

Artigo

Desenvolvimento de um dermocosmético facial multifuncional contendo a palha da vagem do feijão de corda (*Vigna unguiculata*)

Rebeca Sousa Lima ¹, Pedro Igor de Oliveira Pereira ², Fabíola Odete Rodrigues ³, Tamara Gonçalves de Araújo^{4*}

¹Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ce-Brasil, cep: 60430-372
e-mail: rebecalima2152@gmail.com;

²Programa de Pós Graduação em Ciências Farmacêuticas, Fortaleza - Ce-Brasil, cep: 60430-372
e-mail: pedroigordeoliveira@gmail.com

³Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento, Inovação e Tecnologia de Medicamentos.
Fortaleza-Ce-Brasil, cep 60430-372. e-mail: fabiola.odete@alu.ufc.br

⁴Departamento de Farmácia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - Ce-Brasil, cep: 60430-372
e-mail: tamara.ufc@gmail.com

*Correspondence: tamara.ufc@gmail.com

Editores: Carlos Henrique Salvino e João Augusto Os-
hiro Junior

Received: 13/12/2024

Revised: 05/01/2025

Accepted: 06/01/2025

Published: 07/01/2025

Copyright: © 2025 by the au-
thors. Submitted for possible
open access publication un-
der the terms and conditions
of the Creative Commons
Attribution (CC BY) license
([https://creativecommons-
org/licenses/by/4.0/](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)).

Resumo: O feijão-de-corda é um dos principais alimentos consumidos pelos brasileiros, no entanto, a palha da vagem é um subproduto com alto teor de constituintes fenólicos, que poderia ser aproveitado pela indústria cosmética como uma alternativa sustentável. Considerando a ausência de literatura científica, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade antioxidante, fotoprotetora e clareadora do extrato aquoso da palha da vagem do feijão-de-corda (ESPV), seguido do desenvolvimento de um dermocosmético e avaliação de sua estabilidade preliminar. Para a avaliação do efeito antioxidante de ESPV, foram empregados os métodos do DPPH e avaliação da peroxidação lipídica (TBARS); na descrição do potencial fotoprotetor *in vitro* UVB/UVA foi empregada a espectrofotometria; e a determinação da atividade clareadora foi realizada através do teste de inibição da tirosinase. As formulações foram desenvolvidas e caracterizadas por análise macroscópica, centrifugação, pH, viscosidade, densidade e capacidade de hidratação, com avaliação da estabilidade preliminar ($25 \pm 2^\circ\text{C}$, $5^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ e $40^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$) através dos mesmos parâmetros. ESPV demonstrou a presença de fenóis e de flavonoides, com boa atividade antioxidante ($\text{IC}_{50} = 117,78 \mu\text{g/mL}$ – teste do DPPH), um excelente valor de FPS (14,79), e ainda foi observado um discreto efeito clareador. As formulações desenvolvidas apresentaram cor marrom claro em todas as condições testadas, bem como odor característico e no estado semissólido. As características organolépticas, o pH e a viscosidade se mantiveram estáveis por todo o período do teste, exceto para as formulações acondicionadas em geladeira. ESPV apresentou-se como um promissor ativo cosmético fotoprotetor e com boa atividade antioxidante adequado para ser incorporado em formulações multifuncionais.

Keywords: *Vigna unguiculata*; palha da vagem; extrato aquoso; cosméticos; fator de proteção solar.

1. Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) é uma planta da classe das leguminosas cultivada principalmente em regiões semiáridas. Apesar da origem de *V. unguiculata* ser africana, seu plantio ocorre em 100 países, incluindo o Brasil [1]. O feijão-caupi, comumente chamado de feijão-de-corda, fornece inúmeros nutrientes essenciais à dieta da população e compostos com atividade biológica. Destacam-se os carotenoides, proteínas, minerais, antocianinas, taninos, vitaminas e compostos fenólicos [1,2]. Devido a estes últimos compostos, um dos principais potenciais a ser explorados é o efeito antioxidante.

A literatura [3] já descreve a atividade antioxidante de sementes do feijão-caupi: Irondi et al. (2019) produziram extratos crus e assados de farinha das sementes de *V. unguiculata*, e detectaram flavonoides e ácidos fenólicos por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência com arranjo de diodos (CLAE-DAD). Para o extrato cru, o estudo revelou a presença de quercetina ($3,81 \pm 0,01$ mg/g), quercitrina ($3,76 \pm 0,01$ mg/g), ácido cafeico ($3,29 \pm 0,02$ mg/g) e ácido gálico ($2,75 \pm 0,01$ mg/g), bem como outros compostos em menores quantidades. Além disso, demonstrou a potencial atividade antioxidante das amostras através dos testes de ABTS⁺ ($404,66 \pm 4,42$ μ molTEAC /g), quelação de Fe⁺² (IC₅₀ = $29,06 \pm 1,94$ μ g/mL), DPPH (IC₅₀ = $36,84 \pm 2,31$ μ g/mL) e fenóis totais ($42,94 \pm 1,58$ mgEAG/g). *V. unguiculata* possui outros componentes além das sementes, como as folhas, as sementes e as vagens, todas possuindo atividades biológicas descritas pela literatura [1, 4, 5]. Os compostos fenólicos presentes em extratos vegetais também possuem a capacidade de absorver a luz ultravioleta (UV) emitida pelo sol, o que pode ter relação com uma possível atividade fotoprotetora de *V. unguiculata* [6].

Neste contexto, considerando a ausência de literatura científica utilizando a palha de *V. unguiculata* na produção de formulações cosméticas, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito antioxidante, clareador e fotoprotetor do extrato aquoso da palha da vagem de *V. unguiculata* (EAPV) e desenvolver um creme facial multifuncional.

