



INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS MACEIÓ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM QUÍMICA

KELIANE FRANCIELLE DOS SANTOS NASCIMENTO

**ESTUDO *in vitro* DA ATIVIDADE E EFICÁCIA FOTOPROTETORA DE EXTRATOS
DE CAMAPU (*Physalis angulata* L.)**

MACEIÓ, AL
2023

KELIANE FRANCIELLE DOS SANTOS NASCIMENTO

ESTUDO *in vitro* DA ATIVIDADE E EFICÁCIA FOTOPROTETORA DE EXTRATOS
DE CAMAPU (*Physalis angulata* L.)

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Licenciatura em Química do Instituto Federal de Alagoas, *campus* Maceió, como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciada em Química.

Orientador: Prof. Dr. Jéssu Costa Ferreira Junior.

MACEIÓ, AL
2023



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Maceió
Biblioteca Benevides Monte

547.2
N244e

Nascimento, Keliane Francielle dos Santos.

Estudo *in vitro* da atividade e eficácia fotoprotetora de extratos de Camapu (*Physalis angulata L.*) / Keliane Francielle dos Santos Nascimento. – Maceió, 2023.
58 f. : il.

Orientação: Prof. Dr. Jéssu Costa Ferreira Junior.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Alagoas, Campus Maceió. Maceió, 2023.

Arquivo no formato digital em PDF.

1. Química. 2. Fotoproteção. 3. Fator de Proteção Solar. 4. *Physalis angulata L.* (camapu). I. Título.

Franciane Monick Gomes de França
Bibliotecária CRB-4/1831

FOLHA DE APROVAÇÃO

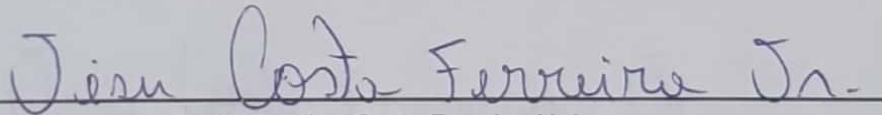
KELIANE FRANCIELLE DOS SANTOS NASCIMENTO

ESTUDO in vitro DA ATIVIDADE E EFICÁCIA FOTOPROTETORA DE
EXTRATOS DE CAMAPU (*Physalis angulata* L.)

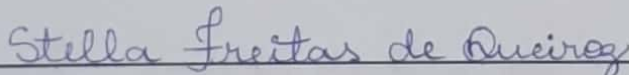
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Coordenação do Curso de Licenciatura em
Química do Instituto Federal de Alagoas-IFAL,
como requisito para obtenção do título de
Licenciada em Química.

Aprovado em 01 de novembro de 2023

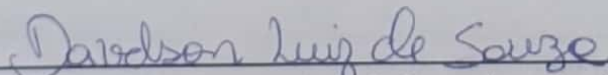
BANCA EXAMINADORA:



Prof.º Dr. Jésu Costa Ferreira Júnior
Instituto Federal de Alagoas - IFAL (Orientador)



Profa. Ma. Stella Freitas de Queiroz (examinadora)
Secretaria de Estado da Educação de Alagoas - SEDUC



Profa. Me. Davdson Luiz de Souza (examinador),
Sociedade de Ensino Universitário do Nordeste - SEUNE

Dedico este trabalho ao meu orientador,
que muito contribuiu com esta conquista,
e a minha família, que é o meu alicerce.

AGRADECIMENTOS

Depois de muito trabalho e esforço, e antes de tudo, agradeço à Deus, por ter me segurado durante tantas madrugadas de escrita, pois sei que minha força vem, primeiramente, da minha fé.

Quero agradecer a minha família, que é meu incentivo de vida e meu porto seguro na caminhada, em especial meu esposo, Edson Reis, que sempre procura me apoiar, e acreditar no meu potencial, e meu filho, Emerson, que é o grande responsável pelos meus momentos de alegria entre uma dificuldade e outra.

Gostaria de agradecer aos meus colegas de turma do IFAL, em especial às “meninas da química”, Mirely, Jéssica e Arithssa, pela amizade e por todos os momentos de cumplicidade durante a graduação.

Sou grata também ao IFAL, instituição essa que se tornou minha segunda casa, onde construo e enriqueço meu conhecimento desde o Ensino Médio, proporcionando sempre um ensino de qualidade; e a todos os professores pela dedicação com o curso de Licenciatura em Química.

Por fim, e não menos importante, quero agradecer imensamente ao meu professor orientador, Jésu Costa, que já faz parte da minha trajetória desde o Curso Técnico em Química, no Ensino Médio, e que agora, na graduação, confiou em mim um dos seus projetos, seu laboratório, e com sua tamanha gentileza sempre esteve disposto a me ajudar, me orientar e compartilhar um pouco dos seus conhecimentos.

A todos, muitíssimo obrigada!

RESUMO

A fotoproteção visa reduzir a exposição da pele à radiação ultravioleta (UV) advinda do sol, auxiliando no combate à queimaduras solares, envelhecimento precoce, e até mesmo ao câncer da pele. Os filtros solares são substâncias capazes de absorver, refletir ou refratar a UV e assim proteger a pele. A eficácia desses produtos é medida através do fator de proteção solar (FPS) que indica o quanto a formulação fotoprotetora é capaz de proteger um indivíduo dessa radiação. Atualmente a busca e uso de bioativos vegetais para proteger a pele dos efeitos adversos da radiação solar tem aumentado significativamente, devido a diversidade de compostos orgânicos produzidos pelas plantas, que possuem capacidade de estabilizar os radicais livres, em especial os compostos fenólicos, que possuem grupamentos cromóforos em sua estrutura, os quais promovem a absorção da radiação em comprimentos de onda compatíveis aos raios UV, mostrando-se adequados para a composição dos filtros solares, potencializando a proteção da pele. *Physalis angulata* L. (camapu) pertence à família Solanaceae ocorre principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, onde é usada na medicina popular como anti-inflamatório e no tratamento de problemas da pele. O presente trabalho teve como objetivo verificar o potencial fotoprotetor de extratos de partes da planta camapu, e analisar o comportamento do FPS de uma solução de um protetor solar comercial "FPS 30" ao ser incorporado com estes ativos, por meio da análise *in vitro*, do método espectrofotométrico. Os resultados obtidos demonstraram atividade fotoprotetora dos extratos de flor e folha do camapu, obtendo valores de FPS igual a 21,38 e 7,15, respectivamente, a concentração de 300 ppm, e permitiram visualizar a eficácia do extrato da folha como filtro solar químico quando a uma formulação fotoprotetora. Logo, concluiu-se que o extrato da folha da *Physalis Angulata* L. associado à formulação fotoprotetora potencializou a atividade da formulação, aumentando seu FPS em até 40,97%, o que sugere a sua indicação para o uso em protetores solares, além de reduzir os custos de produção, sabendo que a matéria prima natural tende a ser mais barata.

Palavras-chave: Fotoproteção. Fator de Proteção Solar. *Physalis Angulata* L.. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

Photoprotection aims to reduce skin exposure to ultraviolet (UV) radiation from the sun, helping to combat sunburn, premature aging, and even skin cancer. Sunscreens are substances capable of absorbing, reflecting or refracting UV and thus protecting the skin. The effectiveness of these products is measured through the sun protection factor (SPF), which indicates how much the photoprotective formulation is capable of protecting an individual from this radiation. Currently, the search and use of plant bioactives to protect the skin from the adverse effects of solar radiation has increased significantly, due to the diversity of organic compounds produced by plants, which have the capacity to stabilize free radicals, especially phenolic compounds, which have chromophores in its structure, which promote the absorption of radiation at wavelengths compatible with UV rays, proving suitable for the composition of solar filters, enhancing skin protection. *Physalis angulata* L. (camapu) belongs to the Solanaceae family and occurs mainly in the North and Northeast regions of Brazil, where it is used in folk medicine as an anti-inflammatory and in the treatment of skin problems. The present work aimed to verify the photoprotective potential of extracts from parts of the camapu plant, and to analyze the FPS behavior of a commercial sunscreen solution "FPS 30" when incorporated with these active ingredients, through in vitro analysis, of the spectrophotometric method. The results obtained demonstrated photoprotective activity of camapu flower and leaf extracts, obtaining FPS values equal to 21.38 and 7.15, respectively, at a concentration of 300 ppm, and allowed us to visualize the effectiveness of the leaf extract as a chemical sunscreen. when it comes to a photoprotective formulation. Therefore, it was concluded that the *Physalis Angulata* L. leaf extract associated with the photoprotective formulation enhanced the activity of the formulation, increasing its FPS by up to 40.97%, which suggests its indication for use in sunscreens, in addition to reduce production costs, knowing that natural raw materials tend to be cheaper.

Keywords: Photoprotection. Solar protection factor. *Physalis angulata* L.. Phenolic compounds.

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 -	Fototipos de pele de acordo com a classificação de Fitzpatrick...	19
Quadro 2 -	FPS espectrofotométrico dos extratos em concentração 150 ppm.....	43
Quadro 3 -	FPS de extrato de flor, caule e folha.....	45
Quadro 4 -	Absorbâncias dos extratos de flor e folha no comprimento de onda 290 nm.....	45
Quadro 5 -	Teste do FPS do filtro químico do protetor solar comercial.....	47
Quadro 6 -	Incorporação do extrato de folha em solução de protetor solar (1:1).....	49
Quadro 7 -	Incorporação de diferentes concentrações de extrato de folha de camapu em diversas soluções de protetor solar.....	50
Tabela 1 -	Incidência de Câncer no Brasil: estimativa para 2023 a 2025.....	18
Tabela 2 -	Valores normalizados de $EE \times I$ por comprimento de onda.....	35
Tabela 3 -	Soluções de protetor solar incorporadas com extrato a diferentes proporções.....	38

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Espectro Eletromagnético.....	14
Figura 2 -	Penetração da radiação UV na pele.....	17
Figura 3 -	Transição eletrônica das radiações UV e conversão em VIS e IV pelo fotoprotetores orgânicos.....	22
Figura 4 -	Ressonância eletrônica na molécula de PABA.....	23
Figura 5 -	Estrutura química básica dos compostos fenólicos.....	27
Figura 6 -	Exemplos de flavonóides mais comumente encontrados.....	28
Figura 7 -	Exemplos de não-flavonóides.....	28
Figura 8 -	Estruturas de <i>Physalis angulata</i> L.....	30
Figura 9 -	Espectros de absorção do extrato do pedúnculo de camapu.....	39
Figura 10 -	Espectros de absorção do extrato do caule de camapu.....	40
Figura 11 -	Espectros de absorção do extrato do fruto de camapu.....	40
Figura 12 -	Espectros de absorção do extrato da folha de camapu.....	41
Figura 13 -	Espectros de absorção do extrato da flor de camapu.....	41

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS	Absorbância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
COLIPA	The European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association
DNA	Ácido desoxirribonucleico
DME	Dose mínima eritematosa
DMEnp:	Dose mínima eritematosa na mesma pele não protegida por fotoprotetor
DMEp	Dose mínima eritematosa na pele protegida por fotoprotetor
EE	Efeito Eritematogênico
EROs	Espécies reativas de oxigênio
FC	Fator de Correção
FDA	Food and Drug Administration
FPS	Fator de proteção solar
I	Intensidade da luz/irradiância da fonte Ultravioleta
INCA	Instituto Nacional de Câncer
INCI	International nomenclature for Cosmetic Ingredients
mg	Miligrama (unidade de peso)
mL	Mililitro
nm	Nanômetro
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
UV	Ultravioleta
UVA	Ultravioleta A
UVB	Ultravioleta B
UVC	Ultravioleta C
VIS	Visível
λ	Comprimento de onda
TiO ₂	Dióxido de titânio
ZnO	Óxido de zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
2.1 RADIAÇÃO SOLAR.....	14
2.1.1 Radiação Ultravioleta (UVA e UVB)	15
2.1.2 Efeitos da Radiação Ultravioleta na Pele	17
2.2 FILTROS SOLARES.....	20
2.2.1 Filtros Inorgânicos	21
2.2.2 Filtros Orgânicos	22
2.3 FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS).....	24
2.4 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM PLANTAS.....	26
2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E SEU POTENCIAL FOTOPROTETOR.....	27
2.6 A <i>PHYSALIS ANGULATA</i> L.....	29
3 OBJETIVOS	32
3.1 OBJETIVO GERAL.....	32
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 MATERIAIS.....	33
4.1.1 Equipamentos e Vidrarias	33
4.1.2 Reagentes, Solventes e Matérias Primas	33
4.2 MÉTODOS.....	34
4.2.1 Determinação do comprimento de onda máximo (λ_{max}) e absorbância máxima ($A_{máx}$) de todos os extratos secos	34
4.2.2 Determinação do fator de proteção solar (FPS) dos extratos	34
4.2.3 Teste “in vitro” do fator de proteção solar (FPS) de um protetor solar comercial	36
4.2.4 Avaliação da eficácia fotoprotetora do extrato de folha da <i>Physalis Angulata</i> L. (Camapu) incorporado no protetor solar comercial	36
4.2.4.1 Incorporação na proporção de (1:1) em massa de protetor/extrato.....	36

4.2.4.2 Incorporação de extrato de folha em concentrações variadas a uma solução de concentração fixa de protetor solar de 150 ppm.....	37
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	39
5.1 DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE ONDA MÁXIMO ($\lambda_{MAX.}$) E ABSORBÂNCIA MÁXIMA (AbsMÁX.) DOS EXTRATOS.....	39
5.2 DETERMINAÇÃO DO FPS DOS EXTRATOS.....	42
5.2.1 Determinação do FPS das soluções de Folha, Flor e Caule de Camapu...44	
5.3 TESTE “IN VITRO” DO FPS DE UM PROTETOR SOLAR COMERCIAL DE FPS IGUAL A 30.....	47
5.4 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA FOTOPROTETORA DO EXTRATO DE FOLHA DA PHYSALIS ANGULATA L. (CAMAPU) INCORPORADO NO PROTETOR SOLAR COMERCIAL.....	48
5.4.1 Incorporação de extrato em uma proporção de (1:1) em massa de protetor/extrato.....	49
5.4.2 Incorporação de extrato de folha em concentrações variadas a uma solução de concentração fixa de protetor solar de 150 ppm.....	50
6 CONCLUSÃO.....	52
REFERÊNCIAS.....	53

1 INTRODUÇÃO

A luz solar é composta por espectro contínuo de radiação eletromagnética que apresenta divisão e denominação em concordância com o intervalo de comprimento de onda (λ): radiação ultravioleta (100-400 nm), visível (400-780 nm) e infravermelho (>780 nm). Tais intervalos de λ , provenientes da radiação solar, irradiam a superfície da Terra e apresentam-se assim distribuídos: 56% de infravermelho, 39% de luz visível e 5% de radiação ultravioleta (Balogh *et al.*, 2011). Nosso organismo percebe a presença destas radiações do espectro solar de diferentes formas. A radiação infravermelha é percebida sob a forma de calor, a radiação visível através das diferentes cores detectadas pelo sistema óptico e a radiação ultravioleta através de reações fotoquímicas (Flor *et al.*, 2007).

