



PRODUÇÃO DE CREMES E ANÁLISE DO EFEITO FOTOPROTETOR DO ÓLEO ESSENCIAL DE CALÊNDULA (*Calendula officinalis*)

Kettyllin Cristhina Ferreira Alves ¹
Lucas Conegundes Araujo da Silveira ¹
Michael Silva Ribeiro ¹
Ravi Luz Cavalheri ¹
Vitoria Batista Fernandes ¹
Orientadora Profa. Me. Márcia Freitas da Silva
Coorientador Prof. Dr. Alexandre de Jesus Barros

RESUMO

Para a proteção contra os raios ultravioletas recomenda-se uso de protetores solares, que em muitas vezes, possuem compostos sintéticos os quais agredem o meio ambiente e são maléficos aos seres humanos. Alternativas por compostos menos danosos vêm sendo cada vez mais tópicos de discussões em nossa sociedade.

O presente artigo teve como objetivo substituir os compostos sintéticos pelo óleo essencial de calêndula, uma flor com propriedades fotoprotetoras. Foram elaborados 10 cremes, sendo o primeiro, o controle, e os demais, feitos em triplicata, a base de benzofenona-3, filtro solar comercial e óleo essencial de calêndula. Os cremes foram submetidos a análises espectrofotométricas a fim de determinar o FPS presente em todos. Por fim, os resultados entre os cremes foram comparados, concluindo que o creme formulado com óleo essencial de calêndula, não apresenta capacidade fotoprotetora significativa.

Palavras-chave: Calêndula. Fotoproteção. Raios Ultravioletas.

ABSTRACT

For protection against ultraviolet rays, it is recommended to use sunscreens, which often have synthetic compounds that harm the environment and are harmful. Alternatives for less harmful compounds are increasingly being discussed by our society.

This article objective is to replace synthetic compounds by calendula essential oil, a flower with photoprotective properties. 10 creams were prepared, the first being the control sample, and the remaining ones, made in triplicate, with benzophenone-3, commercial sunscreen and calendula essential oil. The creams were submitted to spectrophotometric analysis in order to determine the SPF present in them. Finally, the results between the creams were compared, concluding that the cream formulated with calendula essential oil does not have a significant photoprotective capacity.

Keywords: Calendula. Photoprotection. Ultraviolet Rays.

¹ Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil
* ravicavalheri@gmail.com

Recebido em: XX/XX/XXXX

Apresentado à banca em: XX/XX/XXXX

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que no Brasil haja aproximadamente 170 mil novos casos de câncer de pele não melanoma a cada ano (2020 a 2022) (BRASIL, 2020), sendo mais frequente no país em 2018, correspondendo a 30% dos casos (FURUKAWA, 2019). A radiação ultravioleta, UV, é a principal causa desse tipo de câncer, e representa em torno de 5% da radiação total emitida pelo sol que é recebida na superfície da Terra (LOPES *et al.*, 2017).

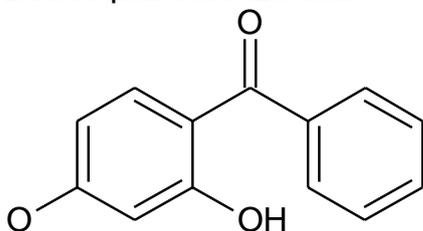
A radiação ultravioleta pode receber três classificações, variando conforme seu comprimento de onda: UVA (320 a 400 nm), UVB (280 a 320 nm) e UVC (200 a 280 nm) (LOPES *et al.*, 2017). A radiação UV está na porção não visível do espectro eletromagnético, dado a faixa de comprimentos de onda visíveis ao ser humano ser de 400 a 700 nanômetros (MAHMOUD *et al.*, 2008).

Especialistas recomendam a utilização de bonés, chapéus, óculos escuros com proteção UV, entre outros, para combater a exposição à radiação ultravioleta. A aplicação de protetores solares químicos (mesmo em dias nublados) também é vital para a proteção contra os raios UV (BRASIL, 2020).

Seguir as recomendações para a proteção contra a radiação UV pode melhorar a qualidade de vida a longo prazo, porém quando a utilização desses protetores é observada de forma mais ampla, nota-se que deve haver cuidados com sua utilização, devido a alguns compostos utilizados nas formulações serem danosos a natureza e seres vivos.

Um exemplo desses compostos responsáveis pela fotoproteção presentes nas formulações de protetores solares é a benzofenona-3 (Figura 1), também conhecida como oxibenzona ou BP-3. Quando essa substância deságua em mares e rios, contamina os seres vivos ali presentes.

