



Universidade Federal de Pernambuco  
Centro de Biociências

CHYRLAYNE MARINHO SILVA MELO

**POTENCIAL FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DO  
PEQUI (*Caryocar coriaceum*)**

Recife  
2022

CHYRLAYNE MARINHO SILVA MELO

**POTENCIAL FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DO  
PEQUI (*Caryocar coriaceum*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Orientador: Prof.(a) Dra. Vera Lúcia de Menezes Lima.

Recife  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do programa de geração automática do SIB/UFPE

Melo, Chyrlayne Marinho Silva.  
POTENCIAL FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DO PEQUI  
(Caryocar coriaceum) / Chyrlayne Marinho Silva Melo. - Recife, 2022.  
40 : il., tab.

Orientador(a): Vera Lucia de Menezes Lima  
Cooorientador(a): Fernanda Granja da Silva Oliveira  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de  
Pernambuco, Centro de Biociências, Biomedicina, 2022.

1. Plantas medicinais . 2. Fotoproteção. 3. Bioma da caatinga . I. Lima , Vera  
Lucia de Menezes . (Orientação). II. Oliveira, Fernanda Granja da Silva .  
(Cooorientação). III. Título.

610 CDD (22.ed.)

CHYRLAYNE MARINHO SILVA MELO

**POTENCIAL FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DO  
PEQUI (*Caryocar coriaceum*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Biomedicina da Universidade Federal de Pernambuco, como pré-requisito à obtenção do título de Bacharel em Biomedicina.

Aprovada em: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientador: Prof. Dra. Vera Lucia de Menezes Lima  
UFPE/ Departamento de bioquímica

---

Dra. Ana Paula Sant'Anna da Silva  
UFPE/ Departamento de bioquímica

---

Me. João Ricardhis Saturnino de Oliveira  
UFPE/ Departamento de bioquímica

“A reação mais comum da mente humana a uma conquista não é satisfação, e sim o anseio por mais.”  
Yuval Noah Harari

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha orientadora, Prof. Dra. Vera Menezes e minha coorientadora Dra. Fernanda Granja pela disponibilidade e assistência durante todo esse tempo.

Agradeço a Prof. Dra. Márcia Vanusa por todas as oportunidades e ensinamentos.

Aos colegas do laboratório de produtos naturais e a todos do departamento de bioquímica que possibilitaram direta ou indiretamente a conclusão desse trabalho.

Agradeço aos meus colegas de turma, principalmente a meu amigo Roger Luís, por ter deixado a caminhada mais leve, pelo apoio e carinho durante toda a graduação.

Agradeço a todos da minha família, em especial a meus pais, por todo sacrifício e dedicação que me possibilitaram chegar aqui, e a meus irmãos, meus sobrinhos e meu companheiro por todo apoio e amor, vocês são minha fonte de força e inspiração, essa conquista também é de vocês.

MELO, Chyrlayne Marinho Silva. **POTENCIAL FOTOPROTETOR DO ÓLEO DA SEMENTE DO PEQUI (*Caryocar coriaceum*)**. 2022. 40. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

## RESUMO

As plantas medicinais são parte importante na terapia medicinal da nossa sociedade, sendo crescente seu uso como alternativa clínica em políticas públicas em vários países do mundo. Os metabólitos secundários e ácidos graxos contidos na planta lhe conferem ação antioxidante, anti-inflamatória, entre outras. Os efeitos da radiação ultravioleta, podem causar carcinoma, melanoma. E o uso de filtros solares é imprescindível para a melhor proteção da pele. O pequi (*Caryocar coriaceum*) tem um importante potencial fitoquímico para o desenvolvimento de um fitocosmético com ação fotoprotetora. O presente trabalho teve como o objetivo, avaliar o perfil de ácidos graxos e elaborar uma formulação a partir das atividades biológicas encontradas. Após a coleta, o óleo fixo foi obtido através de prensagem e processado para a avaliação da sua composição química, por cromatografia gasosa. A análise do fator de proteção solar (FPS) foi realizada por espectrofotometria e pelo cálculo desenvolvido por Mansur. A partir desses resultados, o óleo foi incorporado em uma formulação base creme em 6 diferentes concentrações e foram submetidas a análises de estabilidade preliminar, como pH, centrifugação, espalhabilidade, densidade e avaliação das características organolépticas. Com base nos resultados obtidos, pôde-se concluir que o óleo das sementes de pequi apresentou uma composição lipídica diversa, com destaque para o ácido oleico e palmítico. O óleo revelou atividade fotoprotetora, com um FPS de 10.18, valor acima do requisitado para a determinação da atividade fotoprotetora. Em relação às formulações, somente a formulação 4 se manteve estável durante todo o período do ciclo de gelo e degelo e que passou pelos testes posteriores sem maiores alterações, alcançando um FPS de 29,98 notando um possível sinergismo entre o filtro químico e o óleo fixo de pequi. A formulação 4 foi considerada promissora, evidenciando um potencial cosmético que requer maior desenvolvimento farmacotécnico das formulações.

**Palavras-chave:** Caatinga. Fotoproteção. Plantas Mediciniais.

MELO, Chyrlayne Marinho Silva. **PHOTOPROTECTIVE POTENTIAL OF PEQUI SEED OIL (*Caryocar coriaceum*)**. 2022. 40. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2022.

### **ABSTRACT**

Medicinal plants are an important part of the medicinal therapy of our society, and their use as a clinical alternative in public policies is increasing in several countries of the world. The secondary metabolites and fatty acids contained in the plant give it antioxidant, anti-inflammatory action, among others. The effects of ultraviolet radiation can cause carcinoma, melanoma. And the use of sunscreens is essential for better skin protection. Pequi (*Caryocar coriaceum*) has an important phytochemical potential for the development of a phytocosmetic with photoprotective action. The present study aimed to evaluate the fatty acid profile and elaborate a formulation based on the biological activities found. After collection, the fixed oil was obtained by pressing and processed for the evaluation of its chemical composition, by gas chromatography. Sun protection factor (SPF) analysis was performed by spectrophotometry and by the calculation developed by Mansur. Based on these results, the oil was incorporated into a cream base formulation in 6 different concentrations and were submitted to preliminary stability analyses, such as pH, centrifugation, spreadability, density and evaluation of organoleptic characteristics. Based on the results obtained, it was concluded that the oil of pequi seeds presented a different lipid composition, with emphasis on oleic acid and palmitic acid. The oil revealed photoprotective activity, with an SPF of 10.18, a value above that requested for the determination of photoprotective activity. Regarding the formulations, only formulation 4 remained stable throughout the ice and defrost cycle period and passed the subsequent tests without further changes, reaching an SPF of 29.98 noting a possible synergism between the chemical filter and the fixed pequi oil. Formulation 4 was considered promising, evidencing a cosmetic potential that requires greater pharmacotechnical development of the formulations.

**Key words:** Caatinga. Photoprotection. Medicinal Plants.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> – Distribuição do domínio Fitogeográfico da Caatinga .....	11
<b>Figura 2</b> – Faixa de comprimento de onda da luz. ....	13
<b>Figura 3</b> – Capacidade penetrativa da luz .....	13
<b>Figura 4</b> – Dano induzido ao DNA pela luz UV .....	14
<b>Figura 5</b> – Elementos e produtos do pequi .....	15
<b>Figura 6</b> – Distribuição fitogeográfica da espécie sobre o Bioma Caatinga.....	16
<b>Figura 7</b> – Estrutura química do octilmetoxicinamato .....	19
<b>Figura 8</b> – Absorção espectrofotométrica na região do ultravioleta do óleo das sementes de <i>Caryocar coriaceum</i> e dos filtros químicos sintéticos octil metoxicinamato e benzofenona-3 .....	25
<b>Figura 9</b> – FPS do óleo da semente de <i>C. coriaceum</i> e os filtros químicos sintéticos octil metoxicinamato e benzofenona-3 .....	26
<b>Figura 10</b> – Formulações no dia 1 .....	27
<b>Figura 11</b> – Formulações após os 12 dias do ciclo de gelo e degelo (F1, F2, F3, F5 e F6) .....	29
<b>Figura 12</b> – Valores de espalhabilidade das formulações F1 a F6, no dia 1 do período experimental.....	29
<b>Figura 13</b> – Valores de espalhabilidade das formulações F1 a F6, no dia 12 do período experimental.....	30
<b>Figura 14</b> – Densidades das formulações 1 a 6 .....	30

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria .....	20
<b>Tabela 1</b> – Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria .....	23
<b>Tabela 3</b> – Perfil dos de ácidos graxos do óleo das sementes de <i>Caryocar coriáceo</i> .....	23
<b>Tabela 4</b> – Controle de qualidade físico-químico das formulações-teste 1 (F1) até a 7 (F7), como óleo das sementes de <i>Caryocar coriaceum</i> (Pequi) .....	28
<b>Tabela 5</b> – Controle de qualidade químico das formulações-teste com o óleo da semente do pequi após 24 h de manipulação .....	31

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>10</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>11</b>
2.1 FLORA BRASILEIRA E IMPORTÂNCIA DOS ESTUDOS COM PRODUTOS NATURAIS E PLANTAS MEDICINAIS.....	11
2.2 DOMÍNIO FITOGEOGRÁFICO DA CAATINGA.....	11
2.3 DANO UV E FOTOPROTEÇÃO .....	12
2.4 PEQUI ( <i>Caryocar coriaceum</i> ).....	15
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>17</b>
3.1 OBJETIVO GERAL .....	17
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	17
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>18</b>
4.1 COLETA E OBTENÇÃO DO ÓLEO VEGETAL.....	18
4.2 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO ÓLEO DA SEMENTE DE <i>C. coriaceum</i> .....	18
4.3 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR <i>In vitro</i> (FPS).....	19
4.4 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES FOTOPROTETORAS .....	20
4.5 CONTROLE DE QUALIDADE E ESTABILIDADE PRELIMINAR DAS FORMULAÇÕES .....	21
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>23</b>
5.1 PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS ENCONTRADOS NO ÓLEO.....	23
5.2 DETERMINAÇÃO DO FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR <i>in vitro</i> (FPS).....	24
5.3 DESENVOLVIMENTO DAS FORMULAÇÕES COM AÇÃO FOTOPROTETORA .....	26
5.4 CONTROLE DE QUALIDADE E ESTABILIDADE PRELIMINAR DAS FORMULAÇÕES .....	27
<b>6 CONCLUSÃO</b> .....	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>34</b>

## 1 Introdução

As plantas medicinais são de grande importância na terapia medicinal, na cura e tratamento das diversas enfermidades, em nossa sociedade, resultando na implantação de seu uso como alternativa clínica, a partir de políticas públicas, em vários países do mundo. O Brasil vem acompanhando esta tendência, com a atualização de suas normas e legislações sanitárias, especialmente em relação a alguns critérios, como segurança, eficácia e qualidade de produtos farmacêuticos e cosméticos com matérias-primas ativas vegetais (BRASIL, 2014). Os consumidores têm demonstrado preferência na utilização de produtos que utilizem matérias-primas naturais, principalmente os derivados vegetais (IHA *et al.*, 2008).