2. Resultados

2.1 Determinação de fenóis totais e flavonoides no ESPV

A determinação de fenóis totais através do reagente Folin-Ciocalteu foi realizada para ESPV na concentração de 4 μ g/mL. A curva de calibração do ácido gálico permitiu avaliar a linearidade do método, com a obtenção de um R² = 0,9996. Utilizando a equação da reta obtida ($y = 0,1049x + 0,0317$) para interpolar os valores de absorvância, foi possível determinar a quantidade de compostos fenólicos presente em ESPV, com valor igual a $71,78 \pm 0,04$ mgEAG/g

No teste de flavonoides, foi calculada a quantidade de flavonoides presentes em ESPV através da equação da reta obtida ($y = 0,0325x + 0,1011$) pela curva de calibração da rutina, com R² = 0,996. A quantidade de flavonoides encontrada foi de $40,58 \pm 0,02$ mgER/g

2.2 Avaliação do potencial antioxidante in vitro de ESPV

Para o ensaio do DPPH, a atividade antioxidante apresentou valores de IC₅₀ de $117,78 \pm 0,07$ μ g/mL para o ESPV e de $3 \pm 0,01$ μ g/mL para a vitamina C, usada como padrão. Para o ensaio do TBARS, ESPV (100 e 200 μ g/mL) inibiu, respectivamente, a peroxidação lipídica em 10,47% e 21,90%, enquanto o padrão Trolox apresentou inibição de 89,33% e 92,40% nas mesmas concentrações.

2.3 Avaliação da atividade fotoprotetora e determinação do fator de proteção solar do ESPV

ESPV apresentou um excelente valor de FPS igual a $14,79 \pm 0,05$, aproximado ao obtido com o padrão benzofenona-3, FPS $16,54 \pm 0,03$.

2.4 Avaliação da atividade clareadora do ESPV

ESPV apresentou uma atividade clareadora de 8,85%, enquanto o padrão ácido kójico demonstrou uma atividade de 99,1%.

2.5 Produção de formulação facial contendo ESPV

A tabela 1 mostra os componentes do creme fotoprotetor multifuncional contendo o ativo (CESPV) e um creme sem o ativo (BESPV).

Tabela 1: Composição quali-quantitativa do creme contendo ESPV.

COMPONENTES	FUNÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Cera Lanette	Base autoemulsionante	8%
Manteiga de Cacau	Emoliente	4%
	Doador de viscosidade	
Glicerina	Umectante	3%
Silicone	Modificador de sensorial	2%
ESPV	Ativo	1%
Phenonip™	Conservante	0,5%
Édetato dissódico (EDTA)	Agente quelante	0,1%
Butilhidroxitolueno (BHT)	Antioxidante	0,05%
Ácido cítrico	Ajustador de pH	q.s.
Água destilada	Veículo	q.s.p.

2.6 Controle de qualidade da formulação

ESPV apresentou um excelente valor de FPS igual a $14,79 \pm 0,05$, aproximado ao obtido com o padrão benzofenona-3, FPS $16,54 \pm 0,03$.

2.6.1 Centrifugação

CESPV e BESPV, submetidas ao teste de centrifugação, não apresentaram separação de fases, indicando que as formulações poderiam ser submetidas aos testes de estabilidade preliminar, sem necessidade de reformulação.

2.6.2 Caracterização e estabilidade preliminar

2.6.3 Avaliação organoléptica das formulações

A análise organoléptica de CESPV e BESPV está contida na Figura 1 e na Tabela 2. Para CESPV, o teste apresentou uma coloração marrom claro, com aspecto e odor normais, no estado físico semissólido. Estas propriedades repetiram-se ao longo de todo o teste. Para BESPV, as mesmas características foram observadas, exceto pela cor branca.

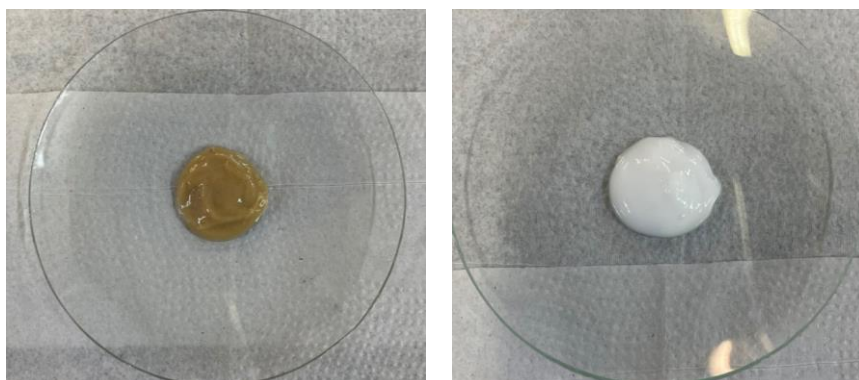


Figura 1 – Aparência macroscópica das formulações com CESPV (A) e BESPV (B).

O estudo de estabilidade preliminar, realizado no período de 15 dias, não revelou alterações significativas no aspecto, na cor, no odor e no estado físico da formulação.

Tabela 2: Características organolépticas de CESPV.

Características	25°C			40°C			5°C		
	D1	D7	D15	D1	D7	D15	D1	D7	D15
Aspecto	N	N	N	N	N	N	N	N	N
Cor	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC	MC
Odor	C	C	C	C	C	C	C	C	C
Estado físico	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS	SS

N = Normal; MC = Marrom Claro; C = Característico; SS = Semissólido.

2.6.4 Determinação do pH das formulações

A Tabela 3 mostra os valores do pH obtidos das formulações durante o estudo. É possível observar que os valores de pH não apresentaram alterações no decorrer do tempo de estudo, sugerindo um comportamento relativamente estável do pH frente às condições expostas de armazenamento (geladeira, estufa e temperatura ambiente).

Tabela 3 – Valores de pH de CESPV e BESPV.