Figura 1 – Estrutura química da benzofenona-3



A benzofenona-3 é um derivado da benzofenona, um composto de uso proibido devido sua capacidade de irritação a pele e olhos. A benzofenona possui cetonas aromáticas e pode ser produzida através de reações de alquilação de Friedel-Crafts, que ocorre entre cloreto de benzoíla

e benzeno, tendo como catalisador $AlCl_3$, sendo posteriormente hidratada (DESTEFANI, 2019).

Apesar da benzofenona-3 ser utilizada em formulações cosméticas, sendo permitido apenas 10% nas composições, é possível encontrá-la em rios e mares. A contaminação dessas águas pode ocorrer de forma direta, quando a pele protegida por algum protetor solar contendo benzofenona-3 entra em contato com a água, podendo liberar até 50% do composto, ou de forma indireta, devido ao fato da pele absorver cerca de 10% da substância, sendo posteriormente liberada na urina e fezes. Quando a benzofenona-3 chega a essas águas, sua estrutura lipofílica favorece a bioacumulação em seres vivos (GONZÁLES, 2014).

Há estudos que avaliaram os efeitos cognitivos da benzofenona-3 em peixes, indicando que são danosos e afetam principalmente sua locomoção (LIMA, 2022).

O avanço das pesquisas sobre os males causados pela radiação solar como eritemas, fotoenvelhecimento e lesões cancerosas, fez com que novos compostos fossem utilizados no desenvolvimento de fotoprotetores (CONCEIÇÃO *et al.*, s.d.).

Com a inevitável exposição à radiação ultravioleta, cada vez mais busca-se meios para substituição dos fotoprotetores sintéticos (danosos a seres vivos e ao meio ambiente), por fotoprotetores naturais, menos danosos ao meio ambiente como um todo, porém com o fator de proteção UV adequado e economicamente viáveis.

É possível encontrar algumas propriedades compatíveis em determinadas plantas, uma delas sendo a calêndula, também conhecida por margarida dourada ou malmequer, que possui rutina (Figura 2) e quercetina (Figura 3), que atuam, também, na fotoproteção (DEUSCHLE, 2013).

Figura 2 – Estrutura química da rutina

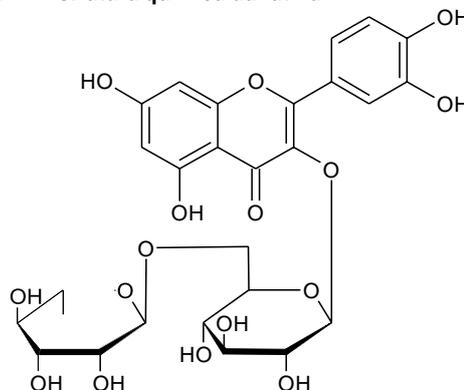
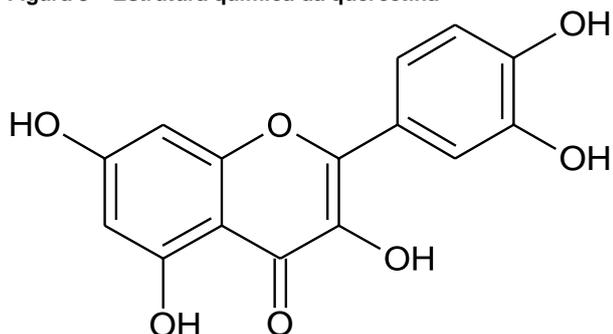


Figura 3 – Estrutura química da quercetina



Com origem no norte do Continente Africano e região do Mediterrâneo, a *Calendula officinallis* é uma planta anual, sendo cultivada com propósitos de decoração e medicinais, tanto na Europa, quanto na América (PARENTE *et.al.*, 1998).

Parente (*et al.*, 1995) fez a apresentação da calêndula como uma planta com cor amarela, pertencente à família *Asteraceae* (*Compositae*) e com cerca de 50 centímetros de altura.

O óleo essencial é o principal componente de suas sementes e apresenta grande interesse industrial no ramo, principalmente, cosmético (PARENTE *et al.*, 1999).

O objetivo do presente trabalho é a formulação de cremes fotoprotetores, substituindo os compostos sintéticos que atuam na fotoproteção, pelo óleo essencial de calêndula. Sua extração foi feita pelo método CO₂ Supercrítico, muito utilizado industrialmente, visto que consiste em um método barato, rápido e eficiente na conservação das propriedades originais da planta (FILIPPIS, 2001).

2. METODOLOGIA

2.1. MATERIAIS

2.1.1. MATERIAIS UTILIZADOS

Para a realização dos experimentos foram utilizados os seguintes materiais: béqueres, bastões de vidro, termômetros, balões volumétricos de 50 e 10 mL, pipetas de Pasteur, pipetas automáticas, funil de Büchner, papel de filtro, cubetas de quartzo, balança analítica, espátulas de metal, tubos de ensaio, chapa de aquecimento, estufa, espectrofotômetro e câmara UV, disponíveis no Laboratório de Análise Instrumental da ETEC Irmã Agostina.

