

PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE PROTETOR SOLAR CONTENDO EXTRATO VEGETAL DE *CYNARA SCOLYMUS L.*

Data de aceite: 01/02/2024

Francisco Mattos de Lima

Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana – BA
<https://orcid.org/0009-0003-9358-7989>

Witória Lucia dos Santos Lima

Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana – BA
<https://orcid.org/0000-0003-0931-7488>

Sônia Carine Cova Costa

Universidade Estadual de Feira de Santana
Feira de Santana – BA
<https://orcid.org/0000-0002-5274-8075>

RESUMO: Introdução: A *Cynara scolymus L.* é uma planta amplamente conhecida na literatura no qual a presença de flavonoides em sua composição chama atenção para a prospecção de novos fotoprotetores, já que são metabólitos secundários capazes de absorver radiação Ultravioleta. **Metodologia:** o extrato etanólico de *C. scolymus L.* foi avaliado em sua capacidade fotoprotetora e foi também avaliado em formulação de protetor solar na forma de creme não iônico, que, após

formulado e testado quanto a sua eficácia fotoprotetora foi submetido a testes de estabilidade preliminar, para determinar se a formulação era viável após submetida a condições extremas de temperatura e acelerada com finalidade de determinar a estabilidade dessa formulação em estufa no período de 2 meses. **Resultados:** O FPS do extrato foi maior do que o determinado como valor mínimo permitido pela ANVISA em todas as concentrações testadas. Já a formulação apresentou FPS 29 em sua maior concentração avaliada, havendo uma razão UVA/UVB ultra para ambos. Quanto à estabilidade foi observado pouca variação no decorrer dos 60 dias nos quais os parâmetros como pH, fator de espalhabilidade, características organolépticas, FPS e razão UVA/UVB foram satisfatórios para UVA. **Conclusão:** Os parâmetros avaliados foram satisfatórios permitindo concluir que tanto a matéria-prima como o produto final apresentam boa eficácia e estabilidade perante variações de temperatura.

PALAVRAS-CHAVE: flavonóides; radiação ultravioleta; protetor solar.

RESSEARCH, DEVELOPEMENT AND EVALUATION OF THE STABILITY OF A SUNSCREEN CONTAINING PLANT EXTRACT OF *CYNARA SCOLYMUS* L.

ABSTRACT: Introduction: *Cynara scolymus* L. is a plant broadly known in the literature, because of the presence of flavonoids in its composition, that draws attention to the prospect of new sunscreen, since they are secondary metabolites capable of absorbing Ultraviolet radiation. **Methodology:** the ethanolic extract of *C. scolymus* L. was evaluated for its photoprotective capacity and was also evaluated in a sunscreen formulation on a non-ionic cream. After being formulated and tested for its photoprotective efficacy, it have been subjected to preliminary stability tests, to determine if the formulation was viable after being subjected to extreme temperature conditions and in accelerated stability tests in order to determine the stability of this formulation it was put on an oven for a period of 2 months. **Results:** The SPF of the extract was higher than that determined as the minimum value allowed by ANVISA in all tested concentrations. The formulation already presented SPF 29 in its highest evaluated concentration, with an ultra UVA/UVB ratio for UVA. As for stability, little variation was observed over the 60 days stability tests in which parameters such as pH, spreadability factor, organoleptic characteristics, SPF and UVA/UVB ratio were satisfactory. **Conclusion:** The evaluated parameters were satisfactory, allowing the conclusion that both the raw material and the final product have good efficacy and stability in the face of temperature variations. **KEYWORDS:** flavonoids; ultraviolet radiation; sunscreen.

INTRODUÇÃO

Cynara scolymus L., popularmente denominada de Alcachofra é uma espécie vegetal cujas propriedades terapêuticas bem descritas em literatura, podendo ser citados os seus efeitos no sistema gastrointestinal e também atividade antimicrobiana. Normalmente, as suas folhas são os farmacógenos que contém os metabólitos secundários responsáveis pelas suas atividade biológicas.. Em sua análise fitoquímica, os principais componentes da Alcachofra são os polifenóis, sendo predominantes os flavonóides (Botsaris; Alves, 2007).

Os compostos fenólicos e flavonóides estão constantemente sendo alvo de pesquisas, inclusive para estudo de atividade antioxidante e fotoprotetora *in vitro* de espécies vegetais, já que estes compostos são sintetizados pelas plantas como fonte de defesa contra radiação solar em excesso. Com isso, a utilização de extratos vegetais contendo estas substâncias para o desenvolvimento de cosméticos fotoprotetores é uma estratégia valida, já que possuem estrutura química similar a dos filtros solares orgânicos (Zini, 2012).

A exposição inadequada à radiação solar é um fator de risco importante para o surgimento de problemas dermatológicos. Os raios ultravioleta (UV), UVA e UVB e infravermelho são os principais representantes, a radiação do tipo UVA possui comprimento de onda longo e intensidade constante ao longo do dia, sendo capaz de penetra profundamente na pele e causar a longo prazo fotoenvelhecimento precoce e câncer de pele, além de afetar as células de *Langerhans* e induzir inflamação na derme. Por outro lado,

a radiação do tipo UVB, de comprimento de onda curto e maior intensidade é responsável principalmente por queimaduras solares, vermelhidão, danos diretos ao DNA, inflamação e carcinogênese (Vincensi; Costa, 2020).

No que se refere à necessidade de fotoproteção, a radiação do tipo UV é o alvo de interesse na prevenção contra os problemas dermatológicos causados pelas radiações UVA e UVB. Sendo o protetor solar o principal recurso utilizado na linha de prevenção contra os seus efeitos nocivos.