	25°C		40°C		5°C	
	BESPV ± DP	CESPV ± DP	BESPV ± DP	CESPV ± DP	BESPV ± DP	CESPV ± DP
Dia 1	5,18 ± 0,1	5,26 ± 0,16	5,18 ± 0,23	5,26 ± 0,3	5,18 ± 0,03	5,26 ± 0,05
Dia 7	5,23 ± 0,15	5,38 ± 0,02	5,26 ± 0,1	5,40 ± 0,03	5,23 ± 0,07	5,31 ± 0,09
Dia 15	5,29 ± 0,2	5,41 ± 0,19	5,30 ± 0,4	5,42 ± 0,2	5,24 ± 0,1	5,38 ± 0,02

2.6.5 Viscosidade

As Figuras 2 e 3 apresentam os resultados do ensaio de viscosidade para as formulações de CESPV e BESPV. Para CESPV, a emulsão armazenada em geladeira apresentou um leve aumento de viscosidade entre D7 e D15, enquanto as formulações armazenadas a temperatura ambiente e em estufa apresentaram viscosidade quase constante, sendo esta última a formulação que apresentou menor valor de viscosidade. CESPV e BESPV apresentaram viscosidades semelhantes em todo o período de ensaio.

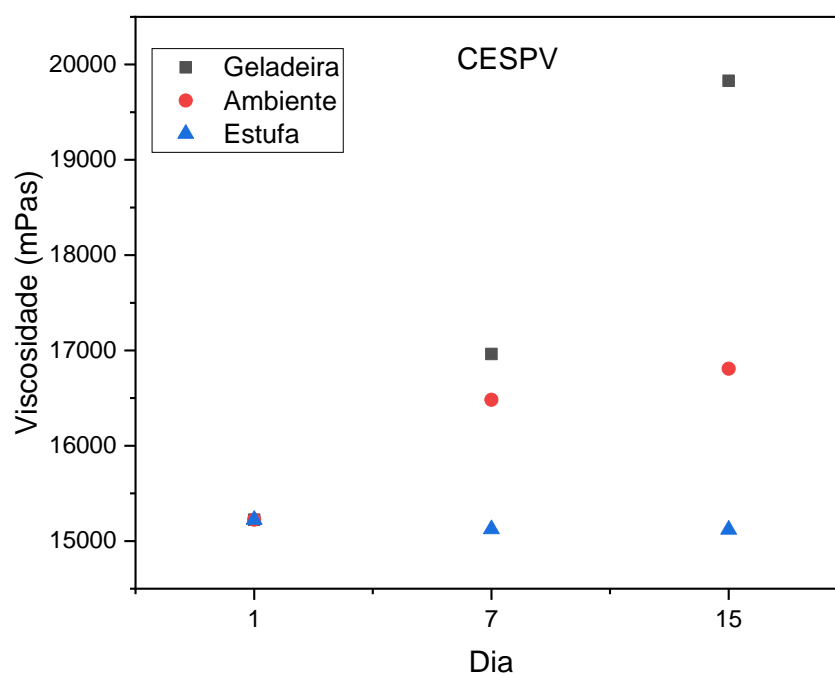
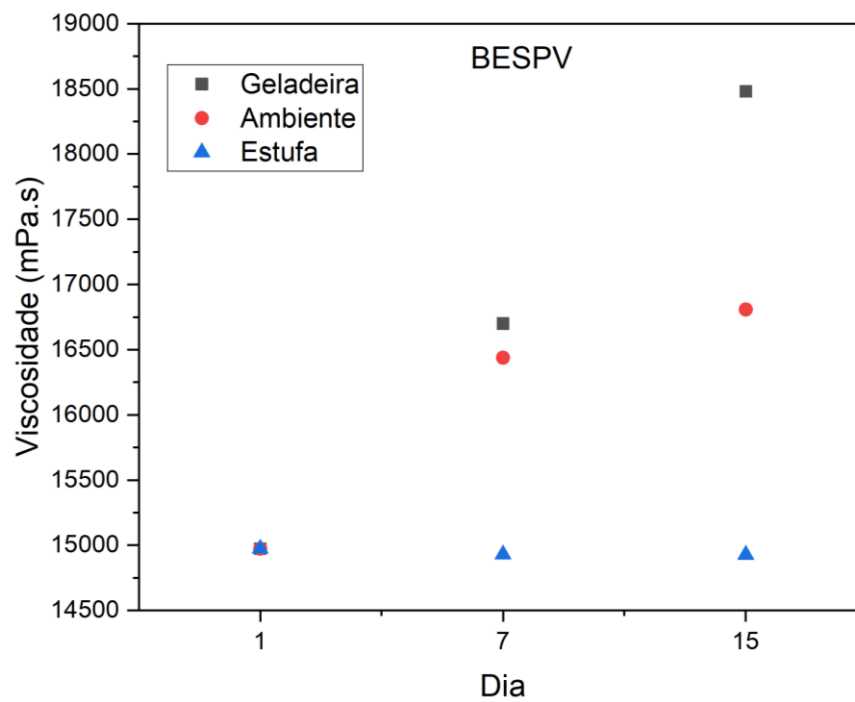


Figura 2 – Viscosidade de CESPV em D1, D7 e D15.**Figura 3**- Viscosidade de BESPV em D1, D7 e D15.

2.6.6. Avaliação da capacidade de hidratação *in vitro* de CESPV e BESPV.

Ambas as amostras foram pesadas após 6, 24 e 48 horas a fim de avaliar a perda de água por evaporação (Figura 5). Por fim, calculou-se o fator de oclusão.