2.1.2. REAGENTES

Os reagentes descritos na Tabela 1 foram utilizados para a realização dos experimentos:

Tabela 1: Reagentes e suas respectivas fórmulas químicas.

Reagente	Fórmula Química
Água destilada	H ₂ O
Polawax	-
Propilparabeno	C ₁₀ H ₁₂ O ₃
Metilparabeno	C ₈ H ₈ O ₃
Óleo Mineral	-
Propilenoglicol	C ₃ H ₈ O ₂
Óleo essencial de calêndula	-
Filtro solar comercial	-
Álcool etílico absoluto	C ₂ H ₆ O
Benzofenona-3	C ₁₄ H ₁₂ O ₃

O filtro solar comercial fora utilizado para análise é composto por ácido fenilbenzimidazol sulfônico, ácido hidroximetoxibenzofenon sulfônico e propanediol, com suas quantidades, em porcentagem, sendo 18, 15 e 67, respectivamente.

2.2. MÉTODOS

2.2.1. ESPECTROS DE ABSORÇÃO

Leram-se os fotoprotetores puros no espectrofotômetro com o intuito de descobrir o pico de absorção da benzofenona-3, do filtro solar comercial e do óleo essencial de calêndula.

Para os três casos, inicialmente foram pesados 0,1 g das substâncias, para posterior diluição, a fim de obter-se uma concentração final de 50 ppm.

Com as diluições finalizadas, as leituras dos compostos no espectrofotômetro foram iniciadas, utilizando o álcool etílico absoluto como o branco. As leituras foram feitas de 235 nm a 400 nm, de 5 em 5, refinando as leituras para 1 em 1 quando necessário.

A solução feita com o óleo essencial de calêndula, precisou-se ser filtrada devido a presença de sobrenadantes, o que interferiria na leitura do espectrofotômetro.

2.2.2. PRODUÇÃO DOS CREMES

A produção dos cremes seguiu-se da mesma forma em todos os casos, variando, somente, os fotoprotetores em cada formulação.

Em chapa de aquecimento, aqueceu-se a fase aquosa e oleosa em béqueres separados até uma temperatura de aproximadamente 80 °C. Chegada em tal temperatura, verteu-se a fase oleosa na aquosa sob constante agitação e, uma vez atingida uma consistência cremosa, foi feito o envase dos produtos para posterior análise.

Os componentes para produção dos cremes, juntamente de suas respectivas quantidades, estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Componentes dos cremes e suas respectivas quantidades (valores em porcentagem m/m).

Fase Aquosa	
Componentes	Quantidade (%)
Propilenoglicol	3
Glicerina	1
Metilparabeno	0,2
Água destilada	q.s.p. (73,7)
Fase Oleosa	
Componentes	Quantidade (%)
<i>Polawax</i>	12
Óleo mineral	3
Propilparabeno	0,1
Fotoprotetores	
Componentes	Quantidade (%)
Benzofenona-3	7
Óleo essencial de calêndula	7
Filtro solar comercial	7

2.2.3. DETERMINAÇÃO DO FPS

Para determinação *in vitro* através do método de Mansur (1986), utiliza-se uma concentração de $0,2 \text{ mg.mL}^{-1}$ de creme fotoprotetor em álcool etílico absoluto. Para obter-se a concentração desejada, preparou-se uma solução de 50 mL utilizando 0,01 g do creme e o etanol como solvente.

Para análise no espectrofotômetro, foram utilizadas cubetas de quartzo, previamente ambientadas, e o álcool etílico como branco. Foram realizadas um total de sete leituras em cada creme, nos comprimentos de onda de 290 nm até 320 nm, com intervalos de 5 em 5 nanômetros.

Com os dados de absorvância coletados, foi aplicada a fórmula de Mansur (1986), Fórmula 1, com o intuito da obtenção dos FPS de cada creme.

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

(Fórmula 1)

Em que:

FC = Fator de correção (10)

$\sum_{290 \text{ nm}}^{320 \text{ nm}}$ = Somatória dos valores em cada

comprimento de onda (5 em 5).

$EE(\lambda)$ = efeito eritematogênico da radiação de comprimento de onda λ (valores tabelados).