Como também, as matérias primas naturais contêm metabólitos secundários e metabólitos primários, como ácidos graxos, que tem várias atividades clínicas, como ação antioxidante, anti-inflamatória, antienvhecimento e fotoproteção, justificando seu uso na indústria farmacêutica pela diminuição dos efeitos indesejáveis que os sintéticos estão sendo relacionados, como o carcinogênese, reações alérgicas, hepatotoxicidade e aumento significativo da proliferação do retículo endoplasmático em nível celular (MELO; GUERRA, 2002; KRISHNAIAH *et al.*, 2011).

Visto que a radiação ultravioleta está relacionada a vários danos que podem ocasionar, por exemplo, envelhecimento, câncer de pele e queimaduras, que pode ser explicado pela ação da redução das espécies reativas de oxigênio (EROs), extremamente danosas aos tecidos (VELASCO *et al.*, 2008). Por conta disso, compostos químicos naturais com atividades antioxidante e fotoprotetora tem importante potencial farmacêutico.

O *Caryocar coriaceum* (pequi) é uma planta nativa do domínio fitogeográfico Caatinga que contém em sua composição níveis elevados de ácidos graxos insaturados com comprovada atividade anti-inflamatória e antioxidante, em estudos apontados por Saraiva *et al.* (2011) e o efeito gastroprotetor em roedores como evidenciado por Batista *et al.* (2010) que concluíram a influência positiva do pequi na cicatrização de feridas cutâneas. Neste contexto, este trabalho, que constitui uma investigação pioneira, tem como finalidade a incorporação do óleo em uma formulação fitocosmética com ação fotoprotetora.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Flora Brasileira e Importância dos Estudos com Produtos Naturais e Plantas medicinais

O Brasil é detentor da flora mais diversificada do mundo, com mais de 46 mil espécies de plantas, 22% do total mundial (REFLORA, 2017). Na busca por novas substâncias para o tratamento de diversas patologias e para o desenvolvimento biotecnológico, as plantas medicinais se mostram como produtoras importantes de recursos terapêuticos, sendo utilizadas de diversas formas (VAN E WINK, 2017; NEWMAN E CRAGG, 2016). Além disso, o plano de Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos (Decreto no 5.813, 22 de junho de 2006) tem como pauta o fortalecimento do desenvolvimento industrial e tecnológico nesta área, garantindo o melhor a produtos bioativos oriundos das plantas medicinais, valorizando o conhecimento popular e incentivando a fitoterapia (FIGUEREDO *et al.*, 2014).

### 2.2 DOMÍNIO FITOGEOGRÁFICO DA CAATINGA

O Bioma da Caatinga, figura 1, representa cerca de 11% do território nacional e se concentra na Região Nordeste do Brasil, sua vegetação é xerófita, ou seja, possui resistência a longos períodos de estiagem (BRASIL,2014).

**Figura 1:**Distribuição do domínio Fitogeográfico da Caatinga



Fonte: (SILVA; LACHER, 2020)

A utilização do bioma da Caatinga como foco das pesquisas com produtos naturais é justificável uma vez que a mesma apresenta uma gama de espécimes de flora pouco estudada, facilitando a obtenção de bioativos inéditos, além de incentivar sua preservação e valorização. A literatura mostra que esse bioma é muito rico em espécies vegetais, apresentando aproximadamente 3.500 tipos de plantas divididas em 15 famílias, 26 gêneros e 37 espécies (PEREIRA JUNIOR, 2014).

O Bioma da Caatinga apresenta uma série de plantas com atividades de interesse biotecnológico, como a Urundeúva (*Myracrodruon urundeuva*) que é recomendada como anti-inflamatório e cicatrizante, atuando no tratamento de ferimentos, gastrites e úlceras gástricas. A Jurema-Preta (*Mimosa tenuiflora*), também encontrada na Caatinga, é descrita como detentora de boa atividade antimicrobiana (PADILHA *et al.*, 2010). O Angico (*Anadenanthera colubrina*) que possui, predominantemente, distribuição no Bioma da Caatinga apresenta propriedades adstringentes, sendo utilizada no tratamento de anginas, diarreias, leucorreias e lesões de pele (DSOUSA *et al.* 2019).

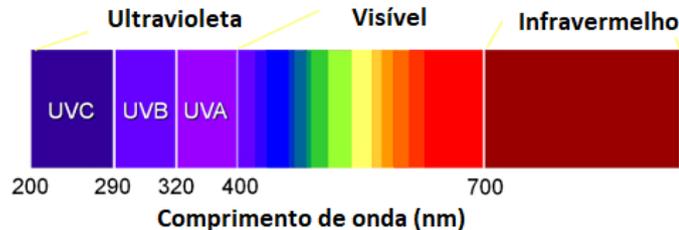
Além disso, segundo a sabedoria popular, a planta é utilizada para o alívio dos sintomas de garganta inflamada, gripe, tosse e febre (SILVA *et al.*, 2020). Outra espécie também endêmica da Caatinga, é a Umburana de Cambão (*Commiphora leptophloeos*), muito comum na medicina popular por ser utilizada como xarope para tosses e bronquites, no tratamento da gripe e como tônico (RIBEIRO *et al.*, 2014). Mediante a gama de espécimes de plantas descritas com atividade terapêutica de interesse, o bioma da Caatinga torna-se um celeiro para a descoberta de novos bioativos de interesse terapêutico e para o desenvolvimento de formulações cosméticas de interesse.

### 2.3 Dano UV e Fotoproteção

A exposição solar representa um fator importante no acometimento de patologias relacionadas ao dano celular, esse mecanismo está intimamente relacionado com a penetração dos raios ultravioletas na pele (LOPES; SOUSA; DALLA LIBERA, 2018). A luz ultravioleta se divide em UVA, UVB e UVC, onde a diferença entre elas está no comprimento de onda, figura 2, e a capacidade de penetração, figura 3. A importância e o perigo da luz ultravioleta são evidenciados por sua capacidade de modificação da estrutura do DNA, ocasionando mutações que

podem levar ao desenvolvimento de patologias relacionadas ao ciclo celular (CADET; DOUKI, 2018).

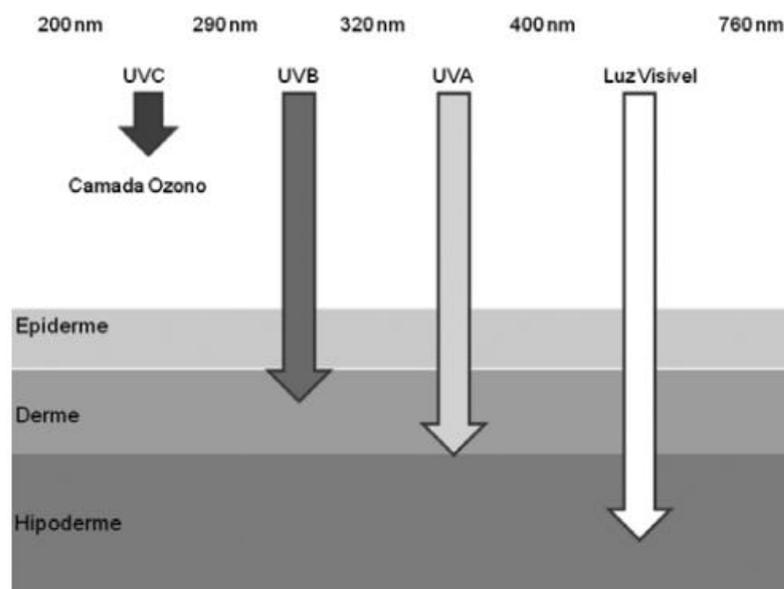
**Figura 2:** Faixa de comprimento de onda da luz.



Fonte: (INCB, 2020)

Além dos diferentes comprimentos de ondas entre a luz UVA, UVB e UVC, é importante destacar o potencial de penetrabilidade que esses raios apresentam. A luz UVA apresenta maior capacidade penetrativa que os raios UVB e UVC, onde esse último fica retido na atmosfera e não apresenta capacidade penetrativa sobre a pele. Estando em um estado intermediário entre raio UVA e UVC, o raio UVB apresenta menor penetrância em relação à luz UVA, devido ao menor comprimento de onda e maior energia (LIMA, 2015.)