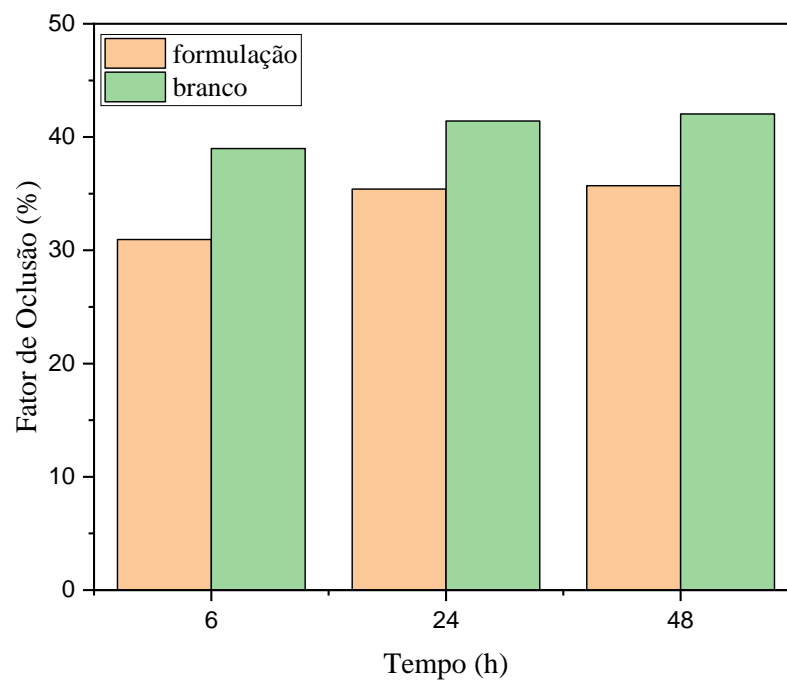


Figura 4. Hidratação *in vitro* de CESPV e BESPV.

BESPV apresentou efeito oclusivo superior ao CESPV em todos os períodos analisados, demonstrando que apenas 1% de extrato aquoso foi suficiente para diminuir a oclusão da formulação.

3. Discussão

O método de DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazil) é um ensaio colorimétrico, rápido e efetivo para avaliar a atividade antirradicalar, sendo largamente utilizado em estudos de produtos naturais com potencial antioxidante e para testar a capacidade geral de extratos e compostos puros de absorção de radical [7].

No ensaio, é calculado o IC₅₀, que é a concentração necessária do antioxidante para reduzir em 50% o radical DPPH. Valores maiores que 200 µg/mL são considerados inativos, entre 100 e 200 µg/mL são levemente ativos, entre 50 e 100 µg/mL são moderadamente ativos e inferiores a 50 µg/mL são considerados muito ativos [8,9].

Foram encontrados valores de DPPH de IC₅₀ de 117,78 ± 0,07 µg/mL para ESPV, sendo considerado um extrato levemente ativo, e de 3 ± 0,01 µg/ml para o padrão vitamina C considerado como muito ativo. A atividade antioxidante encontrada em ESPV está relacionada com a presença dos flavonoides, quercetina e rutina, dos ácidos fenólicos e do tocoferol, que atuam como captadores de espécies reativas de oxigênio, sendo os flavonoides considerados como antioxidantes primários [10]. Os ácidos fenólicos e flavonoides são os antioxidantes fenólicos mais comumente encontrados em fontes naturais, inclusive na espécie *V. unguiculata* [4,11].

Khan *et al.* (2022) realizaram estudos com extrato aquoso da vagem do quiabo e declararam o seu potencial antioxidante após o valor de DPPH de IC₅₀ de 1,03 mg / mL, sendo este um valor bem superior ao encontrado no presente estudo, e tendo ambos o mesmo solvente extrator. Em estudos posteriores, com o objetivo de potencializar a atividade antioxidante, os extratos da vagem do quiabo foram preparados em metanol, acetato de etila e n-hexano e apresentaram valores de 35,21 µg/mL, 181,09 µg/mL e 104,06 µg/mL, respectivamente. Essa variação se deve à efetividade na extração de fitocompostos como a quercetina, catequina e vitamina E [12]. Esses resultados corroboram que variações na polaridade do solvente pode aumentar a eficácia da atividade antioxidante. Porém, vale ressaltar que para cosméticos sustentáveis são aceitos como solventes extratores a água e o etanol, na concentração máxima de 50% [13].

Avanza *et al.* (2021) prepararam extratos aquosos a partir das sementes (ES) e das vagens (EV) de *V. unguiculata* da variante Colorado e avaliaram seu potencial antioxidante. Para o teor de compostos fenólicos e o teste do DPPH, os autores obtiveram valores iguais a 15.32 ± 0.25 e 268.92 ± 4.01 para ES e 43.84 ± 0.26 e 326.74 ± 4.87 para EV. O teor de compostos fenólicos encontrados no presente estudo foi superior ao relatado pelos autores, mostrando que o método de extração corroborou com os melhores resultados [4].

Um dos fatores mais importantes para a diferença nos resultados de Avanza *et al.* (2021) e do presente estudo para o ensaio de fenóis e DPPH é a variante estudada de *V. unguiculata*. Além disso, a capacidade antioxidante de alimentos de origem vegetal é dependente da concentração de compostos bioativos presentes, sendo que esta concentração sofre influência de fatores genéticos, condições ambientais, grau de maturação e variedade da planta, além de que a capacidade antioxidante pode sofrer influência da técnica de extração utilizada e da relação tempo-temperatura [7].

Para o ensaio de TBARS, ESPV não apresentou atividade antioxidante significativa. Estas diferenças encontradas nas atividades antioxidantes para os métodos de DPPH e TBARS decorrem dos diferentes níveis do processo de oxidação, uma vez que no ensaio de DPPH o antioxidante atua contra os radicais livres através da transferência de um átomo de hidrogênio de um grupo hidroxila da sua estrutura aromática. Tal átomo possui a capacidade de suportar um elétron não emparelhado, fazendo com que ocorra um deslocamento deste elétron. Já no ensaio de peroxidação lipídica (TBARS), o antioxidante age paralisando a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica [14].

ESPV apresentou alto valor de Fator de Proteção Solar sugerindo o seu potencial uso como filtro solar capaz de absorver radiação UV. Albuquerque *et al.* (2021) revelaram que presença de fitocompostos como quercetina, resveratrol e ácidos hidroxicinâmicos nos extratos são os responsáveis por um fator de proteção solar pode variar de de 7 a 30. [15]

A substituição dos filtros solares sintéticos pelos filtros solares naturais em formulações fotoprotetoras favorece a diminuição do surgimento de reações cutâneas adversas, que muitas vezes ocorrem devido à incorporação de altas concentrações de filtros sintéticos, além de que tal substituição também promove a redução da formação de subprodutos de fotodegradação, gerando um menor impacto ao meio ambiente devido a menor quantidade de resíduos de filtros e estabilizadores ultravioleta, que podem gerar contaminação em oceanos e águas subterrâneas [15].