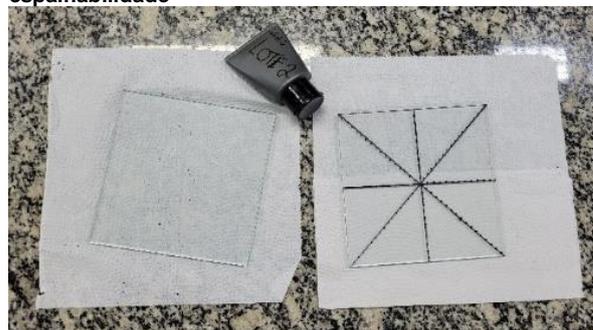
$I(\lambda)$ = intensidade da luz no comprimento de onda (valores tabelados).

$Abs(\lambda)$ = absorvância.

2.2.4. TESTE DE ESPALHABILIDADE

Em placas de vidro de 12 x 12 x 0,4 cm, foram feitas as marcações dos raios, escalonadas a cada 0,5 cm, partindo do centro das placas (Figura 4).

Figura 4 – Placas de vidro marcadas para o teste de espalhabilidade



Pesou-se 1 g de creme, que fora colocado no centro da placa, após, uma placa foi adicionada em cima da que continha a massa pesada de creme, de forma que o creme fosse espalhado uniformemente entre as duas. O raio – em centímetros – em que o creme se espalhou foi anotado em cada ensaio.

2.2.5. TESTE DE RESISTÊNCIA A TEMPERATURA

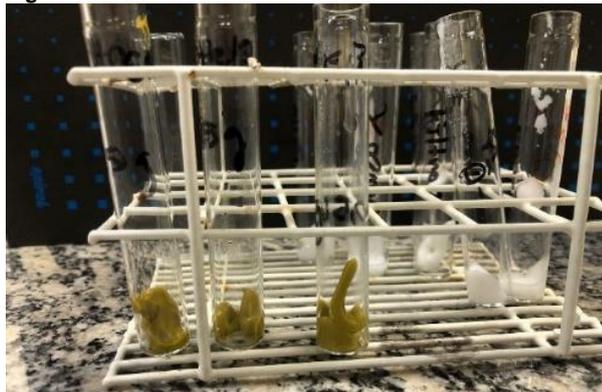
Em tubos de ensaio, foram pesados aproximadamente 0,5 g de cada creme, que foram levados à estufa a uma temperatura de 50 °C.

A cada 20 minutos, os tubos eram retirados da estufa para análise organoléptica. O processo foi repetido quatro vezes.

Uma vez terminado o procedimento, os tubos foram mantidos na estufa para posterior análise, após um período de 24 horas.

A Figura 5 retrata as amostras nos tubos de ensaio antes das análises serem iniciadas

Figura 5 – Amostras antes de serem submetidas a estufa

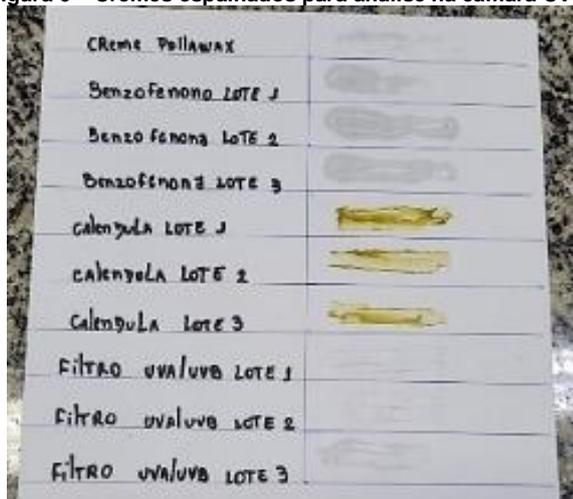


2.2.6. TESTE EM CÂMARA UV

Em uma folha sulfite A4, foram feitas 10 marcações, com 2 cm de altura cada, onde uma pequena quantidade de creme foi espalhada (Figura 6). A folha foi levada a câmara ultravioleta e os resultados anotados.

A câmara utilizada irradia radiação na faixa de 395 a 400 nanômetros.

Figura 6 – Cremes espalhados para análise na câmara UV



3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. ESPECTROS DE ABSORÇÃO

Após análises espectrofotométricas dos fotoprotetores puros, descobriu-se o pico de máxima absorção da benzofenona-3 como sendo de 287 nm (Figura 7), o do filtro solar comercial em 235 nm (Figura 8) e o óleo essencial de calêndula sendo 270 nm (Figura 9).

As figuras a seguir mostram os espectros de absorção obtidos nos ensaios dos fotoprotetores, em que a absorbância foi medida em função do comprimento de onda, em nanômetros.