A exposição à radiação ultravioleta (UV) é considerada o principal fator de risco para a maioria dos cânceres de pele e a luz solar é a principal fonte desse tipo de radiação. A quantidade de danos causados pelos raios UV depende da intensidade e da duração da exposição e se a pele está protegida por roupas ou protetor solar (Dupont e Pereira, 2012). A exposição solar constante também acarreta no envelhecimento precoce e alterações imunológicas da pele. No entanto, tais perigos relacionados com a radiação ultravioleta diminuem através da fotoproteção, que é encontrada na forma de preparações para uso tópico contendo protetores solares, servindo como uma barreira fotoprotetora (Gomes, 2020).

Filtros solares são substâncias capazes de absorver, refletir ou refratar a radiação ultravioleta e assim proteger a pele da exposição direta da luz solar, prevenindo-a de eritemas e edemas, reduzindo o risco de queimaduras e o risco de carcinoma. Estes são classificados em físicos (ou inorgânicos), que refletem ou dissipam a radiação, e químicos (ou orgânicos), que absorvem a radiação, sendo relacionados de acordo com o mecanismo de ação envolvido no processo de fotoproteção (Nascimento *et al.*, 2009). A eficácia dos filtros solares é dependente da sua capacidade de absorção da energia radiante, que é proporcional à sua concentração, intervalo de absorção e comprimento de onda, na absorção máxima (Ribeiro, 2004).

Uma das tendências do mercado e da Ciência Cosmética é o desenvolvimento de produtos com maior número de componentes de origem natural,

especialmente os de origem vegetal, explorando de forma racional a biodiversidade brasileira (Violante *et al.*, 2009).

Algumas plantas são utilizadas como fotoprotetoras pela sua simples ação de fotoproteção, ou pela sua capacidade de ampliar o espectro de proteção em protetores, potencializando o fator de proteção solar (FPS) desses produtos. Essas ações ocorrem em plantas que apresentam em sua composição metabólitos secundários como flavonóides e taninos que absorvem radiação UV (Nascimento *et al.*; 2009).

O camapu (*Physalis angulata L.*) pertence à família Solanaceae, a qual está distribuída por todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo. No Brasil, *Physalis angulata L.* é conhecida popularmente como "camapu", "bucho de rã", "juá de capote", "mata-fome". Poucos estudos foram realizados com base na caracterização dos frutos de camapu, mas os extratos obtidos desse fruto vêm sendo estudados para aplicação como alternativa para melhorar a qualidade de vida de pacientes com o Mal de Parkinson (Lima *et al.*, 2021).

Lima e colaboradores (2021) demonstraram em seu estudo que o extrato metanólico do fruto do camapu apresentou considerável concentração de fenólicos totais e flavonoides, concluindo que o fruto possui potencial aceitação sensorial e alta capacidade antioxidante com benefícios para a saúde.

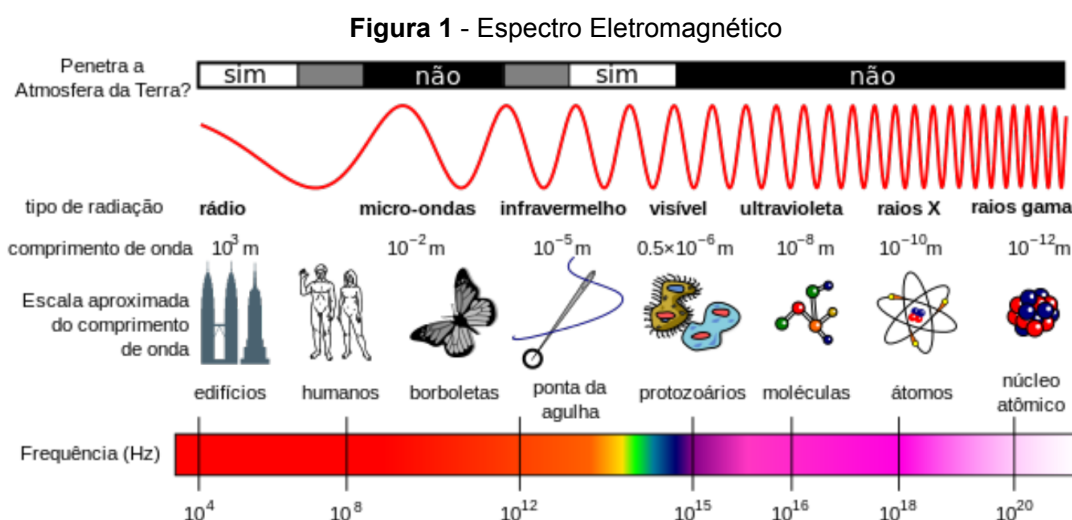
Dessa forma, estudos das potencialidades cosméticas de extratos de *Physalis angulata* poderão contribuir para o desenvolvimento de um produto inovador. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar o potencial fotoprotetor de extratos de partes da planta *Physalis Angulata L.*, e analisar o comportamento do FPS de uma solução de protetor solar comercial FPS 30 ao ser incorporado com estes ativos, por meio da análise *in vitro*, do método espectrofotométrico.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 RADIAÇÃO SOLAR

O sol é fundamental para a nossa sobrevivência. No entanto, a radiação ultravioleta do sol é responsável por diversos efeitos nocivos, sendo um dos principais fatores extrínsecos ambientais responsáveis pelo fotoenvelhecimento, produzindo alterações na fisiologia das células, desencadeando patologias como o câncer de pele (Sousa *et al.*, 2019).

A radiação solar é o fluxo de energia emitido pelo Sol e transmitida sob a forma de radiação eletromagnética (Gomes *et al.*, 2018). Essa radiação apresenta um largo espectro de comprimentos de onda (λ) e é uma fonte de energia natural, a qual possui um vasto potencial de utilização em função de sua acessibilidade e abundância. Pode ser dividida em duas grandes regiões com base na capacidade de ionização atômica: radiação ionizante e radiação não ionizante. A radiação ionizante pode ser dividida em raios X e raios gama, que são altamente prejudiciais aos organismos, e não penetram na atmosfera terrestre (Lopes *et al.*, 2012). As radiações que chegam à superfície da Terra são classificadas como não-ionizantes e subdivididas em infravermelha (IV) (λ acima de 800 nm), visível (λ entre 400–800 nm) e ultravioleta (UV) (λ entre 100–400 nm), como na Figura 1.



Disponível: em: <<https://pt.khanacademy.org/science/9-ano/materia-e-energia-as-ondas/ondas-eleto-magneticas/a/o-espectro-eleto-magnetico>>.

A energia da radiação solar aumenta com a redução do comprimento de onda, assim a radiação UV é a de menor comprimento de onda e,

consequentemente, a mais energética, ou seja, a mais propensa a induzir reações fotoquímicas. Outra consideração importante diz respeito à capacidade desta radiação permear a estrutura da pele (Flor *et al.*, 2007). Radiação com comprimento de onda de alta energia ($\lambda < 10$ nm) desloca os elétrons das moléculas para formar íons, e são consideradas radiações ionizantes. Radiação UV, visível e IV com alto comprimento de onda (100-400, 400-800 e >800 nm, respectivamente) não possuem a energia requerida para esse processo e são classificadas como não ionizantes (Kirchoff, 1995; Shaath *et al.*, 2005 apud Monteiro, 2008).

Nosso organismo percebe a presença da radiação solar de diferentes formas. A radiação IV é percebida sob a forma de calor, devido a sua capacidade de atravessar a epiderme e ser absorvida pela derme, onde sua energia se transforma em calor, aumentando a temperatura da pele, e consequentemente o ressecamento pela perda da umidade, ocasionando uma vasodilatação, que se evidencia pelas manchas avermelhadas (Santoro *et al.*, 2001). A radiação visível é percebida pelas diferentes cores detectadas pelo sistema óptico, através das partículas de poeira e fumaça que ficam suspensas na troposfera; e a radiação UV por reações químicas que são induzidas pela luz, podendo afetar a pele de forma aguda ou crônica (Flor *et al.*, 2007).

2.1.1 Radiação Ultravioleta (UVA e UVB)

A radiação ultravioleta é a região do espectro eletromagnético compreendida entre 100 e 400 nm, sendo dividida, segundo sua faixa de comprimento de onda, em três regiões distintas: UVA ($\lambda = 320-400$ nm), UVB ($\lambda = 290- 320$ nm) e UVC ($\lambda = 100- 290$ nm) (Monteiro, 2008).

Aproximadamente 30-40% da radiação UV são absorvidas pelas camadas mais externas da atmosfera terrestre através da camada de ozônio, que também é capaz de filtrar a radiação UV abaixo de 290 nm. Portanto, as radiações UVC e UVB de baixo comprimento de ondas são bloqueadas, e uma quantidade mínima da radiação UVA é filtrada (Shah *et al.*, 2005).

A depleção da camada de ozônio tem um impacto direto sobre o aumento da exposição da radiação UV na superfície terrestre. Estima-se que 1% da diminuição da camada de ozônio ocasione um aumento de 1 a 2% dos casos de melanomas malignos (Kullavanijaya e Lim, 2005).

A radiação UVA é a mais abundante na superfície terrestre (cerca de 95% das UV). Sua carga energética é menor que a da radiação UVB em torno de 800 a 1000 vezes, e tem o maior comprimento de onda entre as UV. Seu comprimento de onda é compreendido entre 320 a 400 nm e subdividido em UVA-II ou curto de 320 – 340 nm, responsável por grande parte dos efeitos fisiológicos do UVA na pele, e UVA-I ou longo de 340 a 400 nm, causador de pequenas alterações nas fibras elásticas (Bertoldi, 2012).

Frequentemente a radiação UVA não causa queimadura solar (eritema). Dependendo da pele e da intensidade da radiação recebida, o eritema causado é mínimo. Quando comparada à radiação UVB, sua capacidade em induzir eritema na pele humana é aproximadamente mil vezes menor, porém penetra mais profundamente na derme. Induz pigmentação promovendo o bronzeamento por meio do escurecimento da melanina, nas células das camadas externas da epiderme (Flor *et al.*, 2007). Ao penetrar na derme esta radiação pode ativar a formação de radicais livres e átomos de oxigênio reativo (Sgarbi *et al.* 2007).

A formação do eritema é principalmente atribuída à radiação UVB, considerada a mais eritematogênica dentre as radiações solares (Gomes, 2020). A radiação UVB é considerada uma radiação de ondas curtas, seu comprimento de onda situa-se entre 290 a 320 nm, e das UV que atingem a superfície da Terra a UVB compreende cerca de 5%. Afetam principalmente a camada epidérmica da pele, provocando eritemas e, portanto, queimaduras solares e bronzeamento.

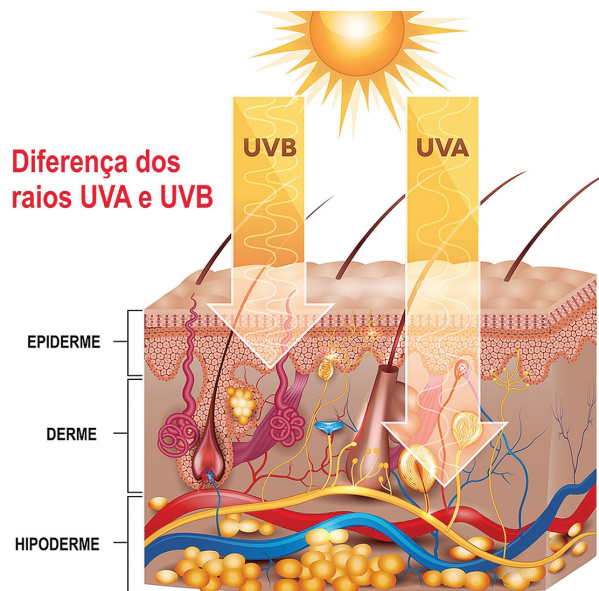
A radiação UVB é predominante na superfície terrestre no período entre 10 e 14 horas. Ela afeta principalmente a camada epidérmica da pele (Figura 2), onde causa eritema, que aparece de 3 a 4 horas após a exposição e se intensifica de 12 a 24 horas. É acompanhado por edemas, dores, prurido, pela formação de bolhas e espessamento da epiderme e da derme (Kullavanijaya e Lim, 2005).

A pele humana é composta de várias camadas: epiderme, derme e hipoderme, cuja função é apoiar e unir a pele ao resto do corpo (Figura 2), todas elas possuem extrema importância no processo de proteção natural e defesa do organismo, relacionados à proteção solar.

A radiação UVB age contra o sistema de defesa natural do corpo, sendo capaz de reduzir a chance de uma célula maligna ser reconhecida e destruída pelo próprio organismo, aumentando o risco de mutações fatais e possibilitando a

existência do câncer de pele oriundo de lesões ao DNA epidérmico (Oliveira *et al.*, 2004; Flor *et al.*, 2007).

Figura 2 - Penetração da radiação UV na pele.



Disponível em: <<http://www.maiorde60.com.br/site/index.php/640-cuidados-com-a-pele-no-verao>>.

2.1.2 Efeitos da Radiação Ultravioleta na Pele

A exposição à radiação UV tem efeitos positivos e negativos à saúde humana. Um benefício importante é a síntese da vitamina D₃, na pele, a partir da conversão do 7-deidrocolesterol em coledalciferol (vitamina D₃), pela radiação compreendida entre 295-305 nm. A vitamina D é essencial para a manutenção da estrutura óssea (Gomes, 2020), está relacionada com o funcionamento do sistema imunológico, e é utilizada no tratamento de doenças de pele como psoríase e vitiligo. A exposição regular do paciente à radiação UV caracteriza a fototerapia, que pode ser usada em conjunto com alguns medicamentos que aumentam a sensibilidade do paciente à radiação, promovendo melhora no quadro de determinadas doenças dermatológicas (Balogh *et al.*, 2011).

Apesar de ser um pré-requisito para a vida, a luz solar pode apresentar efeitos extremamente nocivos à saúde humana. Mesmo não possuindo a capacidade de penetrar profundamente no organismo, ela atinge pele, olhos e mucosa, contribuindo para o aumento do risco de câncer de pele, fotoenvelhecimento e doenças oftalmológicas, além de afetar o sistema imune, causando modificação na atividade e distribuição das células imunológicas. A

frequente exposição a esse tipo de radiação induz o estresse oxidativo pela alta produção de radicais livres, os quais, em excesso, provocam a desestabilização de biomoléculas e o desencadeamento de doenças como o câncer. Dessa forma, a radiação ultravioleta gera uma resposta negativa da imunidade do indivíduo (Lopes *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2022).

