

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÊUTICAS
Curso de Graduação em Farmácia-Bioquímica

Produtos Naturais com Ação Fotoprotetora

Ligia Collucci da Paixão

Trabalho de Conclusão do Curso de Farmácia-
Bioquímica da Faculdade de Ciências
Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

Orientadora: Prof.^a Dr.^a M. Valéria Robles
Velasco

Co-orientadora: Claudinéia Ap. S. de Oliveira
Pinto

São Paulo
2019

Sumário

LISTA DE ABREVIATURAS	1
RESUMO	2
1. INTRODUÇÃO	3
2. OBJETIVO(S)	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1. Estratégias de pesquisa.....	7
3.2. Critérios de inclusão	7
3.3. Critérios de exclusão	7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	7
4.1. Extratos de Algas	8
4.2. Própolis	9
4.3. Sementes de Maracujá	10
4.4. Chá Verde.....	11
4.5. Morango	11
4.6. Folhas de Oliva	12
4.7. Flores de <i>Bromelia laciniosa</i> (Macambira)	12
4.8. Extrato de Musgo Antártico (<i>Sanionia uncinata</i>).....	13
4.9. <i>Morella parvifolia</i> (Benth.) Parra-Os.....	13
4.10. <i>Chichorium endivia</i>	14
4.11. <i>Euphorbia tirucalli</i> Linneau	14
4.12. <i>Arrabidaea chica</i>	15
4.13. <i>Marcetia taxifolia</i>	16
4.13. <i>Garcinia brasiliensis</i>	16
4.13. <i>Buddleja cordata</i>	17
4.14. <i>Rosa kordesii</i>	18
4.15. <i>Baccharis antiquensis</i>	18
4.16. Outras substâncias com ação fotoprotetora	18
5. CONCLUSÕES	19
6. BIBLIOGRAFIA	20

LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
OMS	Organização Mundial da Saúde
UV	Ultravioleta
INCA	Instituto Nacional do Câncer
FPS	Fator de Proteção Solar
FPUVA	Fator de Proteção UVA
DME	Dose Mínima Eritematógena
DMP	Dose Mínima Pigmentógena
O/A	Óleo em Água
A/O	Água em Óleo
PPD	<i>Persistent Pigment Darkening</i>
MAA	<i>Mycrosporine-like amino acids</i>
EGCG	<i>(-)-Epogallocatechin-3-gallate</i>

RESUMO

PAIXÃO, L. C. **Produtos Naturais com Ação Fotoprotetora**. 2019. 24 p. Trabalho de Conclusão de Curso de Farmácia-Bioquímica – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

INTRODUÇÃO. Como amplamente comprovado, a radiação ultravioleta causa diversos danos ao organismo, sendo, inclusive, o principal fator do desenvolvimento de câncer pele. Neste cenário, se faz necessária a utilização de proteção contra a mencionada radiação, como: vestimentas, acessórios adequados e, principalmente, fotoprotetores eficientes; além de exposição segura ao sol. Atualmente, os protetores solares disponíveis são compostos por filtros solares orgânicos e inorgânicos que protegem a pele pela absorção e reflexão dos raios UV. Diante de potenciais riscos à saúde causados, primordialmente, pelos filtros orgânicos, há preocupação pela busca de produtos alternativos, com menor toxicidade, tais como os insumos de origem natural, além de ser agradável ao consumidor que visa uma vida mais saudável e sustentável.

OBJETIVO. Avaliar os resultados apresentados na literatura científica sobre a ação fotoprotetora de produtos naturais isolados ou combinados com fotoprotetores orgânicos e inorgânicos. **MATERIAIS E MÉTODOS.** Revisão bibliográfica, utilizando as seguintes bases de dados: *PubMed Central (PMC)* e *Scientific Electronic Library Online (SciELO)*, além de outras fontes pertinentes como sites institucionais relacionados ao assunto, Organização Mundial da Saúde (OMS) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **RESULTADOS.** Os estudos demonstraram que as propriedades fotoprotetoras estão relacionadas, principalmente, com a capacidade das moléculas de absorver a radiação UV. Alguns grupos de substâncias vêm sendo estudados frente esta característica, como os flavonoides, própriofenonas, microsporinas, taninos, cumarinas e alcaloides, entre outros; que são muito comuns como metabólitos secundários de plantas, por exemplo. Desta forma, foram abordados diversos produtos naturais que se mostraram capazes de absorver radiação na região ultravioleta e que apresentaram eficácia fotoprotetora, tais como, extratos de algas, chá verde, própolis, sementes de maracujá, dentre outros. **CONCLUSÃO.** O uso de matérias primas de origem natural com finalidade fotoprotetora vem sendo muito desejado pelos consumidores e é uma tendência de mercado mundial de produtos fotoprotetores. Os estudos encontrados evidenciaram que esses insumos apresentaram eficácia fotoprotetora elevada pela composição química que permite a absorção da radiação ultravioleta e como outras vantagens, temos o custo x benefício e a sustentabilidade. Vale ressaltar que existem produtos no mercado que incorporam compostos naturais em sua formulação, entretanto, ainda são necessárias mais pesquisas para aperfeiçoar as formulações conhecidas e para descobrir novas fontes de substâncias fotoprotetoras.

Palavras-chave: Produtos naturais, fotoproteção, radiação UV.

1. INTRODUÇÃO

O câncer de pele é uma patologia de alta incidência em nível mundial, sendo que, no Brasil, representa 33% de todos os diagnósticos de câncer e 180 mil novos casos são registrados anualmente no país pelo Instituto Nacional do câncer (INCA) (SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA, 2019). A radiação ultravioleta (UV) é considerada o principal fator desencadeador desta doença. Este tipo de radiação se localiza na faixa de 200 a 400 nm e é pertencente à região não ionizante do espectro eletromagnético; subdividida em três regiões distintas: UVA (320-400 nm), UVB (290-320 nm) e UVC (200-290 nm). Os raios UVA representam 95% da radiação UV que atingem a superfície terrestre; os outros 5% são provenientes dos raios UVB. Os do tipo UVC são bloqueados pela camada de ozônio. Há evidências que tanto a radiação UVA como a UVB causam danos ao DNA celular. A ação da radiação UVB deve-se ao processo de excitação direta dos nucleotídeos, que leva à formação de fotoprodutos diméricos. Por sua vez, os efeitos da radiação UVA envolvem reações de fotossensibilização, uma vez que estes nucleotídeos absorvem fracamente radiações abaixo de 320 nm (POLONINI et al., 2011).

Além dos danos ao DNA, a radiação UV pode formar radicais livres, causar inflamação, provocar imunossupressão, alterações químicas e histológicas na epiderme, envelhecimento precoce, cataratas e carcinogênese, dentre outras deteriorações. Protetores solares, vestimentas, acessórios (boné e chapéu) e exposição segura ao sol são ferramentas essenciais da fotoproteção (BALOGH et al., 2011; DE ARAÚJO, DE SOUZA, 2008).

O protetor solar, também denominado de fotoprotetor, é definido como qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo-a. Os protetores solares devem apresentar: fator de proteção solar (FPS) de, no mínimo, 6; fator de proteção UVA (FPUVA) correspondente a, pelo menos, 1/3 do valor do FPS declarado na rotulagem; e comprimento de onda crítico de 370 nm (BRASIL, 2012).