Neste sentido, existem espécies vegetais que contém compostos capazes de absorver radiação UV em suas partes, visto que, por conta disso, seus extratos são utilizados como insumos para desenvolvimento de novos fitocosméticos com foco na fotoproteção cutânea. Para isso, é necessária a comprovação científica de eficácia e a avaliação da estabilidade dos produtos desenvolvidos, antes de disponibilizá-los para a comercialização e posterior consumo humano. Neste sentido, cosméticos que apresentam desvios de qualidade podem oferecer riscos para a saúde dos consumidores (Souza; Ferreira, 2010).

Dentre os fatores que podem prejudicar a estabilidade e qualidade de formulações, têm-se os fatores extrínsecos aos quais os produtos ficam expostos, incluindo temperatura, umidade, luz e presença de microrganismos e os fatores intrínsecos, relacionados aos componentes da formulação e a interação entre eles. Por conta destas interferências, faz-se necessário estudos de estabilidade para avaliação de parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos da formulação, a fim de detectar alterações significativas em sua qualidade (Ladeira et al, 2021).

Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver e avaliar a estabilidade de formulação de protetor solar a base de extrato de *Cynara scolymus L.*

METODOLOGIA

Os testes preliminares e formulação dos cremes foram feitos com tintura de *Cynara scolymus L.*, adquirido comercialmente. A pesquisa foi realizada nas seguintes etapas:

Testes para determinação da relação UVA/UVB e do Fator de proteção solar (FPS) e do extrato

Inicialmente, foi preparada uma solução estoque de extrato de *Cynara scolymus L.* na concentração de 50 mg/mL em etanol. Posteriormente, a solução foi diluída para as concentrações de 2, 5, 8 e 10 mg/mL. A leitura das absorbâncias foi feita em triplicata em espectrofotômetro modelo Evolution 220 UV/Vis (Thermo Scientific®).. A análise ocorreu no intervalo de comprimento de onda UVA-UVB (290-400 nm), com intervalo de cinco 5 nm entre cada leitura. O registro e os cálculos dos resultados foram feitos via *software* Google Planilhas.

O cálculo da capacidade de proteção UVA *in vitro* foi feito conforme metodologia da *Boot the Chemist Limited* (Boots, 2008), que calcula a razão entre a área absorvida no comprimento de onda de UVA pela área correspondente no comprimento de onda UVB (equação 1). No final, os resultados são apresentados em forma de classificação estelar como na tabela 1, onde os valores abaixo de quatro estrelas não são aconselhados.

$$\frac{UVA}{UVB} = \frac{\int_{320}^{400} A\lambda. d\lambda}{\int_{290}^{320} A\lambda. d\lambda} \quad (01)$$

Razão UVA	Estrelas	Descrição
0,0 até < 0,2	-	Muito baixa
0,2 até < 0,4	*	Moderada
0,4 até < 0,6	**	Boa
0,6 até < 0,8	***	Superior
0,8 até < 0,9	****	Máxima
≥ 0,9	*****	Ultra

Tabela 1. Sistema Boot's Star Rating relacionado com a razão UVA/UVB conforme Revised Guidelines to the Practical Measurement of UVA

Fonte: adaptado de *Boot the Chemist Limited* (2004)

A determinação do FPS foi conduzida utilizando o método de Mansur *et al* (1987), que emprega cálculos espectrofotométricos para obter o FPS a partir da soma das absorvâncias no espectro de onda ultravioleta B (Equação 2). Nesse contexto, os valores resultantes da multiplicação de $EE(\lambda) \times I(\lambda)$ estão em conformidade com o descrito por Sayre e colaboradores (1979), de acordo com a tabela 2.⁸ Para aprovação do extrato no teste preliminar, o valor do FPS obtido deve ser igual ou superior a 6 (Anvisa, 2022).

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

Onde Fc = Fator de correção (10); $EE(\lambda)$ = Efeito Eritemogênico; $I(\lambda)$ = Intensidade luminosa; $Abs(\lambda)$ =Absorvância

$\lambda(\text{nm})$	$EE(\lambda) \times I(\lambda)$
290	0,0150
295	0,0817
300	0,2874
305	0,3278
310	0,1864
315	0,0839
320	0,0180

Tabela 2: Relação dos comprimento de onda e o produto do efeito eritemogênico e a intensidade da radiação.

Fonte: Sayre, *et al.*(1979)

Formulação do protetor solar e avaliação do FPS e relação UVA/UVB do produto

O protetor solar foi formulado a partir do creme base, preparado de acordo com as diretrizes do Formulário da Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2012). Dessa maneira, diferentes concentrações (5%, 10%, 20% e 30%) de extrato de extrato de *C. scolymus L* e extrato padrão de comparação foram testadas a partir de 10g de formulação preliminar, considerando dois produtos: protetor solar a base de *Cynara scolymus L* e protetor solar a base de extrato padrão. Os cremes foram submetidos a testes de avaliação do FPS e relação UVA/UVB em análises espectrofotométricas. Para isso, foram realizadas diluições de cada produto nas concentrações de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 mg/mL em etanol, com a finalidade de selecionar a concentração ideal para a formulação final.