A publicação do INCA (2022) “Estimativa 2023 - Incidência de Câncer no Brasil” alerta sobre os casos de câncer mostrando que de um total de 704 mil novos casos estimados para 2023 a 2025, cerca de 70% se concentram nas regiões Sul e Sudeste, ocorrendo da seguinte forma:

Tabela 1 - Incidência de Câncer no Brasil: estimativa para 2023 a 2025.

Tipo de Câncer	Ocorrência, por ano
Pele não melanoma	31,3 %
Mama feminina	10,5 %
Próstata	10,2 %
Cólon e reto	6,5 %
Colo do útero	4,7 %
Pulmão	4,6 %
Estômago	3,1 %

Fonte: INCA, 2022.

A radiação ultravioleta é a responsável pela ocorrência das reações fotoquímicas que além de estimularem a produção de melanina, resultando no bronzeamento da pele, podem causar inflamações, queimaduras, até mutações gênicas e disfunções celulares (Flor *et al.*, 2007).

Essas reações fotoquímicas causam efeitos sobre a pele que podem ser classificados como agudos (imediatos) ou crônicos (longo prazo). Os efeitos agudos, como queimaduras, bronzeamento e produção de vitamina D, desenvolvem-se e desaparecem rapidamente; enquanto que os crônicos, como fotoenvelhecimento e câncer de pele, têm aparecimento gradual e de longa duração. A diferença entre ambas as reações se deve, principalmente, ao histórico de exposição da pessoa e a diferentes comprimentos de onda da radiação UV (Melo, 2015).

A sensibilidade da pele para os efeitos nocivos da radiação não é uniforme. Desde a década de 1930, segundo Corrêa (2003), diversos estudos foram realizados no intuito de estabelecer uma relação entre o tipo de pele e a dose mínima de radiação. A classificação de *Fitzpatrick* (1988) apud. Corrêa (2003), apresentada no Quadro 1 e utilizada como referência por grande parte dos dermatologistas, é resultado de experimentos realizados com centenas de indivíduos de diferentes tipos de pele submetidos à exposição a quantidades controladas de radiações UV.

Quadro 1 - Fototipos de pele de acordo com a classificação de Fitzpatrick

Tipo	Característica	Após exposição solar		Sensibilidade ao Sol
		Ocorrência de Queimadura	Ocorrência de bronzeamento	
I	Pele branca	Sempre	Nunca	Muito sensível
II	Pele branca	Sempre	Pouquíssimo	Sensível
III	Pele morena clara	Queima moderadamente	Moderado	Normal
IV	Pele morena moderada	Queima pouco	Sempre	Normal
V	Pele morena escura	Queima raramente	Sempre	Pouco sensível
VI	Pele negra	Nunca	Totalmente pigmentada	Insensível

Fonte: Côrrea, 2003.

O eritema induzido por UVB apresenta um pico máximo visível entre 6 a 24 h após exposição à radiação, entretanto uma resposta imediata é observada em indivíduos com fototipos de pele I e II (Quadro 1). Em peles com outros fototipos, a dose mínima necessária de radiação UVB para gerar um eritema é maior, em função da menor sensibilidade à radiação UV. A radiação UVA também é capaz de induzir o eritema, principalmente em peles de fototipo I. Para os demais fototipos, o eritema induzido por UVA requer uma dose, aproximadamente, 1.000 vezes maior do que a dose de radiação UVB. O eritema causado pelas radiações UV pode desaparecer em até 2 semanas em peles com fototipos I e II e, em até 3 dias, em peles mais

escuras (Gomes, 2020). Os efeitos a longo prazo ou tardios, estão relacionados ao fotoenvelhecimento e à fotocarcinogênese (Oliveira *et al.*, 2004).

Segundo Gomes (2020), o envelhecimento precoce da pele está relacionado com a formação de radicais livres, ocasionando mudanças microscópicas e macroscópicas em proteínas cutâneas, e decorre principalmente da exposição à radiação UVA. Essa radiação penetra profundamente na epiderme, sendo absorvida pelos cromóforos celulares, como ácido urocânico, melanina, bilirrubina e o grupo heme. Ao absorverem a radiação, esses cromóforos podem levar a uma interação com o DNA (ácido desoxirribonucleico) e o oxigênio molecular, resultando na modificação do DNA mitocondrial dos fibroblastos e na produção de espécies reativas de oxigênio (ERO), que são moléculas instáveis e extremamente reativas capazes de transformar outras moléculas com as quais colidem (Silva e Gonçalves, 2010).

2.2 FILTROS SOLARES

Em virtude dos danos envolvendo a exposição inadequada ao Sol, tem-se aumentado a necessidade da utilização de fotoprotetores, e a de desenvolver novos produtos, mais eficientes e seguros, a partir de preparações tópicas que se utilizam de uma combinação de filtros que protegem a pele em toda a faixa do ultravioleta. Quando se utiliza uma combinação de filtros UVA e UVB, permite-se uma proteção de amplo espectro à pele e, se os filtros solares forem também fotoestáveis (que permanecem na pele sem se degradar), tem-se uma proteção de longa duração (Ribeiro, 2004).

De acordo com a ANVISA (Resolução RDC nº 30 de 2012), protetor solar é “qualquer preparação cosmética destinada a entrar em contato com a pele e lábios, com a finalidade exclusiva ou principal de protegê-la contra a radiação UVB e UVA, absorvendo, dispersando ou refletindo a radiação” (ANVISA, 2012).

Favero e colaboradores descrevem os produtos fotoprotetores, ou protetores solares, como cosméticos que apresentam em sua composição substâncias capazes de refletir ou de absorver as radiações UVA e UVB. Essas substâncias são divididas em dois grupos, em função da sua respectiva natureza química: filtros inorgânicos (ou físicos), que refletem a radiação, e os orgânicos (ou químicos), que absorvem a radiação (Favero *et al.*, 2019).

2.2.1 Filtros Inorgânicos

Filtros inorgânicos ou físicos são as substâncias que têm capacidade de refletir e dispersar a radiação ultravioleta. Esses filtros são capazes de formar uma barreira física sobre a pele, impedindo a passagem da radiação. Os agentes comumente usados são compostos metálicos como o óxido de zinco (ZnO), dióxido de titânio (TiO₂), silicatos e óxido de ferro (Araújo e Souza, 2008; Lopes *et al.*, 2012).

O mecanismo de proteção solar dos filtros inorgânicos é principalmente a reflexão da radiação pelas partículas inorgânicas dispersas no filtro, havendo relação fundamental entre o diâmetro da partícula e o comprimento de onda da luz incidente sobre ela (Flor *et al.*, 2007). Na reflexão/dispersão, a luz incidente nas partículas inorgânicas é redirecionada, refletindo de volta ou se espalhando por diferentes caminhos. Este processo é responsável pela translucidez e opacidade das partículas de filtros inorgânicos aplicadas sobre a pele (Costa *et al.*, 2021).

Os bloqueadores inorgânicos apresentam relativa estabilidade, não reagem com filtros orgânicos e, geralmente, são mais seguros clinicamente, sendo considerados de baixa toxicidade, sendo assim, a primeira escolha de fotoprotetores destinados a pacientes com histórico de alergia (Balogh, 2011).

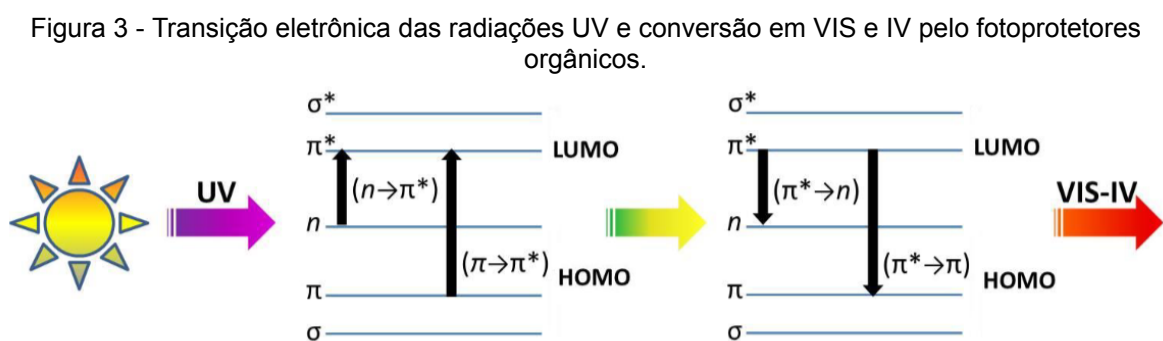
Os compostos de óxido de zinco propiciam uma proteção maior contra os UVA. O problema destes filtros é que, por depositarem sobre a pele e refletirem toda luz visível, o efeito final é um visual branco difícil de mascarar, o que os torna esteticamente desagradáveis. Ademais, uma inovação recente na tecnologia de filtros inorgânicos criou versões micro-particuladas destes óxidos. As partículas são reduzidas, durante o processo de obtenção, de modo que não absorvam nem espalhem radiação visível, mas absorvam e espalhem a radiação UV. Essas versões microparticuladas, também chamadas pigmentos microfinos, representam um grande avanço, pois não deixam película perceptível sobre a pele. Nestas versões o tamanho das partículas está na faixa de 70 a 200 nm (Flor *et al.*, 2007).

Com a redução do tamanho das partículas destes compostos, estes produtos passaram a ter uma maior aceitação. As partículas mais brancas e conseqüentemente as que são mais visíveis, são aquelas que difundem a luz com maior eficiência. O tamanho da partícula na qual isto acontece varia de um material para outro (Araújo *et al.*, 2008).

2.2.2 Filtros Orgânicos

Os filtros orgânicos, ou químicos, são aqueles constituídos por moléculas orgânicas capazes de absorver radiação UV e transformá-la em radiações energéticas inofensivas ao ser humano. São compostos aromáticos conjugados com grupos carboxílicos e, geralmente, possuem um grupo doador de elétrons ligado na posição *orto* ou *para* do anel aromático (Balogh, 2011).

O mecanismo de ação dos filtros orgânicos envolve as transições eletrônicas que ocorrem entre a diferença de energia HOMO–LUMO durante a absorção da luz UV: as moléculas do filtro solar em seu estado fundamental (não excitado) tem seus elétrons no orbital π HOMO (orbital molecular preenchido de mais alta energia). Quando a molécula absorve um *fóton* (radiação UV), tende a deslocalizar os elétrons para alcançar o estado excitado, para o orbital π^* LUMO (orbital molecular vazio de mais baixa energia). Durante o retorno do elétron do orbital antiligante ao estado fundamental, $\pi^* \rightarrow \pi$, ocorre a liberação do excesso de energia sob a forma de ondas eletromagnéticas com comprimentos de onda acima de 400 nm, de menor energia (Figura 3). A radiação UV absorvida tem energia exatamente igual à diferença de energia entre os estados fundamental e excitado. Portanto, um filtro químico solar absorve energia prejudicial e a transforma em formas de energia não agressivas para a pele (Lopes *et al.*, 2012; Valentim *et al.*, 2023; Nascimento *et al.*, 2013).



Fonte: Nascimento *et al.*, 2013.

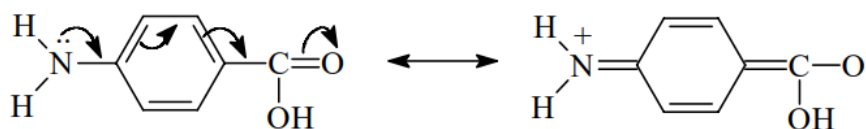
Nesse sentido, é importante observar que como a absorção da energia é uma característica específica de cada molécula haverá diferenças em relação às faixas de absorção na região do ultravioleta (Flor *et al.*, 2007). Essas moléculas são divididas em filtros UVA, que oferecem proteção frente à radiação UVA, filtros UVB,

que exercem proteção frente à radiação UVB, e filtros de amplo espectro, que promovem proteção contra ambos. Atualmente, produtos diversos utilizam combinação de diferentes filtros visando à obtenção da proteção de amplo espectro para se alcançar a proteção adequada (Balogh, 2011).

Os filtros químicos são classificados em: ácido p-aminobenzóico (PABA) e derivados; salicilatos; cinamatos; dibenzoilmetanos; antranilatos; derivados da cânfora; benzofenonas e diversos. Os cinamatos e salicilatos e PABA agem exclusivamente contra os raios UVB e as benzofenonas e as avobenzonas protegem somente em UVA. Quanto à solubilidade, podem ser hidro ou lipossolúveis (Flor *et al.*, 2007; Costa *et al.*, 2021).

O ácido p-aminobenzóico (PABA) (Figura 4) é um filtro UVB clássico que apresenta a vantagem de ser resistente à água. Entretanto, necessita de um veículo alcoólico em suas formulações e é causador de várias reações adversas, tais como alergias de fotocontato. A análise da estrutura química do PABA mostra a presença de dois grupos funcionais reativos substituindo com orientação *para* no anel benzênico (Figura 4). O fato de existir um grupamento doador de elétrons ($-NH_2$) *para* em relação a um grupo aceptor de elétrons ($-COOH$) permite a ocorrência de migração de elétrons na molécula. Essa energia de deslocalização dos elétrons corresponde a transições eletrônicas associadas com a região UVB da radiação solar (Lopes *et al.*, 2012; Ribeiro, 2004).

Figura 4 - Ressonância eletrônica na molécula de PABA.



Fonte: Ribeiro, 2004.

Os cinamatos são amplamente utilizados em todo o mundo, sendo compatíveis com a maioria das bases, aditivos e princípios ativos utilizados em cosmética. Já os salicilatos são, em geral, fracos absorventes UVB devendo ser usados em altas concentrações (Ribeiro, 2004). As benzofenonas são a única classe de filtros solares pertencentes à categoria das cetonas aromáticas. Apesar das benzofenonas serem primeiramente filtros UVB, a oxibenzona absorve bem na escala UVA-II, sendo considerado um filtro de amplo espectro. E por fim a

avobenzona, que absorve radiação tanto UVA-II quanto UVA-I em função da sua capacidade de transição entre as funções cetônica e enólica (Lopes *et al.*, 2012).

