos vegetais.

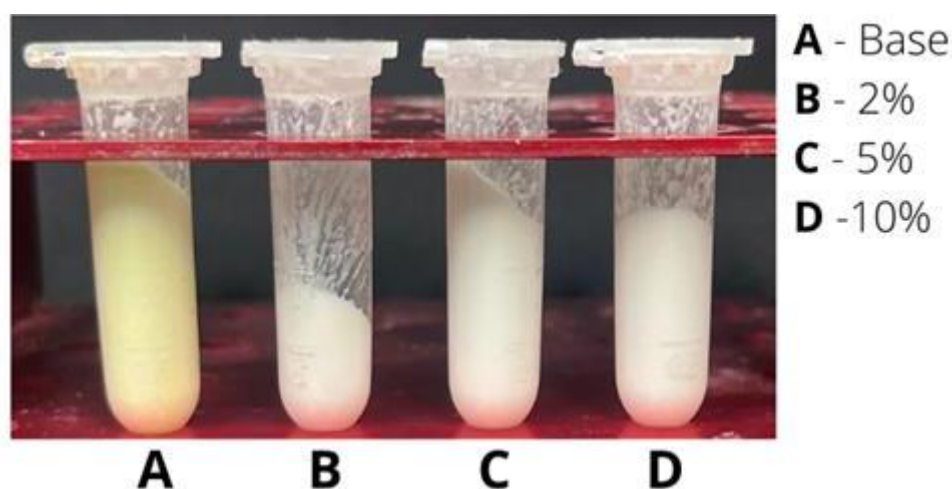
O óleo fixo das sementes de *S. coronata* apresentou um FPS de 6,8±0,2, quando analisado isoladamente em uma concentração de 100 µg/mL, superior ao valor mínimo estabelecido para atividade fotoprotetora de acordo com a Resolução 30/2012 do Conselho de Administração Colegiado (RDC) da ANVISA sobre produtos cosméticos. O óleo do licuri se mostrou promissor como o óleo de andiroba (*Carapa guianensis*), que apresentou FPS de 6,64 (FERRARI et al., 2007), assim como os óleos fixos comerciais de azeite e do óleo de coco (FPS em torno de 8) e óleo de rícino (FPS em torno de 6) (KAUR et al., 2010). Já os óleos de amêndoa, (FPS: 5); mostarda e chaulmoogra (FPS em torno de 3); e gergelim (FPS: 2) apresentaram valores mais baixos (KAUR et al., 2010). Os óleos podem absorver, refletir ou dispersar a radiação ultravioleta, oferecendo proteção superior às loções hidroalcoólicas (BAILLO e LIMA 2012).

Uma vez que o óleo fixo de *S. coronata* demonstrou potencial ampliador fotoprotetor, foram desenvolvidas as formulações cosméticas. Quando inserido nas formulações (a 2, 5 ou 10%), alcançou-se um FPS de até 6,2±0,1 (Tabela 3), sendo os valores das formulações a 5 e 10% estatisticamente diferentes do da base. A incorporação em uma formulação nem sempre resulta na preservação da atividade fotoprotetora de um óleo vegetal. Por exemplo, o óleo livre de *Opuntia ficus-indica* apresentou FPS de 22, mas uma formulação com este óleo na concentração de 10% (p/p) não apresentou FPS significativo (0,23±0,01) (PEREIRA DE SOUZA et al., 2014). Já uma emulsão cosmética elaborada com óleo de babaçu (*Attalea speciosa*) rico em ácido oleico (18.83%) apresentou um FPS de 38±2,9 (SILVA et al., 2020).

Tabela 3 – Fator de proteção solar (FPS) das formulações controle (base) e contendo óleo fixo de sementes de *S. coronata*

Formulações	FPS
Base	3,2±0,2 ^a
Óleo a 2%	3,6±0,4 ^a
Óleo a 5%	5,7±0,3 ^b
Óleo a 10%	6,2±0,1 ^b

Os valores representados em média ± Desvio padrão. Os valores foram encontrados diferenças significativas ($p > 0,05$) em comparação com o controle.