**Figura 3:** Capacidade penetrativa da luz

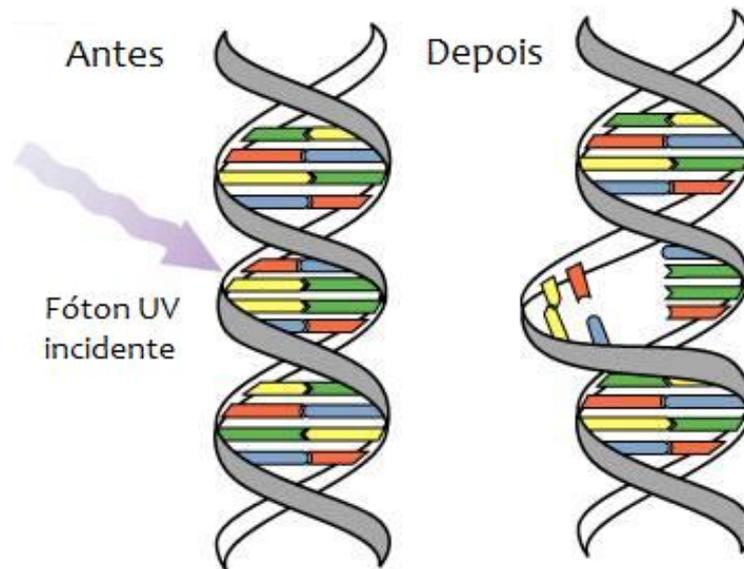


Fonte: (CRAVO et al., 2008).

Apesar de uma penetrabilidade menor que os raios UVA, a luz UVB é a maior responsável pelo efeito nocivo da luz UV sobre as células, figura 4, causando 90%

dos danos provocados pela luz solar (Woollons et al., 1997). Por ter seus cromóforos na região da derme, a luz UVB atinge estruturas como o DNA, RNA, tirosina, triptofano e a melanina que podem sofrer mutações e gerar formações malignas. Além de causar mudanças imunológicas na pele, levando a ativação de componentes relacionados a inflamação.

**Figura 4:** Dano induzido ao DNA pela luz UV



<http://www.rafaelgontijo.com.br/radiacao.html>

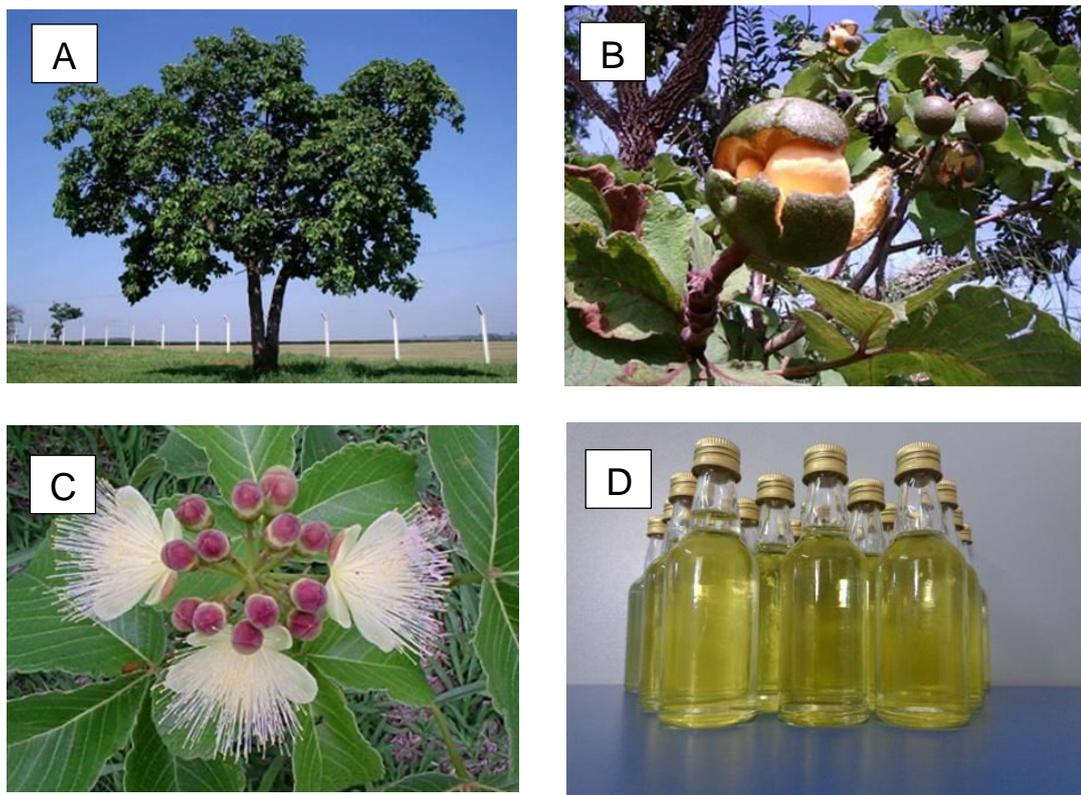
Dessa forma, busca por ferramentas que diminuam os danos genéticos é uma das tendências dos estudos biotecnológicos na atualidade (ALVES FERRAZ *et al.*, 2016; FERRAZ *et al.*, 2016; MELO *et al.*, 2017; LUCIO *et al.*, 2018), onde a perspectiva da associação entre produtos naturais e produtos sintéticos apresentam resultados que somam suas potencialidades e que permitem a diminuição dos efeitos dos compostos ditos como mutágenos, (DÜSMAN *et al.*, 2012; DIAS, 2016). Produtos naturais que fazem a diminuição dos danos genéticos são responsáveis pelo desenvolvimento de novas ferramentas que contribuem para a prevenção e remediação desses agravos (SCHNEIDER, 2017; TESTON; NARDINO; PIVATO, 2017).

Nessa conjuntura, torna-se justificável a busca por produtos naturais ativos em ambientes que sofrem intenso estresse oxidativo e apresentem uma gama de metabólitos adaptados a extremas condições de sobrevivência, o que permite uma maior resistência quanto a mutágenos (DÜSMAN *et al.*, 2012), responsáveis por mutações que acometem diversas patologias.

#### 2.4 Pequi (*Caryocar coriaceum*)

Pertencente à família Caryocaraceae e ao gênero *Caryocar*, o pequi, no Brasil, apresenta 12 das 16 espécies relacionadas a sua ocorrência no mundo. Essa árvore é integralmente aproveitada em muitos setores econômicos, alimentícios, farmacêuticos e cosméticos. Seu propósito alimentício é aproveitado tanto na confecção de alimentos para animais, através do seu uso na alimentação pecuária, quanto na confecção de polpas, óleo comestível, geleias, doces, licores para consumo humano. Seu amplo potencial farmacêutico e cosmetológico é aproveitado no desenvolvimento de cremes, sabonetes e afins. (LORENZI, 1992; OLIVEIRA, 2009; RAMOS; SOUZA, 2011).

**Figura 5:** Elementos e produtos do pequi.

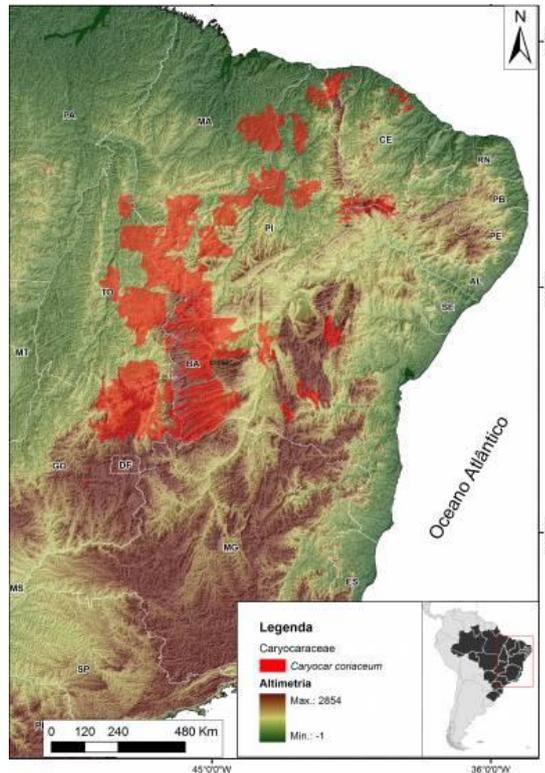


A= Árvore pequizeiro; B= Frutos do pequizeiro; C= Flores do pequizeiro; D= Óleo fixo extraído do pequi; Fonte: LIMA et al., 2019; Colecionandofrutas.com.br/ *Caryocar coriaceum*

Essa espécie apresenta ampla distribuição pelo Nordeste e Centro-Oeste do Brasil, transitando entre os biomas da Caatinga e Cerrado. A espécie tem ocorrência

nos Estados Amazonas, Ceará, Bahia, Goiás, Maranhão, Piauí e Tocantins e atualmente corre risco de extinção (AMORIM et al., 2012; CNCFlora, 2022).

**Figura 6:** Distribuição fitogeográfica da espécie sobre o Bioma Caatinga.



FONTE: CNCFlora, 2022

A espécie possui diversos estudos relacionados a sua bioatividade, sendo os potenciais antiinflamatórios, antiparasitários e cicatrizantes descritos, onde a mesma apresenta um enorme potencial biotecnológico no desenvolvimento de formulações que contemplem essas atividades (BATISTA, 2020; TOMIOTTO-PELLISSIER et al., 2018; SARAIVA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2010).

Dessa forma, a distribuição geográfica da espécie, onde a distribuição da incidência solar é grande devido a proximidade do Bioma Caatinga com a linha do Equador e os baixos índices pluviométricos, faz com que as plantas dessa região apresentem adaptações a essas condições extremas para sobrevivência, permitindo assim uma maior resistência a agentes mutagênicos, tornando a caatinga um ótimo lugar para descobertas de novos bioativos; Além do potencial biotecnológico demonstrado pela espécie em outros estudos, a avaliação da atividade fotoprotetora torna-se o objeto de análise do presente trabalho.

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a composição do óleo da semente do pequi, e inserir este óleo em uma formulação hidratante com atividade fotoprotetora.