A principal desvantagem dos filtros orgânicos em relação aos inorgânicos é a formação de fotoprodutos, que podem ser danosos, levando a reações alérgicas na pele. E para evitar esses efeitos, a ANVISA, por meio da RDC nº 69, de 23 de março de 2016, disponibiliza a lista de substâncias a fim de assegurar a correta utilização das matérias-primas na fabricação de produtos de higiene pessoal. Nesta lista aparece o nome da substância, de acordo com o INCI, "*International nomenclature for Cosmetic Ingredients*" (Nomenclatura Internacional de Ingredientes de Cosméticos) e sua concentração máxima autorizada (ANVISA, 2016).

O estudo de ativos naturais que possam atuar sinergicamente com os filtros solares químicos e físicos para a ampliação do fator de proteção solar tem aumentado nos últimos anos. Estes estudos demonstraram boas expectativas com relação ao uso de substâncias fenólicas como filtros solares (Munhoz *et al.*, 2012).

2.3 FATOR DE PROTEÇÃO SOLAR (FPS)

Os filtros solares, tanto orgânicos quanto inorgânicos, têm sua eficácia protetora expressa universalmente através do Fator de Proteção Solar (FPS). Esse fator indica quantas vezes o tempo de exposição ao sol, sem o risco de eritema, pode ser aumentado com o uso do fotoprotetor, ou seja, quanto maior o FPS maior será o tempo permitido para uma exposição segura. Assim sendo, se uma pessoa de pele clara (Fitzpatrick I a III) que apresenta eritema logo após 10 minutos de exposição sem o filtro solar, passar a usar um produto fotoprotetor com valor de FPS igual a 15, poderá ficar 15 vezes mais (150 minutos) exposta ao sol, sem haver problemas com eritemas (Nascimento *et al.*, 2013).

Segundo a RDC Nº. 30 de 2012 da ANVISA, o FPS é definido como o "*valor obtido pela razão entre a dose mínima eritematosa (que causa rubor), em uma pele protegida por um protetor solar (DMEp) e a dose mínima eritematosa na mesma pele quando desprotegida (DMEnp)*". A dose mínima eritematosa (DME), também definida na mesma resolução, é "*dose mínima de radiação ultravioleta requerida para produzir a primeira reação eritematosa perceptível com bordas claramente definidas, observadas entre 16 e 24 horas após a exposição à radiação ultravioleta*" (ANVISA, 2012).

Como o UVB é o responsável por causar eritema na pele, um filtro bastante eficaz deve ser capaz de proteger a pele exposta contra a queimadura solar (Ribeiro, 2004). O valor do FPS é calculado através da Equação 1:

$$FPS = \frac{DME \text{ (na pele fotoprottegida)}}{DME \text{ (na pele fotodesprotegida)}} \quad (1)$$

Para a medida do FPS é extremamente necessária a aplicação correta do produto sobre a pele. Flor e colaboradores (2007) relataram em seu trabalho que a quantidade padronizada de protetor solar, por unidade de pele, necessária para medir o FPS em humanos é 2 mg/cm². Assim, a cada aplicação deverá ser usada a quantidade de 30 a 40 g do produto por um indivíduo adulto, de tamanho e “peso” normais. Estudos mostraram também que se aplicam normalmente dois terços do protetor com filtro inorgânico quando comparado aos protetores com filtros orgânicos, devido ao fato de os protetores solares à base de filtros inorgânicos serem mais difíceis de espalhar na pele (Flor *et al.*, 2007).

Nascimento e colaboradores (2013) demonstraram que a eficiência de um produto está relacionada ao FPS e a sua dosagem, e como o FPS não possui uma linearidade de proteção UVB, seu valor somente será alcançado a partir da aplicação da sua porção mínima padronizada.

Os valores de FPS de protetores comerciais normalmente variam de 6 a 50, podendo chegar a 100 para casos específicos, e a forma mais precisa para a determinação e avaliação destes valores é realizada em seres humanos (testes *in vivo*). A avaliação *in vivo* requer um mínimo de 25 voluntários para um teste estatisticamente satisfatório e com tipos de pele de I a III, segundo a escala Fitzpatrick (Nascimento *et al.*, 2013).

A ANVISA não desenvolve nenhuma metodologia específica para a determinação do FPS, mas a RDC nº 30/2012 estabelece que as metodologias válidas devem ser realizadas *in vivo* e são obrigadas a seguir estritamente as normas publicadas no Food and Drug Administration (FDA), European Cosmetic, Toiletry and Perfumery Association (COLIPA) / Japan Cosmetic Industry Association (JCIA) / Cosmetic, Toiletry, and Fragrance Association (CTFA-AS) (ANVISA, 2012).

Apesar de o ensaio de FPS *in vivo* ser acurado e indispensável, este deve ser o último estágio de um conjunto de testes de fotoproteção, pois depende da seleção

de voluntários, possui alto custo, além de depender também do acompanhamento de técnicos especializados e de médicos. Dentre os métodos de FPS *in vitro*, o espectrofotométrico desenvolvido por Mansur e colaboradores se destaca pela boa correlação ao teste *in vivo*, além da agilidade e acessibilidade (Nascimento, 2013).

Este método consiste na diluição do filtro a 0,2 µL/mL em solventes apropriados (álcool ou éter) e a posterior varredura espectrofotométrica de 290 a 320 nm (região UV) (Mansur *et al.*, 1986). Para a determinação do FPS, mede-se a absorvância de uma solução da formulação em vários comprimentos de onda (290, 295, 300, 305, 310, 315 e 320 nm) e aplica-os na equação proposta por Mansur, em 1986, em sua publicação “Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria”, apresentada a seguir:

$$FPS \text{ espectrofotométrico} = FC \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda) \quad (2)$$

Os valores das absorvâncias em intervalos de 5 nm são multiplicados pelos valores ponderados normalizados em função da ocorrência de eritemas pela faixa da absorção UVB, que é uma constante de cada comprimento de onda. Ao final é acrescido um fator de correção (FC = 10) de acordo com o FPS *in vivo* da metodologia FDA que emprega uma preparação contendo 8% de homosalato (Mansur *et al.*, 1986).

De acordo com Zocoler e colaboradores (2019), a metodologia *in vitro* de Mansur possibilita determinar o FPS em protetores solares sem a utilização de voluntários, sendo um método viável para a avaliação do FPS durante o desenvolvimento de formulações, na triagem de potenciais fotoprotetores e no controle de qualidade de formulações previamente testadas *in vivo*.

2.4 METABÓLITOS SECUNDÁRIOS EM PLANTAS

As plantas produzem uma grande diversidade de compostos orgânicos que podem ser classificados como metabólitos primários e secundários. Os metabólitos primários são aqueles produzidos por todas as plantas e estão diretamente envolvidos no crescimento e desenvolvimento, como os açúcares,

aminoácidos, nucleotídeos, ácidos graxos e lipídios, que possuem função estrutural, e de armazenamento de energia (García e Carril, 2009; Vizzotto et al., 2010).

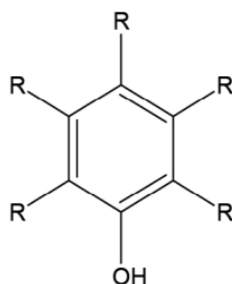
Em contraste, os metabólitos secundários são altamente específicos e desempenham um papel importante na evolução das plantas e nas suas interações com os organismos. De modo geral, eles pertencem a uma das três classes principais de moléculas: terpenos, compostos fenólicos e nitrogenados. Esses compostos são utilizados comercialmente pelas indústrias biofarmacêuticas, devido a relação com potencial efeito medicinal para os seres humanos, pelas indústrias de corantes e aromatizantes, e são frequentemente associados à proteção dos vegetais contra estresses bióticos e abióticos (García e Carril, 2009; Vizzotto et al., 2010).

A partir de estudos, Castro e colaboradores (2022) afirmam que metabólitos secundários vegetais têm a capacidade de estabilizar os radicais livres, e dentre eles, chama-se a atenção para os compostos fenólicos, por possuírem grupamentos cromóforos em sua estrutura, os quais promovem a absorção da radiação em comprimentos de onda compatíveis aos raios UV, mostrando-se adequados para a composição dos filtros solares, potencializando a proteção da pele contra essa radiação.

2.5 COMPOSTOS FENÓLICOS E SEU POTENCIAL FOTOPROTETOR

A classe de moléculas que está envolvida com a proteção contra os raios UV nas plantas são os compostos fenólicos, que são substâncias que possuem pelo menos um grupo hidroxila funcional em um anel aromático (Figura 5). Esses compostos estão presentes em extratos vegetais e são interessantes para obtenção de produtos cosméticos, devido sua capacidade antioxidante e fotoprotetora (Castro et al., 2022; Silva et al., 2022).

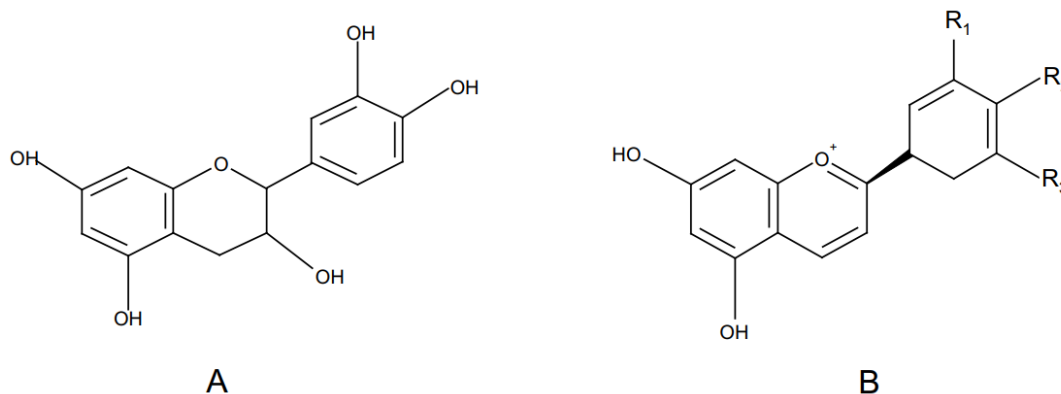
Figura 5 - Estrutura química básica dos compostos fenólicos.



Fonte: Castro et al., 2022.

Os compostos fenólicos podem apresentar em sua estrutura vários grupos benzênicos característicos, tendo como substituintes grupamentos hidroxilas. Esta classe de compostos apresenta uma grande diversidade e divide-se em flavonóides (polifenóis) e não-flavonóides (fenóis simples ou ácidos), Figuras 6 e 7 (Silva *et al.*, 2010).

Figura 6 - Exemplos de flavonóides mais comumente encontrados. A: catequinas e B: antocianinas.



Fonte: Silva *et al.*, 2010.

Figura 7 - Exemplos de não-flavonóides: moléculas dos ácidos hidroxicinâmico (A) e do hidroxibenzóico (B).



Fonte: Silva *et al.*, 2010.

A atividade antioxidante dos compostos fenólicos deve-se a sua estrutura química, que apresentam alta estabilidade devido a presença de anéis aromáticos e a capacidade de realizarem ligações de hidrogênio, desempenhando um papel importante na neutralização ou sequestro de radicais livres e quelação de metais de transição, reduzindo a formação de compostos oxidantes. E a ação fotoprotetora se dá por meio do processo de ressonância dos grupos fenóis presentes nas estruturas dos compostos fenólicos que resultam em absorção de radiação na região do ultravioleta. Devido a este efeito, extratos naturais ricos em compostos fenólicos são atualmente muito utilizados para ampliar o espectro de ação e aumentar a fotoestabilidade de filtros solares (Castro *et al.*, 2022).

Nessa perspectiva, o uso de filtros solares naturais representa a diminuição da concentração de filtros solares sintéticos em formulações fotoprotetoras, promovendo redução do risco de reações cutâneas adversas, assim como acarreta na redução da formação de subprodutos de fotodegradação, gerados a partir da associação de filtros sintéticos com o intuito de aumentar o fator de proteção solar (FPS) e, conseqüentemente, na diminuição do impacto ambiental pela menor quantidade de resíduos dos filtros e estabilizadores UV, que podem alcançar o mar e águas subterrâneas (Castro *et al.*, 2022).

2.6 A *Physalis Angulata* L.

A *Physalis angulata* L. pertencente à família *Solanaceae*, a qual compreende cerca de 150 gêneros e 3000 espécies amplamente distribuídos em regiões tropicais e subtropicais (Ferreira, 2018). O gênero *Physalis* apresenta-se com elevada expressão econômica baseada, principalmente, na atividade farmacológica dos seus compostos, e devido a esta importância etnofarmacológica, algumas espécies, como a *Physalis angulata* e *Physalis peruviana*, têm despertado interesse da pesquisa científica para a avaliação e quantificação de compostos fenólicos (Lima *et al.*, 2021).

Physalis angulata L. trata-se de uma espécie comestível e medicinal, e no Brasil é conhecido popularmente como “camapu”, “bucho de rã”, “juá de capote”, “balão rajado”, “saco-de-bode”, “mata-fome”, dentre outros nomes, e seu suco é considerado como sedativo depurativo e contra o reumatismo (Lima *et al.*, 2021). Está presente no Norte, Nordeste, Centro-Oeste e Sudeste brasileiro, mas se concentra principalmente na Amazônia. Há muito tempo é usada em chás e infusões no combate à asma, hepatite, malária, reumatismo e também como diurético e analgésico (Toledo, 2012).

O nome *Physalis* é de origem grega, onde “*Physsa*” significa bolha ou bexiga, em referência ao cálice que sustenta seus frutos. Trata-se de uma planta herbácea, ereta, medindo 40-70 cm de altura (Figura 8). A lâmina foliar é ovalada-lanceolada a oblonga, com folha simples, alternas, membranáceas, de margens denteadas. As flores são pentâmeras, de cor creme-amarela, geralmente solitárias. Os frutos são bagas globosas de cor alaranjada, quando maduros, com muitas sementes, e são envolvidos pelo cálice (conjunto de sépalas) concrecentes

e inflados, conferindo forma de um pequeno balão. O estame possui anteras azuis, estilete com estigma capitado e ovário bicarpelar. O caule é anguloso e a raiz axial, pivotante. O ciclo de vida da *P. angulata* é considerado curto, produzindo frutos em média aos 90 dias após a semeadura (Ferreira, 2018).

Figura 8 – Estruturas de *Physalis angulata* L. A) Aspecto visual da flor. B) Aspecto do ramo da planta de hábito indeterminado contendo folhas, flores e frutos. C) Aspecto do cálice e corte longitudinal do fruto e D) Aspecto do fruto.



Fonte: Bolzan, 2013.

Checon (2011) demonstra em sua dissertação que a espécie *Physalis angulata* apresenta uma variável e extensa composição química, e grande parte desses componentes já foram isolados e caracterizados quimicamente, incluindo alcalóides; flavonóides simples e glicosilados; ácidos graxos; carotenóides; terpenóides; e esteróides (Checon, 2011). Dessa forma, a espécie é considerada uma cultura alternativa por seus frutos comestíveis e pela diversidade de metabólitos secundários, que possuem importante potencial na indústria de bioprodutos (Velasco *et al.*, 2017).