Todas as formulações apresentaram-se com aspecto homogêneo, consistência de creme, cor branca brilhosa, além de odor agradável característico (Tabela 4). Nos testes de controle de qualidade pudemos observar alterações de pH e da cor na base controle (Fig. 1).

Fig 1. Formulações após 90 dias de preparada

Já as formulações contendo o óleo de *S. coronata* se mantiveram estáveis ao longo das análises por 90 dias. A presença de ácidos insaturados na composição do óleo da *S. coronata* provavelmente confere-lhe um maior tempo de estabilidade, favorecendo assim o seu armazenamento a longo prazo (SILVA et al., 2020).

Tabela 5 – Avaliação da estabilidade formulações desenvolvidas com óleo fixo da *S. coronata*

Formulações Característica		Tempo					
		0	7	15	30	60	90
Base	Fase	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	pH	8,5	8,5	8,5	8,5	7,5	6,5
	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Levemente modificada	Intensamente modificada
	Odor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
	Textura	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
10%	Fase	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	pH	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	odor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
	Textura	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
5%	Fase	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	odor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
	Textura	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme
2%	Fase	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico	Monofásico
	pH	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8	7,8
	Cor	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
	odor	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico	Característico
	Textura	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme	Creme

4. Conclusão

O óleo fixo da *S. coronata* apresentou atividade fotoprotetora, a qual foi capaz de ampliar o FPS de filtro solar inorgânico contendo 5% ou 10% do óleo. O filtro solar contendo o óleo fixo da *S. coronata* se mostrou altamente estável frente à exposição a diferentes temperaturas, em um período de análise de 90 dias.

Financiamento

Este trabalho foi financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE).

Declaração de interesse concorrente

Os autores declaram que não têm interesses financeiros concorrentes conhecidos ou relacionamentos pessoais que possam parecer influenciar o trabalho relatado neste artigo.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Cooperativa de Produção da Região do Piemonte da Diamantina (COOPES) pelo fornecimento do óleo fixo de *S. coronata*.

Referências

ARARUNA, M.K.A., SARAIVA, R.A., NOGARA, P.A., ROCHA, J.B.T., BOLIGON, A.A., ATHAYDE, M.L., RODRIGUES, L.B., DA COSTA, R.H.S., SANTANA, F.R.A., COSTA, J.G.M., COUTINHO, H.D.M., PINHEIRO, P.G., KERNTOPF, M.R., WANDERLEY, A.G., & MENEZES*, I.R.A. (2014). Effect of pequi tree *Caryocar coriaceum* Wittm. leaf extracts on different mouse skin inflammation models: inference with their phenolic compound content. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8(23), 629-637.

AREMU MO, IBRAHIM H E ANDREW C. Estudos comparativos da composição lipídica do óleo de polpa e sementes de ameixa no sangue (*Haematostaphis barteri*). *Open Biochem J* 11: 94 - 104 (2017).

AZIZ FM, DARWEESH MJ, RAHI FA, SAEED R. In vivo and in vitro Studies of a Polar Extract of *Helianthus annuus* (Sunflower) Seeds in Treatment of Napkin Dermatitis. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 24(2):1–3, 2014. [Link] ISSN: 0976-044x.

BARBOSA, Julyanne Maria de Lima. Avaliação do potencial nutricional do resíduo de Licuri (*Syagrus Coronata* mart. becc.) e sua aplicação na elaboração de pão enriquecido. 2019. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

BARBIERI J.S., WANAT K., SEYKORA J. *Skin: Basic Structure and Function*. Elsevier; Amsterdam, The Netherlands: 2014.

BORGES, CLARISSA MACHADO E DIAS. Desenvolvimento e estabilidade acelerada de emulsão contendo óleo de *Mauritia flexuosa* L.. 2019. 42 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Farmácia)—Universidade de Brasília, Brasília, 2019.