Uma das estratégias utilizada pela indústria cosmética para minimizar os problemas ambientais causados pelo acúmulo de filtros UV é o aproveitamento de resíduos orgânicos descartados pela indústria alimentícia, essa prática econômica e sustentável é conhecida como "upcycling" ou "beleza circular" [16]

A crescente preocupação mundial com a segurança dos protetores solares, levou a um aumento do interesse da indústria cosmética global pela exploração filtros químicos naturais e eficazes. Nesse contexto, estudos científicos visam os subprodutos das indústrias de processamento de alimentos devido à sua acessibilidade, não toxicidade e disponibilidade em grandes quantidades. [17]

A formulação desenvolvida foi aprovada no teste de estabilidade preliminar visto que não apresentou indícios de separação de fases após os testes de estresse físico rotacional e estresse térmico. Não houve alteração de odor durante todo o período de teste, demonstrando eficácia do conservante utilizado, uma vez que alterações de odor em formulações podem ser indicativo de contaminação por microrganismos, que pode levar à perda da eficácia do produto [17].

As características organolépticas, os valores de pH e viscosidade se mantiveram praticamente inalterados durante o estudo, indicando que as formulações se mantiveram estáveis. Alterações na cor, pH e viscosidade podem indicar a degradação de substâncias ativas, afetando a eficácia e estabilidade do cosmético. Isso pode ser justificado pela alta instabilidade dos ingredientes extraídos de subprodutos alimentares em sistemas aquosos [18].

O efeito oclusivo é relevante em formulações cosméticas com o objetivo de promover a hidratação da pele. O fator de oclusão de uma formulação varia de 0 a 100%, sendo que 0% significa que não ocorreu oclusão, favorecendo a desidratação da pele e 100% significa que ocorreu oclusão excessiva comprometendo a troca de gases e propiciando o crescimento bacteriano [19]. A formulação desenvolvida contendo ESPV obteve um valor aproximado de 30% de oclusão, sugerindo uma hidratação passiva, estimulando a restauração da pele sem obstruir os poros. Esses resultados corroboram com os estudos realizados por Trindade *et al.* (2024) que concluiu que o óleo de camomila foi fundamental para o efeito oclusivo da formulação [20]. Estudos realizados por Marchiori *et al.* (2023) mostraram que valores de oclusão em torno de 20% para hidrogéis de goma gelana, contribuem com a permeação de ativos, regeneração da pele e uma hidratação adequada [19,20].

4. Materiais e Métodos

4.1 Obtenção dos extratos

A obtenção do extrato seco da palha da vagem de *V. unguiculata* (ESPV) foi baseada na metodologia descrita por El Naker *et al.* (2021) com modificações [21]. As vagens do feijão-de-corda foram adquiridas no mercado local, lavadas, secas e trituradas. Após este processo, preparou-se um extrato fluido por meio de decocção, utilizando 40 g de ESPV para 800 mL de água destilada. Após resfriamento, ESPV foi filtrado e levado à estufa de ar circulante a 102 °C até a completa evaporação do solvente, obtendo-se assim o ESPV.

4.2 Determinação de fenóis totais e flavonoides no ESPV

A determinação do teor de fenóis totais do ESPV foi realizada utilizando-se o reagente de Folin-Ciocalteu, segundo metodologia proposta por Sousa *et al.*, (2007) com modificações [31]. Uma curva de calibração foi preparada utilizando o padrão de ácido gálico. Neste contexto, foi adicionado a um balão volumétrico (BV) o padrão de ácido gálico (1-6 µg/mL) ou ESPV (4 µg/mL), o reagente de Folin-Ciocalteu (250 µL) e Na₂CO₃ a 10% (3 mL). O BV foi completado com água e após 20 minutos as amostras foram analisadas a 785 nm por espectrofotômetro. A partir da equação fornecida pela curva, foi calculada a concentração de fenóis em mgEAG/g [22].

A determinação de flavonoides foi realizada conforme o método descrito por Salatino e Woisky (1998). Preparando-se uma curva de calibração utilizando-se rutina e, a partir da equação fornecida pela curva, foi calculada a concentração de flavonoides em mgER/g [23].

4.3 Avaliação do potencial antioxidante *in vitro* de ESPV

O potencial antioxidante de ESPV foi realizado utilizando o método do DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) e a avaliação da peroxidação lipídica por meio das substâncias reativas do ácido tiobarbitúrico (TBARS).

4.3.1 Método do DPPH

O ensaio do DPPH, segundo Brand-Williams et al. (2016), mede a capacidade do agente antioxidante em sequestrar o radical livre estável DPPH, sendo evidenciado pela alteração de coloração, passando da cor púrpura para a amarela [24]. Soluções etanólicas de concentração conhecida de ESPV (1, 10, 100, 150 e 200 µg/mL) e DPPH (0,3 mM) foram adicionadas a um tubo de ensaio. Após 30 minutos, as soluções foram lidas a 518 nm em espectrofotômetro. As absorvâncias das amostras e do padrão vitamina C foram utilizadas para a construção de uma curva e a equação da reta gerada foi utilizada para o cálculo do IC₅₀, que é a concentração necessária para gerar 50% de atividade antioxidante. Os resultados foram expressos como porcentagem de atividade antioxidante (%AA) e IC₅₀, segundo as equações abaixo:

$$AA\% = [(A - B) / A] \times 100 \quad (\text{Eq. 01})$$

Onde: A = absorvância do controle negativo; B = absorvância da diluição de ESPV.

$$x = (50 - b)/a \quad (\text{Eq. 02})$$

Onde: x = IC₅₀; b = coeficiente linear fornecido pela equação da reta; a = coeficiente angular fornecido pela equação da reta.