Avaliação da estabilidade de protetor solar a base de *Cynara scolymus L*

A avaliação da estabilidade foi dividida em duas etapas distintas, conforme os seguintes tópicos:

Estudo de estabilidade preliminar

Esta etapa teve duração de 21 dias, onde as amostras de protetor solar foram submetidas à variações extremas de temperatura, em um ciclo de 7 dias em estufa a 38°C, 7 dias em refrigerador na faixa de 2 a 8°C e novamente 7 dias em estufa. Após o final do período estipulado foram realizados os seguintes testes de análise de características organolépticas, considerando aspecto, cor e odor, determinação do pH, pelo método potenciométrico, centrifugação a 3000 rpm, durante 30 minutos a 25°C; teste de espalhabilidade (método de Knorst (1991) e determinação da Razão UVA/UVB e FPS *in vitro*. Os testes citados também foram realizados antes do início do ensaio, para fins de comparação de resultados.

Estudo de estabilidade acelerada

Esta etapa foi executada durante 60 dias, visto que a análise das amostras foram realizadas em intervalos de tempo pré definidos, onde as amostras a serem analisadas foram retiradas dos frascos de armazenamento do protetor solar, que foram retornados à estufa posteriormente.

Neste sentido, foram considerados os intervalos de tempo inicial (T0), 24 horas (T1), 7 dias (T2), 15 dias (T3), 30 dias (T4) e 60 dias (T5). Foram realizados após o final de cada intervalo os testes *idem* à etapa de avaliação da estabilidade preliminar, com exceção do teste de centrifugação que não foi incluído nesta fase. Os resultados obtidos foram comparados com os valores encontrados em T0, para fins de comparação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Determinação da Razão UVA/UVB e do Fator de Proteção Solar do extrato isolado por espectrofotometria UV/Visível

Na análise preliminar para saber se a tintura em baixas concentrações conseguia ter uma razão UVA/UVB satisfatória, foi observado que em baixas concentrações o extrato de *Cynara Scolymus L.* Apresentou um coeficiente ultra (≥ 9), como observado na tabela 3, ou seja, próxima ou igual a 1 o que sugere que há capacidade de proteção contra energia luminosa para UVA (Radice; Manfredini; Ziosi. 2023).

Dessa forma foi observado que esse extrato de *C. scolymus L.* tem um padrão no qual a taxa fornecida pela razão aumenta junto à concentração. Como observado no estudo com a espécie *Curcuma longa Linn* que o aumento na concentração do extrato no filtro resulta em um aumento na absorbância na região UVA. Visto que é interessante que o filtro solar tenha capacidade de proteger a pele da radiação solar de forma a evitar o casos de queimaduras, hiperpigmentação e até casos mais graves como o câncer de pele, ou seja, a busca deve um produto de amplo espectro, protegendo o tecido tanto da radiação UVA como da radiação UVB necessitando assim quanto maior o potencial para proteger contra UVA maior deverá ser o FPS para proteger a em ambos os espectros (Aguiar; Novelli, 2023; Costa et al, 2021).

Concentração (mg/mL)	Razão UVA/UVB
0,5	0,96
0,8	1,09
1	1,06

Tabela 3: Razão UVA/UVB para o extrato de *Cynara Scolymus L.*

Fonte: autores (2023)

Dessa maneira buscou-se também investigar o fator de proteção solar desse extrato de *C. Scolymus L.* para averiguar se o produto apresentava o fator de proteção mínimo (≥ 6), que o órgão responsável pela vigilância (ANVISA) desses produtos determina como valor mínimo de FPS permitido para protetor solar no Brasil, onde observou-se que o extrato nas concentrações analisadas possuía um fator de proteção baixo, comparado com valores encontrados em rótulos de produtos comercializados, mas acima do exigido pela legislação, conforme o gráfico 1. Valores de FPS abaixo de 6 no teste preliminar tornaram inviável a continuidade da pesquisa, visto que não seria correto prosseguir com as formulações em caso de descumprimento das normas legais.

Esses resultados sugerem que o extrato da *Cynara* como um filtro é válido por apresentar um FPS satisfatório e uma razão de proteção frente a UVA satisfatórios, fornecendo proteção solar em ambos os espectros quando observamos juntos.

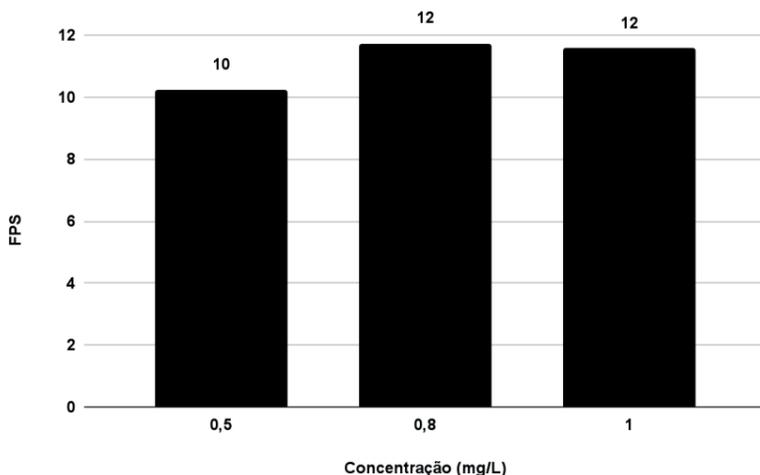


Gráfico 1: Fator de Proteção Solar (FPS) para extrato de *C. Scolymus L.*

Fonte: autores (2023)

Determinação da Razão UVA/UVB e do Fator de Proteção Solar da formulação desenvolvida

Nessa etapa da pesquisa buscou-se avaliar em quais concentrações a formulação de protetor solar apresenta maior potencial de proteção frente UVA assim como maior fator de proteção solar. Em que foi observado que a 30 mg/mL o produto apresenta um potencial de proteção a UVA é um fator de proteção médio, como visto na tabela 4 e no gráfico 2, respectivamente.