As formulações de protetores solares são compostas basicamente por filtros solares incorporada em um veículo e podem ser de diversas formas cosméticas, que oferecem diferentes sensoriais e níveis de proteção, como: loção hidroalcoólica, emulsão (especialmente loção e creme), gel, bastão e aerossol. As emulsões são os melhores

veículos para fotoprotetores, pois são capazes de solubilizar tanto filtros hidrossolúveis quanto lipossolúveis, promovendo a proteção necessária. As formulações mais adequadas para a proteção são emulsões água em óleo (A/O), contudo, apresentam características sensoriais desagradáveis com aspecto muito untuoso e pegajoso, portanto, as mais utilizadas são as emulsões óleo em água (O/A) (FLOR et al., 2007; BALOGH et al., 2011).

Existem duas classes de filtros solares: orgânicos, também denominados de filtros químicos; e inorgânicos, conhecidos de filtros físicos. Geralmente, os orgânicos protegem a pele pela absorção da radiação e os inorgânicos, pela reflexão, podendo também absorvê-la dependendo do tamanho da partícula. As moléculas dos filtros orgânicos absorvem a radiação UV e transformam em radiações com menor potencial nocivo. No geral, são compostos aromáticos conjugados com grupos carboxílicos e um grupo doador de elétrons (por exemplo amina ou metoxila) na posição *orto* ou *para*; alguns dos filtros orgânicos mais utilizados são os cinamatos, especialmente o p-metoxicinamato de octila; o PABA e seus derivados, a avobenzona e as benzofenonas. Cada filtro tem um valor máximo de absorção em um comprimento de onda diferente, ou seja, absorvem apenas parte da região UV, portanto, para ter uma proteção completa, deve-se fazer uma combinação de filtros, porém, esta pode causar alto grau de irritabilidade à pele (FLOR et al., 2007; LAUTENSCHLAGER et al., 2007; BALOGH et al., 2011).

Os filtros inorgânicos são capazes de refletir e dispersar as radiações UV e visíveis por meio de uma barreira opaca formada sobre a pele. São constituídos de partículas, de preferência com tamanhos de ordem da radiação que deve ser espalhada, e filtros com tamanhos adequados de partículas apresentam, além da reflexão, a absorção da luz UV. São representados pelo óxido de zinco e dióxido de titânio e são considerados a forma mais segura e eficaz de proteger a pele por apresentarem baixo potencial de irritação; são fotoestáveis e não reagem com os filtros orgânicos. Contudo, não são muito cosmeticamente aceitáveis, pois tendem a deixar um aspecto esbranquiçado na pele. Para melhorar sua aceitação, têm-se usado técnicas que reduzem o tamanho da partícula como a micronização, o que diminui o aspecto esbranquiçado e mantém o alto grau de proteção contra os raios UV. Os filtros orgânicos e os inorgânicos agem sinergicamente para aumentar o FPS (FLOR et al., 2007; LAUTENSCHLAGER et al., 2007; BALOGH et al., 2011).

A eficácia fotoprotetora pode ser determinada por metodologias *in vitro* e *in vivo* e é expressa por meio do FPS e FPUVA. O FPS é obtido pelo quociente entre a Dose Mínima Eritematógena (DME) na pele protegida com o fotoprotetor em análise e a DME na pele ausente de proteção. A DME corresponde à quantidade de energia (Joules/cm²) necessária para a produção da primeira reação eritematígena perceptível e com bordas claramente definidas.

A RDC Nº 30 de 1º de Junho de 2012 determina que o FPS deve ser obtido por métodos *in vivo* que apliquem as normas do *Food and Drug Administration (FDA) (Department of Health and Human Services, Sunscreen Drug Products for over-the-counter human use. Final Monograph: Proposed Rule, 21 CFR Part 352 et al, 1999)* ou da COLIPA/JCIA/CTFA-AS (*International Sun Protection Factor (SPF) Test Method, 2006*). Estas metodologias consistem na submissão de um grupo de 10 a 20 voluntários de fototipos I a III a doses progressivas de radiação UV emitidas por uma fonte artificial de luz em áreas de pele não protegida e pele protegida por 2 mg/cm² do protetor solar em estudo. Após um período de 16 a 24 horas, é realizada a leitura da DME nas duas áreas e é feito o cálculo de FPS. Existem, também, os métodos espectrofotométricos *in vitro*, baseados no espectro de absorção ou de transmissão da radiação UV de soluções diluídas dos fotoprotetores em solvente adequado ou na determinação do espectro de transmissão ou reflexão obtido em espectrofotômetro de reflectância (BRASIL, 2012; BALOGH et al., 2011; SCHALKA, REIS, 2011).

O FPUVA é o quociente entre a Dose Mínima Pigmentógena (DMP) na pele protegida com o fotoprotetor em análise e a DMP na pele ausente de proteção. De acordo com a RDC Nº 30 de 1º de Junho de 2012, a determinação do FPUVA deve ser realizada conforme o método *in vivo: European Commission – Standardization Mandate Assigned to CEN Concerning Methods for Testing Efficacy of Sunscreen Products – 2006 Annex 2 – Determination of the UVA protection factor based on the principles recommended by the Japanese Cosmetic Industry Association (PPD method published 15.11.1995)* ou o COLIPA Guideline: *In Vitro Method for the Determination of the UVA Protection Factor and “Critical Wavelength” Values of Sunscreen Products, 2009*. A metodologia de “*Persistent Pigment Darkening*” (PPD) baseia-se na resposta da pigmentação persistente frente à radiação UVA, avaliada após a exposição à radiação UVA de 2 a 4 horas (BRASIL, 2012; BALOGH et al., 2011).

Existem controvérsias em relação ao uso de protetores solares, devido aos potenciais riscos à saúde, como alergias e toxicidade pela absorção sistêmica, causados, principalmente, pelos filtros orgânicos. Estes problemas justificam a busca por novas substâncias fotoprotetoras com menor potencial de toxicidade, mas que mantenham a eficácia protetora, uma vez que os malefícios causados pela exposição à radiação são inegáveis. Adicionalmente, cada vez mais, o consumidor está interessado no uso de cosméticos de origem natural; sendo o desenvolvimento de produtos com maior número de componentes naturais, especialmente de origem vegetal, uma prática corrente e uma tendência do mercado nacional e internacional, principalmente com matérias primas que apresentam estudos científicos comprovando a segurança e eficácia, além do comprometimento com desenvolvimento sustentável. Esta tendência se deve a uma grande aceitação dos produtos de origem natural pela população e à mídia, que retrata esses produtos como mais seguros e ecologicamente corretos. Sendo assim, muitas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de desenvolver protetores solares que contenham produtos naturais em sua formulação (OLIVEIRA-JÚNIOR, ALMEIDA, 2012; BALOGH et al., 2011; FERRARI et al., 2007; POLONINI et al., 2011).

Sendo assim, é de grande relevância buscar estudos que nos tragam informações científicas acerca do uso de matérias primas de origem natural e sua eficácia fotoprotetora, vez que, com o advento da internet e das redes sociais, inúmeras são as informações divulgadas sem comprovação científica sobre o uso de produtos naturais e/ou formulações caseiras com tais produtos como substitutos dos protetores disponíveis no mercado; muitas vezes não obtendo os efeitos esperados ou mesmo causando danos.

2. OBJETIVO(S)

Aprofundar os conhecimentos sobre radiação ultravioleta e seus efeitos nocivos no organismo e sobre os fotoprotetores utilizados atualmente.

Compreender de forma clara o que é e o que significa o FPS e FPUVA e como são realizados os testes para sua obtenção.