A *P. angulata* tem na sua composição fitoquímica flavonoides, alcaloides e carotenóides. Seus frutos apresentam uma alta concentração de compostos fenólicos, alcaloides e fitoesteroides, que são amplamente empregados na indústria de fármacos, além de apresentarem teores significativos de vitamina A, C, fósforo e ferro. Pode apresentar capacidade antioxidante, ou seja, combater os radicais livres. Além disso, diversos tipos de fisalinas (esteroides) já foram isoladas de raiz, caule e folhas (Ferreira, 2018; Bolzan, 2013; Flores, 2017).

Não apenas o fruto in natura, mas os extratos obtidos da *Physalis* vem sendo estudados para aplicação como alternativa para melhorar a qualidade de vida de pacientes com o Mal de Parkinson, por possuir componentes que protegem as células neurais de neurotoxinas em testes *in vivo* e *in vitro* (Lima *et al.*, 2021).

3 OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GERAL

O presente trabalho tem como objetivo verificar o potencial fotoprotetor de extratos de frações da planta *Physalis Angulata L.*, e analisar o comportamento da solução de um protetor solar comercial FPS 30 ao ser incorporado com estes ativos.

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a varredura espectrofotométrica entre os comprimentos de onda de 260 a 400 nm;
- Determinar o fator de proteção solar (FPS) dos extratos das partes da *Physalis Angulata L.*;
- Realizar o teste “in vitro” do FPS de um protetor solar comercial;
- Incorporar o extrato de uma parte promissora da *Physalis Angulata L.* à uma solução de protetor solar comercial e determinar o FPS dessa formulação, para verificar sua eficácia, na proporção 1:1 em massa de protetor/extrato;
- Incorporar variadas concentrações do extrato de uma parte promissora da *Physalis Angulata L.* à uma solução de protetor solar comercial de concentração fixa de 150 ppm, e determinar o FPS dessa formulação, para verificar a eficácia do extrato.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 MATERIAIS

4.1.1 Equipamentos e Vidrarias

- Balança analítica de precisão
- Cuba de Ultrassom, 42 kHz, Cristófoli
- Espectrofotômetro UV/Vis, Shimadzu, modelo UV-2600
- Balão volumétrico 10 mL, 50 mL, 250 mL
- Pipeta *Pasteur* de vidro
- Bastão de vidro
- Funil e papel de filtro
- Pipetas graduadas 5 mL, 10 mL
- Pipetador
- Béquer 50 mL, 100 mL, 250 mL, 500 mL
- Cubetas de quartzo de 1,0 cm caminho óptico

4.1.2 Reagentes, Solventes e Matérias Primas

- Água destilada
- Álcool etílico absoluto P.A.
- Álcool metílico P.A. espectroscópico
- Extrato seco de fruto de *Physalis Angulata L.*
- Extrato seco de flor de *Physalis Angulata L.*
- Extrato seco de caule de *Physalis Angulata L.*
- Extrato seco de folha de *Physalis Angulata L.*
- Extrato seco de pedúnculo de *Physalis Angulata L.*
- Filtro solar (UVA/UVB) comercial de FPS 30

4.2 MÉTODOS

Trata-se de um estudo longitudinal, descritivo e qualitativo, realizado no Laboratório de Síntese, com apoio dos laboratórios de Análise Instrumental e de Eletroanalítica do IFAL, *campus* Maceió, em que foi analisado o fator de proteção solar de extratos de camapu, e a incorporação destes em protetor solar comercial, para verificação da sua eficácia. Os extratos utilizados já estavam prontos, foram preparados em outros estudos, por outros pesquisadores.

4.2.1 Determinação do comprimento de onda máximo ($\lambda_{\text{máx.}}$) e absorbância máxima ($A_{\text{máx.}}$) de todos os extratos secos

O teste *in vitro* inicia-se com uma avaliação espectrofotométrica da absorbância dos extratos na faixa de 260-400 nm. O valor de FPS *in vitro* é calculado posteriormente, para cada extrato a partir da absorbância medida.

Para determinação do comprimento de onda máximo ($\lambda_{\text{máx.}}$) e da absorbância máxima ($A_{\text{máx.}}$), todos os extratos secos (flor, folha, caule, pedúnculo e fruto) de *Physalis Angulata L.*, “Camapu”, foram dissolvidos em álcool metílico P. A., grau espectroscópico, a concentrações 25, 50, 75, 100 e 150 mg/L (p/v) e realizada varredura entre os comprimentos de onda de 260 a 400 nm em espectrofotômetro UV/Vis (Espectrofotômetro Shimadzu, modelo UV 2600, em cubeta de quartzo de 1,0 cm caminho óptico), para verificar a absorção nas regiões de radiação ultravioleta (UVA e UVB) de cada extrato. Foi utilizado o álcool metílico grau espectroscópico como branco.

4.2.2 Determinação do fator de proteção solar (FPS) dos extratos

Para determinar o fator de proteção solar (FPS) foi utilizado o método espectrofotométrico de amostras em solução, adaptado por Mansur *et al.* (1986), que relaciona a absorbância (Abs) do extrato com o efeito eritematogênico (EE) da radiação e a intensidade (I) da luz em comprimentos de onda (λ) determinados entre 290 a 320 nm (espectro específico da região UVB).

Foram admitidos os valores de absorbância das soluções de concentração 150 ppm preparadas no item 4.2.1.

Para o cálculo do FPS, foram substituídos os valores de absorvância obtidos, na equação adaptada por Mansur e colaboradores (1986) (Equação 2), que relaciona o produto entre o efeito eritematogênico (EE) e a intensidade da radiação (I), que é uma constante de cada comprimento de onda (Tabela 2).

$$FPS \text{ espectrofotométrico} = FC \cdot \sum_{290}^{320} EE(\lambda) \cdot I(\lambda) \cdot Abs(\lambda) \quad (2)$$

Onde: FC = fator de correção (= 10);

EE(λ) = efeito eritematogênico da radiação solar em cada comprimento de onda (λ);

I(λ) = intensidade da radiação solar em cada comprimento de onda (λ);

Abs(λ) = leitura da absorvância obtida da amostra em cada comprimento de onda (λ).

A Tabela 2 apresenta os valores normalizados de $EE \times I$, para cada comprimento de onda, empregados no cálculo do FPS espectrofotométrico.

Tabela 2 - Valores normalizados de $EE \times I$ por comprimento de onda.

λ (nm)	$EE \times I$ normalizado
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180
Total	1

Fonte: Adaptado de GOMES, 2020.

De acordo com Melo (2015) e ANVISA (2012), o efeito eritematogênico (EE) presente na equação acima pode ser definido como primeira reação eritematosa perceptível com bordas claramente definidas, observadas entre 16 e 24

horas após a exposição à radiação ultravioleta. A intensidade desse efeito depende do tempo de exposição, do comprimento de onda da radiação e da intensidade da luz incidente (Melo, 2012; ANVISA, 2012).

4.2.3 Teste “in vitro” do fator de proteção solar (FPS) de um protetor solar comercial

A avaliação e determinação do FPS do filtro químico do protetor solar comercial foi desenvolvida, também, por meio do teste *in vitro*, por espectrofotometria. Para isto foram feitas soluções de concentrações 150, 300 e 600 ppm (mg/L).

Para o preparo das soluções foi feita, inicialmente, a de maior concentração (600 ppm, “solução mãe”), onde foi pesado 30 mg do protetor e diluído em álcool metílico espectroscópico, aproximadamente 30 mL, num béquer, agitando manualmente e levado ao banho de ultrassom por 10 minutos, para melhor solubilização. Após a aferição do menisco no balão volumétrico de 50 mL, a solução foi filtrada para a retirada de partículas que não foram solubilizadas no ultrassom.

A partir desta solução (600 ppm) foram feitas diluições para adquirir as soluções de concentrações menores (300 e 150 ppm), e posteriormente levadas ao espectrofotômetro UV/Vis, em cubetas de quartzo de 1 cm caminho óptico, e realizadas as leituras de absorbância nos comprimentos de onda 290, 295, 300, 305, 310, 315 e 320 nm para cada amostra. O álcool metílico foi utilizado como branco.

Em seguida, os valores de absorbância obtidos foram substituídos na Equação 2 adaptada por Mansur e colaboradores (1986), e determinado o FPS para cada concentração.

4.2.4 Avaliação da eficácia fotoprotetora do extrato de folha da *Physalis Angulata L.* (Camapu) incorporado no protetor solar comercial

4.2.4.1 Incorporação na proporção de (1:1) em massa de protetor/extrato.

Para avaliar a eficácia fotoprotetora do extrato, foi preparada 100 mL de uma solução de protetor solar de concentração 600 ppm (“solução mãe”), pesando-se 60 mg do protetor e diluído em aproximadamente 50 mL de álcool

metílico espectroscópico, num béquer, agitado manualmente e levado ao banho de ultrassom por 15 minutos, para melhor solubilização. Mesmo após o banho de ultrassom ainda restaram partículas insolúveis do protetor solar, que foram filtradas após a aferição do menisco no balão volumétrico de 100 mL.

Em seguida foi retirada 50 mL da “solução mãe” e nesta dissolveu-se 30 mg de extrato de folha do camapu, sob agitação manual, obtendo uma nova solução de 600 ppm (mg/L) de protetor e 600 ppm de extrato, ou seja, uma proporção de 50 % de protetor e 50 % de extrato em m/m. Tinha-se, então, duas soluções de 600 ppm: uma só de protetor solar e outra de protetor mais extrato na mesma proporção.

A partir destas soluções (600 mg/L) foram feitas diluições para adquirir as soluções de concentrações menores (300 e 150 ppm) de cada uma, e posteriormente levadas ao espectrofotômetro UV/Vis, em cubetas de quartzo de 1 cm caminho óptico, e realizadas as leituras de absorbância nos comprimentos de onda 290, 295, 300, 305, 310, 315 e 320 nm para cada amostra.

Em seguida, foram substituídos os valores de absorbância obtidos, na Equação 2 adaptada por Mansur e colaboradores (1986), e determinado o FPS de cada solução.

4.2.4.2 Incorporação de extrato de folha em concentrações variadas a uma solução de concentração fixa de protetor solar de 150 ppm

De início, foi preparada a solução mãe: 250 mL de uma solução de protetor solar de concentração 150 ppm, em que para tal foi pesado 37,5 mg do protetor e diluído em aproximadamente 100 mL de álcool metílico grau espectroscópico, num béquer, agitado manualmente e levado ao banho de ultrassom por 10 minutos, para melhor solubilização. Em seguida, a solução foi transferida para o balão volumétrico de 250 mL, completando seu volume com o álcool metílico, e posteriormente foi filtrada para a retirada de partículas que não foram solubilizadas.

A seguir foram separados quatro volumes de 50 mL da “solução mãe” (150 ppm de protetor solar) e incorporado o extrato de folha de camapu: dissolvendo-se uma massa de extrato a cada solução, conforme o esquema na tabela abaixo, sob agitação manual, a fim de se obter as soluções 1, 2, 3 e 4 com

concentrações 225, 300, 375 e 450 ppm de extrato, respectivamente, e 150 ppm de protetor solar.

Tabela 3 - Soluções de protetor solar incorporadas com extrato a diferentes proporções

Solução	Massa de extrato (mg)	Concentração de extrato (ppm)	Proporção em massa protetor/extrato
1	11,25	225	40% de protetor solar e 60% de extrato
2	15	300	33,33% de protetor solar e 66,67% de extrato
3	18,75	375	28,57% de protetor solar e 71,43% de extrato
4	22,5	450	25% de protetor solar e 75% de extrato

Fonte: Autora, 2023.

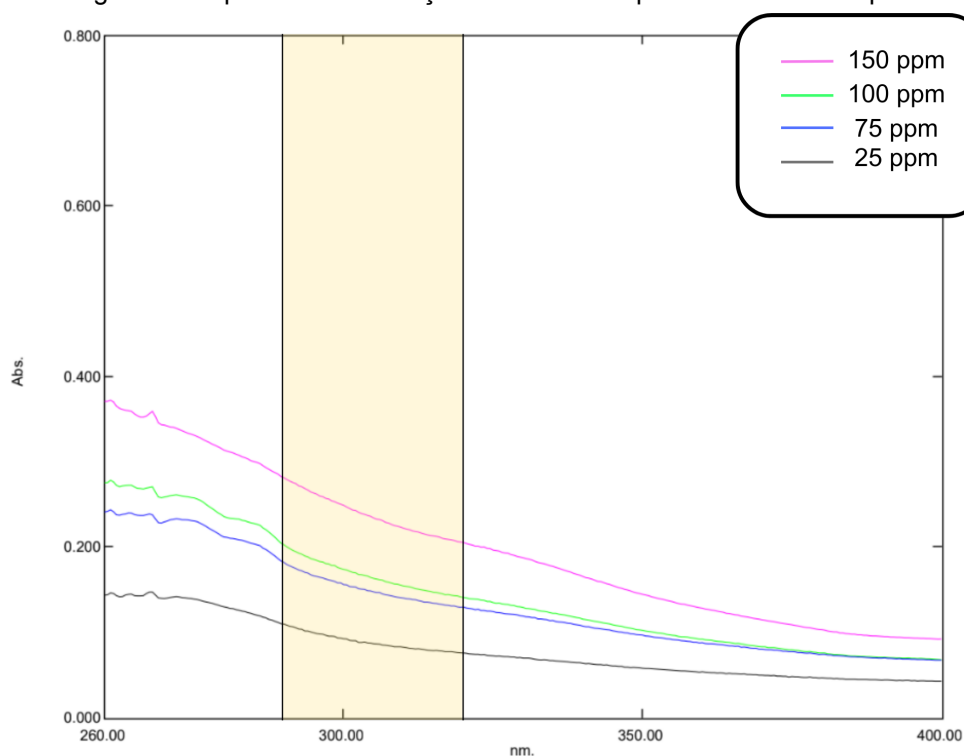
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 DETERMINAÇÃO DO COMPRIMENTO DE ONDA MÁXIMO ($\lambda_{\text{MÁX.}}$) E ABSORBÂNCIA MÁXIMA ($\text{Abs}_{\text{MÁX.}}$) DOS EXTRATOS

A varredura entre os comprimentos de onda de 260 a 400 nm, realizada em espectrofotômetro UV/Vis, determinou os $\lambda_{\text{máx.}}$ e $\text{Abs}_{\text{máx.}}$ de cada extrato da *Physalis Angulata L.* (Camapu), nas concentrações 25, 50, 75, 100 e 150 ppm (mg/L, p/v).