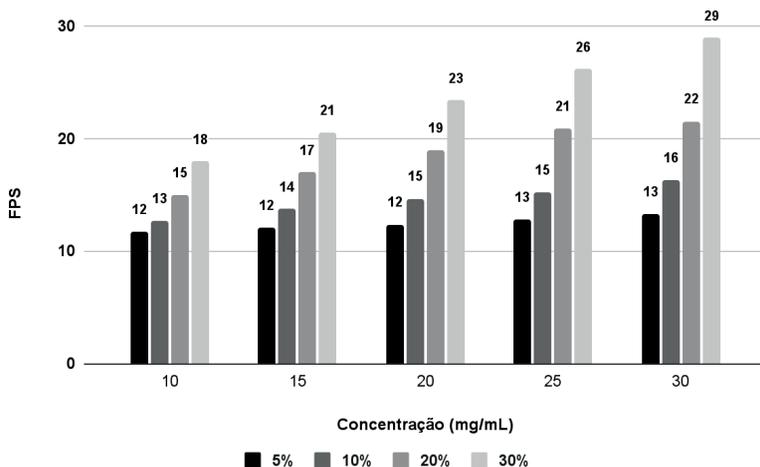
Concentração (mg/mL)	5%	10%	20%	30%
10	0,95	1,01	1,13	1,24
15	0,97	1,07	1,20	1,32
20	0,99	1,12	1,27	1,41
25	1,02	1,16	1,33	1,46
30	1,05	1,21	1,36	1,53

Tabela 4: Razão UVA/UVB para protetor solar à base do extrato de *Cynara Scolymus L.*

Fonte: autores (2023)

Os resultados sugerem que este produto a base de *Cynara scolymus* tende a ser um protetor solar de amplo espectro, o que significa que tem capacidade de absorvência nos espectros de onda UV, como mostrado em estudo de Sampaio (2022) avaliando extrato butanólico de *Humulus lupulus*, que apresentou a mesma característica mostrada através de gráfico constante de absorção na região UV inteira. Isso significa que é possível obter bloqueio de amplo espectro da radiação UV utilizando extratos vegetais, o que torna este produto apto para proteger a pele de uma variedade de problemas dermatológicos, causados tanto pela radiação UVA, como UVB.

Gráfico 2: Perfil do Fator de Proteção Solar (FPS) para formulação contendo tintura de *Cynara Scolymus L.*



Fonte: autores (2023)

Enquanto o maior valor de FPS neste estudo foi obtido na formulação com 30% de extrato de *Cynara scolymus*, na diluição de 30mg/mL, de acordo com o gráfico 2. O valor do FPS de um protetor solar está relacionado com o percentual de radiação solar que este pode bloquear. Com isso, de acordo com Corrêa (2012), um protetor solar com FPS

30 pode bloquear aproximadamente 96,7% da radiação solar que entra em contato com a pele. Tendo em vista que a formulação contendo *C. scolymus* apresentou valor de FPS máximo de 29, esta pode fornecer bloqueio de radiação solar semelhante estando muito superior ao recomendado pela ANVISA.

ESTUDOS DE ESTABILIDADE

Estudo de estabilidade preliminar

No estudo preliminar o produto contendo *C. scolymus* apresentou estabilidade satisfatória, onde não apresentou alterações em seu aspecto, cor e odor (Tabela 5). A estabilidade das características organolépticas é um sinal importante na análise de cosméticos pois, alterações de aspecto, cor e odor podem indicar alterações na formulação, podendo ser físico-químicas, como oxidação ou ainda indicar contaminação, causando a rejeição do consumidor (Oliveira et al, 2021).

Parâmetro	Alteração
Aspecto	SA
Cor	SA
Odor	SA

Legenda: SA - sem alteração

Tabela 5: Características organolépticas do protetor solar contendo *Cynara Scolymus L.* após ensaio de estabilidade preliminar

Fonte: autores (2023)

No teste de centrifugação, o mesmo tipo de estabilidade pôde ser observado. A formulação não apresentou sinais de separação de fases, indicando a qualidade da emulsão. A estabilidade das emulsões possui relação com a matéria-prima que foi utilizada, assim como com a compatibilidade entre os componentes da fórmula e influência de fatores extrínsecos como temperatura, oxigênio e umidade, que podem provocar reações físico-químicas que resultam em instabilidades da emulsão. Nesse sentido, o uso de uma base auto-emulsificante, que promove boa estabilidade nas emulsões, pode ser um fator que influenciou na qualidade da fórmula, mesmo exposta a extremos de temperatura. Portanto, a submissão da fórmula aos extremos de temperatura, pelo tempo proposto no estudo preliminar não comprometeu a estabilidade da emulsão (Diavão, Gabriel, 2009).

No que diz respeito à ocorrência de variação no pH da formulação, esta aconteceu, porém de maneira discreta, apresentando valores de pH com pouca variação, sendo este de 4,8 (T0) e 4,5 (T1). A fórmula continuou apresentando pH ácido com leve variação do valor após submetido a extremas temperaturas, como mostra o gráfico 3. Valores de pH para cremes de uso cutâneo devem estar na faixa de 5,5-6,5, o que mostra que o produto

passará por correção de pH em caso de utilização em pessoas, apesar de demonstrar estabilidade (Kerschner; Souza; Deuschle, 2022).