Figura 7 – Espectro de absorção da benzofenona-3

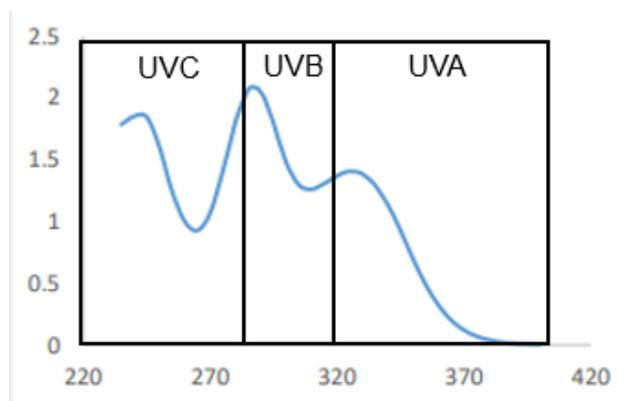


Figura 8 – Espectro de absorção do filtro comercial

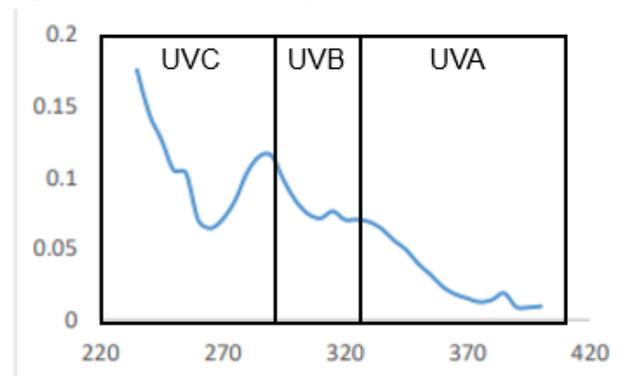
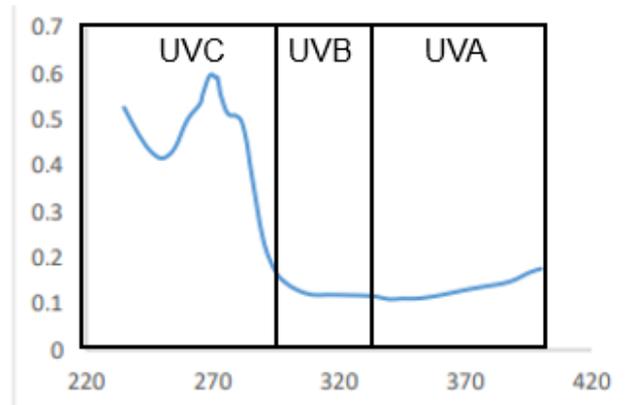


Figura 9 – Espectro de absorção do óleo essencial de calêndula



3.2. PRODUÇÃO DOS CREMES

Foram produzidos 10 cremes. O primeiro, o creme controle, foi produzido sem o uso de nenhum fotoprotetor, com o intuito de comprovar que a absorbância não se daria pelos seus demais componentes. Os demais cremes foram produzidos em triplicata.

O creme com a benzofenona-3 em sua composição não apresentou a consistência desejada de um creme hidratante comercial. Todos os lotes contendo esse composto apresentaram-se

mais líquidos e, mesmo após uma semana, não ficaram com a consistência do creme *polawax*.

O óleo essencial de calêndula também impediu que o creme ficasse com a consistência esperada, no primeiro momento, porém após 24 horas, atingiu a consistência cremosa como demonstrado na Figura 10. O creme foi mantido em seu frasco fechado durante esse período.

Figura 10 – Creme formulado com óleo essencial de calêndula



O creme feito com o filtro solar comercial não apresentou problemas em sua formulação e atingiu a consistência esperada logo no início.

3.3. DETERMINAÇÃO DE FPS

Com os dados de FPS dos cremes obtidos com o uso da Fórmula 1, foi calculado a média aritmética de cada um deles, conforme mostrado na Tabela 3:

Tabela 3: Médias do FPS dos cremes e seu desvio padrão.

Cremes	FPS (média dos cremes)	Desvio padrão
Benzofenona-3	25,82	0,38
Óleo essencial de calêndula	1,44	0,25
Filtro solar comercial	1,28	0,18
Creme controle	0,04	-

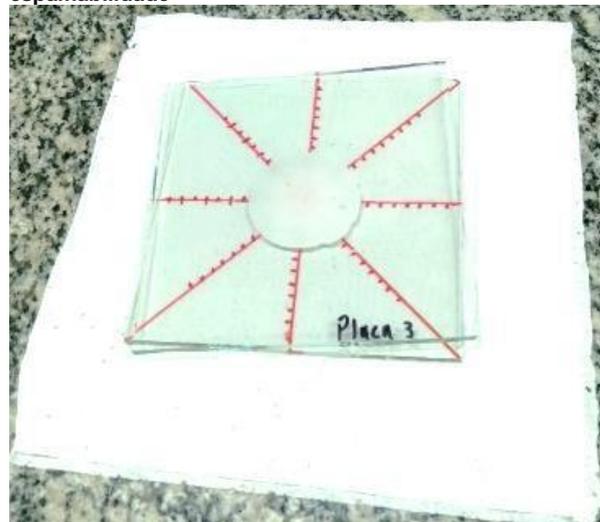
3.4. TESTE DE ESPALHABILIDADE

Os raios de espalhabilidade variaram conforme o fotoprotetor utilizado na formulação do creme. A Figura 11 demonstra um dos testes após serem concluídos.