Avaliar criticamente estudos sobre a fotoproteção a partir de produtos de origem natural, obtendo um compilado do que se é conhecido sobre o assunto e avaliar sua aplicabilidade na indústria.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica, utilizando-se bancos de dados científicos para a contextualização e atualização sobre o assunto de fotoproteção, incluindo os danos causados pela radiação, filtros solares mais utilizados atualmente, métodos de obtenção do FPS e FPUVA e, principalmente os produtos naturais que apresentam potencial efeito fotoprotetor.

3.1. Estratégias de pesquisa

Foram utilizados os bancos de dados *PubMed Central* (PMC) e *Scientific Electronic Library Online* (SciELO).

Também foram consultadas entidades como a Organização Mundial da Saúde (OMS) e Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sites institucionais nacionais e internacionais relacionados ao assunto pesquisado e outras fontes confiáveis pertinentes.

3.2. Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão foram: literatura em língua portuguesa e inglesa, condizentes com os objetivos citados anteriormente e dentro do período de vinte anos.

Inicialmente, os textos foram selecionados por meio dos títulos e resumos; estes, então foram lidos na íntegra e os que realmente continham informações pertinentes com o tema proposto, foram utilizados na elaboração do trabalho.

3.3. Critérios de exclusão

Todos os textos encontrados que não atenderam aos critérios de inclusão descritos anteriormente foram excluídos da elaboração do trabalho.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente, existe crescente interesse na descoberta de substâncias que atuam como filtros solares baseados em produtos naturais. A escolha de novos componentes ativos envolve, principalmente, a capacidade de absorção da luz UV pelos cromóforos de cada molécula, associada à possível atividade antioxidante.

Como citado anteriormente, as moléculas dos filtros orgânicos, geralmente, possuem anéis aromáticos substituídos em *orto* ou *para* por grupos doadores de elétrons; estrutura que possibilita a transformação da radiação UV em outras formas de energia como, por exemplo, calor, luz visível ou radiação fluorescente. Muitos produtos naturais, especialmente alguns metabólitos secundários de plantas, possuem moléculas que preenchem esse requisito estrutural e têm sido estudados em relação à atividade fotoprotetora e/ou antioxidante como, por exemplo, propiofenonas, derivados do ácido caféico, lignanas e flavonoides. Além destas, outras classes de moléculas que contêm cromóforos não aromáticos vêm recebendo destaque, alguns exemplos são tocotrienóis, carotenoides e microsporinas (GUARATINI et al., 2009). Estudos indicaram que extratos vegetais que contêm em sua composição substâncias como taninos, cumarinas e alcaloides, têm a possibilidade de apresentar ação fotoprotetora (VIOLANTE et al., 2009).

A seguir, diversos produtos de origem natural serão abordados, evidenciando os estudos sobre seu potencial protetor contra a radiação UV.

4.1. Extratos de algas

As algas produzem grande quantidade de metabólitos secundários fundamentais para sua fotoproteção, estes podem ser utilizados como agentes terapêuticos bioativos. Algumas das substâncias presentes nas algas que têm sido investigadas são carotenoides, compostos fenólicos e os *mycosporine-like amino acids* (MAAs), estes últimos são considerados as substâncias mais comuns presentes em organismos marinhos com potencial ação como filtros solares por absorverem radiação UVA e UVB. Atualmente, existem produtos no mercado que contêm MAAs (SCHMITZ, 2017; KARSTEN et al., 2000; ÁLVAREZ-GÓMEZ et al., 2019).

SCHMITZ, 2017 analisou dezoito espécies de algas pardas da costa brasileira, identificando os espectros de absorção de seus extratos em diferentes comprimentos de onda. Todas as espécies demonstraram o mesmo perfil espectrofotométrico com sete principais bandas de interesse em comum; o maior pico de absorbância é correspondente ao florotaninos, principais compostos fenólicos reconhecidos como fotoprotetores em algas pardas. Outro pico de absorção importante na região UV pode estar relacionado às cumarinas. As espécies que apresentaram os maiores índices

associados com a capacidade de absorver radiação foram *C. sinuosa*, *Sargassum sp.* e *D. ciliolata*.

As espécies de alga vermelha *Hidropuntia cornea* e *Gracilariopsis longissima* foram estudadas por ÁLVAREZ-GÓMEZ et al., 2019 devido sua grande capacidade antioxidante e fotoprotetora, relacionada aos MAAs e compostos fenólicos. O FPS foi obtido por meio do método do COLIPA *in vitro* e os resultados demonstram um aumento no FPS correspondente a elevação da concentração de extrato, sendo que na concentração de 13,9 mg/cm², a *H. cornea* apresentou valor de 4,8; enquanto a *G. longissima* teve resultado de 7,5.

4.2. Própolis

A própolis é uma espécie de resina natural obtida pelas abelhas com propriedades antisséptica, antimicótica, bacteriostática, adstringente, espasmolítica, anti-inflamatória, anestésica e antioxidante. Em sua composição há uma quantidade significativa de estruturas polifenólicas como o ácido caféico, éster fenético do ácido caféico e 1,1-dimetilalilcafeato, além de efetivos antioxidantes como a quercetina. A coloração e a composição da própolis podem variar dependendo da flora do local (GREGORIS et al., 2011; BATISTA et al., 2018; NASCIMENTO et al., 2009).

O estudo de GREGORIS et al., 2011 mostrou absorvância específica em toda a região UV. Além disso, foi demonstrado que, para obter um FPS de 20, é suficiente uma concentração menor ou igual a 8% de quase todos os componentes da própolis, inferior a necessária de filtros solares utilizados no mercado, como: oxibenzona, metoxicinamato de octila e padimato. No entanto o extrato etanólico, necessita de uma concentração similar a destes filtros. Dentre os componentes da própolis, o que apresentou melhor resultado foi o ácido caféico, que atingiu FPS= 20 com concentração de apenas 4%. Outro resultado interessante foi a possibilidade de combinação da própolis ou seus principais componentes com o dióxido de titânio 10%, que aumentou o FPS de 20 para 50-60, demonstrando efeito sinérgico entre eles.

BATISTA et al., 2018 analisaram a eficácia protetora do extrato hidroalcoólico da própolis vermelha brasileira em ratos. Os animais foram expostos à radiação UVB 1 hora por dia por 6 dias e as formulações em estudo foram aplicadas 30 min antes da exposição. Os resultados demonstram que a aplicação tópica da formulação contendo o

extrato a 3,5% suprimiu os sinais clínicos da inflamação (eritema) com a mesma eficiência que a formulação com oxibenzona. ALMEIDA et al., 2019 também realizaram um estudo com própolis vermelha e chegaram a resultados similares; o FPS obtido pelo método de Mansur das formulações contendo o extrato não teve diferenças significativas do obtido no controle positivo. Também, foi demonstrado sinergismo entre o extrato de própolis e a formulação contendo 5% de filtro UVA-UVB sintético, pois quando o extrato foi incorporado, o valor de FPS aumentou de 10,22 para 18,75 (extrato 70%) e 17,29 (extrato 75%).

Outro trabalho sobre a atividade fotoprotetora da própolis foi o de NASCIMENTO et al., 2009 que utilizaram extratos etanólico e glicólico da própolis verde e vermelha. Os resultados demonstraram que o etanol como líquido extrator foi mais viável que o propilenoglicol, pois apresentou aumento mais significativo do FPS. O extrato de própolis verde incorporado à formulação padrão apresentou valores de absorção na região UV mais significantes que do extrato de própolis vermelha. Assim, o FPS das formulações com própolis verde foi maior, sendo mais eficiente que o da própolis vermelha como agente fotoprotetor. Também, foi encontrado efeito sinérgico entre os extratos estudados e o filtro solar sintético empregado no estudo.