C.E.S. CARVALHO, E.P.C. SOBRINHO-JUNIOR, L.M. BRITO, L.A.D. NICOLAU, T.P. CARVALHO, A.K.S. MOURA, K.A.F. RODRIGUES, S.M.P. CARNEIRO, D.D.R. ARCANJO, A.M.G.L. CITÓ, F.A.A. CARVALHO, Anti- *Leishmania* activity of essential oil of *Myracrodruon urundeuva* (Engl.) Fr. All.: Composition, cytotoxicity and possible mechanisms of action, *Exp. Parasitol.* 175 (2017) 59–67. doi:10.1016/j.exppara.2017.02.012.

CAVALCANTI, M.C.B.T.; CAMPOS, L.Z.O.C.; SOUSA, R.S.; ALBUQUERQUE, U.P. Pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm., *Caryocaraceae*) oil production: A strong economically influenced tradition in the Araripe region, northeastern Brazil. *Ethnobotany Research & Applications*. v. 14. 2015. p. 437-452.

CORDERO, Andrea Montero. El protector solar:¿un nuevo enemigo?. Serie de Blogs de la Revista de Biología Tropical, 2019.

DAMASCENO, B.P.G.L.; SILVA, J.A.; OLIVEIRA, E.E.; SILVEIRA, W.L.L.; ARAÚJO, I.B.; OLIVEIRA, A.G.; EGITO, E.S.T. Microemulsão: um promissor carreador para moléculas insolúveis. *Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e aplicada*, vol.32, n.1,p.9-18,2011.

DUALE, N.; OLSEN, A.K.; CHRISTENSEN, T.; BUTT, S.T.; BRUNBORG, G. Octyl methoxycinnamate modulates gene expression and prevents cyclobutane pyrimidine dimer formation but not oxidative DNA damage in UV-exposed human cell lines. *Toxicol. Sci.*, v.114, n.2, p.272-284, 2010.

DRUMMOND, José Augusto; FRANCO, José Luiz de Andrade; OLIVEIRA, Daniela de. Uma análise sobre a história e a situação das unidades de conservação no Brasil. *Conservação da Biodiversidade: Legislação e Políticas Públicas*. Brasília: Editora Câmara, 2010.

ELSHAFEEY, A. H.; HAMZA, Y. E.; AMIN, S. Y.; ZIA, H. In vitro transdermal permeation of fenoterol hydrobromide. *Journal of Advanced Research*, v. 3, n. 2, p. 125-132, 2012.

FRAGA, A., 2020. Licuri vira ingrediente de cosméticos e aumenta renda de famílias na Bahia Disponível em: <https://globorural.globo.com/Noticias/Agro-E-Delas/noticia/2020/07/licuri-vira-ingrediente-de-cosmeticos-e-aumenta-renda-de-familias-na-bahia.html>

FERREIRA, S.B.; DANTAS, I.C.; CATÃO, R.M.R. Evaluation of the antimicrobial activity of the essential oil of sucupira (*Pterodon emarginatus*). *Rev. bras. plantas med.* vol.16 no.2 Botucatu abr./jun. 2014.

GARATINI, T.; MEDEIROS, M. H. G.; COLEPICOLO, P. Antioxidantes na manutenção do equilíbrio redox cutâneo: uso e avaliação de sua eficácia. *Quim Nova*, v. 30, n. 1, p. 206-213, 2007.

GASPAR, L. R.; MAIA CAMPOS, P. M. B. G. Rheological behavior and the SPF of sunscreens. *Int J Pharm*, v. 250, n. 1, p. 35-44, 2003.

GUINEA, M., FRANCO, V., ARAUJO-BAZÁN, L., RODRÍGUEZ-MARTÍN, I., GONZÁLEZ, S., 2012. In vivo UVB- photoprotective activity of extracts from comercial marine macroalgae. *Food Sci. Technol. Int.* 50, 1109-1117.