#### **3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Identificar o perfil de ácidos graxos dos óleos;
- Caracterizar o perfil químico dos óleos;
- Avaliar a atividade fotoprotetora;
- Formular um fotoprotetor contendo o óleo fixo da semente do fruto.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Coleta e obtenção do óleo vegetal

Os frutos de *C. coriaceum* foram coletados de árvores nativas na Chapada do Araripe, município de Barbalha, Ceará, Brasil, com auxílio de tesoura de poda. Foram acondicionados em sacos de papel devidamente etiquetados. Paralelamente, também foram coletadas amostras para identificação taxonômica e depósito em herbário. Os sacos contendo os frutos de *C. coriaceum* foram acondicionados em caixas térmicas, e depois despulpados manualmente. As sementes foram separadas e colocadas para secar em estufa a 45° C por 72 horas. Devidamente secas as sementes passaram pelo processo de prensagem mecânica para obtenção do óleo fixo. Para remoção de partículas sólidas, o óleo foi filtrado e centrifugado por 5 min a 4000 rpm. Posteriormente, foi armazenado em frasco âmbar hermeticamente fechado, sob refrigeração (2 a 8 °C) em geladeira comercial.

### 4.2 Composição química do óleo da semente de *C. coriaceum*

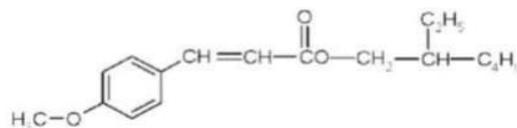
Para a análise de composição de ácidos graxos foi empregado o método descrito por Maia e Rodriguez-Amaya (1993) com modificações, que se baseia na transesterificação dos ácidos graxos e posterior separação e identificação por cromatografia gasosa. Para a transesterificação dos óleos foram utilizados 25 mg da amostra, adicionado de 500 µL de uma solução metanólica de KOH (0,5 M) e agitado sob vórtex por 2 minutos. Logo após, foi adicionado ao sistema 2 mL de n-hexano P.A. e agitado novamente por 2 minutos. Em seguida, a amostra foi centrifugada a 4500 rpm por 6 minutos a temperatura ambiente (25 °C). A partir do sobrenadante, foi retirado aproximadamente 1,5 mL e filtrado com membrana de 0.22 µm. As amostras foram acondicionadas em freezer (20 °C) e, posteriormente, analisadas em cromatografia gasosa, com detector por ionização de chama (CG-FID). A porcentagem de área dos ésteres metílicos de ácidos graxos (EMAG) foi avaliada por GC-FID analítico (Agilent Technology 7890). Utilizou-se coluna capilar DB- 5ms (30 m length × 250 µm diameter × 0.25 µm) com injeção em modo splitless com temperatura de 300° C e forno com temperatura inicial de 150° C, com rampa de 4 °C/min até atingir 280° C, mantendo por 5 min. O gás de arraste foi mantido a fluxo constante de

1 mL/min, injetou-se o volume de 1 µL, e temperatura do detector 300 °C. Para a identificação dos ácidos graxos, foram comparados os tempos de retenção com os dos padrões ésteres metílicos (Sigma-Aldrich), enquanto a quantificação foi realizada pela normalização de área (%).

#### 4.3 Determinação do Fator de Proteção Solar *in vitro* (FPS)

Atividade fotoprotetora foi avaliada utilizando a leitura espectrofotométrica de soluções diluídas, de acordo com o Método de Mansur *et al.* (1986). O filtro UVB sintético lipofílico octilmetoxicinamato (OMC), também denominado por 2-etilhexil 4- metoxicinamato, Figura 8, foi utilizado como padrão positivo.

**Figura 7:** Estrutura química do octilmetoxicinamato



Fonte: Schreurs, et al. 2002

As soluções das amostras foram preparadas na concentração de 100 µg/ml em etanol. Varreduras entre os comprimentos de onda ( $\lambda$ ) de 260 a 4000 nm, com intervalos de 5 nm foram realizadas. Foi utilizado um espectrofotômetro (Quimis®), com cubetas de quartzo de 1 cm de caminho óptico para aquisição dos espectros. Os cálculos foram realizados considerando os intervalos de  $\lambda$  determinados (MANSUR, 1986), como na equação:

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

Aplicou-se o fator de diluição (Fd) para correção de equivalência dos FPS das amostras com os valores de referência, em que FC é o fator de correção (10), EE ( $\lambda$ ) é o efeito eritematogênico da radiação, I ( $\lambda$ ) é a intensidade do sol, e abs ( $\lambda$ ) é a leitura espectrofotométrica da absorvância da solução do filtro solar. Os valores de EE x (i) são constantes e foram determinados por Sayre et al. (1979) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Ponderação empregada no cálculo por espectrofotometria (SAYRE et al., 1979)

Comprimento de onda ( $\lambda$ )	EE x i (normalizado) Valores relativos
290 nm	0,0150
295 nm	0,0817
300 nm	0,2874
305 nm	0,3278
310 nm	0,1864
315 nm	0,0839
320 nm	0,0180
Total	1,0000

EE - Efeito eritematígeno; i - intensidade da radiação  
Fonte: SAYRE, 1979.

#### 4.4 Desenvolvimento das formulações Fotoprotetoras

A formulação base utilizada para o preparo das formulações foi o creme hidratante Limne (Limne Indústria e Comércio LTDA), adquirida comercialmente, com sua devida composição esclarecida (Tabela 2).

**Tabela 2.** Formulação da base creme hidratante Limne.

Excipientes	Concentração	Ação
Álcool cetosteárilico	15 – 20%	Emulsificante
Miristato de isopropila	6 – 10%	Emoliente
Petrolato	1 – 2%	Emoliente
Metilparabeno	0,3 – 0,5%	Conservante
Propilparabeno	0,1 – 0,2%	Conservante
Dimeticona	5 – 8%	Emoliente
Propilenoglicol	6 – 10%	Umectante
Água	45 – 60%	Veículo

Fonte: Limne Indústria e Comércio LTDA.

Para preparação da formulação base, cerca de 1 L de água deionizada foi aquecida até a temperatura de 70 °C. Separadamente foram pesados 250 g do creme hidratante Limne em um béquer, e, então, foi adicionado à água aquecida, agitando sempre, até formar uma mistura homogênea e consistente. A partir da base creme, foram incorporados o filtro químico UVA/B lipossolúvel octilmetoxinamato (Infinity pharma), e o óleo da semente de pequi em diferentes concentrações: F1- Filtro químico 2%(0,8g); F2- óleo 5%(2g) ; F3-filtro químico

2%(0,8) + óleo 5%(2g); F4- filtro químico 2%(0,8) + óleo 10%(4g); F5-filtro químico 5%(2g) + óleo 10%(4g); F6- filtro químico 10%(4g) + óleo 10%(4g) até se atingir uma quantidade final de 40g de formulação . Logo após a manipulação, o pH das formulações foi aferido e, se necessário, ajustado, para o pH 7 e as preparações foram armazenadas em falcon transparente de 50 mL a temperatura ambiente, por 24 h.

#### 4.5 Controle de Qualidade e Estabilidade Preliminar das Formulações

Todas as formulações foram submetidas aos testes de controle de qualidade, de acordo com a caracterização físico-química e química das formulações testes. Como análises físico- químicas, foram analisados o aspecto, cor, odor, determinação de pH em solução aquosa a 10%, espalhabilidade e teste da resistência à centrifugação. Como análise química, foi dosada a atividade fotoprotetora. As análises de controle de qualidade foram realizadas 24 horas após a manipulação, e, posteriormente, ao teste de estabilidade preliminar, após 12 dias.

As propriedades organolépticas foram analisadas macroscopicamente pelo investigador. As cores foram comparadas visualmente entre os produtos testados com a cor do padrão (derivado vegetal). Com relação ao odor, foram comparados o odor do produto teste com o odor do derivado vegetal. Para a determinação do pH, foi realizada uma dispersão aquosa a 10% (p/p) da amostra em água destilada, usando coloração da fita universal de pH. Densidade das formulações-foi tarada uma proveta de 50 mL na balança analítica (Marte AL500) em seguida colocado o produto até completar o volume de 50 mL da proveta. Em seguida, foi determinada a massa decada um dos produtos e dividido por 50 mL para ser encontrado a densidade do produto em g/mL.

A determinação da consistência por extensibilidade foi realizada como proposto por Isaac e Uchiyama (1998). A amostra de produto (0,3 g) foi colocada entre duas placas de vidro, com 10 cm x 20 cm e 0,5 cm de espessura, sendo uma delas disposta sobre um papel milimetrado, colado em uma placa de madeira. A adição de pesos, a cada três minutos, na plac superior, promove o espalhamento do produto, que pode ser medido como extensibilidade, em centímetros.

Para o teste de resistência a centrifugação, foi pesado 1 g da amostra em eppendorf, que foram submetidos a rotação de 3000 rpm, em centrífuga, durante

30 minutos à temperatura ambiente (OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017). O teste da centrifugação produz estresse na amostra simulando um aumento na força de gravidade, fazendo com que haja uma maior mobilidade das partículas e antecipa possíveis instabilidades que poderão ser observadas (BRASIL, 2004). É eficaz para selecionar as formulações que serão submetidas, futuramente, aos testes de estabilidade acelerada e normal (ANVISA, 2004).

A formulações-teste foram submetidas a estudos de estabilidade preliminar, de acordo com os procedimentos descritos no Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos (BRASIL, 2004). O teste de estabilidade preliminar durou 12 dias. Os ciclos de congelamento e descongelamento alternaram 24 horas em temperaturas de  $-5\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$  e 24 horas em temperaturas de  $40\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ . Ao término do ciclo de gelo/degelo, todas as análises realizadas no tempo zero (ou dia 01) do controle de qualidade foram repetidas (análises físico-químicas e química).