4.3. Sementes de maracujá

As sementes de maracujá (*Passiflora edulis*) têm sido muito usadas como ingrediente multifuncional em diversos segmentos da indústria, incluindo a cosmética, devido sua potente atividade antioxidante e eficácia na proteção UV. Sua capacidade antioxidante foi comparável a do ácido ascórbico, vez que, em sua composição, existe grande quantidade de compostos fenólicos (LOURITH, KANLAYAVATTANAKUL, CHINGUNPITAK, 2017).

A capacidade de absorção da radiação UV pelo extrato de semente de maracujá em acetato de etila (10µg/mL) foi comparável à da benzofenona e do ácido ferúlico (10µg/mL). O FPS do extrato foi menor que da benzofenona e do metoxicinamato de octila, porém, foi próximo a do ácido ferúlico (LOURITH, KANLAYAVATTANAKUL, 2013).

Um segundo estudo realizado pelo mesmo grupo, mediu a eficácia protetora do extrato da semente de maracujá incorporado a de formulações de maquiagem (base líquida e corretivo em mousse). Os resultados encontrados foram positivos, revelando

proteção de amplo espectro (contra raios UVA e UVB). A incorporação do extrato aumentou o FPS em ambas as formulações, sendo que seu efeito no corretivo (18,75 e 18,99) foi significativamente melhor do que na base (9,32 e 9,77) (LOURITH, KANLAYAVATTANAKUL, CHINGUNPITAK, 2017).

4.4. Chá verde

O chá verde é obtido das folhas da planta *Camellia sinensis* e contém, em sua composição, polifenóis, cafeína, flavonoides, ácidos fenólicos, alcaloides, entre outros. O (-)-*Epogallocatechin-3-gallate* (EGCG), presente no chá verde, é o flavonoide mais estudado em termos de proteção contra os danos causados pela radiação UV e a fotocarcinogênese (GOSWAMI, SAMANT, SRIVASTAVA, 2013; DINKOVA-KOSTOVA, 2008).

Estudos demonstraram que o extrato de chá verde produz absorvância na faixa da radiação UVB (290-320 nm) e possui FPS de 18,10. A aplicação tópica do extrato aumentou significativamente a DME em pele humana saudável e reduziu os sinais de dano UV na mesma. Além disso, foi demonstrado que os polifenóis do chá verde, a cafeína e os polissacarídeos tem uma atividade de atenuar a queimadura da pele, sendo que um estudo revelou que a aplicação combinada de EGCG com cafeína tem um efeito sinérgico na proteção UV (LI et al., 2014; GOSWAMI, SAMANT, SRIVASTAVA, 2013).

4.5. Morango

O morango vem atraindo bastante atenção, recentemente, devido seus micronutrientes e componentes fitoquímicos. Os principais compostos fenólicos presentes nos morangos são: flavonoides, taninos hidrolisáveis e ácidos fenólicos. Diversos estudos têm sido realizados para avaliar a atividade fotoprotetora do extrato de morango contra a radiação UVA; GIAMPIERI et al., 2012 concluíram que o extrato consegue proteger fibroblastos *in vitro* contra este tipo de radiação. Outro estudo com resultados similares foi o realizado por GASPARRINI et al., 2015 que demonstrou que as células expostas a maior concentração do extrato de morango tiveram viabilidade significativamente maior do que as que não foram expostas e o mesmo resultado foi encontrado quando o extrato foi incorporado a um veículo com FPS= 10. Adicionalmente, foi verificado efeito sinérgico entre o extrato em estudo e a Coenzima Q₁₀, pois as células expostas simultaneamente a ambas as substâncias, apresentaram viabilidade muito alta,

próxima à das células que não foram irradiadas, tanto na presença como na ausência do veículo com FPS=10.

4.6. Folhas de oliva

As folhas de oliva (*Olea europaea* L.) contêm quantidade maior de polifenóis do que o azeite de oliva, sendo o composto mais abundante a oleuropeína. Um estudo foi realizado por DA SILVA et al., 2019 com o objetivo de investigar o potencial fotoprotetor do extrato das folhas de oliva padronizado para 20% de oleuropeína e, para isso, foram preparadas formulações contendo o extrato juntamente com alguns filtros orgânicos. Os resultados demonstram aumento significativo do FPS nas formulações contendo o extrato (FPS de 42 e 56, nas concentrações de 3 e 5%, respectivamente) em comparação a que não continha o extrato (FPS=22). Também foi observada melhora na razão UVA/UVB nas formulações em estudo, possivelmente, porque este extrato apresentou absorção centrada em 325nm (dentro da faixa da radiação UVA). Sendo assim, pode-se concluir que o extrato de folhas de oliva padronizado para 20% de oleuropeína se mostrou um efetivo ativo fotoprotetor, antimutagênico e antioxidante, além de possuir efeito sinérgico em associação com filtros UV, o que reitera seu efeito promissor em formulações de protetores solares.

4.7. Flores de *Bromelia laciniosa* (Macambira)

A *Bromelia laciniosa*, também conhecida como macambira ou macambira-deporco, é uma espécie da família Bromeliaceae usada na medicina popular para tratar disfunções intestinais e como um diurético natural. Esta família tem sido estudada como fonte de muitos compostos fitoquímicos como flavonoides, triterpenoides, esteroides, diterpenos, entre outros; outras espécies da família como a *N. variegata* e a *E. spectabile* possuem atividade fotoprotetora relevante e sua incorporação em formulações cosméticas foi relevante (DE OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017).

O estudo realizado por DE OLIVEIRA-JÚNIOR et al., 2017 utilizou extratos em etanol, metanol e diclorometano das flores de *Bromelia laciniosa* e identificou a presença de antraquinonas, cumarinas, flavonoides, taninos e lignanas, sendo flavonoides e taninos as principais classes de metabólitos secundários encontrados; resultados que estão de acordo com os compostos encontrados no restante da família *Bromeliaceae*.

Também, foram determinados valores de FPS dos extratos de acordo com o método de Mansur e foi observado que os extratos metanólico e etanólico apresentaram maior FPS (3,78 e 3,38 respectivamente) do que a quercetina (2,25), que é um flavonoide de atividade fotoprotetora conhecida, mas todos foram inferiores ao da benzofenona (5,09). A atividade fotoprotetora encontrada pode ser atribuída à presença de flavonoides nos extratos.

4.8. Extrato de musgo antártico (*Sanionia uncinata*)

A *Sanionia uncinata* é uma espécie de musgo proveniente da Antártica e foi demonstrado que apresenta grande quantidade de compostos com elevada capacidade de absorção UV quando exposta a altos níveis de radiação UVB. No trabalho de DA SILVA FERNANDES et al., 2015 foi estudado, entre outros aspectos, o potencial fotoprotetor dos extratos aquoso e hidroetanólico desse musgo. O FPS foi determinado pelo método espectrofotométrico e o valor dos extratos (1,10 para o aquoso e 1,11 para o etanólico) foi muito inferior ao do controle positivo (18,00), contudo quando associado à benzofenona, o extrato aquoso aumentou significativamente o FPS de 11,00 para 14,70, demonstrando efeito sinérgico entre eles; já o extrato hidroetanólico causou diminuição no FPS (8,16).