O creme com benzofenona-3 apresentou uma consistência mais líquida e, dessa forma, observou-se um raio maior de espalhabilidade.

Os demais, tanto o creme controle sem fotoprotetores, quanto o creme formulado com o óleo essencial de calêndula, apresentaram raios de espalhabilidade semelhantes.

Figura 11 – Creme controle após concluído o teste de espalhabilidade



O creme formulado com o filtro solar comercial foi o que mais se aproximou do creme com a benzofenona-3.

Os valores médios dos raios de espalhabilidade de cada um dos cremes estão descritos na Tabela 4, que segue abaixo:

Tabela 4: Média dos raios de espalhabilidade, em centímetros.

Cremes	Média dos raios de espalhabilidade (cm)	Desvio padrão
Creme controle	2,67	-
Óleo essencial de calêndula	2,50	0,31
Filtro solar comercial	3,37	0,59
Benzofenona-3	3,58	0,055

3.5. TESTE DE RESISTÊNCIA A TEMPERATURA

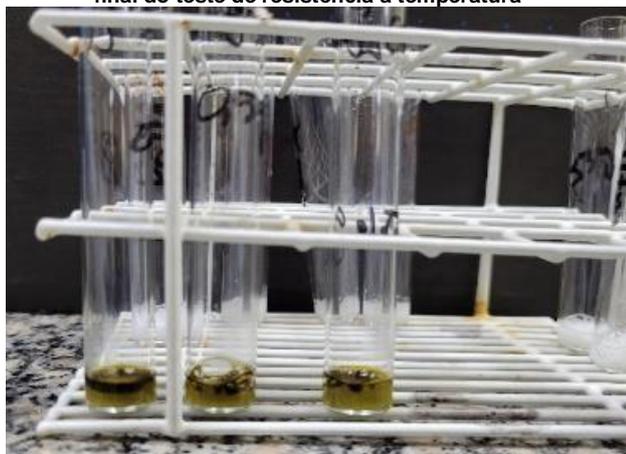
As observações realizadas no mesmo dia, com um intervalo de 20 minutos entre as análises, não apresentaram mudanças significativas. A única mudança visível foi a compactação de todos os cremes, no fundo dos tubos de ensaio.

No dia seguinte, após um período de aproximadamente 24 horas, porém, observou-se

que a emulsão dos cremes havia sido quebrada, pelo fato de todos apresentarem fase aquosa acima do creme.

Além disso, o creme formulado com o óleo essencial de calêndula, apresentou coloração escura no fundo dos tubos de ensaio e solidificação em alguns pontos (Figura 12).

Figura 12 – Cremes com óleo essencial de calêndula ao final do teste de resistência a temperatura



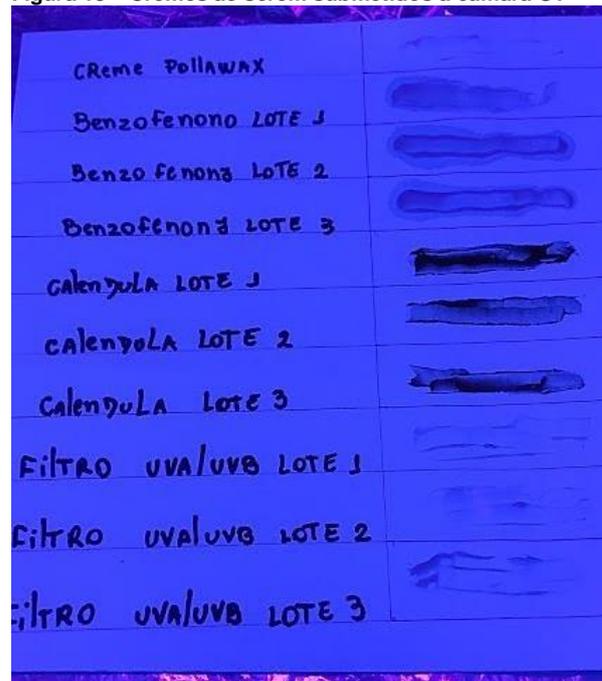
3.6. TESTE EM CÂMARA UV

Observou-se que, tanto o creme controle quanto o creme formulado com o filtro solar comercial, manifestaram características semelhantes, apresentando translucidez, comparado aos demais cremes.