A espalhabilidade da formulação foi influenciada pelas condições de temperatura, sendo observada uma redução em 31,5% do fator de espalhabilidade após 21 dias de armazenamento em estufa e geladeira, onde no tempo inicial (T0) o valor obtido foi de 9,03 e posteriormente de 6,18 após o final do ciclo de 21 dias. Este parâmetro é importante para cosméticos para uso cutâneo pois representam como o produto se espalhará na pele, para que os ativos sejam distribuídos adequadamente. No que diz respeito ao protetor solar a espalhabilidade se torna ainda mais importante, pois os princípios ativos devem estar bem distribuídos pela pele, da forma mais homogênea possível, para auxiliar uma boa eficácia do produto. Ou seja, não podem haver áreas da pele com quantidades desiguais de filtros solares, fato este que pode acontecer com um produto que perde a sua capacidade de se espalhar adequadamente (Borges, 2019).

O comportamento dos parâmetros de eficácia da formulação diante das variações de temperatura estão representados no gráfico 3 e na tabela 6. O FPS sofreu redução apenas na concentração de 5mg/mL, passando de 14 para 13. Apesar da redução, esta ocorreu em apenas uma concentração avaliada, onde nas demais o FPS se manteve estável. Por conta disso, a utilização de concentrações maiores pode ser favorável para manter a estabilidade do produto.

Quanto à razão UVA/UVB (tabela 6), é possível observar padrão semelhante ao valor de FPS, com uma redução discreta apenas na concentração de 5mg/mL do produto testado. Apesar disso, o perfil de proteção ultra foi mantido.

Sendo interessante ressaltar que quando comparado com outros fotoprotetores com outras espécies o *C. Scolymus L.* apresenta FPS superior em concentrações mais baixas a formulações contendo extratos de extrato de *spondia sp.* (FPS 25 para 30mg/mL). Apesar que quando comparado ao extrato de *Humulus lupulus*, o derivado de alcachofra apresentou um menor potência de proteção para UVA, no qual o primeiro apresentou uma razão maior que 2 em 2 mg/mL enquanto o apresentado neste estudo em concentração de 30 mg/mL chegou a valor de 1,5 (Sampaio, 2022; Santos et al, 2022).

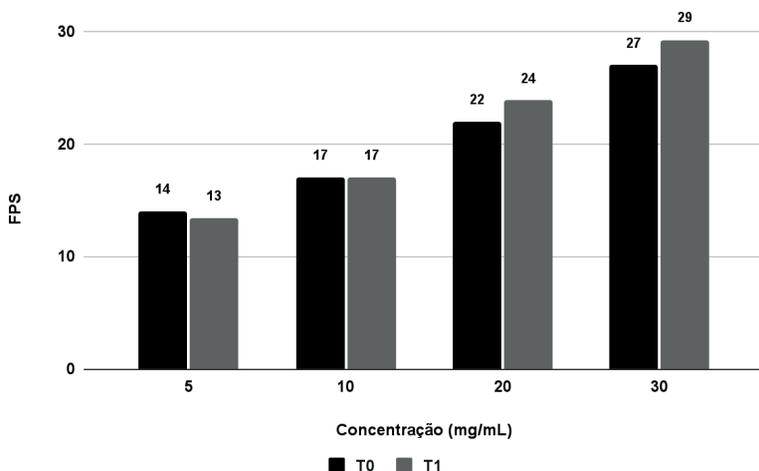


Gráfico 3: Perfil do Fator de Proteção Solar (FPS) para formulação contendo extrato glicólico de *Cynara Scolymus L.* nos testes preliminares

Fonte: autores (2023)

Concentração (mg/mL)	T0	T1
5	1,16	1,05
10	1,20	1,20
20	1,37	1,39
30	1,50	1,50

Tabela 6: Razão UVA/UVB para protetor solar a base do extrato de *Cynara Scolymus L.* em teste de estabilidade preliminar

Fonte: autores (2023)

Estudo de estabilidade acelerada

Após o período de 60 dias acondicionado em estufa, a formulação contendo *Cynara scolymus* apresentou modificação em seu aspecto e odor de maneira mais tardia, diferente dos resultados encontrados no estudo preliminar, como pode ser observado na tabela 7. Isso mostra que a influência do tempo é importante nestes estudos, já que alterações de estabilidade podem não aparecer rapidamente, o que se torna um ponto negativo para produtos que exigem um prazo de validade mais longo. Quando comparado o desenvolvimento de um fotoprotetor com o extrato de Umbu-cajá a *Cynara* se provou ser mais estável quando as alterações induzidas pelo stress térmico, não apresentando alterações significativas em seu aspecto (Zocoler et al, 2019).

Parâmetro	Alteração				
	T1	T2	T3	T4	T5
Aspecto	SA	SA	SA	SA	LA
Cor	SA	SA	SA	SA	SA
Odor	SA	SA	SA	SA	AS

Legenda: SA: Sem alteração; LA: leve alteração; AS: alteração significativa

Tabela 7: Variação das características organolépticas da formulação contendo *Cynara Scolymus L.* em estudo de estabilidade acelerada

Fonte: autores (2023)

O pH da formulação ao longo de 60 dias se manteve ácido como avaliado em T0, visto que houve variação discreta ao longo do tempo, onde assim como no estudo preliminar, necessita de correção mesmo se mantendo estável durante a avaliação da estabilidade devido a falta de segurança para o uso da pele (gráfico 4). Além de implicar sobre a segurança para a pele, o pH ácido também é prejudicial para a formulação do protetor solar, pois a acidificação da formulação pode alterar a deslocalização de elétrons na estrutura dos filtros solares orgânicos, fazendo com que absorvam radiação solar em comprimentos de onda diferentes do UV, podendo afetar portanto a eficácia do produto. Apesar de discreto o foi observado que o pH em aquecimento prolongado levou a um discreto aumento da acidez, pelo aumento dos íons livres promovido pelo aquecimento (Melo; Siqueira, 2012; Santos; Bender, 2022).