4.9. *Morella parvifolia* (Benth.) Parra-Os

Morella parvifolia (Benth.) Parra-Os é um tipo de arbusto pertencente à família *Myricaceae*, encontrado na Colômbia, Venezuela, Equador e Peru entre 1300 e 3800m acima do nível do mar. PUERTAS-MEJÍA et al., 2018 estudaram os extratos das folhas e frutos dessa planta quanto sua composição química e capacidade de absorção da radiação UVA e UVB; sendo encontrada a presença de fenóis, flavonoides e antocianinas, o que está de acordo com outros estudos realizados com diferentes espécies da família *Myricaceae*. Ambos os extratos apresentaram capacidade de absorção UVA-UVB importante e amplo espectro similar ao dos padrões (benzofenona-3, butil metoxidibenzoilmetano e etilhexil metoxicinamato); também foram determinados e comparados os coeficientes de absorção dos extratos nos comprimentos de onda de 290, 310, 340 e 380 nm. A conclusão dos autores foi que os compostos apresentaram bandas

de absorção nas regiões UVA e UVB e que o extrato pode ser de grande interesse como aditivo em formulações fotoprotetoras de amplo espectro.

4.10. *Chichorium endivia*

A *Chichorium endivia* é uma planta que cresce em toda a região mediterrânea, cujas folhas eram usadas na antiguidade com propósitos medicinais. As raízes e folhas dessa espécie acumulam glicose e frutose e contém substâncias como flavonas, ácidos orgânicos, sesquiterpenos, poliaminas e esteróis. De acordo com o estudo conduzido por ENK et al., 2004, o extrato etanólico das raízes desta planta preveniram morte celular induzida por raios UVB em 60% das células e, após esse resultado, foi feita uma caracterização química e outros testes *in vitro* e *in vivo* com esse extrato.

O espectro de absorção obtido demonstrou que o extrato foi capaz de absorver a radiação da região UV. Foi realizado um teste de atividade biológica do extrato *in vivo*, aplicando-o no antebraço de três voluntários 30 min antes da exposição à radiação UVB. Foi verificada a habilidade de prevenir a formação de eritema na pele, comparando com um fotoprotetor comercial com p-metoxicinamato de octila de FPS 12 e observou-se a prevenção total do seu aparecimento. Contudo, o estudo não realizou a determinação do FPS do extrato para uma análise mais completa. A conclusão feita pelos pesquisadores foi a de que o extrato etanólico das raízes da *C. endivia* absorveu a radiação no espectro UVB, foi fotoestável e preveniu a formação de eritema na pele humana, sugerindo possuir qualidades fotoprotetoras que podem ser úteis em formulações de protetores solares (ENK et al., 2004).

4.11. *Euphorbia tirucalli* Linneau

A *Euphorbia tirucalli* Linneau é uma planta da família *Euphorbiaceae* conhecida popularmente como avelós, dentre outras, é botanicamente classificada como uma suculenta produtora de um látex branco. Ela tem muitos usos populares como analgésico, anti-inflamatório, emético, laxativo, estimulante do sistema imune, antirreumático, antiasmático, antiespasmódico, antibiótico, antivirótico, expectorante, entre outros (ORLANDA, VALE, 2015).

No trabalho realizado por ORLANDA & VALE, 2015 identificou-se a presença de açúcares redutores, alcaloides, compostos fenólicos, flavonoides, taninos, saponinas,

esteroides e triterpenoides no extrato etanólico dessa planta. Também, foi avaliada a atividade fotoprotetora por meio de análises espectrofotométricas em diferentes concentrações, no intervalo de comprimentos de onda do UV. A absorbância encontrada foi relativamente alta, indicando que o extrato pode ser útil em produtos fotoprotetores; a elevada absorção ocorreu devido à presença de flavonoides, taninos e alcaloides em sua composição. O FPS, seguindo o método de Mansur, também foi avaliado e todas as concentrações testadas apresentaram potencial de fotoproteção e poderiam ser utilizadas como protetores solares, de acordo com a RDC N°30 de 1º de Junho de 2012, por apresentarem FPS maior que 6. A concentração mais elevada que foi testada (0,1µg/mL) apresentou um FPS de 19,84; protegendo a pele praticamente 20 vezes mais do que a não utilização do extrato.

4.12. *Arrabidaea chica*

A *Arrabidaea chica* é uma planta pertencente à família *Bignoniaceae* presente na região Amazônica que tem sido usada como anti-inflamatório e adstringente; na medicina tradicional, é usada para cólica intestinal, diarreia, anemia e leucemias; os povos indígenas, também, usavam esta planta para fazer tatuagens. Na literatura existem registros da presença de antocianinas, flavonoides e taninos na composição dessa espécie, o que indica que ela pode ter uma ação de absorção da radiação UV, possibilitando seu uso em formulações fotoprotetoras (SIRAICHI et al., 2013).

O estudo realizado por SIRAICHI et al., 2013 demonstrou que tanto o extrato bruto das folhas da planta como suas frações possuem características fotoprotetoras por apresentarem bandas de absorção nas regiões do espectro UVA e UVB. Também, foi avaliada uma formulação fotoprotetora contendo 5% de extrato, sendo 2,5% da fração em hexano e 2,5% da fração em acetato de etila; que apresentou uma intensidade de absorção óptica significativa em ambas os espectros UVA e UVB. Sendo assim, a conclusão foi a de que a formulação proposta possuiu elevada absorção de amplo espectro sem a adição de filtros físicos e a permanência do fotoprotetor na pele foi considerada boa. A resposta do estudo sugeriu que a formulação obtida a partir das folhas da *A. chica* é um composto natural livre de substâncias inorgânicas promissor para a proteção contra a radiação, tanto UVA quanto UVB.

4.13. *Marcetia taxifolia*

A *Marcetia taxifolia* é um arbusto que mede entre 15 e 300cm de altura pertencente à família *Melastomataceae* que, por sua vez, está distribuída em áreas tropicais e subtropicais, sendo abundantes no Brasil, especialmente nos estados de Minas Gerais e Bahia. Estudo mencionado na literatura demonstrou que essa espécie possui atividade antimicrobiana e apresenta flavonoides em sua composição (COSTA et al., 2015).

O extrato etanólico das folhas da *M. taxifolia* foi avaliado frente sua atividade fotoprotetora por COSTA et al., 2015 utilizando o método de Mansur. Os resultados demonstraram que as concentrações de 250 e 125µg/µL tiveram valores de FPS satisfatórios, que atendem à RDC Nº 30 de 1º de Junho de 2012, de 15,52 e 8,35 respectivamente; estes foram dependentes da concentração (quanto maior, maior o FPS obtido) e puderam ser atribuídos à presença de flavonoides na planta. A proteção UVA do extrato, também, foi analisada por meio de um teste com uma solução de trans-resveratrol, que é sensível à radiação UVA; indicando que a *M. taxifolia* possui uma boa habilidade de proteção contra raios UVA.

Outra análise realizada nesse trabalho foi a obtenção do FPS de formulações fotoprotetoras contendo o extrato em estudo nas concentrações de 5, 10, 20 e 30% e comparando com uma formulação de benzofenona a 5%. O resultado demonstrou que, na diluição de 50µg/µL, o FPS das amostras e do padrão foram muito próximos no valor fixado de 30-50, estando de acordo com a RDC Nº30 de 1º de Junho de 2012. Concluiu-se que estas formulações seriam apropriadas para a proteção solar de peles muito sensíveis devido ao seu alto FPS e confirmou-se que a *M. taxifolia* tem grande potencial de uso como um ingrediente ativo em protetores solares (COSTA et al., 2015).