4.3.2 TBARS

O método de avaliação do TBARS, adaptado por Santos et al., (2018), avalia a capacidade do agente antioxidante de prevenir a ocorrência da peroxidação lipídica de um substrato lipídico na presença da substância oxidante AAPH (2,2'-Azobis (2-amidinopropano) dicloridrato) [25]. O substrato lipídico (gema de ovo) a 1% em tampão fosfato 20 mM foi adicionado (5 mL) a 1,5 mL de ESPV (100 e 200 µg/mL). Esta solução foi adicionada a 1,5 mL de AAPH 0,12 M. Após a reação, foram utilizados 1,5 mL de ácido tricloroacético para a precipitação de proteínas e a solução foi centrifugada a 3000 rpm/10 min. Então o sobrenadante foi retirado e adicionado ao ácido tiobarbitúrico na proporção de 1:1. A mistura foi incubada em banho-maria por 30 min/95°C. Após este período as amostras foram lidas por espectrofotômetro a 532 nm. Trolox foi utilizado como padrão e os resultados foram expressos em porcentagem de TBARS formado por AAPH.

4.4 Avaliação da atividade fotoprotetora e determinação do fator de proteção solar do ESPV.

A atividade fotoprotetora foi avaliada através da leitura do perfil espectrofotométrico de ESPV e de benzofenona-3 (padrão de filtro químico) nas faixas UVA (320-400 nm), UVB (280-320 nm) e UVC (200-290 nm) na concentração de 200 µg/mL.

A avaliação do fator de proteção solar (FPS) *in vitro* do ESPV seguirá a metodologia descrita por Mansur et al., (1986), a qual avalia a absorção de uma substância na faixa UVB

[26]. As amostras do ESPV e do padrão foram preparadas na concentração de 200 µg/mL e foram submetidas a leitura em espectrofotômetro nos comprimentos de onda de 290 a 320 nm, em intervalos de 5 nm. O valor de FPS foi calculado de acordo com a equação do método de Mansur:

$$\text{FPS} = \text{FC} \times \sum_{290}^{320} \text{EE}(\lambda) \times I(\lambda) \times \text{abs} \quad (\text{Eq. 03})$$

Onde: FC = 10 (fator de correção) EE (λ) = efeito eritematogênico do comprimento de onda da radiação (λ); I (λ) = intensidade da luz solar em um comprimento de onda (λ); abs = determinação espectrofotométrica da absorvância da formulação em solução em um comprimento de onda (λ).

4.5 Avaliação da atividade clareadora do ESPV

A atividade clareadora do ESPV será avaliada por meio do teste de inibição da enzima tirosinase proposto por Khatib *et al.*, (2005) com modificações [27]. As soluções aquosas de ESPV e do padrão ácido kójico (padrão) foram preparadas na concentração de 1000 µg/ml e a enzima tirosina preparada na concentração de 200 U/mL. Em um tubo de ensaio foram adicionados tampão fosfato (1.200 µL – pH 6,8), tirosinase de cogumelo (600 µL) e ESPV (200 µL). Após cinco minutos, 2 mL de uma solução de L-tirosina (2 mM – Sigma-Aldrich) foi adicionada e a mistura foi submetida a duas leituras (após 30 e 60 minutos da reação) a 492 nm em espectrofotômetro. Os resultados foram expressos como porcentagem de inibição da tirosinase utilizando a seguinte equação:

$$\text{Inibição da tirosinase (\%)} = [(A_{\text{Controle}} - A_{\text{Amostra}}) / A_{\text{Controle}} \times 100] \quad (\text{Eq. 04})$$

Onde: A_{Controle} e A_{Amostra} são os valores de absorvância do controle e da amostra, respectivamente.

4.6 Produção de uma formulação tópica facial contendo ESPV

Inicialmente, para avaliar a compatibilidade química entre o extrato ESPV e a base da formulação, foram estudadas as seguintes bases autoemulsionantes: o poliácido de sódio, a cera lanete e o álcool cetosteárico etoxilado. De acordo com os resultados obtidos, a cera lanete foi a única que não apresentou liquefação e foi selecionada como agente emulsionante e indutor de viscosidade do creme facial multifuncional.

As fases oleosa e aquosa foram pesadas e aquecidas separadamente, em banho-maria (65°C). Após aquecimento, adicionou-se lentamente a fase aquosa sob a fase oleosa, com auxílio de agitador mecânico na velocidade de 600 rpm, até o resfriamento completo e consequente obtenção da formulação contendo o ativo (CESPV). Foi desenvolvida uma formulação sem o ativo (BESPV) para fins de comparação nos testes de estabilidade.

4.7 Controle de qualidade da formulação

4.7.1 Centrifugação

A formulação foi submetida ao teste de centrifugação a 3000 rpm por 30 minutos [28].

4.7.2 Estabilidade preliminar

CESPV e BESPV foram expostos a diferentes condições de armazenamento ($5 \pm 2^\circ\text{C}$ – geladeira, $40 \pm 2^\circ\text{C}$ – estufa e $25 \pm 2^\circ\text{C}$ – temperatura ambiente) e foram analisados quanto aos parâmetros organolépticos (aspecto, cor e odor) e físico-químicos (pH, viscosidade e densidade) nos tempos zero (D0), sete dias (D7) e quinze dias (D15) [28].

4.7.2.1 Avaliação organoléptica das formulações

As formulações foram avaliadas quanto ao seu aspecto, cor e odor a fim de identificar processos de instabilidade [28].

4.7.2.2 Determinação do pH das formulações

Para determinação do pH foi utilizado um pHmetro digital, previamente calibrado com soluções tampões de 4,0 e 7,0. O teste foi realizado em triplicata [28].