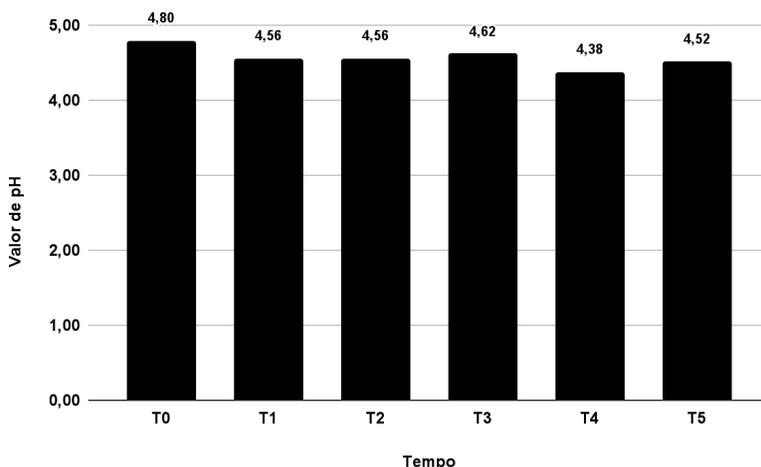


Gráfico 4: Valores de pH da formulação contendo *Cynara Scolymus L.* em estudo de estabilidade acelerada

Fonte: autores (2023)

O gráfico 5 representa a variação da espalhabilidade sob aquecimento por tempo prolongado. Com isso, é possível perceber que este parâmetro é influenciado pela temperatura neste produto, se configurando em um problema de formulação que por se tratar de um protetor solar exige correção.

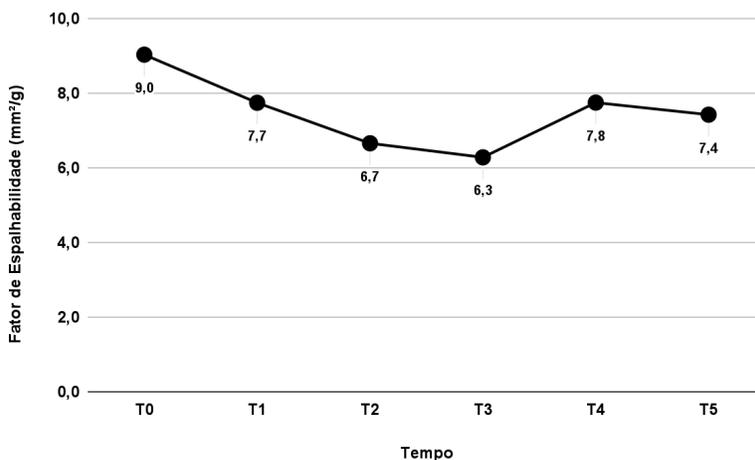


Gráfico 5: Espalhabilidade da formulação contendo *Cynara Scolymus L.* após avaliação da estabilidade acelerada

Fonte: autores (2023)

No que diz respeito à eficácia do produto, esta se manteve estável, onde não foram observadas reduções significativas do FPS (Gráfico 8), o que mostra que os compostos fenólicos responsáveis pelo FPS nesta formulação são resistentes à temperatura até 38°C, não sofrendo degradação pelo calor. Ou seja, a formulação fotoprotetora além de não sofrer grandes alterações em durante os 60 dias continuou apresentando nas concentrações formuladas um FPS acima do exigido pela agência reguladora. Temperaturas mais altas podem aumentar as reações químicas e físico químicas que ocorrem dentro da formulação, podendo provocar mudanças nas atividades de alguns compostos presentes além das características organolépticas. Entretanto, a atividade fotoprotetora da formulação contendo extrato de *C. Scolymus* se manteve estável, fato este observado também em estudos com a *Elaeagnus angustifolia* e com a o extrato do fruto de *Rubus Fruticosus L.*, sob estresse térmicos, no qual o ambos não apresentaram um uma variação significativa do FPS (15 e 28 respectivamente) durante o ensaio de estabilidade acelerada (Andrade, 2015; Ahmady et al, 2020; Gunarti; Aisyah; 2021).

A mesma estabilidade pode ser observada para a razão UVA/UVB (Tabela 8) pós 60 dias de estufa, que se manteve inalterada nas concentrações de 10, 20 e 30mg/mL e sofreu uma redução leve na concentração de 5mg/mL. Entretanto, o padrão ultra de proteção foi mantido. Assim como no teste de estabilidade acelerada de um fotoprotetor tópico otimizado contendo óleo de *Mauritia flexuosa* e extrato seco de *Aloe vera* que apresentou um proteção moderada a UVA sem muita variação (Reis-Mansur, 2023).