4.13. *Garcinia brasiliensis*

Garcinia brasiliensis é uma planta nativa da região da Amazônia, cuja fruta é usada na medicina popular no tratamento de úlceras pépticas, doenças urinárias e tumores. Pertence à família *Garcinia*, tem recebido muita atenção, devido a sua composição química rica em derivados de benzofenona poliisoprenilados, como polifenóis, bioflavonoides e xantonas; sendo dois destes compostos isolados: 7-Epiclusiaona e Guttiferona-A (FIGUEIREDO et al., 2014).

O trabalho realizado por FIGUEIREDO et al., 2014 demonstrou que o extrato do epicarpo da espécie em estudo nas concentrações de 50 e 100 mg/mL absorveu radiação UVB e proporcionou um aumento da viabilidade de fibroblastos em 16,3 e 20,1%, respectivamente, quando comparado ao controle. Os valores de FPS obtidos foram 15,9 e 18,5, respectivamente. Foi observada absorção da radiação com máximo entre 285 e 320 nm, concluindo-se que o extrato fornece proteção na região UVB; possivelmente pela presença da 7-Epiclusianona que apresenta espectro de absorção similar à do extrato.

Outro aspecto analisado foi a eficácia fotoprotetora de formulações contendo 2, 10 e 20% do extrato do epicarpo da *G. brasiliensis*. O FPS obtido para as formulações de 10 e 20% foi, respectivamente, 17,8 e 27,7; similares ao dos protetores solares comerciais (FPS=15). Em comparação com a benzofenona, o extrato apresentou menor habilidade em absorver radiação UVB, porém, devido suas características químicas, ele deve ter menor penetração na pele e uma maior resistência a água, o que contribui para uma melhor retenção na pele, que pode compensar essa menor absorção. Por fim, a conclusão foi de que o extrato tem grande potencial para ser usado como filtro solar, podendo ser incorporado em formulações tópicas e contribuindo para a redução do uso de filtros sintéticos (FIGUEIREDO et al., 2014).

4.13. *Buddleja cordata*

A *Buddleja cordata* é uma espécie de arbusto encontrado em todas as regiões do México, onde também é conhecida por “tepozan”, “matowi” ou “wasala”. É uma planta usada na medicina popular para tratar tumores, abscessos, dores e queimaduras. Estudos de sua composição química levaram à identificação de flavonoides bioativos, sesquiterpenoides de ação antifúngica, feniletanoides anti-*Mycobacterium* e fenilpropanoides antibacterianos. Foi demonstrado por ACEVEDO et al., 2014 que o extrato metanólico desta espécie apresentou três picos de absorção na região UV (224, 290 e 324 nm), tendo efeito fotoprotetor contra radiação UVB, sendo que a absorção do extrato a 60µg/mL foi similar ao p-metoxicinamato de octila a 10 µg/mL. Um teste realizado em ratos comprovou que o extrato da *B. cordata* tem um efeito protetor contra a formação de eritema (ACEVEDO et al., 2014).

4.14. *Rosa kordesii*

Um estudo realizado por MASKE et al., 2013 avaliou o potencial fotoprotetor do extrato hidroalcoólico das pétalas de *Rosa kordesii* por meio da obtenção do FPS *in vitro* pelo método de Mansur. O extrato bruto com concentração de 7,1% obteve FPS de 20,15; valor considerado elevado; contudo, quando foi adicionado na concentração de 1,42% numa formulação de gel, o FPS foi reduzido para 3,25. Apesar desta diminuição, os autores concluíram que o extrato bruto das pétalas da *R. kordesii* possui alta proteção contra radiação UV e pode ser considerado bom candidato para ser usado em formulações fotoprotetoras.

4.15. *Baccharis antioquensis*

Baccharis antioquensis é uma planta endêmica da Colômbia da família *Asteraceae*. Diversos estudos demonstraram que as espécies do gênero *Baccharis* possuem atividade anti-inflamatória e analgésica. MEJÍA-GIRALDO et al., 2016 realizaram uma série de testes com extratos da folha dessa planta tratados de diferentes formas para avaliar seu potencial como substância fotoprotetora. O extrato metanólico tratado com carvão ativado foi o que demonstrou maiores coeficientes de absorção UVA-UVB e a formulação que continha esse extrato foi a que apresentou melhores características fotoprotetoras e melhor sensorial. Como conclusão, pode-se dizer que os extrato de *B. antioquensis* possui características fotoprotetoras *in vitro* e proteção de amplo espectro, sendo uma planta com grande potencial para ser usada em formulações com finalidade fotoprotetora.

4.16. Outras substâncias com ação fotoprotetora

Além de todos os produtos citados anteriormente, muitos outros foram estudados e apresentaram potencial ação de fotoproteção, como é o caso dos extratos de *Aloe vera*, tomate, romã, uvas, pepino, acerola, camomila, *Ginkgo biloba*, calêndula, etc. Alguns óleos naturais, também, possuem atividades protetoras como, por exemplo, os óleos de jojoba, soja, semente de cenoura, entre outros. (NUNES et al., 2018; GOSWAMI, SAMANT, SRIVASTAVA, 2013).

Outros estudos exploraram a ação de substâncias de origem natural isoladas, ou seja, os metabólitos secundários produzidos pelas plantas isolados dos extratos por

exemplo, com a finalidade de entender qual é a relação entre as estruturas e classes químicas e a capacidade de proteção contra os raios UV. Este é o caso de polifenóis como o resveratrol, rutina, quercetina, apigenina, kaempferol, genisteína, cafeína, licopeno, β -caroteno, entre muitos outros (DINKOVA-KOSTOVA, 2008; SAEWAN, JIMTAISONG, 2013; KOSTYUK et al., 2018).

5. CONCLUSÕES

O uso de produtos naturais como filtros solares é uma tendência do mercado mundial e tem sido cada vez mais desejado pelos consumidores, sendo que os pesquisadores estão dando mais atenção a esses produtos e sua aplicação em formulações. Essas pesquisas evidenciaram que é possível utilizar compostos de origem natural para as mais diferentes finalidades com embasamento científico, otimizando sua ação benéfica.

Todos os estudos citados no presente trabalho demonstraram que os insumos naturais apresentam grande eficácia fotoprotetora devido à sua composição química que permite a absorção da radiação UV, além da ação antioxidante de muitos compostos que não foi abordada nesta revisão. Desta forma, podemos dizer que os produtos estudados tendem a ser mais seguros que os filtros solares sintéticos, apresentam diversas funções biológicas na pele e muitos apresentam proteção de amplo espectro.

Outro fator que deve ser considerado é o custo benefício, que tende a ser alto na utilização de produtos de origem natural, pois sua obtenção costuma ser mais simples e barata do que a dos filtros sintéticos e muitos destes compostos podem ser extraídos de subprodutos de outras indústrias, como é o caso das sementes do maracujá e das folhas de oliva, por exemplo, que são subprodutos da indústria alimentícia; esta, também, pode ser considerada uma vantagem do ponto de vista ecológico.

Apesar de muitos desses compostos serem usados na indústria com a finalidade de proteção contra a radiação UV, ainda são necessários muitos estudos para aprimorar as formulações que são conhecidas e para descobrir novas possíveis fontes naturais de fotoprotetores.

6. REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, José Guillermo Avila; GONZÁLEZ, Adriana Montserrat Espinosa; DE MARIA Y CAMPOS, Diana Matamoros; FLORES, José del Carmen Benitez; DELGADO, Tzasna Hernández; MAYA, Saul Flores; CONTRERAS, Jorge Campos; LÓPEZ, José Luis Muñoz; BORES, Ana María García. Photoprotection of *Buddleja cordata* extract against UVB-induced skin damage in SKH-1 hairless mice. **BMC complementary and alternative medicine**, v. 14, n. 1, p. 281, 2014.
- ALMEIDA, Wanessa A. da S.; ANTUNES, Amanda dos Santos; PENIDO, Ricardo G.; CORREA, Helena S. da G.; NASCIMENTO, Andrea M. do; ANDRADE, Ângela L.; SANTOS, Vagner R.; CAZATI, Thiago; AMPARO, Tatiane Roquete; SOUZA, Gustavo Henrique Bianco de; FREITAS, Kátia Michelle; SANTOS, Orlando Henrique dos; SOUSA, Lucas Resende Dutra; SANTOS, Viviane M. R. dos. Photoprotective activity and increase of SPF in sunscreen formulation using lyophilized red propolis extracts from Alagoas. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 29, n. 3, p. 373-380, 2019.
- ÁLVAREZ-GÓMEZ, Félix; KORBEE, Nathalie; CASAS-ARROJO, Virginia; ABDALA-DÍAZ, Roberto T.; FIGUEROA, Félix L. UV Photoprotection, Cytotoxicity and Immunology Capacity of Red Algae Extracts. **Molecules**, v. 24, n. 2, p. 341, 2019.
- BALOGH, Tatiana Santana; PEDRIALI, Carla Aparecida; BABY, André Rolim; VELASCO, Maria Valéria Robles; KANEKO, Telma Mary. Ultraviolet radiation protection: current available resources in photoprotection. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 732-742, 2011.
- BATISTA, C. M.; ALVES, A. V. F.; QUEIROZ, L. A.; LIMA, B. S.; FILHO, R. N. P.; ARAÚJO, A. A. S.; DE ALBUQUERQUE JÚNIOR, R. L. C.; CARDOSO, J. C. The photoprotective and anti-inflammatory activity of red propolis extract in rats. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 180, p. 198-207, 2018.
- BRASIL. Agência Nacional de vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 30, de 1 de Junho de 2012. Aprova o Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos. **Diário Oficial da União**, nº 107, de 4 de junho de 2012.
- COSTA, Sônia C. C.; DETONI, Cassia B.; BRANCO, Carla R. C.; BOTURA, Mariana B.; BRANCO, Alexsandro. *In vitro* photoprotective effects of *Marsetia taxifolia* ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 25, n. 4, p. 413-418, 2015.
- DA SILVA, Anne C. P.; PAIVA, Juliana P.; DINIZ, Raiane R.; DOS ANJOS, Vitor M.; SILVA, Ana Beatriz S. M.; PINTO, Alicia Viviana; DOS SANTOS, Elisabete P.; LEITÃO, Alvaro C.; CABRAL, Lucio M.; RODRIGUES, Carlos R.; DE PÁDULA, Marcelo; SANTOS, Bianca Aloise M. C. Photoprotection assessment of olive (*Olea europaea* L.) leaves extract standardized to oleuropein: *In vitro* and *in silico* approach

- for improved sunscreens. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 193, p. 162-171, 2019.
- DA SILVA FERNANDES, Andréia; ALENCAR, Alexandre Santos; EVANGELISTA, Heitor; MAZZEI, José Luiz; FELZENSZWALB, Israel. Photoprotective and toxicological activities of extracts from the Antarctic moss *Sanionia uncinata*. **Pharmacognosy Magazine**, v. 11, n. 41, p. 38, 2015.
- DE ARAÚJO, T. S.; DE SOUZA, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. **Scientia Plena**, v. 4, n. 11, 2008.
- DE OLIVEIRA-JÚNIOR, Raimundo Gonçalves; FERRAZ, Christiane Adrielly Alves; SOUZA, Grasielly Rocha; GUIMARÃES, Amanda Leite; DE OLIVEIRA, Ana Paula; DE LIMA-SARAIVA, Sarah Raquel Gomes; ROLIM, Larissa Araújo; ROLIM-NETO, Pedro José; ALMEIDA, Jackson Roberto Guedes da Silva. Phytochemical analysis and evaluation of antioxidant and photoprotective activities of extracts from flowers of *Bromelia laciniosa* (Bromeliaceae). **Biotechnology & Biotechnological Equipment**, v. 31, n. 3, p. 600-605, 2017.
- DINKOVA-KOSTOVA, Albena T. Phytochemicals as protectors against ultraviolet radiation: versatility of effects and mechanisms. **Planta Medica**, v. 74, n. 13, p. 1548-1559, 2008.
- ENK, C. D.; HOCHBERG, M.; TORRES, A.; LEV, O.; DOR, I.; SREBNIK, M.; DEMBITSKY, V. M. Photoprotection by *Cichorium endivia* extracts: prevention of UVB-induced erythema, pyrimidine dimer formation and IL-6 expression. **Skin Pharmacology and Physiology**, v. 17, n. 1, p. 42-48, 2004.
- FERRARI, Márcio; OLIVEIRA, Maria S. C.; NAKANO, Adelino K.; ROCHA-FILHO, Pedro A. Determinação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* e *in vivo* de emulsões com óleo de andiroba (*Carapa guianensis*). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 17, n. 4, p. 626-30, 2007.
- FIGUEIREDO, Sônia Aparecida; VILELA, Fernanda Maria Pinto; SILVA, Claudinei Alves da; CUNHA, Thiago Mattar; SANTOS, Marcelo Henrique dos; FONSECA, Maria José Vieira. *In vitro* and *in vivo* photoprotective/ photochemopreventive potential of *Garcinia brasiliensis* epicarp extract. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 131, p. 65-73, 2014.
- FLOR, Juliana; DAVOLOS, Marian Rosaly; CORREA, Marcos Antonio. Protetores solares. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 153-158, 2007.
- GASPARRINI, Massimiliano; FORBES-HERNANDEZ, Tamara Yuliett; AFRIN, Sadia; ALVAREZ-SUAREZ, José Miguel; GONZÁLEZ-PARAMÁS, Ana M.; SANTOS-BUELGA, Celestino; BOMPADRE, Stefano; QUILES, José Luis; MEZZETTI, Bruno; GIAMPIERI, Francesca. A pilot study of the photoprotective effects of strawberry-