Todos estes testes de controle de qualidade e estabilidade preliminar foram realizados conforme Farmacopeia Brasileira (5ª Edição) e Guia de Estabilidade para Produtos Cosméticos da ANVISA (BRASIL, 2004).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Perfil de Ácidos Graxos Encontrados no Óleo

A cromatografia gasosa (CG), aliada a determinados detectores, permite separar, identificar e quantificar compostos. A identificação pode ser feita com a adição de uma substância conhecida quando se deseja confirmar a presença dela na amostra. A quantificação está fundamentada na medida da área (que é proporcional à massa do analito) do respectivo pico de cada substância. A área obtida para um determinado composto em estudo pode ser comparada proporcionalmente e quantitativamente a um padrão interno (considerando o fator resposta) ou utilizar a adição de padrão à amostra (EWING, 1972). Através da CG obteve-se o cromatograma do óleo da semente do pequi de modo que se caracterizaram as composições (%) em ácidos graxos do óleo da semente do pequi (Tabela 3), identificados segundo padrão externo (FAME Supelco™ mix C4-C24, Bellefonte, PA, USA) e seu percentual (%) calculado conforme normalização das áreas dos picos, realizada no CETENE (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, Recife, Brasil).

Após a análise, foi demonstrado que o óleo da semente do pequi possui em sua composição uma variedade de tipos de ácidos graxos. De acordo com os resultados (Tabela 3), foi verificado que o óleo da semente de pequi exibiu uma alta concentração de ácido palmítico (41,8%) e ácido oleico (41,7%). O perfil de ácidos graxos também possui uma forte relação com a oxidação lipídica, pois quanto maior a quantidade de ácidos graxos insaturados, maior a possibilidade de degradação oxidativa (KRICHENE et al., 2010, SILVA et al., 2010).

**Tabela 3.** Perfil dos de ácidos graxos do óleo das sementes de *Caryocar coriaceum*

Ácido graxo	Semente de Pequi <sup>1</sup>
<b>Saturados</b>	<b>44,3</b>
Ácido palmítico (C16:0)	41,8 ±0,23
Ácido esteárico (C18:0)	2,5 ±0,10
<b>Monoinsaturados</b>	<b>43</b>
Ácido palmitoleico (C16:1)	1,3 ± 0,04
Ácido oleico (C18:1)	41,7 ±0,13

<b>Poliinsaturados</b>	<b>11,7</b>
Ácido linoleico (C18:2)	7,7 ± 0,03
Ácido linolênico (C18:3)	4,0 ± 0,10

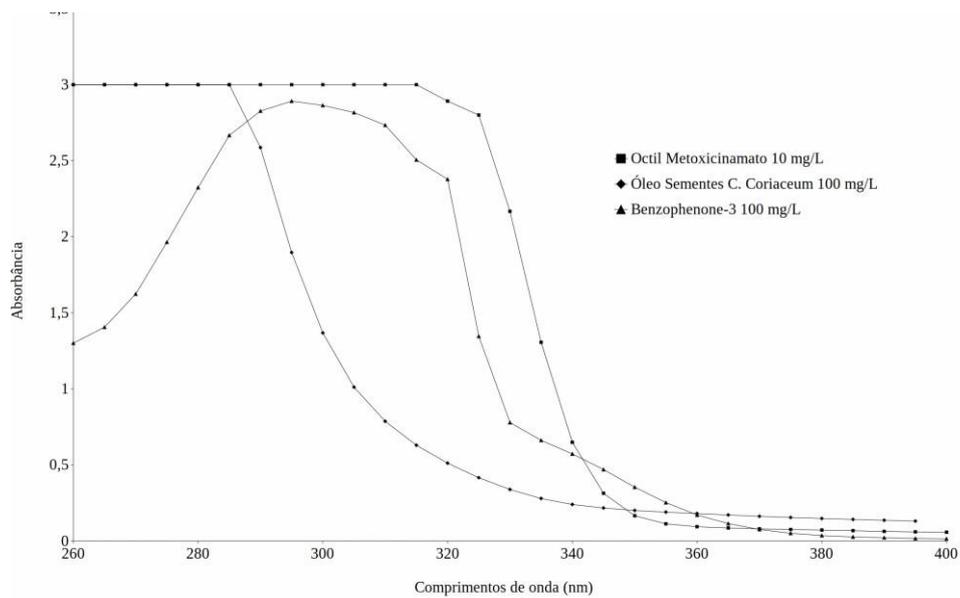
<sup>1</sup>Valores constituem médias ± desvios-padrão de três repetições expressos em %.

Tais valores foram encontrados em vários trabalhos, mostrando assim um padrão de constituintes majoritários. Figueiredo et al. (1989) encontraram o ácido oleico em concentração de 47,95% e o ácido palmítico em 44,42 % em maiores quantidades na composição no óleo fixo da semente. Por ser o óleo matéria-prima de origem vegetal, essas diferenças consideradas naturais podem ser explicadas a partir de variações decorrentes da variedade da planta, da época da colheita dos frutos, componentes genéticos, idade da planta, fertilidade do solo e clima, do processamento industrial ou das condições de condicionamento e armazenamento, visando à sua conservação (GECGEL, VELIOGLU e VELIOGLU, 2011; NASCIMENTO et al., 2008; MONTEZANO, CORAZZA e MURAOKA, 2006; VELASCO, ROJAS-BARROS e FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, 2005).

## 5.2 Determinação do Fator de Proteção Solar *in vitro* (FPS)

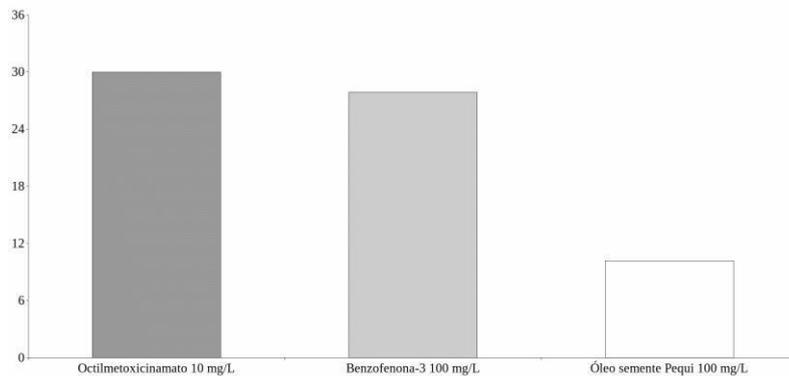
Para a determinação do FPS de diversas substâncias, os métodos *in vitro* apresentam algumas vantagens, como serem baratos, reprodutíveis, rápidos, fáceis de executar e não expõem o voluntário ao risco (VELASCO et al., 2011). Devido a isso, o método de Mansur foi aplicado a este estudo, determinando o FPS do óleo por meio da leitura espectrofotométrica de sua solução diluída, avaliando a altura, largura e localização da curva de absorção na região do ultravioleta, e aplicando posterior tratamento matemático através de uma equação proposta pelo mesmo, sendo calculado para a concentração de 100 µg/ml, usando os valores de absorção na região de 290-320 nm. Os resultados obtidos estão registrados na figura 9.

**Figura 8:** Absorção espectrofotométrica na região do ultravioleta do óleo das sementes de *Caryocar coriaceum* e dos filtros químicos sintéticos octil metoxicinamato e benzofenona-3.



Petrova et al. (2011) e Oberley (2002) relatam que a exposição à radiação UVB gera espécies reativas de oxigênio (ROS), que, reagindo com moléculas fotossensíveis, resulta num desequilíbrio químico e promove danos para as estruturas moleculares. Pelo fato dos raios UVB causarem eritema, envelhecimento, aumento da melanogênese e, até mesmo, câncer de pele, um filtro é considerado eficaz contra os danos da radiação solar quando é capaz de proteger a pele na região UVB (ARAÚJO, 2008; SOUZA, 2005), sendo caracterizado por ter uma ampla faixa de absorção entre 290 a 400 nm (MISHRA et al., 2012), tornando os cosméticos que contenham essas propriedades cada vez mais utilizados para combater estes danos nocivos. Como mostra a Figura 10, o potencial fotoprotetor do óleo de *C. coriaceum* apresentou valores relevantes. Quando comparados aos controles positivos octil metoxicinamato e benzofenona-3, os espectros de UV do óleo de pequi evidenciaram uma absorção importante nas regiões UVB / UVA, sugerindo uma possível atividade fotoprotetora.

**Figura 9.** FPS do óleo da semente de *C. coriaceum* e os filtros químicos sintéticos octil metoxicinamato e benzofenona-3.