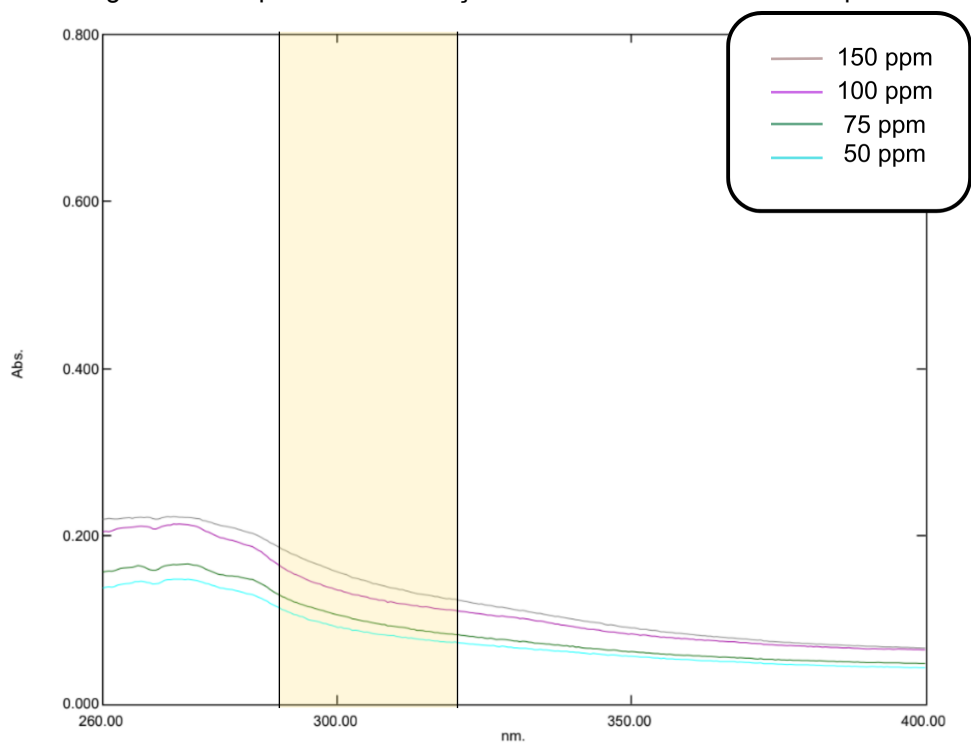
Esta análise visa verificar a correspondência dos extratos nas regiões UVA e UVB. Os perfis espectrofotométricos estão nas Figuras 9, 10, 11, 12 e 13.

Figura 9 - Espectros de absorção do extrato do pedúnculo de camapu.



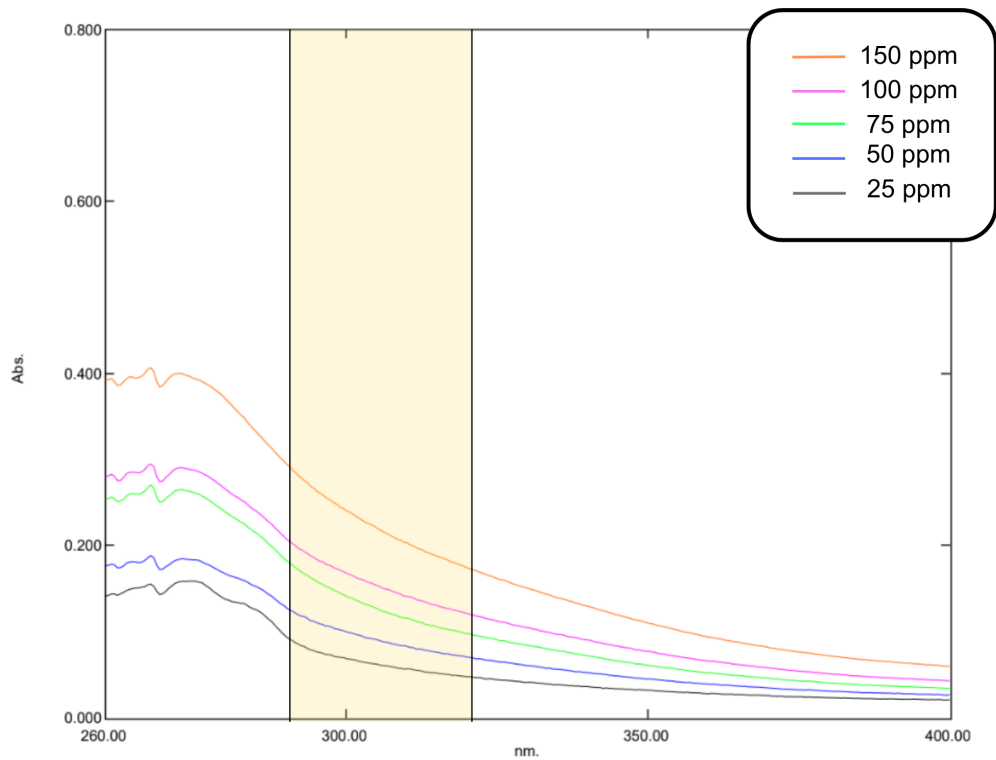
Fonte: Autora, 2022.

Figura 10 - Espectros de absorção do extrato do caule de camapu.



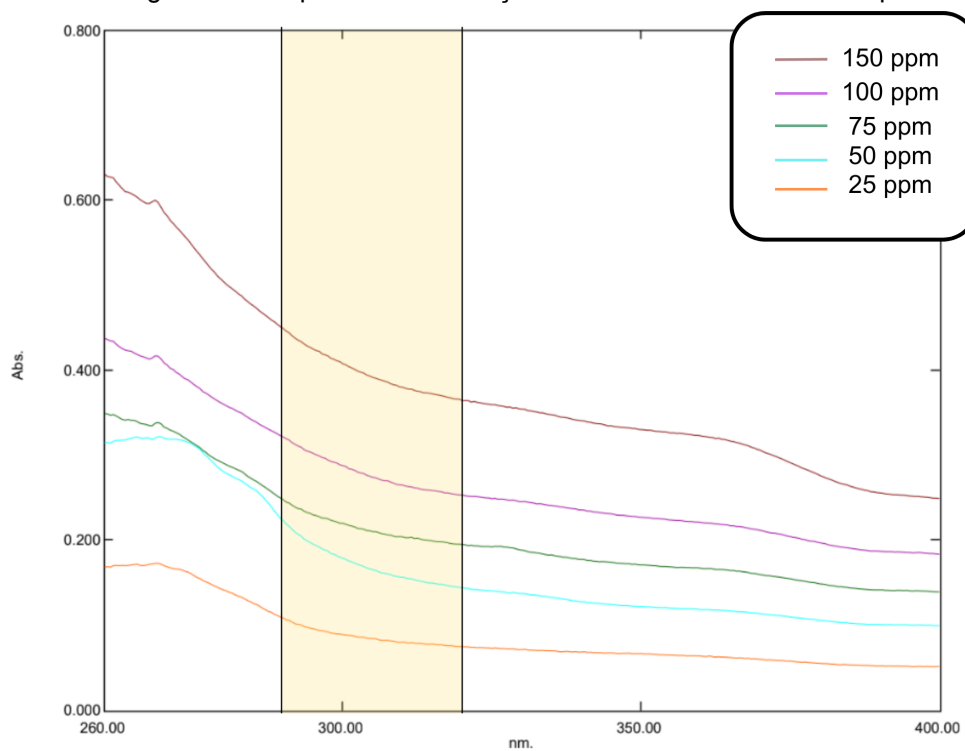
Fonte: Autora, 2022.

Figura 11 - Espectros de absorção do extrato do fruto de camapu.



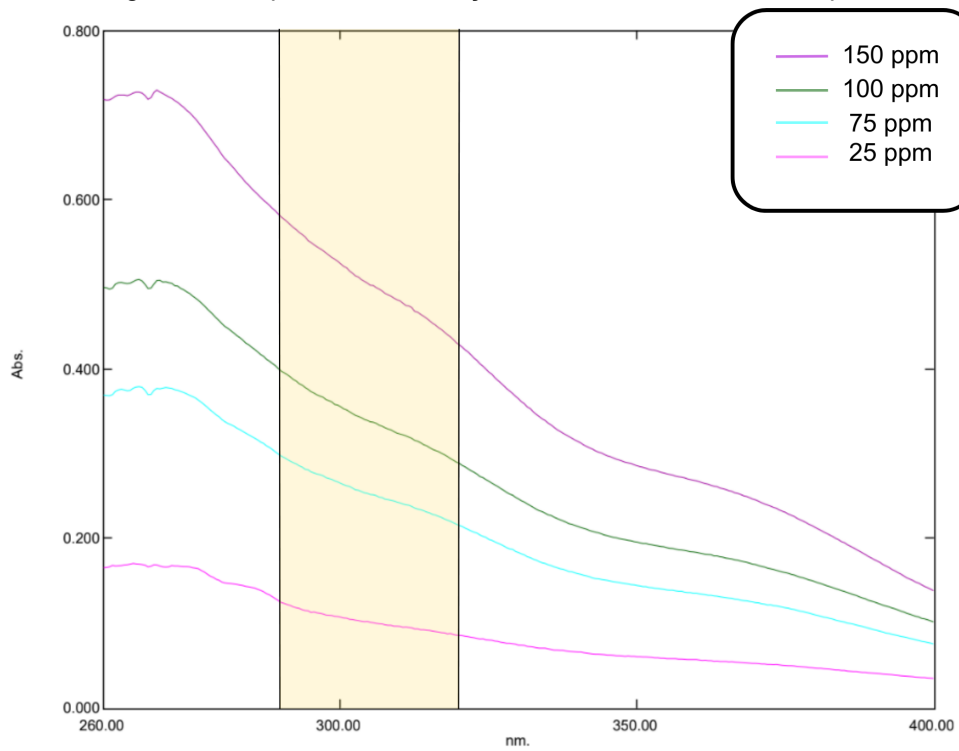
Fonte: Autora, 2022.

Figura 12 - Espectros de absorção do extrato da folha de camapu.



Fonte: Autora, 2022.

Figura 13 - Espectros de absorção do extrato da flor de camapu.



Fonte: Autora, 2022.

A partir dos espectros obtidos, observou-se que todos os extratos absorveram comprimentos de onda na região ultravioleta, mas nota-se também que o extrato da folha (Figura 12) bem como o extrato da flor (Figura 13), a 150 ppm, apresentaram os melhores valores de absorção na faixa em destaque, de 290 a 320 nm, abrangendo toda região UVB, e ainda apresentaram pequena absorção entre 350 e 400 nm, correspondendo a pequena parte da região UVA e violeta do espectro eletromagnético.

De acordo com Violante *et al.* (2009), diversos trabalhos demonstraram que as plantas que absorvem na região ultravioleta apresentam em sua composição complexa, diferentes moléculas, destacando-se metabólitos especiais como os flavonóides, taninos, antraquinonas, alcalóides e os polifenóis (Violante, *et al.*; 2009).

Até o presente estudo não foram encontrados na literatura trabalhos que relatem sobre a atividade fotoprotetora de extratos de camapu ou utilização desses para intensificação de formulações fotoprotetoras, sendo este um estudo inédito.

Lima e colaboradores, em sua pesquisa de 2021, expuseram que o extrato etanólico dos frutos de camapu apresentou atividade antibacteriana, a qual teve a atividade fototóxica estimada em cobaias quando expostas a luz ultravioleta, e não foram observados eritemas.

A literatura apresenta diversos estudos de funções medicinais para o camapu, como o de Checon (2011), que em sua dissertação de mestrado avaliou os efeitos *in vitro* do extrato de *Physalis angulata L.*, concluindo que trata-se de um potencial ativo dermocosmético uma vez que interage com mecanismos de regulação da manutenção e reparação tecidual, podendo assim interferir com a aparência da pele, prevenindo mecanismos que levam ao envelhecimento precoce.

5.2 DETERMINAÇÃO DO FPS DOS EXTRATOS

O método adaptado por Mansur e colaboradores (1986), determina o FPS de formulações por meio da leitura espectrofotométrica de suas soluções diluídas e posterior tratamento matemático através de uma fórmula desenvolvida pelo mesmo (Mansur *et al.*, 1986).

Trata-se de um método que apresenta vantagens, como a rapidez de execução, o custo acessível, a reprodutibilidade, a facilidade no treinamento do operador e a não exposição do voluntário ao risco, entre outras. Como afirma

Violante e colaboradores (2009), apesar de ser um teste *in vitro*, já foi demonstrado que esta metodologia apresenta uma boa correlação com os testes *in vivo*, pois relaciona a absorvância da substância em questão com o efeito eritematogênico da radiação e a intensidade da luz em comprimentos de ondas determinados entre 290 a 320 nm, espectro específico da região UVB.

O valor de cada absorvância obtido foi então adicionado à Equação 2, proposta pelo método, e determinado o FPS de cada extrato (150 ppm) (Quadro 2).

Como descrito no Quadro 2, dentre os valores de FPS calculado dos extratos, à concentração de 150 ppm, o extrato de flor demonstrou o melhor valor de fator de proteção solar (FPS), que foi de 4,49, em seguida obteve o de folha, com FPS 2,72 e o extrato de caule, com FPS igual a 2,02. Os demais obtiveram valores mais baixos.

Quadro 2 - FPS espectrofotométrico dos extratos em concentração 150 ppm.

λ (nm)	EE x I	ABSORVÂNCIAS (Abs)				
		Flor	Fruto	Caule	Pedúnculo	Folha
320	0,0180	0,386	0,117	0,17	0,076	0,259
315	0,0839	0,409	0,125	0,178	0,077	0,26
310	0,1864	0,43	0,134	0,187	0,08	0,262
305	0,3278	0,446	0,145	0,198	0,083	0,269
300	0,2874	0,466	0,157	0,214	0,088	0,279
295	0,0817	0,488	0,172	0,234	0,093	0,29
290	0,0150	0,518	0,194	0,261	0,1	0,307
FPS =		4,4918	1,4719	2,0229	0,8434	2,7197
Desv. Padrão		0,5743	0,1891	0,2575	0,1072	0,3441

Fonte: Autora, 2023.

Conforme determinado pela RDC 30, de 01 de junho de 2012, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2012), o fator mínimo de proteção que um protetor solar deve ter é de FPS 06. Os extratos de camapu testados obtiveram valores abaixo dessa referência, no entanto vale ressaltar que a concentração

trabalhada foi baixíssima (150 ppm, que equivale apenas a 0,015% de ativos), comparada aos trabalhos da literatura, que utilizaram o mesmo método espectrofotométrico, como o de Zocoler e colaboradores (2019) que avaliaram a fotoproteção de extrato de umbu-cajá em concentrações iguais a 50000, 30000, 20000, 15000, 10000, 5000, 2000 e 200 ppm, encontrando resultados de FPS muito satisfatórios.

