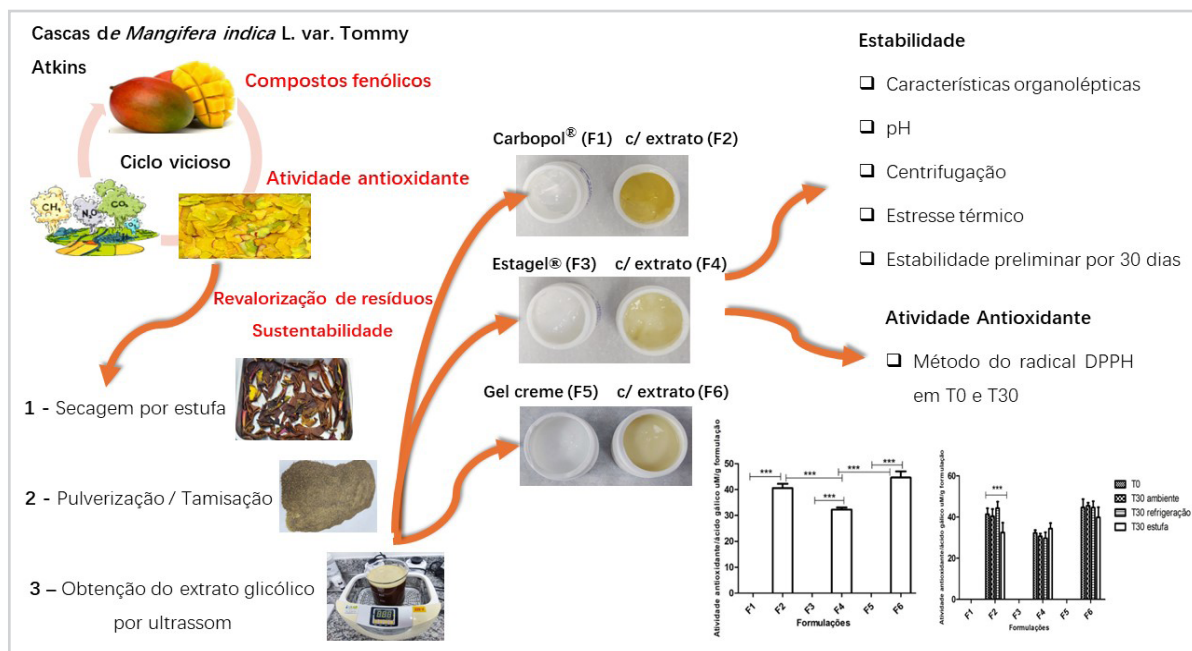


Avaliação da estabilidade e atividade antioxidante de formulações com o extrato de *Mangifera indica* L.

Sandy Ji¹  Priscila Alves Balista¹  Michelli Ferrera Dario¹  Flávia Sobreira Mendonça Gonçalves¹ 

¹Curso de Farmácia, Centro Universitário São Camilo – CUSC. São Paulo/SP, Brasil.
E-mail: flavia.goncalves@prof.saocamilo-sp.br

Resumo Gráfico



Resumo

A elevada produção global de *Mangifera indica* gera uma considerável quantidade de resíduos, como cascas e sementes que são frequentemente descartados. O aproveitamento desses subprodutos promove uma abordagem mais sustentável, reduzindo impactos ambientais e abrindo novas perspectivas na área fitocosmética. A casca apresenta metabólitos secundários conhecidos principalmente por suas propriedades antioxidantes, destacando-se os compostos fenólicos. Esses antioxidantes são capazes de retardar a velocidade de oxidação promovida por radicais livres formados por fatores externos ou fisiopatológicos. Assim, antioxidantes naturais extraídos a partir de espécie vegetal estão sendo cada vez mais estudados para aplicação na indústria cosmética e farmacêutica. O potencial fitocosmético do extrato glicólico da casca de *M. indica* L. var. Tommy Atkins em três bases galênicas (gel de Carbopol®, gel-creme e gel de Estagel®) foi avaliado por meio dos ensaios de atividade antioxidante, pelo método do radical DPPH, e estudos de estabilidade. As formulações com o extrato apresentaram-se estáveis e compatíveis para o uso tópico, pois não foram verificados sinais de instabilidade como alteração das características organolépticas e do pH. Em relação à atividade antioxidante, formulações com o extrato apresentaram potencial antioxidante, porém a formulação com Carbopol® e gel-creme apresentaram melhor desempenho em relação ao Estagel®. Após 30 dias de estabilidade preliminar em diferentes condições de temperatura (40,0 ± 2,0°C, 20,0 ± 5,0°C, 5,0 ± 2,0°C) houve redução de atividade antioxidante somente no gel de Carbopol® armazenado sob elevada temperatura, indicando a melhor forma de armazenamento. Diante disso, os resultados sugerem a promissora incorporação de *M. indica* L. var. Tommy Atkins em bases cosméticas.