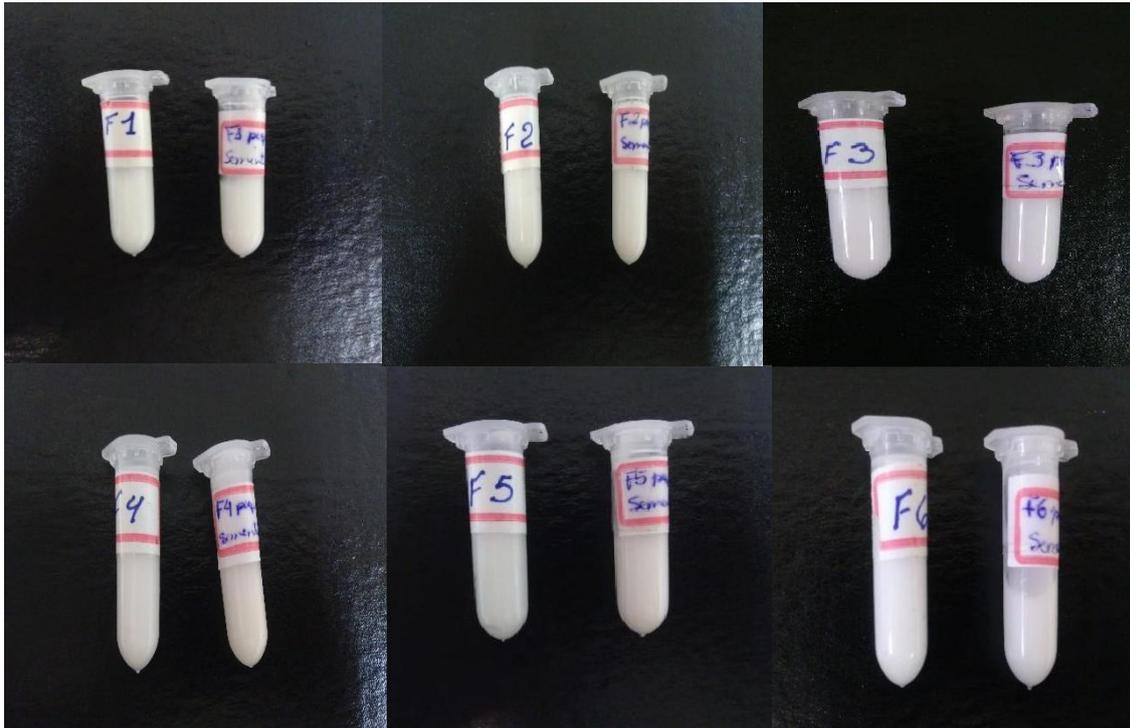
É possível observar, através dos resultados obtidos, que o óleo da semente do pequi apresentou valor 10.18 de FPS, na concentração estudada de 100 µg /mL, demonstrando o seu perfil fotoprotetor. Esta atividade protetora pode estar relacionada a alta concentração de ácidos graxos encontrados, que podem ajudar na reposição, equilíbrio e manutenção da barreira cutânea. Este valor se mostrou superior ao mínimo  $\geq 6,0$  de FPS declarado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) através da RDC nº30 de 1 de julho de 2012, para que os protetores solares sejam considerados ativos (BRASIL,2012). Pesquisas envolvendo ativos naturais que possam atuar sinergicamente com os filtros solares químicos e físicos para a ampliação do fator de proteção solar tem aumentado bastante nos últimos anos, e vem demonstrando boas expectativas com relação ao uso de substâncias naturais como filtros solares (MUNHOZ *et al.*, 2012).

### 5.3 Desenvolvimento das Formulações com Ação Fotoprotetora

A formulação base em creme escolhida foi preparada seguindo as instruções do fabricante. Dessa mistura, foram obtidas 6 formulações, utilizando a base creme Limne, e adicionando-se, então, o filtro químico lipossolúvel Toctilmetoxinamato e o óleo vegetal da semente do pequi nas devidas proporções.

Todas as formulações apresentaram-se com aspecto homogêneo e consistência firme, cor branca brilhosa, além de odor agradável característico, logo após a manipulação dos componentes, demonstrando que a presença do filtro químico e do óleo vegetal em diferentes concentrações não alterou as formulações.

**Figura 10.** Formulações no dia 1, após conclusão da manipulação.



Fonte: Autor

#### 5.4 Controle de Qualidade e Estabilidade Preliminar das Formulações

Os testes de estabilidade preliminares são muito utilizados e visam fornecer à formulação condições para o envelhecimento, permitindo avaliar o perfil de estabilidade física, química e funcional, segundo os parâmetros avaliados (BABY et al., 2008). Após as 48 h da manipulação das formulações, os testes de controle de qualidade e estabilidade, físico-químicos e químicos foram aplicados nas sete formulações desenvolvidas, tal intervalo de tempo, desde a manipulação até o início dos testes, é necessário já que as formulações não adquirem o equilíbrio perfeito imediatamente após o preparo, tornando esse tempo de espera imprescindível para que haja a estabilização, sendo usualmente preconizado 24-48 horas após o preparo (MORAIS, 2007).

Após os testes do dia 1, as amostras foram, então, submetidas ao ciclo de gelo e degelo por um período total de 12 dias, sendo ao final repetidos todos os testes de estabilidade para comprovação de alterações nas formulações.

**Tabela 4.** Controle de qualidade físico-químico das formulações-teste 1 (F1) até a 7 (F7), como óleo das sementes de *Caryocar coriaceum* (Pequi)

Ensaio	F1		F2		F3		F4		F5		F6	
	T1	T12										
Aspecto	N	SF	N	SF	N	SF	N	N	N	SF	N	SF
Cor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Odor	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
pH	7	NA	7	NA	7	NA	7	6	7	NA	7	NA
Teste de Centrifugação	N	S	N	S	N	S	N	N	N	S	N	S

Legenda: T1: Dia 1 de manipulação; T12: após o ciclo de 12 dias de gelo e degelo; N = indica condição normal, sem alterações; SF = separação de fases; NA = não analisado; S = Houve alteração.

Como mostrado na Tabela 5, todas as formulações apresentaram aspectos de homogeneidade, brilho, odor e coloração de acordo com as qualidades desejáveis e pré- estabelecidas para os produtos no início dos testes de estabilidade, porém ao fim do ciclo de gelo e degelo a maioria das formulações demonstraram instabilidade e tiveram separação de fases, a única que foi estável em todos os testes foi a formulação 4. Vários fatores podem comprometer a estabilidade físico-química e microbiológica de um sistema emulsionado: escolha de constituintes incompatíveis, tipo e concentração de emulsificantes, velocidade de agitação, tempo de aquecimento e arrefecimento, quantidades das fases, temperatura e ambiente de estocagem e contaminação por microrganismos (Alvarez et al., 2007; Idson, 1993a; Rieger, 1996; Schueller, Romanowski, 2000; Silva e Soares, 1996). Em relação ao pH, a amostra 4, apresentou após o ciclo uma leve queda, mas que ainda permanece dentro da faixa ideal de pH na pele. Devido a essa incompatibilidade do composto e a base, as formulações 1,2,3,5 e 6 foram descartadas nos testes posteriores.

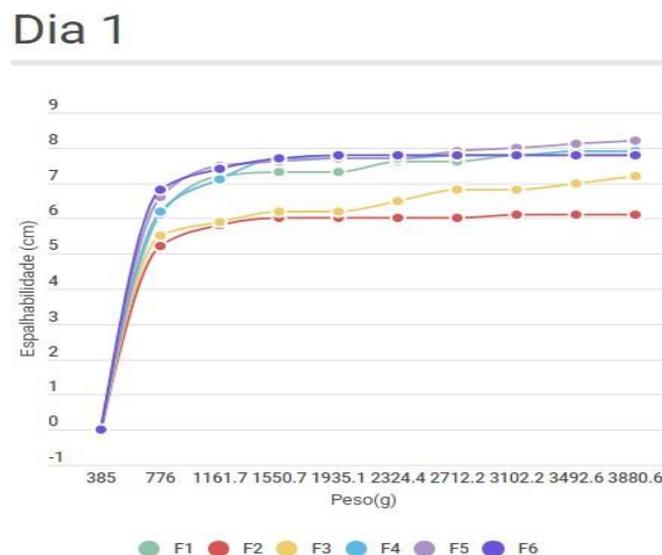
**Figura 11.** Formulações após os 12 dias do ciclo de gelo e degelo (F1, F2, F3, F5 e F6)



Fonte: Autor

A espalhabilidade consiste na expansão de uma forma farmacêutica semissólida após aplicação de força por um período de tempo, e está relacionada a eficácia de um fotoprotetor, pois assim que aplicado à pele, este deve formar um filme homogêneo de aplicação agradável, ajudando na redução do consumo pela menor quantidade aplicada (BORGHETTI et al., 2006; BORELLA et al., 2010; KHURY; BORGES, 2011)

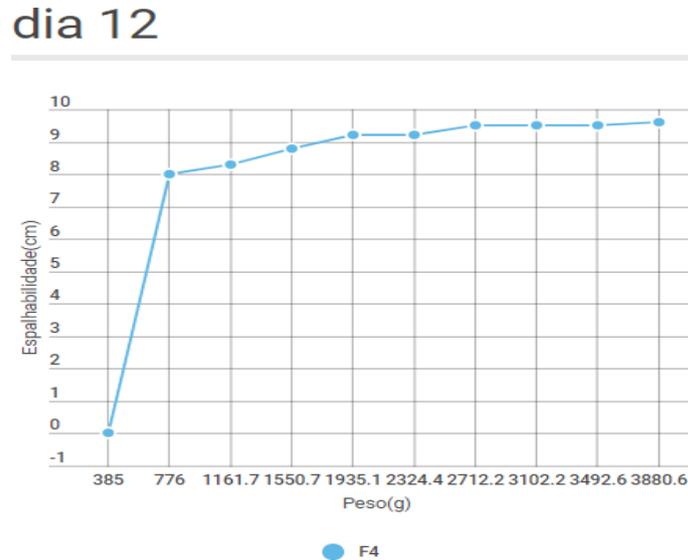
**Figura 12.** Valores de espalhabilidade das formulações F1 a F6, no dia 1 do período experimental.



A partir da análise dos gráficos de espalhabilidade das formulações, observa-se que as amostras aumentam sua capacidade de extensão em

decorrência da adição de pesos, após o tempo estabelecido de 3 min, conforme era esperado.