4.7.2.3 Viscosidade

Para o estudo da viscosidade foi utilizado um viscosímetro digital rotacional (modelo MVD-8). As análises de CESPV e BESPV foram realizadas com o spindle nº 4 a 12 rpm com torque de 20-50%, em triplicata [28].

4.7.2.4 Densidade

A densidade foi determinada por meio de um picnômetro metálico de semissólidos. O equipamento limpo e seco vazio foi pesado para determinação da sua massa em gramas, a 25°C . Em seguida foi preenchido com água destilada e pesado novamente para obtenção da massa do instrumento cheio. Por fim, o picnômetro foi preenchido com CEAPV e BEAPV e pesado. A densidade foi calculada utilizando a equação 2 abaixo [28]:

$$d = m/v$$

Onde d = densidade da amostra (g/mL); m = massa da amostra (g); v = volume do picnômetro (v = 49,6712 mL).

4.8 Avaliação da capacidade de hidratação in vitro do produto final

A capacidade de hidratação das formulações foi avaliada de acordo com o método proposto por Vringer (1992) [29]. Foram adicionados 50 mL de água destilada em béqueres de vidro, que foram vedados com papel de filtro. Em seguida, 200 mg de CESPV ou BESPV foram espalhados de forma homogênea. Os béqueres serão armazenados em estufa a aproximadamente 37°C por 48 horas.

4.9 Análise Estatística

A Análise de Variância (ANOVA) foi utilizada para comparar as médias das porcentagens, aplicando pós-teste de Tukey e considerando um $p < 0,05$.

5. Conclusões

O ESPV apresentou um alto valor de FPS e pode ser uma solução ao mercado cosmético que apresenta poucas opções de filtros solares aquosos. Ademais, apresenta uma atividade antioxidante e uma atividade clareadora inicial que poderia ser potencializada com outros ativos na mesma função, se apresentando como um promissor ativo cosmético para ser incorporado em formulações multifuncionais. O cosmético formulado foi estável nas condições do estudo.

Conflitos de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

1. Omomowo, O.I.; Babalola, O.O. Constraints and Prospects of Improving Cowpea Productivity to Ensure Food, Nutritional Security and Environmental Sustainability. *Frontiers in Plant Science*, 2021, v. 12. doi: 10.3389/fpls.2021.751731
2. Jayathilake, C.; Visvanathan, R.; Deen, A.; Bangamuwage, R.; Jayawardana, B.C.; Nammi, S.; Liyanage, R.. Cowpea: an overview on its nutritional facts and health benefits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 13, p. 4793–4806, 30 jun. 2018. doi: <https://doi.org/10.1002/jsfa.9074>
3. Irondi, E. A.; Ogunsanmi, A.O.; Ahmad, R.S.; Ajani, E.O.; Adegoke, B.M.; Boligon, A.A. Effect of Roasting on Phenolics Composition, Enzymes Inhibitory and Antioxidant Properties of Cowpea Pulses. *Journal of Food Measurement and Characterization* 2019, 13, 1489–1496, doi:<https://doi.org/10.1007/s11694-019-00064-0>.
4. Avanza, M.V.; Álvarez-Rivera, G.; Cifuentes, A.; Mendiola, J.A.; Ibáñez, E. Phytochemical and Functional Characterization of Phenolic Compounds from Cowpea (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp.) Obtained by Green Extraction Technologies. *Agronomy* 2021, 11, 162–162, doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy11010162>.
5. Dinore, J.M.; Patil, H.S.; Dobhal, B.S.; Farooqui, M. Phytochemical Analysis by GC-MS, LC-MS Complementary Approaches and Antimicrobial Activity Investigation of *Vigna Unguiculata* (L.) Walp. Leaves. *Natural Product Research* 2021, 36, 5631–5637, doi:<https://doi.org/10.1080/14786419.2021.2018590>.
6. Costa, S. C.C.; Detoni, C.B.; Branco, C.R.C; Botura, M. B.; Branco, A. In vitro photoprotective effects of *Marctia taxifolia* ethanolic extract and its potential for sunscreen formulations. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2015, v. 25, p. 413-418, <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2015.07.013>.
7. Rezende, L. C. de. Avaliação da atividade antioxidante e composição química de seis frutas tropicais consumidas na Bahia. 118 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
8. Negri, M. L. S.; Possamai, J. C. ; Nakashima, T. Atividade antioxidante das folhas de espinheira-santa-*Maytenus ilicifolia* Mart. ex Reiss., secas em diferentes temperaturas. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2009, v. 19, p. 553-556. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000400007>
9. Villaño, D.; Fernández-Pachón, M. S.; Moyá, M.L.; Troncoso, A.M.; García-Parrilla, Radical, M.C. Scavenging ability of polyphenolic compounds towards DPPH free radical, *Talanta*, 2007, v. 71, Issue 1,2007,Pages 230-235. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2006.03.050>.
10. Andrade, C.A.; Costa, C.K.; Bora, K.; Miguel, M.D.; Miguel, O.G.; Kerber, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, Leguminosae-mimosoideae. *Revista Brasileira Farmacognosia*, 2007, v.17, n.2, p.231-235. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2007000200017>.
11. Castro, T. N. de; Mota, M. D.; Cazedey, E. C.L. Atividade fotoprotetora e antioxidante de compostos fenólicos: uma revisão sistemática de testes in vitro. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 2022, v. 51, n. 2, p. 557-588. <https://doi.org/10.15446/rcciquifa.v51n2.97604>