Palavras-chave: *Mangifera indica*. Antioxidante. Flavonoides. Compostos Fenólicos. Estabilidade de Produtos Cosméticos.

#Artigo selecionado através de resumo apresentado no VII Congresso Multiprofissional do Centro Universitário São Camilo, em novembro de 2023. Tal estudo foi submetido ao processo de análise e atende às especificações de escopo e apreciação do corpo editorial do Periódico O Mundo da Saúde.

INTRODUÇÃO

Mangifera indica L., popularmente conhecida como manga, pertence à família Anacardiaceae^{1,2,3,4,5}. De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o Brasil é o sétimo produtor mundial de *M. indica* L., nas variedades Tommy Atkins e Palmer, em destaque no Vale do São Francisco³.

A produção e consumo mundial aumentada de frutos tropicais e subtropicais ricos em macronutrientes e micronutrientes tiveram como consequência um grande desperdício de resíduos de alto valor agregado, incluindo sementes e cascas, chegando a aproximadamente 30% desde a colheita até o consumo^{1,2,6,7}. A Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) apontou que esse desperdício foi uma das causas de emissão de gases de efeito estufa e poluição atmosférica⁴, aquática e terrestre, o que afetou também a qualidade dos alimentos, gerando assim um ciclo vicioso entre impacto ambiental e desperdício². No cenário atual, a revalorização de resíduos agroalimentares pode proporcionar retorno financeiro para indústrias cosméticas, farmacêuticas e alimentícias. Segundo a FAO, medidas adequadas devem ser tomadas para garantir a sustentabilidade.

A casca da *M. indica* L. var. Tommy Atkins apresenta uma variedade de compostos, tais como carboidratos totais, proteínas, aminoácidos, lipídios, ácidos orgânicos e fibras alimentares, além de compostos bioativos como os fenólicos (mangiferina (2-C-beta-D-glicopiranosil-1,3,6,7-tetrahidroxi-xantona), ácidos protocatecuicos e flavonoides) e β -ca-

roteno^{4,5,7,8,9,10,11,12}. Estes compostos estão associados a várias atividades biológicas, como a ação antioxidante, que ajuda a combater o estresse oxidativo, responsável pela peroxidação lipídica e danos oxidativos no DNA e nas proteínas. A peroxidação reduz a fluidez das membranas, prejudicando a seletividade no transporte iônico e na sinalização, afetando também o transporte celular. Além disso, esses compostos são benéficos no tratamento de hiperpigmentação, acne e envelhecimento^{1,4,5,8,13,14}.

A atividade antioxidante pode variar de acordo com a estrutura e propriedades físico-químicas dos flavonoides. Os intermediários formados pela ação de antioxidantes fenólicos são relativamente estáveis, devido à ressonância do anel aromático presente na estrutura dessas substâncias em função da doação de elétrons por grupos hidroxilas funcionais. Por isso, extratos vegetais podem ser vantajosos por possuir uma variedade desses compostos, atuando em diferentes espécies reativas de oxigênio, e por apresentar um efeito antioxidante mais potente que os antioxidantes sintéticos combinados^{15,16,17,18,19}.

Considerando esse cenário, o desenvolvimento de formulações com potencial antioxidante e aplicação cosmética é promissor. O objetivo do trabalho foi avaliar o potencial de uso cosmético do extrato glicólico das cascas de *M. indica* L. var. Tommy Atkins em formulações por meio da avaliação da sua atividade antioxidante e estabilidade preliminar por 30 dias.

METODOLOGIA

Preparo do Extrato Glicólico das Cascas de *Mangifera Indica* L. Var. Tommy Atkins

As cascas da *M. indica* L. var. Tommy Atkins foram secas em estufa de circulação de ar à 40°C por 4 dias, posteriormente pulverizadas em moinho de facas e tamisadas em tamis 20 mesh (850 μ m). O método extrativo foi realizado em ultrassom, com contato indireto, frequência de 40 KHz e potência de 123 W por período de 60 minutos. O solvente extrator utilizado

foi propilenoglicol : água (70 : 30). Empregou-se a proporção 1,0 g da casca de manga para 10 mL de propilenoglicol : água (70 : 30)²⁰.

Preparo das formulações cosméticas

O extrato glicólico das cascas de *M. indica* L. var. Tommy Atkins foi incorporado em três bases cosméticas (gel de Carbopol®, gel de Estagel® 2.0 e gel-creme) na concentração de 5 % (p/p) (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição quali-quantitativa das formulações cosméticas.