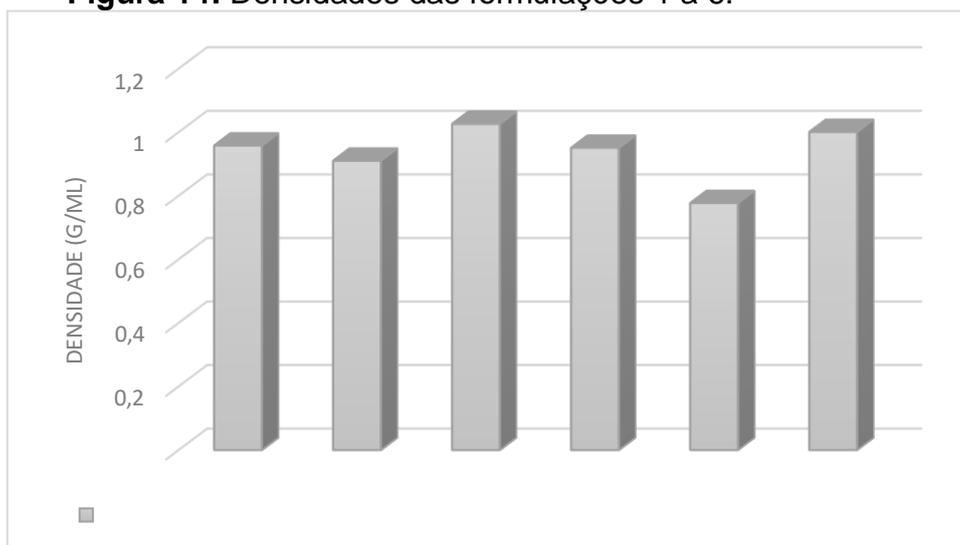
**Figura 13.** Valores de espalhabilidade da formulação F4, no dia 12 do período experimental



Os valores de espalhabilidade indicam que a formulação tem uma boa dispersão uniforme em pequenas concentrações. No dia 12 houve um pequeno aumento na espalhabilidade da amostra 4, sendo positivo esse resultado, porque está relacionada a eficácia de um fotoprotetor, pois assim que aplicado à pele, este deve formar um filme homogêneo de aplicação agradável, ajudando na redução do consumo pela menor quantidade aplicada (BORGHETTI et al., 2006; BORELLA et al., 2010; KHURY; BORGES, 2011).

A determinação da densidade é necessária para a avaliação da capacidade volumétrica para formas farmacêuticas. Os resultados estão contidos na figura 15.

**Figura 14:** Densidades das formulações 1 a 6.



U	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Série1	0,9583	0,9105	1,0264	0,951	0,7772	1,001

A densidade não teve mudanças bruscas entre a amostra sem o óleo, formulação 1 (F1), e as demais amostras. Para a avaliação da atividade fotoprotetora dentro das formulações, o método *in vitro* de análise espectrofotométrica de soluções diluídas, adaptado por Mansur e colaboradores (1986), mostra-se como uma alternativa para os métodos *in vivo*. Esta técnica é utilizada para avaliar o FPS de formulações em desenvolvimento, bem como no controle de qualidade lote a lote de cosméticos antissolares (NASCIMENTO et al, 2009). Os valores de FPS obtidos para as formulações F1 até F6, após as 24 h, são mostrados na Tabela 5

**Tabela 5:** Controle de qualidade químico das formulações-teste com o óleo da semente do pequi após 24 h de manipulação.

(nm)	F1	F2	F3	F4	F5	F6
290	2,918	0,208	>+3	>+3	2,987	>+3
295	>+3	0,203	>+3	>+3	>+3	>+3
300	2,973	0,203	>+3	>+3	>+3	>+3
305	2,973	0,204	2,98	>+3	2,934	>+3
310	2,908	0,203	2,976	>+3	2,938	>+3
315	2,853	0,224	2,93	>+3	2,84	>+3
320	2,72	0,201	2,835	2,883	2,729	2,962
FPS ±	27,03	2,05	29,8	29,98	29,48	30,00

Os resultados anteriores deste estudo, mostraram que o óleo de pequi possui valor de FPS de 10,18 quando analisado isoladamente em uma concentração de 100 µg/ml. Quando inserido nas formulações nas devidas proporções de F3, F4 e F5 e F6, seu valor de FPS apresentou um aumento, potencializando o efeito fotoprotetor do filtro químico. O Octillmetoxicinamato isolado dentro da formulação 1 apresentou FPS de 27,03, conjuntamente com o óleo da semente de pequi nas diferentes concentrações, obtiveram um sinergismo e conseguiram alcançar o máximo de 30 de FPS. Uma tendência para o desenvolvimento de fotoprotetores atual é a redução na quantidade de filtros químicos, devido a eventos adversos ocasionados pelo uso tópico de substâncias nas formulações, o que compromete a eficácia fotoprotetora (VELASCO et al., 2008). Os resultados do estudo se mostram,

então, promissores, já que, de acordo com a literatura, filtros solares derivados de produtos naturais podem ser utilizados como adjuvante aos filtros químicos (CABRAL, et al., 2011), o que permitiria a diminuição da concentração desses últimos nas formulações fotoprotetoras. O fato de atuar sinergicamente com os filtros químicos amplamente empregados, é uma alternativa para aumentar a segurança e a eficiência dos fotoprotetores.

## 6 CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos, pôde-se observar que o óleo extraído da semente de pequi potencializou o efeito de fotoproteção do filtro sintético usado comercialmente. Este estudo contribui para que haja uma maior valorização, proteção e crescimento econômico do bioma da caatinga. Testes ainda devem ser realizados para melhor entendimento das atividades biológicas deste óleo vegetal, porém, tais resultados sugerem o óleo da semente de pequi como uma opção sustentável proveitosa para uma série de aplicações biotecnológicas, com destaque para os fotoprotetores.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, T.S.; SOUZA, S.O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientiaplena**, v. 4, n. 11, 2008.
- AMORIM, A. M. A.; PRANCE, G. T.; MEDEIROS, H. Caryocaraceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil, Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: [http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/index?mode=sv&group=Root\\_.Angiospermas\\_&family=Root\\_.Angiospermas\\_.Caryocaraceae\\_SZYSZY&genus=&species=&author=&common=&occurs=1&region=&state=&phyto=&endemic=&origin=&vegetation=&last\\_level=subspecies&listopt=1](http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012/index?mode=sv&group=Root_.Angiospermas_&family=Root_.Angiospermas_.Caryocaraceae_SZYSZY&genus=&species=&author=&common=&occurs=1&region=&state=&phyto=&endemic=&origin=&vegetation=&last_level=subspecies&listopt=1)
- ANDRADE LIMA, L. C. Resposta a danos no DNA após exposição à luz ultravioleta: apagando o fogo antes do incêndio celular. **Revista da Biologia**, v. 14, n. 1, p. 6-16, 2015
- ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos/Agência Nacional de Vigilância Sanitária**, 1. ed. - Brasília: ANVISA, 2004. 52 p. 20 x 27 cm. - (Série Qualidade em Cosméticos; v. 1).
- BABY, A. R.; HAROUTIOUNIAN-FILHO, C. A.; SARRUF, F. D.; TAVANTE-JÚNIOR, C. R.; PINTO, C. A. S. O.; ZANGUE, V.; ARÊAS, E. P. G.; KANEKO, T. M.; VELASCO, M. V. R. Estabilidade e estudo de penetração cutânea in vitro da rutina veiculada em uma emulsão cosmética através de um modelo de biomembrana alternativo. **Rev. Bras. Cienc. Farm**; v. 44, n. 2, 2008.
- BATISTA, J.S.; SILVA, A.E.; RODRIGUES, C.M.F.; COSTA, K.M.F.M.; OLIVEIRA, A.F.; PAIVA, E.S.; NUNES, F.V.A.; OLINDA, R.G. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.77, n.3, p.441-447, 2010.
- BATISTA, J. S. et al. Avaliação da atividade cicatrizante do óleo de pequi (*Caryocar coriaceum wittm*) em feridas cutâneas produzidas experimentalmente em ratos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 441-447, 2020
- BEN-ERIK, P. R. O. F.; WINK, VAN WYK; MICHAEL, PROF. MEDICINAL PLANTS OF THE WORLD. **BRIZA**, 2017.
- BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2012. Resolução RDC nº 30 de 1 de junho de 2012. Aprova o regulamento técnico Mercosul sobre Protetores solares em cosméticos e dá outras providências. Brasília, DF: **ANVISA**, 2012.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos**. 1ª Edição. Brasília: ANVISA, 2004. 52 p.

BORELLA, J. C. Avaliação da espalhabilidade e do teor de flavonoides em forma farmacêutica semi-sólida contendo extratos de *Calendula officinalis* L. (Asteraceae). **Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 31, n.2, 2010

BORGHETTI, G. S. et al. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de loções O/A contendo filtros solares. **Revista Brasileira Ciências Farmacêuticas**, v.42, n.4, 2006.

CABRAL, L.D.S.; PEREIRA, S.O.; PARTATA, A.K. Filtros solares e fotoprotetores mais utilizados no Brasil. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v.4, n.3, 2011.

CADET, J.; DOUKI, T.. Formation of UV-induced DNA damage contributing to skin cancer development. **Photochemical & Photobiological Sciences**, v. 17, n. 12, p. 1816-1841, 2018.

CRAVO, M. et al. Fotoproteção na criança. **Acta Pediátrica Portuguesa**, v. 39, n. 4, p. 158-162, 2008.

CNCFlora. *Caryocar coriaceum* in Lista Vermelha da flora brasileira versão 2012.2 Centro Nacional de Conservação da Flora. Disponível em <[http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Caryocar coriaceum](http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Caryocar%20coriaceum)>. Acesso em 7 maio 2022.

D. KRISHNAIAH, R. SARBATLY, R. NITHYANANAM, A REVIEW OF THE ANTIOXIDANT POTENTIAL OF MEDICINAL PLANT SPECIES, **Food Bioprod Process** 89 (2011) 217–223.

EWING, G.W. **Métodos Instrumentais de Análise Química, Volume II**, Ed. Edgard Blücher LTDA, Ed. da Universidade de São Paulo, 1972.

**FARMACOPÉIA Brasileira**, 5 ed. Brasília: ANVISA, 2010. 2 v.

FIGUEREDO, C. A.; GURGEL, I. G. D.; GURGEL JUNIOR, G. D. A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos: construção, perspectivas e desafios. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, v. 24, p. 381-400, 2014.

FIGUEIREDO, R. W.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. Propriedades físico-químicas e composição dos ácidos graxos da fração lipídica da polpa e amêndoa do pequi (*Caryocar coriaceum* Wittm). **Ciências Agronômicas**, v. 20, n. 1/2, 1989.