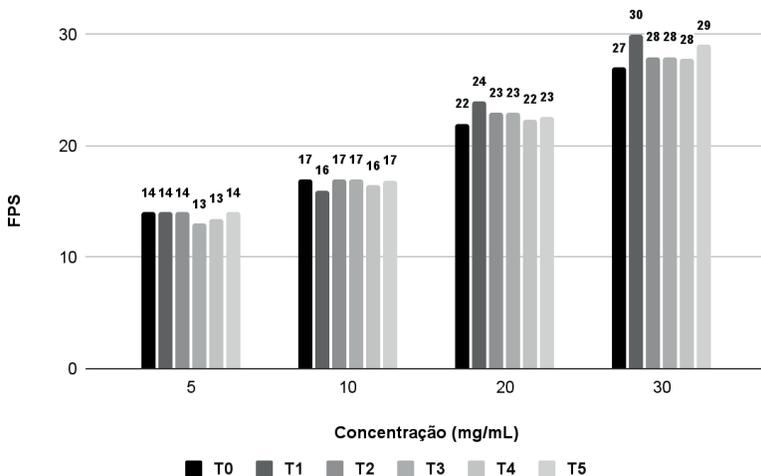


Gráfico 6: Perfil do Fator de Proteção Solar (FPS) para formulação contendo extrato glicólico de *Cynara Scolymus L.* durante a estabilidade acelerada

Fonte: autores (2023)

Concentração mg/mL	T0	T1	T2	T3	T4	T5
5	1,2	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
10	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
20	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
30	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabela 8: Razão UVA/UVB para para formulação contendo extrato glicólico de *Cynara Scolymus L.* durante a estabilidade acelerada

Fonte: autores (2023)

CONCLUSÃO

O extrato de *Cynara scolymus* possui atividade fotoprotetora válida de acordo com as exigências da ANVISA, com FPS de até 12 na concentração máxima testada neste estudo, de 1mg/mL. Além disso, o extrato também apresentou capacidade ultra de proteção UVA. Neste sentido, o produto formulado utilizando extrato de *Cynara scolymus* como ativo é considerado promissor no que diz respeito à sua eficácia fotoprotetora, apresentando FPS máximo de 29 neste estudo e capacidade de proteção UVA ultra, o que significa que apresenta amplo espectro de fotoproteção para radiação UVA e UVB.

Além disso, o produto apresentou estabilidade satisfatória perante às condições de temperatura às quais foi submetido, não apresentando perda da sua eficácia, alterações bruscas de pH e rompimento de emulsão nos estudos de estabilidade preliminar e acelerada, deixando a desejar apenas no critério espalhabilidade. Vale ressaltar que mais

estudos são necessários para confirmar se há toxicidade neste produto e segurança para a sua utilização em seres humanos.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil) Resolução nº . 629, de 10 de março de 2022. Dispõe sobre protetores solares e produtos multifuncionais em cosméticos e internaliza a resolução GMC MERCOSUL nº 08/2011. **Diário Oficial da União** 10 mar 2022; Seção 1. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/6407780/RDC_629_2022_.pdf/8afdb838-af85-4690-a9f7-842ba38119ee. Acesso em: 15 ago. 2023.

AGUIAR, M. A.; NOVELLI, P. H. G. S. Desenvolvimento de uma formulação cosmética antioxidante e fotoprotetora a base de curcumina. **Perspectivas da ciência e tecnologia**, v.12, n.1, p. 24–9. 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/4d95/d46ca40e3602a860b3def80e70e4b0dc5b.pdf>

ANDRADE, B. A. ATIVIDADE FOTOPROTETORA *in vitro* DE ESPÉCIES MEDICINAIS DA CAATINGA PERNAMBUCANA E INCORPORAÇÃO EM GEL DERMATOLÓGICO. Recife. Dissertação [Ciências Farmacêuticas] - Universidade Federal de Pernambuco; 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/17120>. Acesso em: 20 ago. 2023.

ANMADY, A. *Et al.* Sun Protective Potential and Physical Stability of Herbal Sunscreen Developed from Afghan Medicinal Plants. **Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 17, n. 3, p. 285–92, 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32636706/>. Acesso em: 18 ago. 2023.

BORGES, N. M. Avaliação da estabilidade físico-química de protetores solares oil free magistrais. Uberaba. Monografia [graduação em Farmácia] - Universidade de Uberaba; 2019. Disponível em: <https://dspace.uniube.br/handle/123456789/1612>. Acesso em 18 ago. 2023.

BOTSARIS, A. S; ALVES, L. F. *Et al.* Cynara scolymus L. (Alcachofra), **R. Fitos** , v.3, n.2, p. 51-63, 2007. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/19152>. Acesso em: 15 ago.2023.

BRASIL . Ministério da Saúde. **Formulário nacional da farmacopeia brasileira**. 2. ed. Brasília: Anvisa, 2012.

CORRÊA, M. A. **Cosmetologia**: ciência e técnica. São Paulo: Medarma; 2012.

COSTA, M. M. *Et al.* A Importância Dos Fotoprotetores Na Minimização de Danos a 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, 2021, p. 101855–101867. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/zxgipauh5ne43mmg4vw4posxia/access/wayback/https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/38914/pdf>. Acesso em: 12 ago. 2023.

DIAVÃO, S. N. C; GABRIEL K. C. Estudo dos parâmetros físico-químicos na estabilidade de emulsões cosméticas, **Infarma**, v. 21. n. 11-12, p.15-20, 2009. Disponível em: <https://www.revistas.cff.org.br/?journal=infarma&page=article&op=view&path%5B%5D=116>. Acesso em: 16 ago. 2023.

GUNARTI, N; AISYAH, I; LIA, F. Physical Stability Test Sunscreen Gel Extracts Blackberry Fruit (*rubus fruticosus l.*). **IOP Conference Series: Materials Science and Engineering**, v.1071, n.1, 2021. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/1071/1/012011/meta>. Acesso em: 19 ago. 2023.

KERSCHER K.S; SOUZA, E. D; DEUSCHLE, V. C. K. N. Estabilidade e fotoproteção de formulações contendo extrato de *punica granatum* e metoxinamato de octila. **Rev. Cont. Saúde**, v. 21, n.44, p.68-80, 2022. Disponível em: <https://revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoesaude/article/view/12000>. Acesso em: 19 ago. 2023.