Fernandes e colaboradores avaliando a capacidade fotoprotetora dos extratos etanólicos de *Syzygium cumini*, concluíram que apenas as amostras com concentração igual a 10000 mg/L (ppm) tiveram FPS superior a 6, podendo ser consideradas fotoprotetoras, de acordo com a legislação vigente (Fernandes *et al.*, 2020).

No estudo de Lima e colaboradores, onde os autores analisaram o potencial fotoprotetor de extratos brutos de *Lippia insignis*, os resultados obtidos demonstraram correlação entre a atividade fotoprotetora e a concentração de extrato analisada, indicando FPS superiores a 6 em soluções de concentração igual a 100 mg/mL e sugerindo que a partir dessa concentração o extrato poderia ser aplicado como fotoprotetor (Lima *et al.*, 2019).

É relevante destacar que um protetor solar trata-se de uma formulação cosmética de composição complexa, que contém filtros químicos tanto para UVA e UVB, de amplo espectro de absorção, associados a filtros físicos ultrafinos ou micronizados e anti-radicais livres, bem como, outros componentes tais como extratos, óleos vegetais, e outros que potencializam FPS (Cabral *et al.*, 2011). Assim sendo, o FPS de um protetor solar comercial não se refere apenas ao fator fotoprotetor de uma determinada substância ativa, e sim ao conjunto de compostos que forma o cosmético.

5.2.1 Determinação do FPS das soluções de Folha, Flor e Caule de Camapu.

Os testes foram realizados novamente em concentrações maiores (300, 600, 900 e 1200 ppm) dos extratos que demonstraram melhores resultados: extrato de flor, caule e folha, com o intuito de encontrar o melhor extrato para ser incorporado ao protetor solar comercial, e determinados os respectivos FPS, conforme descrito no Quadro 3.

Quadro 3 - FPS de extrato de flor, caule e folha.

Extrato	FPS \pm DV*			
	300 ppm	600 ppm	900 ppm	1200 ppm
Flor	21,38 \pm 2,7	31,3 \pm 3,7	33,19 \pm 3,85	34,99 \pm 3,98
Caule	3,93 \pm 0,5	10,16 \pm 1,3	14,10 \pm 1,79	19,86 \pm 2,52
Folha	7,15 \pm 0,9	13,54 \pm 1,7	19,74 \pm 2,49	25,15 \pm 3,15

*Desvio padrão
Fonte: Autora, 2023.

Avaliando o fator de proteção solar apresentado no Quadro 3, pode-se observar que todas as concentrações testadas apresentaram potencial de fotoproteção da radiação ultravioleta, com exceção do extrato de caule a 300 ppm.

Apesar do extrato da flor ter apresentado maior FPS, percebe-se, analisando o mesmo quadro, que não há um aumento proporcional do FPS ao aumentar a concentração em 2x, 3x e 4x. Ou seja, não se tem uma linearidade quando se aumenta a concentração.

Pode-se observar ainda, na Figura 13 (pág. 41), que a maior absorção do extrato de flor concentra-se na primeira banda do espectro, da faixa de UVB (290 a 320 nm), e um decaimento bastante acentuado na absorção na faixa de UVA (320 a 400 nm), diferentemente observado na Figura 12, o espectro do extrato de folha mostrou-se mais amplo para ambas as bandas, e este obteve-se o segundo maior valor de FPS.

Para comprovar esta hipótese, foi analisado também o comportamento da absorbância dos extratos de flor e de folha, para fins de comparação, conforme o Quadro 4, no comprimento de onda 290 nm, que foi o pico de absorção de todos os extratos, conforme as figuras do item 5.1.

Quadro 4 - Absorbâncias dos extratos de flor e folha no comprimento de onda 290 nm.

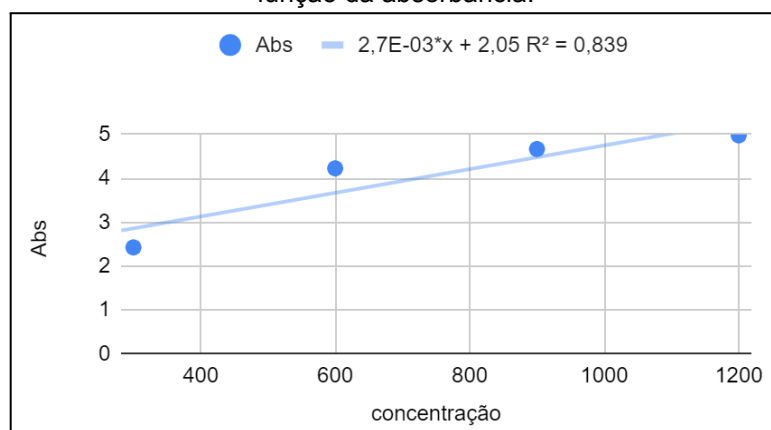
Concentração (ppm)	Absorbâncias	
	Flor	Folha
300	2,423	0,820
600	4,225	1,547

900	4,665	2,286
1200	4,977	2,989

Fonte: Autora, 2022.

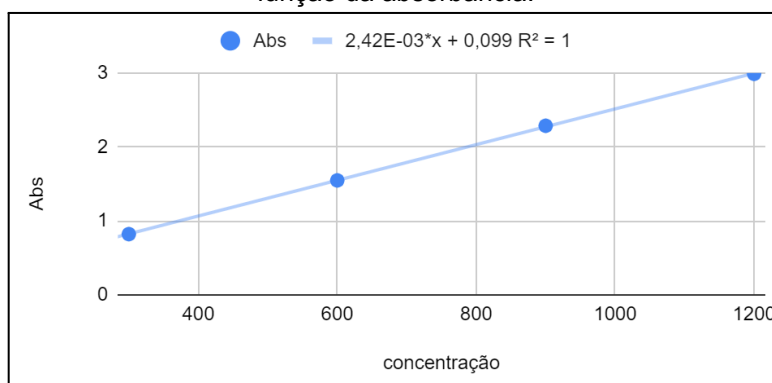
A partir destes dados, foram realizadas as curvas de calibração, com quatro pontos para cada extrato. A reta de calibração para a curva do extrato de flor (Gráfico 1) apresentou equação $y = 0,0027x + 2,05$, e coeficiente de determinação (R^2) de 0,839.

Gráfico 1 - Curva padrão da concentração de extrato de flor em função da absorbância.



E a reta de calibração para a curva do extrato de folha (Gráfico 2) apresentou equação $y = 0,00242x + 0,099$, e coeficiente de determinação (R^2) igual a 1, conferindo uma ótima linearidade ao extrato.

Gráfico 2 - Curva padrão da concentração de extrato de folha em função da absorbância.



Devido à boa linearidade nas absorvâncias do extrato de folha, bem como este representava a maior quantidade de amostra disponível no laboratório, foi considerado este extrato como o mais promissor para o presente estudo, e portanto decidiu-se prosseguir a experimentação apenas com este.

5.3 TESTE “IN VITRO” DO FPS DE UM PROTETOR SOLAR COMERCIAL FPS IGUAL A 30

A avaliação e determinação do FPS do filtro químico do protetor solar comercial de FPS igual a 30 foi desenvolvida, também, por meio do teste *in vitro*, por espectrofotometria. Para isto foram feitas soluções de concentrações 150, 300 e 600 ppm (mg/L) e realizadas leituras de absorvância nos comprimentos de onda 290, 295, 300, 305, 310, 315 e 320 nm para cada amostra (Quadro 5). Os valores das absorvâncias foram adicionados à Equação 2, proposta pelo método de Mansur (1986) para se calcular o FPS das amostras, descritos no quadro a seguir.

Quadro 5 - Teste do FPS do filtro químico do protetor solar comercial

λ (nm)	EE x I	ABSORVÂNCIAS		
		150 ppm	300 ppm	600 ppm
320	0,0180	1,585	2,892	5,189
315	0,0839	1,832	3,332	5,352
310	0,1864	1,962	3,555	5,52
305	0,3278	1,905	2,781	2,895
300	0,2874	1,860	2,698	2,795
295	0,0817	1,796	2,601	2,7
290	0,0150	1,751	3,179	4,981
FPS =		18,80	29,41	36,19
Desv. Padrão		2,42	3,57	4,07

Fonte: Autora, 2023.

Fotoprotetores são substâncias de aplicação tópica em diversas formas de apresentação que contenham em sua formulação compostos que absorvem ou refletem a radiação solar (Schorro *et al.*, 2020).

No rótulo do protetor solar utilizado como amostra o fator de proteção solar (FPS) total é descrito como igual a 30. No entanto vale ressaltar que os fotoprotetores com fator de proteção maior do que 30 já se apresentam como bloqueadores solares, sendo constituídos pelo filtro químico e pelo filtro físico, que é insolúvel e incapaz de ser analisado pela mesma técnica em que o filtro químico é analisado. Logo, a totalidade do fator de proteção solar não pôde ser quantificada através desse método. Esta comprovação está explícita nos trabalhos de Mansur (1986) e Sayre (1979).

Outra consideração importante é que o FPS rotulado em protetores solares comerciais é determinado pelo método *in vivo*, pois, apesar dos testes para determinar o FPS *in vitro* (espectrofotometria) apresentarem uma boa correlação, a maneira mais precisa de se avaliar um protetor solar é o teste em voluntários humanos, sob luz natural do sol (Flor *et al.*, 2007). Além do mais, segundo a legislação Brasileira, a determinação do Fator de Proteção Solar (FPS) deve ser realizada seguindo unicamente método *in vivo*, aplicando estritamente as metodologias por ela descritas: *Food and Drug Administration* (FDA) descritas em *Sunscreen drug products for over-the-counter human use. Final Monograph: Proposed Rule*, ou seguindo as normas estabelecidas pelas associações de cosméticos europeia (COLIPA) japonesa (JCIA) e sul africana (CTFA-SA) no documento International Sun Protection Factor (SPF) Test Method de 2006 (ANVISA, 2012).

5.4 AVALIAÇÃO DA EFICÁCIA FOTOPROTETORA DO EXTRATO DE FOLHA DA *Physalis Angulata L.* (CAMAPU) INCORPORADO NO PROTETOR SOLAR COMERCIAL

A eficácia fotoprotetora do extrato foi avaliada incorporando-o em soluções de protetor solar a 150 ppm, primeiramente em proporção igual de concentrações em massa, e posteriormente aumentando-se a concentração de extrato na mesma concentração inicial de protetor, verificando-se o possível aumento do FPS de cada solução incorporada.

5.4.1 Incorporação de extrato em uma proporção de (1:1) em massa de protetor/extrato.

Foram preparadas 2 soluções para cada concentração (150, 300 e 600 ppm): uma apenas de protetor solar e a outra de protetor mais extrato, nas mesmas concentrações, totalizando 6 amostras. Estas amostras foram levadas ao espectrofotômetro UV/Vis para as leituras de absorvâncias na faixa de comprimento de onda entre 290 a 320 nm, com intervalo de 5 nm, e posteriormente calculados os respectivos valores de FPS para cada uma, descritos no Quadro 6, a seguir.

A partir do quadro percebe-se que houve um aumento no FPS das soluções ao acrescentar o extrato de folha de camapu. Ou seja, a absorção das soluções foi aumentada com a presença do extrato de folha de camapu, influenciando no FPS, tornando-o mais eficaz.

Quadro 6 - Incorporação do extrato de folha em solução de protetor solar (1:1)

Concentração (ppm)	FPS das amostras \pm DV*		Aumento percentual do FPS
	Protetor Solar	Protetor + extrato de folha (1:1)	
150	16,59 \pm 2,14	19,23 \pm 2,47	15,91 %
300	28,58 \pm 3,47	31,13 \pm 3,68	8,92 %
600	36,17 \pm 4,03	37,00 \pm 4,04	2,29 %

*Desvio padrão.

Fonte: Autora, 2023.

Porém, observa-se, também, que o aumento do FPS não acompanha proporcionalmente o aumento da concentração, além de que, vale ressaltar, durante a análise espectrométrica das amostras de maiores concentrações, os valores oscilavam bastante inviabilizando a leitura. Este fato deve-se à baixa sensibilidade do aparelho quando se trabalha com elevadas concentrações.

Como obteve-se um aumento muito significativo do FPS, de 15,91 %, na menor concentração testada (150 ppm) ao incorporar o extrato, a próxima etapa foi desenvolvida nesta concentração de protetor solar, alterando apenas a concentração de extrato.

5.4.2 Incorporação de extrato de folha em concentrações variadas a uma solução de concentração fixa de protetor solar de 150 ppm

Foi preparada uma solução padrão a 150 ppm de protetor solar, e a partir desta foram preparadas outras quatro soluções, às quais foram adicionados os extratos em diferentes concentrações. Deste modo havia uma solução padrão (150 ppm de protetor solar) mais outras quatro soluções de protetor solar incorporadas com extrato em diferentes concentrações, conforme o Quadro 7. Essas cinco soluções foram levadas ao espectrofotômetro UV/Vis para leitura das absorbâncias, seguindo a mesma metodologia, e posteriormente calculados os respectivos FPS.

A solução padrão de protetor solar 150 ppm obteve um FPS igual a 19,99, com desvio padrão de 2,57. Os FPS das 4 soluções de protetor incorporadas com extrato estão descritos no quadro abaixo.

Quadro 7 - Incorporação de diferentes concentrações de extrato de folha de camapu em diversas soluções de protetor solar.

Solução	Concentração de extrato (ppm)	FPS \pm DV*	Aumento percentual do FPS
Padrão	-	19,99 \pm 2,57	-
1	225	22,86 \pm 2,90	14,36 %
2	300	24,78 \pm 3,13	23,96 %
3	375	24,86 \pm 3,14	24,41 %
4	450	28,18 \pm 3,48	40,97 %

*Desvio padrão.

Fonte: Autora, 2023.

Os resultados mostraram que o FPS das soluções foi aumentado de forma bastante significativa, comparadas a solução padrão, evidenciando o efeito potencializador da adição do extrato. Nota-se, também, uma correlação entre a concentração de extrato avaliada e o FPS encontrado. Em todos os casos foi percebido que quanto maior era a concentração de extrato na amostra maior era o

FPS, o que significa que extratos mais concentrados possuem maior quantidade de substâncias com atividade fotoprotetora.