Como mostrado na Figura 13, o creme com benzofenona-3 apresentou coloração mais escura (em relação ao filtro solar comercial e o creme controle), enquanto o com óleo essencial de calêndula, apresentou fluorescência vermelha.

A fluorescência apresentada no creme formulado com óleo essencial de calêndula pode ser explicada pela existência de compostos aromáticos presentes nele, compostos esses que, em parte significativa das vezes, fluorescem quando são irradiados por luz UV (RADOMSKI, 2020).

Figura 13 – Cremes ao serem submetidos a câmara UV



4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O intuito da utilização do óleo essencial de calêndula, e não seu extrato, foi pela máxima conservação dos princípios ativos da planta, uma vez que o método como foi feita sua extração – CO₂ Supercrítico – torna o óleo muito mais puro, evitando maiores contaminações.

A obtenção do perfil espectrofotométrico dos fotoprotetores, tanto sintéticos, quanto o natural, foi traçado para descobrir-se em qual faixa – UVA, UVB ou UVC – a absorbância era superior. A Tabela 5 detalha os maiores valores de absorbância dos 3 fotoprotetores nas 3 faixas do espectro:

Tabela 5: Maiores absorbâncias e seus respectivos comprimentos de onda.

Fotoprotetores	Comprimento de onda (nm)	Absorbância
UVA		
Benzofenona-3	325	1,40
Óleo essencial de calêndula	400	0,18
Filtro solar comercial	315	0,080
UVB		
Benzofenona-3	287	2,10
Óleo essencial de calêndula	280	0,51

Filtro solar comercial	290	0,12
UVC		
Benzofenona-3	240	1,85
Óleo essencial de calêndula	270	0,60
Filtro solar comercial	215	0,35

Por meio desses dados, foi possível concluir que dentre os três fotoprotetores, a benzofenona-3 possui os valores mais elevados de absorvância, nas três faixas do espectro, enquanto tanto o filtro solar comercial quanto o óleo essencial de calêndula, possuem sua maior absorvância na faixa UVC do espectro, o que se mostra ineficaz, visto que a camada de ozônio absorve 100% dessa radiação (BALOGH *et al.*, 2011).

Por tratar-se de uma substância pura (P.A.), era esperado que a benzofenona-3 apresentasse maiores valores de absorvância que os demais fotoprotetores, visto que mesmo utilizando uma concentração em massa igual para as três espécies analisadas, a molaridade da benzofenona-3 é maior em relação aos demais fotoprotetores, fotoprotetores esses os quais não foram possíveis determinar suas concentrações molares, devido ao óleo essencial ser composto de diversas substâncias, não apenas aquelas fotoprotetoras, e o filtro solar comercial comprado para análise, não especificar a porcentagem de compostos fotoprotetores nele presentes.

Através do método utilizado na produção dos cremes, adotou-se, assim como nos fotoprotetores sintéticos, a inserção do óleo essencial na fase oleosa do creme. Devido as altas temperaturas em que a fase oleosa é aquecida antes de sua emulsificação junto a fase aquosa, é possível que o óleo essencial tenha sofrido com degradações, em algum nível. Observou-se também que o creme feito com benzofenona-3 apresentou consistência distinta dos outros cremes produzidos, permanecendo no estado líquido e nunca tendo atingido a consistência desejada. A quantidade desse fotoprotetor sintético utilizada - 7% - não se apresentou adequada para formulação de cremes, visto que sua estrutura não é mantida.

O teste de espalhabilidade também apresentou resultados dentro dos esperados. O creme contendo benzofenona-3, devido ao fato de evidenciar consistência líquida, gerou um maiorraio de espalhabilidade; já o creme produzido com o óleo essencial de calêndula, creme o qual apresentou consistência mais próxima ao creme controle, ocasionou num raio menor.

No teste de resistência a temperatura, o creme com benzofenona-3 e o creme com o filtro solar comercial apresentaram resultados similares, com a quebra de emulsão acontecendo após um período de aproximadamente 24 horas. O creme com o óleo essencial foi o único a apresentar formação de sólidos e de pontos escuros no fundo dos tubos de ensaio, o que pode ser explicado pelo fato de ser um óleo de origem vegetal, contendo compostos orgânicos, sensíveis a temperatura.