HEURTAULT, B.; SAULNIER, P.; PECH, B.; PROUST, J.-E.; BENOIT, J.-P. Physico-chemical stability of colloidal lipid particles. *Biomaterials*, v. 24, n. 23, p. 4283-4300, 2003.

HOU, J.; LIN, H. In Vitro Antioxidant, Antihemolytic, and Anticancer Activity of the Carotenoids from Halophilic Archaea. *Current Microbiology*, v. 75, p.266–271, 2017.

JUNYAPRASERT, V. B.; SINGHSA, P.; JINTAPATTANAKIT, A. Influence of chemical penetration enhancers on skin permeability of ellagic acid-loaded niosomes. *Asian J Pharm Sci*, v. 8, n. 2, p. 110-117, 2013.

MATSUMURA, Y., ANANTHASWAMY, H. N., 2002. Short-term and long-term cellular and molecular events following UV irradiation of skin: implications for molecular medicine. *Expert. Ver. Mol. Med.* 4, 1-22.

MARQUARDT C , MATUSCHEK E , BOLKE E , GERBER PA , PEIPER M , SEYDLITZ-KURZBACH JV , et al. Avaliação da toxicidade tecidual de anti-sépticos pelo teste do ovo de galinha na membrana corioalantóide (HETCAM) . *Eur J Med Res* 2010 ; 15 : 204 - 9 .

MANSUR, J. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. A.; AZULAY, R. D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An. Bras. Dermatol.*, Rio de Janeiro, v. 61, p. 121-124, 1986.

MENDES, M. A. S. et al. 1998. Fungos em plantas no Brasil. EMBRAPA. 555p.

MESQUITA, Maria Otammires Mota de; PINTO, Tatiana Maria Farias; MOREIRA, Raulzito Fernandes. Potencial antimicrobiano de extratos e moléculas isolados de plantas da Caatinga: uma revisão. *Revista Fitos Eletrônica*, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 216-230, 2017.

MÉTODOS FÍSICO QUÍMICOS PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS, ed. IV, Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MÉTODOS FÍSICO QUÍMICOS PARA ANÁLISE DE ALIMENTOS, ed. IV, Instituto Adolfo Lutz, 2008.

MEIRELLES, Samara Francine dos Reis et al. Avaliação das consequências do uso inadequado do filtro solar. *Revista Transformar*, v. 15, n. 1, p. 372-386, 2021.

MORAIS, M. L.; SILVA, A. C. R.; ARAUJO, C. R. R.; ESTEVES, E. A.; PINTO, N. A. V. D. Determinação do potencial antioxidante in vitro de frutos do Cerrado brasileiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 35, n. 2, p. 355-360, 2013.

OLIVEIRA, Y.; SILVA, L.; SILVA, A.; MACEDO, A.; ARAÚJO, J., CORREIA, M.; SILVA, M. Antimicrobial Activity and Phytochemical Screening of *Buchanania tetraphylla* (Aubl.) R. A. Howard (Combretaceae: Combretaceae). *The Scientific World Journal*, 2012.

PEREIRA DE SOUZA, C. M., DOS SANTOS, D. P. G., SOARES, B. S. A., DE SANTANA, P. C., APOLINÁRIO, A. C., DA CUNHA, E. V. L., DE LIMA DAMASCENO, B. P. G., DA VEIGA JUNIOR, V. F., SANTANA, D. P., & DA SILVA*, J. A. (2014). Physicochemical characterization and in vitro evaluation of the photoprotective activity of the oil from *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. seeds. *African Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 8(33), 824-831.

PRIETO, P.; PINEDA, M.; AGUILAR, M. Spectrophotometric Quantitation of Antioxidant Capacity through the Formation of a Phosphomolybdenum Complex : Specific Application to the Determination of Vitamin E. *Analytical Biochemistry*, v. 341, p. 337–341, 1999.

RANGEL VLBI, CORRÊA MA 2002. Fotoproteção. *Cosmet Toil* (edição em português) 14: 88-95.