Ingredientes	Nomenclatura INCI*	F1	F2	F3	F4	F5	F6
		% (p/p)					
EDTA dissódico	<i>Disodium EDTA</i>	0,05	0,05	0,1	0,1	-	-
Carbopol® 980	<i>Carbomer</i>	1,0	1,0	-	-	-	-
Água purificada	<i>Aqua</i>	qsp 100	qsp 100	qsp 100	qsp 100	qsp 100	qsp 100
Propilenoglicol	<i>Propylene glycol</i>	5,0	5,0	-	-	5,0	5,0
Solução conservante	<i>Methylparaben, Propylparaben, Propylene Glycol</i>	0,5	0,5	0,2	0,2	0,8	0,8
AMP-95	<i>Aminomethylpropanol</i>	qs pH 6,5 – 7,0	qs pH 6,5 – 7,0	-	-	-	-
Estagel® 2.0	<i>Polyacrylamide & C13-14 Isoparaffin & Laureth-7</i>	-	-	5,0	5,0	-	-
Triglicérides de ácido cáprico / caprílico	<i>Caprylic/Capric Triglyceride</i>	-	-	-	-	11,5	11,5
Polawax™ NF	<i>Cetearyl Alcohol and Polysorbate 60</i>	-	-	-	-	6,0	6,0
Aristoflex® AVC	<i>Ammonium Acryloyldimethyltaurate/VP Copolymer</i>	-	-	-	-	0,5	0,5
Extrato glicólico da casca de <i>M. indica</i> L. var. <i>Tommy Atkins</i>	-	-	5,0	-	5,0	-	5,0

*International Nomenclature of Cosmetic Ingredients.

Legenda: F1: Gel de Carbopol® base; F2: Gel de Carbopol® contendo extrato vegetal; F3: Gel de Estagel® base; F4: Gel de Estagel® contendo extrato vegetal; F5: Gel-creme base; F6: Gel-creme contendo extrato vegetal.

Teste de Centrifugação

As amostras foram centrifugadas a 3.000 rpm durante 30 minutos, após 24 horas da sua manipulação. Após o ensaio, as formulações foram analisadas macroscopicamente quanto ao aspecto e classificadas como:

(N) Normal - sem alteração quanto ao aspecto.

(M) Modificada - separação de fases, alteração de cor, turvação, precipitação ou aparência^{21,22}.

Teste de Estresse Térmico

Aproximadamente 5 g das amostras foram submetidas ao aquecimento em banho termostático no intervalo de temperatura controlada entre 40,0 a 80,0° C, com progressão de elevação de 10,0° C a cada 30min. Após seu arrefecimento à temperatura ambiente, as formulações foram avaliadas quanto às possíveis modificações do aspecto, sendo classificadas como:

(N) Normal - sem alteração quanto ao aspecto.

(M) Modificada - com alteração de aspecto, viscosidade, cor, odor, ocorrência de turvação ou separação de fases²³.

Avaliação de Estabilidade Preliminar

As formulações foram submetidas à Avaliação de Estabilidade Preliminar, com o intuito de avaliar a ocorrência de instabilidades físicas e mudança nos valores de pH. As formulações foram submetidas a diferentes condições de temperatura de armazenamento (40,0 ± 2,0 °C, 5,0 ± 2,0 °C, 20,0 ± 5,0 °C) durante 30 dias^{24,25}. Tanto as características organolépticas quanto valores de pH foram avaliados em T₀ e T₃₀^{22,26}.

Características organolépticas

As formulações foram avaliadas macroscopicamente adicionando-se uma alíquota de cada em vidro relógio, sendo analisadas sobre

um fundo branco, sendo classificadas como:

(N) Normal - sem alteração quanto ao aspecto.

(M) Modificada - com alteração de aspecto, viscosidade, cor, odor, ocorrência de turvação ou separação de fases²⁷.

Determinação do pH

O pH foi determinado pela dispersão da formulação em água destilada resultando em uma concentração de 10% (p/v) com auxílio de um agitador magnético por 15 minutos para homogeneização. Os resultados foram determinados em triplicata com pHmetro previamente calibrado com soluções tampão pH 4, pH 7 e pH 10. Os resultados foram expressos como média \pm desvio padrão²¹. Os valores compatíveis com o pH da pele (entre 4,5 e 6,0), foram usados como critério de estabilidade²⁶.