A produção do creme controle foi feita para ter-se a certeza de que a fotoproteção obtida seria somente dos fotoprotetores - tanto os sintéticos quanto o natural - e não dos demais compostos do creme. Uma vez com essa certeza, pode-se realizar a leitura dos cremes no espectrofotômetro e, após cálculos utilizando-se a Fórmula 1, conclui-se através dos testes realizados que, apesar dos riscos para o meio ambiente e aos seres vivos, a benzofenona-3 ainda se prova como a mais eficiente dentro dos fotoprotetores analisados, em termos de fotoproteção.

O FPS alcançado pelo óleo essencial de calêndula não se mostra eficiente na fotoproteção, visto que não se aproxima ao FPS necessário para uma fotoproteção ideal aos seres humanos. Além do alto custo do óleo essencial, aumentar sua porcentagem em massa para a formulação de mais cremes, poderia prejudicar suas características físico-químicas, dado que o mesmo apresentou um período de 24 horas para atingir a consistência de um creme comercial.

Dessa forma, para que seja viável a substituição de um fotoprotetor sintético por um natural, deve-se avaliar outros extratos, buscando compostos que ofereçam alta fotoproteção e baixo custo.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao corpo docente da instituição ETEC Irmã Agostina como um todo, a nossa orientadora Profa. Me. Márcia Freitas daSilva e em especial ao professor da disciplina de DTCC Prof. Dr. Fábio Rizzo de Aguiar e ao nosso coorientador Prof. Dr. Alexandre de Jesus Barros, que, com suas orientações, foram de suma importância na etapa final de nosso Trabalho de Conclusão de Curso.

Por fim, agradecemos a nossos familiares e amigos, por todo o apoio prestado nesta etapa tão importante em nossa vida acadêmica.

REFERÊNCIAS

BALOGH, Tatiana, et al. **Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção.** 2021. Na Bras Dermatol. 2011;86(4):732-42.

CONCEIÇÃO, Sthéfanne, et al. **Avaliação do Potencial Tóxico da Benzofenona-3 em Artemia Salina.** 5f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Farmácia) - Câmpus Anápolis de Ciências Exatas e Tecnológicas, UEG, Anápolis, GO.

BRASIL. Câncer de pele: saiba como prevenir, diagnosticar e tratar. Brasília. Ministério da Saúde – **Instituto Nacional do Câncer.** N 2020. Disponível em: www.inca.gov.br/noticias/cancer-de-pele-saiba-como-prevenir-diagnosticar-e-tratar. Acesso em: 15 set 2022.

DEUSCHLE, Viviane. **Avaliação fitoquímica, capacidade antioxidante e fotoprotetora do extrato e formulações de Calendula officinalis L.** 2013. 99 f. Dissertação (Mestre em ciências farmacêuticas) - Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2013.

DESTEFANI, Marília. **Avaliação da Degradação de Benzofenona-3 por Processo UV/H₂O₂.** 2019. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

FILIPPIS, Flavia. **Extração com CO₂ Supercríticos de óleos, Essenciais de Hon-sho e Ho-sho - Experimentos e Modelagem.** 2001. 114 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química) - Universidade Federal Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

FURUKAWA, Juliana. **Radiação ultravioleta, infravermelha, visível e artificial: Impactos biológicos na pele.** 2019. 35 f. Trabalho de conclusão de curso (Farmácia-Bioquímica) - Universidade de São Paulo, Faculdade de ciências Farmacêuticas, São Paulo, SP, 2019.

GONZÁLEZ, Maria. **Desenvolvimentos de Novos Filtros Solares Derivados de Benzofenona-3: Estudo da Fotoestabilidade, Fototoxicidade e Atividade Antioxidante.** 2014, 112 f. Dissertação

(Mestre em Ciências) - Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2014.

LIMA, Paula. **Efeitos da exposição à benzofenona-3 na cognição de adultos de Peixe-zebra (Danio rerio).** 2022. 28 f. Trabalho de Conclusão de Curso (bacharel em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN. 2022.

LOPES, Leandro, et al. Efeitos biológicos da radiação ultravioleta e seu papel na carcinogênese da pele: uma revisão. **REFACER**, Ceres, GO, volume 6, número 2, 2017.

MAHMOUD, Bassel H. *et al.* **Effects od Visible Light on the Skin.** Detroit: Photochemistry and Photobiology, 2008. 259 - 536 p. v. 84.

MANSUR. **Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria.** Rio de Janeiro: s.n., 1986. Pp. 124-124.

PARENTE, Leila et. al. **Calendula officinalis: Características, propriedades Químicas e terapêuticas.** 2002. Arquivo de ciências da saúde unipar, volume 27. número 6, p. 165-169.

RADOMSKI, Fernando. **Fotoluminescência de Óleos Essenciais: Um Estudo Sobre Seus Mecanismos e Potenciais Aplicações.** 2020, 168 f. Dissertação (Mestre em Ciência e Engenharia de Materiais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. 2020.