- based cosmetic formulations on human dermal fibroblasts. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 16, n. 8, p. 17870-17884, 2015.
- GIAMPIERI, Francesca; ALVAREZ-SUAREZ, José M.; TULIPANI, Sara; GONZÁLEZ-PARAMÁS, Ana M.; SANTOS-BUELGA, Celestino; BOMPADRE, Stefano; QUILES, José L.; MEZZETTI, Bruno; BATTINO, Maurizio. Photoprotective potential of strawberry (*Fragaria x ananassa*) extract against UV-A irradiation damage on human fibroblasts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.60, n.9, p.2322-2327, 2012.
- GOSWAMI, Priyanka Kantivan; SAMANT, Mayuri; SRIVASTAVA, Rashmi. Natural sunscreen agents: A review. **Scholars Academic Journal of Pharmacy**, v. 2, p. 458-463, 2013.
- GREGORIS, Elena; FABRIS, Sabrina; BERTELLE, Mariangela; GRASSATO, Luigi; STEVANATO, Roberto. Propolis as potential cosmeceutical sunscreen agent for its combined photoprotective and antioxidant properties. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 405, n. 1-2, p. 97-101, 2011.
- GUARATINI, Thais; CALLEJON, Daniel Roberto; PIRES, Dalton Caprari; LOPES, José Norberto Callegari; LIMA, Leonardo Mandalho; GIANNELLA NETO, Daniel; SUSTOVICH, Celso; LOPES, Norberto Peporine. Fotoprotetores derivados de produtos naturais: perspectivas de mercado e interações entre o setor produtivo e centros de pesquisa. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 717-721, 2009.
- KARSTEN, Ulf; SAWALL, Thomas; WEST, John; WIENCKE, Christian. Ultraviolet sunscreen compounds in epiphytic red algae from mangroves. **Hydrobiologia**, v. 432, n. 1-3, p. 159-171, 2000.
- KATIYAR, Santosh K.; PEREZ, Anaibelith; MUKHTAR, Hasan. Green tea polyphenol treatment to human skin prevents formation of ultraviolet light B-induced pyrimidine dimers in DNA. **Clinical Cancer Research**, v. 6, n. 10, p. 3864-3869, 2000.
- KOSTYUK, Vladimir; POTAPOVICH, Alla; ALBUHAYADAR, Ahmed R.; MAYER, Wolfgang; DE LUCA, Chiara; KORKINA, Ludmila. Natural substances for prevention of skin photoaging: screening systems in the development of sunscreen and rejuvenation cosmetics. **Rejuvenation Research**, v. 21, n. 2, p. 91-101, 2018.
- LAUTENSCHLAGER, S.; WULF, H. C.; PITTELKOW, M. R. Photoprotection. **Lancet**, v.370, n.9586, p.528-537, 2007.
- LI, Na-Na; DENG, Li; XIANG, Li-Ping; LIANG, Yue-Rong. Photoprotective effect of tea and its extracts against ultraviolet radiation-induced skin disorders. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, v. 13, n. 3, p. 475-483, 2014.
- LOURITH, Nattaya; KANLAYAVATTANAKUL, Mayuree. Antioxidant activities and phenolics of *Passiflora edulis* seed recovered from juice production residue. **Journal of Oleo Science**, v. 62, n. 4, p. 235-240, 2013.

- LOURITH, Nattaya; KANLAYAVATTANAKUL, Mayuree; CHINGUNPITAK, Jiraporn. Development of sunscreen products containing passion fruit seed extract. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 53, n. 1, 2017.
- MASKE, Pratik P.; LOKAPURE, Sachin G.; NIMBALKAR, Dhanashri; MALAVI, Shobharaj; D' SOUZA, John I. *In vitro* determination of sun protection factor and chemical stability of *Rosa kordesii* extract gel. **Journal of Pharmacy Research**, v. 7, n. 6, p. 520-524, 2013.
- MEJÍA-GIRALDO, Juan C.; WINKLER, Robert; GALLARDO, Cecilia; SÁNCHEZ-ZAPATA, Ana M.; PUERTAS-MEJÍA, Miguel A. Photoprotective potential of *Baccharis antioquiensis* (Asteraceae) as natural sunscreen. **Photochemistry and Photobiology**, v. 92, n. 5, p. 742-752, 2016.
- NASCIMENTO, Cinthya Santos; NUNES, Livio César Cunha; LIMA, Ádley Antonini Neves de; GRANGEIRO JÚNIOR, Severino; ROLIM NETO, Pedro José. Incremento do FPS em formulação de protetor solar utilizando extratos de própolis verde e vermelha. **Revista Brasileira de Farmácia**, v. 30, n. 1, p. 334-339, 2009.
- NUNES, Alesandra R.; VIEIRA, Ícaro G. P.; QUEIROZ, Dinalva B.; LEAL, Antonio Linkoln Alves Borges; MORAIS, Selene Maia; MUNIZ, Débora Feitosa; CALIXTO-JUNIOR, João Tavares; COUTINHO, Henrique Douglas Melo. Use of flavonoids and cinnamates, the main photoprotectors with natural origin. **Advances in Pharmacological Sciences**, v. 2018, 9p., 2018.
- OLIVEIRA-JÚNIOR, Raimundo Gonçalves de; ALMEIDA, Jackson Roberto Guedes da Silva. Prospecção tecnológica de fotoprotetores derivados de produtos naturais. **Revista GEINTEC-Gestão, Inovação e Tecnologias**, v. 3, n. 1, p. 032-040, 2012.
- ORLANDA, J. F. F.; VALE, V. V. Análise fitoquímica e atividade fotoprotetora de extrato etanólico de *Euphorbia tirucalli* Linneau (Euphorbiaceae). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4 supl. 1, p. 730-736, 2015.
- POLONINI, Hudson Caetano; RAPOSO, Nádia Rezende Barbosa; BRANDÃO, Marcos Antônio Fernandes. Fotoprotetores naturais como instrumento de ação primária na prevenção do câncer de pele. **Revista de Atenção Primária à Saúde**, v. 14, n. 2, p. 216-223, 2011.
- PUERTAS-MEJÍA, Miguel Angel; GUTIERREZ-VILLEGAS, María Isabel; MEJÍA-GIRALDO, Juan Camilo; WINKLER, Robert; ROJANO, Benjamín. *In vitro* UV absorption properties and radical scavenging capacity of *Morella parvifolia* (Benth.) Parra-Os. extracts. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 54, n. 3, 2018.
- SAEWAN, Nisakorn; JIMTAISONG, Ampa. Photoprotection of natural flavonoids. **Journal of Applied Pharmaceutical Science**, v. 3, n. 9, p. 129-141, 2013.

- SCHALKA, Sergio; REIS, Vitor Manoel Silva dos. Sun protection factor: meaning and controversies. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 3, p. 507-515, 2011.
- SCHMITZ, Caroline. **Compostos fotoprotetores que absorvem radiação UV-VIS em algas pardas (Phaeophyceae) da Costa do Brasil**. Florianópolis. 2017. 94f. Dissertação (Mestrado) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- SIRAICHI, Jackeline T. G.; PEDROCHI, Franciana; NATALI, Maria R. M.; UEDANAKAMURA, Tânia; DIAS FILHO, Benedito P.; BENTO, Antonio C.; BAESSO, Mauro L.; NAKAMURA, Celso V. Ultraviolet (UVB and UVA) photoprotector activity and percutaneous penetration of extracts obtained from *Arrabidaea chica*. **Applied Spectroscopy**, v. 67, n. 10, p. 1179-1184, 2013.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE DERMATOLOGIA. Câncer de pele: o que é? 2019. Disponível em: <https://www.sbd.org.br/dermatologia/pele/doencas-e-problemas/cancer-da-pele/64/>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- VIOLANTE, Ivana M. P.; SOUZA, Ilza M.; VENTURINI, Cláudio L.; RAMALHO, Albina F. S.; SANTOS, Rogério A. N.; FERRARI, Márcio. Avaliação *in vitro* da atividade fotoprotetora de extratos vegetais do cerrado de Mato Grosso. **Brazilian Journal of Pharmacognosy**, v. 19, n. 2a, p. 452-457, 2009.

Luígia Colucci 24/09/2019

Data e assinatura do aluno(a)

Manoel Roberto 24/9/2019

Data e assinatura do orientador(a)