KNORST, M. T. Desenvolvimento tecnológico de forma farmaceutica plástica contendo extrato concentrado de *achyrocline satureioides* (lam.) dc. *compositae* (marcela). Porto Alegre. Dissertação [Mestrado em ciências farmacêuticas] - Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 1991. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/149299?show=full>. Acesso em: 18 ago. 2023.

LADEIRA, D. A. L. *Et al.* A importância dos estudos de pré-formulação na estabilidade dos produtos cosméticos, **Rev. Ibero-Americana Hum, Ciênc Edu**, v. 7, n.12, p.1074-1085, 2021. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/3555>. Acesso em: 16 ago. 2023.

MANSUR J. S; BREDER M. N. R, D' ASCENSÃO; M. M. C, AZULAY, R. D. Correlação entre a determinação do fator de proteção em seres humanos e por espectrofotometria, **Rev bras dermatol**, v.61, n.4, p.167-172, 1986. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-34249>. Acesso em: 15 ago. 2023.

Measurement of UVA: UVB Ratio According to the Boots Star Rating System (2008 Revision), Boots, Nottingham, UK, 2008. Disponível em: <https://cdnmedia.eurofins.com/apac/media/601375/boots-star.pdf>. Acesso em: 18 ago. 2023.

MELO, M. R; SIQUEIRA, A. P. N. D. F. Desenvolvimento de uma loção fotoprotetora, avaliação da estabilidade e determinação *in vitro* do FPS. **Perquirere**, v. 9, n.1, p.81-97, 2012. Disponível em: <https://revistas.unipam.edu.br/index.php/perquirere/article/view/3561>. Acesso em: 20 ago. 2023.

OLIVEIRA, F. C. S; *Et al.* Análise de características organolépticas e pH de shampoos líquidos, **Journal of Exact Sciences**, v. 30, n.1, p.05-07, 2021. Disponível em: https://mastereditora.com.br/periodico/20210816_110255.pdf. Acesso em: 17 ago. 2023.

RADICE, M; MANFREDINI, S; ZIOSI, P. *Et al.* Herbal extracts, lichens and biomolecules as natural photo-protection alternatives to synthetic UV filters. A systematic review. **Fitoterapia**. v.26, n.114, p.144-62, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0367326X1630377X>. Acesso em: 14 ago. 2023.

REIS-MANSUR, M. C. P. P. *Et al.* Nanotechnology as a Tool for Optimizing Topical Photoprotective Formulations Containing Buriti Oil (*Mauritia flexuosa*) and Dry *Aloe vera* Extracts: Stability and Cytotoxicity Evaluations. **Pharmaceuticals**. v.16, n.2, p.292-2, 2023. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1424-8247/16/2/292>. Acesso: 19 ago. 2023.

SAMPAIO, J. S. Análise Do Potencial Fotoprotetor Dos Extratos de *Humulus Lupulus* e Formulação de Protetor Solar de Ampla Espectro. Ouro preto. [Dissertação Mestrado em ciências farmacêuticas] - Universidade Federal de Ouro Preto; 2022. Disponível em: <https://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/15932>. Acesso em: 18 ago. 2023.

SANTOS D. O. *Et al.* Avaliação do efeito fotoprotetor UVA e UVB, ação antioxidante e da estabilidade do creme com extrato de spondia sp (UMBU-CAJÁ), **Colloquium Vitae**, v. 14, n.1, p.12-20, 2022. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/cv/article/view/4526>. Acesso em: 19 ago. 2023.

SANTOS, E; BENDER, S. Avaliação de estabilidade em uma formulação clareadora. **Research, Society and Development**. v.11, n.15, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/36979>. Acesso em: 20 ago. 2023.

SAYRE, R. M; AGIN, P. P. LEVE, G. J, MARLOWE, E. A comparison of in vivo and in vitro testing of sunscreens formulas. **Photochem Photobiol**, v.29, n.3, p.559-566, 1979. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1751-1097.1979.tb07090.x>. Acesso em: 16 ago. 2023.

SOUZA, V. B; FERREIRA, J. R. N. Desenvolvimento e estudos de estabilidade de cremes e géis contendo sementes e extratos do bagaço da uva Isabel (*Vitis labrusca* L.), **Rev Ciênc Farm Básica**, v.31, n.3, p.217-222, 2010. Disponível em: <http://rcfba.fcfar.unesp.br/index.php/ojs/article/view/368>. Acesso em: 17 ago. 2023.

VINCENSI, C; COSTA, A. G. C. A importância da fotoproteção na prevenção do câncer de pele em militares, **Biblioteca Dig do Exército**, v.1, p.1-21, 2020. Disponível em: https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/7489/1/Cap_Camila%20Vincensi.pdf. Acesso em: 15 ago. 2023.

ZINI, C. E. L. Estudo de extratos vegetais com atividade antioxidante e filtrante dos raios ultravioleta como adjuvantes de filtro químico orgânico em fotoprotetores. Determinação do FPS in vitro. Juiz de fora. [Dissertação [Mestrado em ciências farmacêuticas] - Universidade Federal de Juiz de Fora; 2012. Disponível em: https://www.lareferencia.info/vufind/Record/BR_66a19dbbbfcb97ca1fc88ce0a2bb3dd7. Acesso em: 15 ago. 2023.

ZOCOLER, M. A. *Et al.* Desenvolvimento, avaliação do efeito fotoprotetor uva e uvb, ação antioxidante e estabilidade de um creme com extratos de umbú-cajá. **Colloquium Vitae**, v.11, n.3, p.51-61, 2019. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/cv/article/view/3307>. Acesso em 16 ago. 2023.