RASTOGI, R.P. KUMAR, R.A. . TYAGI, M.B SINHA R.P. Molecular mechanisms of ultraviolet radiation-induced DNA damage and repair. *J. Nucleic Acids*, 2012 Article ID 592980 (2012)

ROMEIRO, Ademar Ribeiro. Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100006>. *Estud. av.* vol.26 no.74 São Paulo, 2012.

SAUCEDO, GLORIA M. GARNACHO et al. Efectos de la radiación solar y actualización en fotoprotección. *Anales de Pediatría*. Elsevier Doyma, 2020.

SANTOS SOUZA TG, DA SILVA MM, FEITOZA GS, DE MELO ALCÂNTARA LF, DA SILVA MA, DE OLIVEIRA AM, DE OLIVEIRA FARIAS DE AGUIAR JCR, DO AMARAL FERRAZ NAVARRO DM, DE AGUIAR JÚNIOR FCA, DA SILVA MV, CHAGAS CA. Biological safety of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. Fixed oil: Cytotoxicity, acute oral toxicity, and genotoxicity studies. *J Ethnopharmacol.* 2021 May 23;272:113941. doi: 10.1016/j.jep.2021.113941. Epub 2021 Feb 19. PMID: 33610703.

SANTOS, B.S.; BEZERRA FILHO, C.M.; NASCIMENTO JUNIOR, J.A.A.; BRUST, F.R.; BEZERRA-SILVA, P.C.; ROCHA, S.K.L.; KROGFELT, K.A.; NAVARRO, D.M.A.F.; CORREIA, M.T.S.; NAPOLEÃO, T.H.; SILVA, L.C.N.; MACEDO, A.J.; SILVA, M.V.; PAIVA, P.M.G. Anti-staphylococcal activity of *Syagrus coronata* essential oil: biofilm eradication and in vivo action on *Galleria mellonella* infection model. *Microbial Pathogenesis*. v. 131. 2019. p. 150-157

SANTOS, F.R.A. Emulsões múltiplas: formulação, caracterização, estabilidade e aplicações. 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade Fernando Pessoa.

SEITE, S.; COLIGE, A.; VIVENOT, P.P.; MONTASTIER, C.; FOURTANIER, A.; LAPIÈRE, C.; NUSGENS B. A full-UV spectrum absorbing daily use cream protects human skin against biological changes occurring in photoaging. *Photodermatol. Photoimmunol. Photomed.*, v.16, n.4, p.147-155, 2000

SILVA, M.J.F., RODRIGUES, A.M., VIEIRA, I.R.S. ET AL. (2020). Development and characterization of a babassu nut oil-based moisturizing cosmetic emulsion with a high sun protection factor. *RSC Advances*, 10, 26268– 26276.

SOUZA, L. C., SOUZA, E. S. E, BRITO, C. V. DOS S. P., & DINIZ, M. C. (2022). Prospecção Tecnológica da Utilização dos Ácidos Graxos de Óleos Vegetais na Indústria de Cosméticos. *Cadernos De Prospecção*, 15(2), 541–556. <https://doi.org/10.9771/cp.v15i2.44168>

TRUJILLO-RODRÍGUEZ, M.J. H. NAN, M. VARONA, M.N. Emaus, I.D. Souza, J.L. Anderson, Advances of Ionic Liquids in Analytical Chemistry, Anal. Chem. (2018) acs.analchem.8b04710. doi:10.1021/acs.analchem.8b04710.

VIOLANTE, I.M.P. et al. Estudo preliminar da atividade fotoprotetora *in vitro* de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. Revista Brasileira de Farmacognosia, v.89, n.3, p.175-179, 2008.

WOISKY R.G. & SALATINO A. 1998. Analysis os propolis: some parameters ond prodecure for chemical fuality control. J. Apic. Res. 37(2):99-105.

ZOHRA, M. A. FAWZIA, Hemolytic activity of different herbal extracts used in Algeria, Indian J. Pharm. Sci. Res. 5 (2014) 495–500. doi:10.3389/fbioe.2015.00195.