Na literatura há diversos trabalhos de incorporação de extratos vegetais em formulações. Em seu estudo, Macena e colaboradores analisam o extrato da romã (*Punica granatum*), onde apresentam resultados da determinação de flavonoides e propõem uma formulação em bastão adicionada deste extrato com função de filtro solar. Neste sentido, é avaliado o FPS pelo método proposto por Mansur, onde a formulação adicionada do extrato teve maior FPS do que a que não o possuía. Sendo assim, este estudo indica que o extrato glicólico de romã acarreta no aumento do FPS (Macena *et al.*, 2019).

Munhoz e colaboradores avaliaram a fotoproteção de uma formulação contendo filtros solares químicos, adicionada de extratos brutos de *Guazuma ulmifolia*, *Maytenus ilicifolia*, *Stryphnodendron adstringens* e *Trichillia catigua* e avaliaram o acréscimo do fator de proteção solar (FPS), utilizando o mesmo método, e não obtiveram resultados satisfatórios no aumento do FPS do protetor solar (Munhoz *et al.*, 2012).

Extratos vegetais são incorporados em formulações cosméticas devido a suas propriedades na pele, pois são ricos em compostos antioxidantes, sendo capazes de proteger a pele contra os danos da radiação ultravioleta. O uso de extratos vegetais para ampliação do fator de proteção solar tem sido muito estudado nos últimos anos, como descrito no Trabalho de Conclusão de Curso em Farmácia intitulado “Fitocosméticos: extrato de chá verde em protetores solares”, Valentim e colaboradores revisaram na literatura sobre a ação do extrato de chá verde em protetores solares e realizaram um levantamento no mercado sobre a aplicação cosmética do extrato de chá verde em fotoprotetores comercializados, onde identificaram diversos produtos, dentre eles, empresas como Natura e Avon representam a maior parte dos cosméticos analisados contendo o *Camellia sinensis leaf extract* (extrato de chá verde) (Valentim *et al.*, 2023).

Os extratos analisados neste trabalho se mostraram grandes promissores como fotoprotetores, uma vez que possuem capacidade de ampliar o espectro de absorção em protetores solares, aumentando seus FPS, ao serem incorporados nestes.

6 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstrou a importância e o interesse de utilizar extratos vegetais incorporados em preparações anti-solares, uma vez que foi possível verificar o potencial fotoprotetor dos extratos de camapu, bem como foi constatado um aumento relativo no valor do FPS da formulação padrão quando foi realizada a incorporação do extrato da folha, possibilitando uma maior proteção contra os raios do sol. Além disso, extratos vegetais possuem outros benefícios, como a ação antioxidante, combatendo o fotoenvelhecimento e protegendo o DNA humano.

Os resultados obtidos através da espectrofotometria permitiram avaliar com clareza a eficácia dos extratos do camapu como filtros solares químicos quando associados a uma formulação fotoprotetora. Todavia, é pertinente destacar que apenas a análise de FPS em extratos vegetais não é suficiente para sua incorporação aos cosméticos, sendo necessário também outros testes, como a avaliação de sua toxicidade, estabilidade e pureza, e possíveis interações dos extratos com outros componentes e filtros solares já utilizados na formulação de protetores solares convencionais.

Nas condições experimentais deste estudo, ficou evidente que o extrato da folha da *Physalis Angulata L.* (o camapu) associado à formulação fotoprotetora apresentou um aumento na atividade da formulação, o que sugere a sua indicação para o uso em produtos fotoprotetores, além de reduzir os custos de produção, sabendo que a matéria prima natural tende a ser mais barata.

REFERÊNCIAS

ANVISA, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Regulamento Técnico Mercosul sobre Protetores Solares em Cosméticos – RDC 30 de 1º de Junho de 2012.

ANVISA, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Dispõe sobre o “REGULAMENTO TÉCNICO MERCOSUL SOBRE LISTA DE FILTROS ULTRAVIOLETAS PERMITIDOS PARA PRODUTOS DE HIGIENE PESSOAL, COSMÉTICOS E PERFUMES”. RDC nº 69, de 23 de março de 2016.

ANVISA, **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a Resolução GMC MERCOSUL nº 08/2011. – RDC 629 de 10 de março de 2022.

ARAÚJO, T. S.; SOUZA, S. O. Protetores solares e os efeitos da radiação ultravioleta. *Scientia Plena*, v. 4, n. 11, São Cristóvão-SE, 2008.

BALOGH, T. S. Uso cosmético de extratos glicólicos: avaliação da atividade antioxidante, estudo da estabilidade e potencial fotoprotetor. **Dissertação (mestrado)** - Programa de Pós-Graduação em Fármaco e Medicamentos, USP, São Paulo, 244 p. 2011.

BALOGH, T. S.; VELASCO, M. V. R.; PEDRIALI, C. A.; KANEKO, T. M.; BABY, A. R. Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em Fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 732-742, 2011.

BERTOLDI, R. Efeitos da Radiação Solar na Pele e a Incorporação de Benzofenona-3 em Lipossomas. **TCC (graduação)** - Fundação Educacional do Município de Assis, Assis, 97 p. 2012.

BOLZAN, R. P. Conservação Pós-Colheita e Caracterização de Frutos de *Physalis* (*Physalis Angulata* L.) Produzidos na Região Metropolitana de Curitiba-Paraná. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 99 p. 2013.

CASTRO, T. N.; MOTA, M. D.; CAZEDEY, E. C. L. Atividade fotoprotetora e antioxidante de compostos fenólicos: uma revisão sistemática de testes *in vitro*. **Rev. Colomb. Cienc. Quím. Farm.**, v. 51, n. 2, p. 557-588, 2022.

CHECON, J. T. Atividade anti-inflamatória do extrato liofilizado de *Physalis angulata* L. em cultura de queratinócitos humanos e seu potencial como ativo dermocosmético. **Dissertação (Mestrado)** - Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 64 p. 2011.

COELHO, L.C.S. Protetor solar: desenvolvimento farmacotécnico e avaliação da eficácia e segurança. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal de Pernambuco. CCS. Ciências Farmacêuticas, Recife, 110 p. 2005.

CORRÊA, M. DE P. Índice Ultravioleta: Avaliações e Aplicações. **Tese (Doutorado)** - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

COSTA, M. M.; FARIAS, A. P. A.; OLIVEIRA, C. A. B. A importância dos fotoprotetores na minimização de danos à pele causados pela radiação solar / The importance of photoprotectors in minimizing skin damage caused by solar radiation. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 11, p. 101855-101867, nov. 2021.

DUPONT, L.; PEREIRA, D. N. Sun exposure and sun protection habits in high school students from a city south of the country. **Anais Brasileiros de Dermatologia**. v. 87, n. 1, p. 90-95, 2012.

FAVERO, J. DA S.; DE LIMA, P. L.; AGNOL, R. D.; ANGELI, V. W. Ativos Fotoprotetores em Produtos de Proteção Solar comercializados no Brasil. **Cosmetics & Toiletries**. São Paulo, v. 31, p. 24-29, mar/abril, 2019.

FERNANDES, A. M.; SIQUEIRA, S. M. C.; FURTADO, M. L.; CAMPOS, A. E. Q. R.; et al. Avaliação das atividades antioxidante e fotoprotetora da espécie *Syzygium cumini* (L.) Skeels. **Brazilian Journal of Development**. v. 6, n. 9, p. 64719-64725, 2020.

FERREIRA, L. M. DOS S. L. Caracterização Anatômica e Fitoquímica da *Physalis Angulata* L. e seu Efeito Sobre Células de Indivíduos com Mielopatia Associada ao HTLV-1. **Tese (Doutorado)** - Programa de Pós-Graduação em Medicina e Saúde Humana, Escola Bahiana de Medicina e Saúde Pública. Salvador. 98 p. 2018.

FIGUEIREDO, M. C. C.; PASSOS, A. R.; HUGHES, F. M.; DOS SANTOS, K. S.; DA SILVA, A. L.; SOARES, T. L. Reproductive Biology of *Physalis angulata* L. (Solanaceae). **Scientia Horticulturae**, v. 267, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423820301357>>. Acesso em 21 mar 2023.

FLOR, J.; DAVOLOS, M. R.; CORREA, M. A. Protetores Solares. **Química Nova**. v. 30, n. 1, p.153-158, 2007.

FLORES, E.; SANTOS, K.; MALCHER, E. Caracterização Química e Atividade Antioxidante (In Vitro) do Fruto do Camapu (*Physalis peruviana*, L.). **Revista Ciência e Sociedade**, n. 2, jan./jul., 2017.

GARCÍA, A. A.; CARRIL, E. P. U. Metabolismo secundário de plantas. **Reduca (Biología). Serie Fisiología Vegetal**. Madrid, v. 2, n. 3, p. 119-145, 2009. Disponível em: <<http://www.revistareduca.es/index.php/biologia/article/view/798>>. Acesso em: 03 out 2023.

GOMES, M. Desenvolvimento de tecnologia para fotoproteção da pele baseada em ativos de origem mineral e vegetal. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Federal de Santa Catarina. CCS. Programa de Pós Graduação em Farmácia, Florianópolis, 123 p. 2020.

GÓMEZ, J. M. R.; CARLESSO, F.; VIEIRA, L. E.; DA SILVA, L. A irradiância solar: conceitos básicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 40, n. 3, 2018.

INCA, **Instituto Nacional de Câncer (Brasil)**. Estimativa 2023: incidência de câncer no Brasil. Rio de Janeiro: INCA, 2022.

KULLAVANIJAYA, P.; LIM, H. W. Photoprotection. **J. Am. Acad. Dermatol.** v. 52, p. 937-958, 2005.

LIMA, A. J. M. DE; BARBOSA JÚNIOR, A. S. B.; LOPES, D. P.; LOPES, Y. M. DOS S.; MESQUITA, A. G.; SOARES, D. B.; SILVA JÚNIOR, C. H. DA C.; MODESTO JÚNIOR, E. N. Composição Físico-Química, Fenólica e Atividade Antioxidante do Camapu (*Physalis Angulata* L.) Coletado em Salvaterra, Marajó, Pará. **Ciência e Tecnologia de Alimentos: Pesquisa e Práticas Contemporâneas**, v. 2, p. 362-372, 2021.

LIMA, H. S. Atividade fotoprotetora de extratos e frações de *Lippia insignis*. **Anais Seminário de Iniciação Científica**, n. 22, 2019.

LOPES, F. M.; CRUZ, R. O.; BATISTA, K. A. Radiação ultravioleta e ativos utilizados na formulação de protetores solares. **Ensaio e Ciências: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v. 16, n. 4, p. 183-199, 2012.

MACENA, B. M. et al, Desenvolvimento tecnológico e avaliação do Fator de proteção solar (FPS) do protetor solar em bastão com extrato glicólico de romã. **Cadernos de Graduação – Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 5, n. 3, p. 221-236, 2019.

MANSUR J. S.; BREDER, M. N. R.; MANSUR, M. C. A., AZULAY R. D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 61, n. 4, p. 121-124, 1986.

MELO, C. N. Desenvolvimento e Validação da Metodologia para Determinação do FPS In Vitro de Formulações Fotoprotetoras Naturais. **Dissertação (mestrado)** - Departamento de Engenharia Mecânica, UFMG, Belo Horizonte, 96 p. 2015.

MONTEIRO, M. S. S. B. Filtros Solares em Nanocosméticos: Desenvolvimento e Avaliação da Segurança e Eficácia. **Dissertação (mestrado)** - Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas, UFRJ, Rio de Janeiro, 164 p. 2008.

MUNHOZ, V. M.; LONNI, A. A. S. G.; de MELO, J. C. P.; LOPES, G. C. Avaliação do fator de proteção solar em fotoprotetores acrescidos com extratos da flora brasileira ricos em substâncias fenólicas. **Revista 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 JÚNIOR, 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, L. F.; SANTOS, E. P.; AGUIAR, A. P. Fotoprotetores orgânicos: pesquisa, inovação e a importância da síntese orgânica. **Revista Virtual Química**, v. 6, p. 190-223, 2014.

OLIVEIRA, D. A. G. C.; DUTRA, E. A.; SANTORO, M. I. R. M.; HACKMANN, E. R. M. K. Protetores Solares, Radiações e Pele. **Cosmetics & Toiletries**, São Paulo, v. 16, n. 2, mar/abril, p. 68-72, 2004.

RIBEIRO, R. P. Desenvolvimento e validação da metodologia de análise do teor de filtros solares e determinação do FPS in vitro em formulações fotoprotetoras comerciais. **Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)**, Faculdade de Farmácia, UFRJ, Rio de Janeiro, 92 p. 2004.

SANTORO, M.I.R.M.; SILVA, F.C; KEDOR-HACKMANN, E.R.M. Preparação e análise de emulsões com filtros Uv e IV. **Cosmetics & Toiletries** (edição em português), São Paulo, v. 13, p. 46-54, 2001.

SAYRE, R. M.; AGIN, P. P.; LEEVEE, G. J.; MARLOWE, E. Comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreens formula. **Photochemistry and Photobiology**, Oxford, v. 29, n. 3, p. 559-566, 1979.

SCHORRO, J. R. S.; SILVA, T. P.; TEODORO, E. I. DOS S.; CHIERRITO, D.; TESTON, A. P. M.; MELLO, J. C. P.; ARAÚJO, D. C. M. Influência de diferentes ativos em formulações de produtos dermocosméticos com fator de proteção solar. **Braz. Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 5, p. 29741-29754, mai. 2020.

SGARBI, F. C.; CARMO, E. D.; ROSA, L. E. B. Radiação Ultravioleta e Carcinogênese. **Revista de Ciências Médicas**, Campinas, v. 16, p. 245-250, 2007.

SHAH, V.P. IV-IVC for topically applied preparations-a critical evaluation. **Eur. J. of Pharm and Biopharm**, v. 60, n. 2, p. 309-314, 2005.

SILVA, A. A.; GONÇALVES, R. C. Espécies reativas do oxigênio e as doenças respiratórias em grandes animais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 4, p. 994-1002, abr, 2010.

SILVA, M. L. C.; COSTA, R. S.; SANTANA, A. DOS S.; KOBLITZ, M. G. B. Compostos fenólicos, carotenóides e atividade antioxidante em produtos vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, v. 31, n. 3, p. 669-681, 2010. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744097017>> Acesso em: 03 out 2023.

SOUSA, A. K. M.; SILVA, J. P. C.; LOURENÇO, J. V.; FERNANDES, F. P. Avaliação do fator de proteção solar (FPS) de fotoprotetores através da Técnica de Espectrofotometria UV/VIS. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences**, n. 6, p. 114-117, 2019.

TOLEDO, K. Planta tem ação anti-inflamatória em peles sensíveis. **Agência FAPESP**, 2012. Disponível em <<https://agencia.fapesp.br/planta-tem-acao-anti-inflamatoria-em-peles-sensiveis/152>>