GECGEL, U., VELIOGGUU, S. D., e VELIOGLU, H. M. (2011). Investigating some physicochemical properties and fatty acid composition of native black mulberry (*Morus nigra* L.) seed oil. **Journal of the American Oil Chemists Society**, 88, 1179–1187.

IDSON, B. Stability testing of emulsions, I. **Drug Cosmet. Ind.**, v.142, n.1, p.27-28, 30, 1993a.

INCB. Disp. <<https://www.newtoncbraga.com.br/index.php/meio-ambiente-e-saude/17489-ultravioleta-e-saude-solucoes-usando-leds-art4361.html>>

ISAAC, V. L. B.; UCHIYAMA, C. L. Influência da combinação de tensoativos associada a agentes espessantes na viscosidade de xampus. In: **Jornada Farmacêutica da UNESP**, 45. 1998. Araraquara, SP. 1998. p.11.

KRICHENE, D.; ALLALOUT, A.; MANCEBO-CAMPOS, V.; SALVADOR, M. D.; ZARROUK, M.; FREGAPANE, G. Stability of virgin olive oil and behavior of its natural antioxidants under medium temperature accelerated storage conditions. **Food Chemistry**. London, v. 121, n. 1, p.171-177, 2010.

KHURY, E; BORGES, E. **Protetores Solares**. Especial Dermatologia e Cosmiatria, v. 68, 2011.

LIMA, J. R. et al. Óleo de amêndoa de pequi: obtenção, caracterização e avaliação de estabilidade durante armazenamento. **Embrapa Agroindústria Tropical-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E)**, 2019.

LOPES, L. G.; SOUSA, C. F.; DALLA LIBERA, L. S. Efeitos biológicos da radiação ultravioleta e seu papel na carcinogênese de pele: uma revisão. **Revista Eletrônica da Faculdade de Ceres**, v. 7, n. 1, p. 117-146, 2018.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 4.ed. Nova Odessa: **Plantarum**, 1992. v.1, 368p

MAIA, E. L., & RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. (1993). Avaliação de um método simples e econômico para a metilação de ácidos graxos com lipídios de diversas espécies de peixes. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 53(1-2), 27-35.

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.

MISHRA, K.; OJHA, H.; CHAUDHURY, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. **Food Chemistry**, v. 130, p. 1036-1043, 2012.

MORAIS, G.G. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade de emulsões com cristais líquidos acrescido de xantina para tratamento da lipodistrofia ginóide (celulite). p. 153, 2007. **Dissertação (Mestrado em Ciências farmacêuticas)** – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

MONTEZANO, Z. F.; CORAZZA, E. J.; MURAOKA, T. Variabilidade espacial da fertilidade do solo em área cultivada e manejada homoganeamente. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, n.5, p.839-847, 2006.

MUNHOZ, V.M.; LONNI, A.A.S.G.; MELLO, J.C.P.; LOPES, G.C. Avaliação do fator de proteção solar em fotoprotetores acrescidos com extratos da flora brasileira ricos em

substânciasfenólicas. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v.33, n. 2, p. 225-232, 2012.

NASCIMENTO, C. S.; NUNES, L. C. C.; LIMA, Á. A. N. de; GRANGEIRO J, S.; ROLIM NETO, P. J. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**, Rio de Janeiro, v. 30, n. 1, p.334-339, 2009.

NASCIMENTO, R.J.S.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.2, p. 498-502, 2008.

NEWMAN, D.J.; CRAGG, G.M. Natural products as sources of new drugs over the 30 years from 1981 to 2010. **Journal Natural Prod.** v.75, n.3, p. 311-35. 2012

OBERLEY, T.D. (2002). Oxidative damage and cancer, **American Journal of Pathology**, 160,403-408.

OLIVEIRA-JÚNIOR, R.G; ARAÚJO, C.S; SANTANA, C.R.R; SOUZA, G.R; LIMA-SARAIVA, S.R.G; GUIMARÃES, A.L; OLIVEIRA, A.P; SIQUEIRA-FILHO, J.A;

OLIVEIRA, M.E.B. Características físicas, químicas e compostos bioativos em pequis (*Caryocar coriaceum*Wittm.) nativos da chapada do AraripeCE. 2009. 146f. **Tese (Doutorado em Nutrição)** – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009

OLIVEIRA, M. L. M. et al. In vivo topical anti-inflammatory and wound healing activities of the fixed oil of *Caryocar coriaceum* Wittm. seeds. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 129, n. 2, p. 214-219, 2010

PACHECO, A.G.M; ALMEIDA, J.R.G.S. Phytochemical screening, antioxidant and antibacterial activity of extracts from the flowers of *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae). **Journal of Chemical and Pharmaceutical Research**, v. 4, n. 10, p. 4489-4494, 2012.

PETROVA, A., DAVIDS, L.M., RAUTENBACH, F., MARNEWICK, J.L. (2011). Photoprotection by honeybush extracts, hesperidin and mangiferin against UVB-induced skin damage in SKH 1 mice. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, 103, 126-139.

RAMOS, K. M. C.; SOUZA, V. A. B. Características físicas e químico-nutricionais de frutos de pequi ( *Caryocar coriaceum* Wittm.) em populações naturais da região meio-norte do Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 500-508, 2011.

PADILHA, I. Q. M. et al. Antimicrobial activity of *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. from Northeast Brazil against clinical isolates of *Staphylococcus aureus*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 20, p. 45-47, 2010.

PEREIRA JÚNIOR, L. R. et al. Espécies da caatinga como alternativa para o desenvolvimento de novos fitofármacos. **Floresta e Ambiente**, v. 21, n. 4, p. 509-520, 2014.

RIBEIRO, Daiany Alves et al. Potencial terapêutico e uso de plantas medicinais em

uma área de Caatinga no estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 4, p. 912-930, 2014.

SANTOS SILVA, Echile Lorrany Gonçalves; AGUIAR, Hérica Thaís Vieira; FREITAS, Ronilson Ferreira. Estudo fitoquímico, atividade antioxidante e tóxica da casca da *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. **Biodiversidade**, v. 19, n. 2, 2020

SARAIVA, Rogério A. et al. Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm.(Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. **Journal of ethnopharmacology**, v. 136, n. 3, p. 504-510, 2011.

SAYRE, R. M; AGIN, P. P; LEEVEE, G. J; MARLOWE, E. (1979) **Photochem. & Photob.** 29:559-565.

SARAIVA, R.A.; ARARUNA, M.K.A.; OLIVEIRA, R.C.; MENEZES, K.D.P.; LEITE, G.O.; KERNTOPF, M.R.; COSTA, J.G.M.; ROCHA, J.B.T.; TOME, A.R.; CAMPOS, A.R.; MENEZES, I.R.A. Topical anti-inflammatory effect of *Caryocar coriaceum* Wittm. (Caryocaraceae) fruit pulp fixed oil on mice ear edema induced by different irritant agents. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 136, p. 504 - 510, 2011.

SCHREURS, R., Lanser, P., Seinen, W., & van der Burg, B Estrogenic activity of UV filters determined by an in vitro reporter gene assay and an in vivo transgenic zebrafish assay. **Archives of Toxicology** (2002)

SILVA, L; PINTO, J.; CARROLA, J.; PAIVA-MARTINS, F. Oxidative stability of oil after food processing and comparison with other vegetable oils. **Food Chemistry**. London, v. 121, n. 4, p. 1177-1187, 2010

SILVA, JOSÉ MARIA CARDOSO; LACHER JR, THOMAS E. CAATINGA—**South America**. 2020.

SOUZA, T. M.; SANTOS, L. E.; MOREIRA, R. R. D.; RANGEL, V. L. B. I. Avaliação da atividade fotoprotetora de *Achillea millefolium* L.(Asteraceae). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 15, n.1, p. 36-38, 2005.

S.M. IHA, K.F. MIGLIATO, J.C.R. VELLOSA, L.V.S. SACRAMENTO, R.C.L.R. PIETRO, V.L.B. ISAAC, I.L.BRUNETTI, M.A CORRÉA, H.R.N. SALGADO, Estudo fitoquímico de goiaba (*Psidium guajava* L.) com potencial antioxidante para o desenvolvimento de formulação fitocosmética, **Braz J Pharmacog**18 (2008) 387-393. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-695X2008000300013>

TOMIOTTO-PELLISSIER, F. et al. *Caryocar coriaceum* extracts exert leishmanicidal effect acting in promastigote forms by apoptosis-like mechanism and intracellular amastigotes by Nrf2/HO-1/ferritin dependent response and iron depletion: Leishmanicidal effect of *Caryocar coriaceum* leaf extracts. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 98, p. 662-672, 2018

VELASCO, L., ROJAS-BARROS, P., & FERNÁNDEZ-MARTÍNEZ, J. M. (2005). Fatty acid and tocopherol accumulation in the seeds of a high oleic acid castor mutant.

**Industrial Cropsand Products**, 22, 201–206

VELASCO, M.V.R. et al. Associação da Rutina com p-Metoxicinamato de Octila e Benzofenona-3: Avaliação In vitro da Eficácia Fotoprotetora por Espectrofotometria de Refletância. **Latin American Journal of Pharmacy** v. 27, n.1, p. 23-27, 2008.

VELASCO, M. V. R.; BALOGH, T. S.; PEDRIALI, C. A.; SARRUF, F. D.; PINTO, C. A. S. O.; KANEKO, T. M.; BABY, A. R. Novas metodologias analíticas para avaliação da eficácia fotoprotetora (in vitro) – revisão. **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 32, n. 1, p. 27-34, 2011.

WOOLLONS, A. et al. Induction of mutagenic DNA damage in human fibroblasts after exposure to artificial tanning lamps. **British Journal of Dermatology**, v. 137, n. 5, p. 687-692, 1997.