12. Khan, S.; Rafi, Z.; Baker, A.; Shoaib, A.; Alkhatami, A.G.; Asiri, M.; Alshahrani, M.Y.; Ahmad, I.; Alraey, Y.; Hakamy, A.; et al. Phytochemical Screening, Nutritional Value, Anti-Diabetic, Anti-Cancer, and Anti-Bacterial Assessment of Aqueous Extract from *Abelmoschus esculentus* Pods. *Processes* 2022, 10, 183. <https://doi.org/10.3390/pr10020183>
13. Ayad, R.; Ayad, R.; Bourekoua, H.; Lefahal, M.; Makhoulfi, E.H.; Akkal, S.; Medjroubi, K.; Nieto, G. Process Optimization of Phytoantioxidant and Photoprotective Compounds from Carob Pods (*Ceratonia siliqua* L.) Using Ultrasonic Assisted Extraction Method. *Molecules* 2022, 27, 8802. <https://doi.org/10.3390/molecules27248802>
14. Sucupira, N.R.; da Silva, A.B.; Pereira, G.; da Costa, J.N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. *Journal Health Science*, 2012, v. 14, n.4. <https://doi.org/10.17921/2447-8938.2012v14n4p%25p>
15. Albuquerque, B.R.; Heleno, S.A.; Oliveira, M.B.P.P.; Barros, L.; Ferreira, I.C.F.R.; Phenolic compounds: current industrial applications, limitations and future challenges. *Food Functional*, 2021, v. 7;12(1), p. 14-29. DOI: [10.1039/d0fo02324h](https://doi.org/10.1039/d0fo02324h)
16. Sasounian, R.; Martinez, R.M.; Lopes, A.M.; Giarolla, J.; Rosado, C.; Magalhães, W.V.; Velasco, M.V.R.; Baby, A.R. Innovative Approaches to an Eco-Friendly Cosmetic Industry: A Review of Sustainable Ingredients. *Clean Technol.* 2024, 6, 176-198. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol6010011>
17. Tesfaye, T.; Ayele, M.; Gibril, M.; Ferede, E.; Limeneh, D. Y.; Fangong Kong, F. Beneficiation of avocado processing industry by-product: A review on future prospect, *Current Research in Green and Sustainable Chemistry*, 2022, v. 5, <https://doi.org/10.1016/j.crgsc.2021.100253>
18. Pinto, D.; Lameirão, F.; Delerue-Matos, C.; Rodrigues, F.; Costa, P. Characterization and Stability of a Formulation Containing Antioxidants-Enriched *Castanea sativa* Shells Extract. *Cosmetics* 2021, 8, 49. <https://doi.org/10.3390/cosmetics8020049>
19. Marchiori, M.C.L.; Rigon, C.; da S Jardim, F.; Giuliani, L.M.; Copetti, P.M.; Sagrillo, M.R.; Ourique, A.F.; Cruz, L. Hydrogel Containing Silibinin-Loaded Pomegranate Oil-Based Nanocapsules for Cutaneous Application: In Vitro Safety Investigation and Human Skin Biometry and Permeation Studies. *AAPS PharmSciTech.* 2023, v. 22;24(6):138. doi: 10.1208/s12249-023-02606-8.
20. Trindade, G.; Alves, L.; Dallabrida, K.; Sari, M.H.; Brandão R.; Pontarolo, R.; Ferreira, L. Formulação de gel-creme a base de óleo de camomila (*Matricaria chamomilla* L.) com potencial bioadesivo, oclusivo e antioxidante para aplicação cutânea. *Brasileira Multidisciplinar.* 2024. V 27. p: 54 – 69. DOI: 10.25061/2527-2675/ReBraM/2024.v27i1Supl.2156.
21. El Naker, N.A., Daou, M., Ochsenkühn, M.A., Amin, S.A., Yousef, A.F., Yousef, L.F. A Metabolomics Approach to Evaluate the Effect of Lyophilization versus Oven Drying on the Chemical Composition of Plant Extracts. *Scientific Reports*, 2021, 11, <https://doi.org/10.1038/s41598-021-02158-6>.
22. Sousa, C.M.M., Silva, H.R., Vieira-Jr., G.M., Ayres, M.C.C., Costa, C.L.S., Araújo, D.S., Cavalcante, L.C.D., Barros, E.D.S., Araújo, P.B.M., Brandão, M.S., Chaves, M.H. Fenóis Totais E Atividade Antioxidante de Cinco Plantas Medicinais. *Química Nova*, 2007, 30, 351–355, <https://doi.org/10.1590/s0100-40422007000200021>.
23. Woisky, R.G., Salatino, A. Analysis of Propolis: Some Parameters and Procedures for Chemical Quality Control. *Journal of Apicultural Research*, 1998, 37, 99-105, <https://doi.org/10.1080/00218839.1998.11100961>.
24. Brand-Williams, W., Cuvelier, M.-E., Berset, C. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT – Food Science and Technology*, 1995, 28, 1, 25–30, [https://doi.org/10.1016/s0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/s0023-6438(95)80008-5).
25. Santos, C.C.S., Guilhon C.C., Moreno, D.S.A., Alviano, C.S., Estevam, C.S., Blank, A.F., Fernandes, P.D. Anti-Inflammatory, Antinociceptive and Antioxidant Properties of *Schinopsis brasiliensis* Bark. *Journal of Ethnopharmacology*, 2018, 213, 176–182, <https://doi.org/10.1016/j.jep.2017.11.012>.
26. Mansur, J.S., Breder, M.N.R., Mansur, M.C.A., Azulay, R.D. Determinação do fator de proteção solar por espectrofotometria. *An Bras Dermatol*, 1986, 61, 121–124.

-
27. Khatib, S., Nerya, O, Musa, R., Shmuel, M, Tamir, S., Vaya, J. Chalcones as Potent Tyrosinase Inhibitors: The Importance of a 2,4-Substituted Resorcinol Moiety. *Bioorganic & Medicinal Chemistry* 2005, 13, 433–441, doi: <https://doi.org/10.1016/j.bmc.2004.10.010>
 28. ANVISA, Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. -- 1. ed. -- Brasília: ANVISA, 2004.
 29. Vringer, T. de; Ronde, H.A.G. de. Preparation and Structure of a Water-in-Oil Cream Containing Lipid Nanoparticles. *Journal Of Pharmaceutical Sciences*, [S.L.], 1995, v. 84, n. 4, p.466-472. doi: 10.1002/jps.2600840415.
 30. BRASIL, RDC 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 República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 16 mar. 2022.