Avaliação da Atividade Antioxidante

A atividade antioxidante das formulações foi avaliada pelo método do radical DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazina) baseando-se na capacidade dos compostos fenólicos em doar um próton para o radical DPPH, a fim de estabilizar o radical livre¹⁹. A curva analítica foi preparada com soluções de ácido gálico em diferentes concentrações (2, 3,2, 6, 8, 10 e 12 $\mu\text{g/ml}$) em etanol P.A. A solução-mãe foi obtida a partir da solubilização de 20 mg de ácido gálico em balão volumétrico de 1000 ml com etanol P.A. Posteriormente diluições seriadas foram preparadas em balão volumétrico de 10 ml. A reação com o radical livre DPPH foi realizada adicionando-se alíquota de 500 μL das soluções diluídas a 2,5 ml de solução etanólica do radical DPPH 100 μM . Após 30 min de reação no escuro, a leitura espectrofotométrica foi realizada a 517nm utilizando etanol P.A. como branco de leitura. O controle negativo foi preparado adicionando-se 0,5 mL de etanol PA a 2,5 mL da solução do radical DPPH

100 μM . A porcentagem de inibição do radical livre DPPH foi calculada de acordo com a equação 1¹⁹. A partir dos resultados obtidos, construiu-se uma curva analítica relacionando a concentração de ácido gálico ($\mu\text{g/ml}$) e a porcentagem de inibição do radical DPPH.

$$\% \text{ de inibição do radical DPPH} = \left[\frac{\text{Abs}_A - \text{Abs}_{Am}}{\text{Abs}_A} \right] \text{ (Equação 1)}$$

Onde: **Abs_A**: Absorbância do controle negativo; **Abs_{AM}**: Absorbância da amostra.

Para a avaliação das amostras, alíquotas de 1,0 g das formulações foram dispersas em 5,0 ml de etanol P.A. com auxílio de vórtex. A fim de garantir total dispersão, as formulações permaneceram em banho de ultrassom por 10 min e, posteriormente, foram centrifugadas a 3000 rpm durante 15 min. O preparo da amostra de extrato glicólico foi realizado adicionando-se alíquota de 0,2 g de extrato a 5,0 ml de etanol P.A., seguindo o mesmo preparo descrito anteriormente.

Exatamente 2,5 ml do sobrenadante do extrato glicólico e de cada formulação diluída foram transferidos para balão volumétrico, completando-se o volume para 10 mL com etanol P.A. Alíquotas de 500 μL dessas soluções foram adicionadas a 2,5 mL de solução etanólica do radical DPPH 100 μM , seguindo-se a metodologia descrita anteriormente. A atividade antioxidante foi expressa em equivalente em ácido gálico por grama de formulação ou por grama de extrato glicólico^{15,28}. A análise foi realizada em triplicata no T_0 e T_{30} .

Análise Estatística

Os resultados foram submetidos a tratamento estatístico, por meio de análise de variância (ANOVA) seguido do teste de Tukey, utilizando o software GraphPrisma®. Os resultados foram considerados estatisticamente diferentes quando o valor-p era menor ou igual a 0,05 ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS

Formulações Cosméticas

O gel de Carbopol® (F1) apresentou-se como um gel aquoso aniônico, incolor, inodoro, homogêneo e estável em pH entre 5,5 e 7,3, em conformidade com as características físico-químicas descritas em Batistuzzo²⁹. Após a incorporação do extrato glicólico de *M. indica* L. var. Tommy Atkins (F2), demonstrou-se uma consistência de gel, homogêneo, de coloração amarelada e inodoro.

O gel de Estagel® (F3) apresentou-se como um gel branco leitoso, inodoro, homogêneo, com pH entre 6 e 6,5 e consistência de gel-creme³⁰. Com a incorporação do extrato glicólico de *M. indica* L. var. Tommy Atkins (F4), apresentou aspecto leitoso, homogêneo, de coloração levemente amarelada e inodoro.

O gel-creme, ou seja, gel que possui uma porção aquosa e oleosa³⁰ (F5) apresentou-se branco leitoso, inodoro, de consistência mais fluída, de pH entre 5 e 6. Quando incorporado com o extrato glicólico de *M. indica* L. var. Tommy Atkins (F6), ficou com aspecto leitoso, homogêneo, de coloração levemente amarelada e inodoro.

Teste de Centrifugação e Estresse Térmico

Após serem submetidas ao processo de centrifugação, todas as amostras apresentaram-se estáveis, exceto o gel-creme contendo extrato

glicólico das cascas de *M. indica* L. var. Tommy Atkins (F6), que apresentou leve separação de fases (Figura 1). No ensaio do estresse térmico, após a avaliação visual das amostras em diferentes temperaturas, todas apresentaram ausência de instabilidade, indicando estabilidade das formulações manipuladas.

Teste de estabilidade preliminar

Após estabilidade preliminar de 30 dias, as formulações não apresentaram nenhuma indicação de instabilidade, como alteração no aspecto, cor e odor (Tabela 2).

O pH das formulações apresentou-se compatível com o pH da pele, entre 4,5 e 6,0, indicando estabilidade nas diferentes condições de armazenamento (refrigeração, ambiente e estufa) após 30 dias. Houve uma pequena alteração do valor do pH (6,62-6,45) nas formulações com o gel de Carbopol® (F2) após teste de estabilidade em diferentes condições de armazenamento, porém o pH permaneceu aceitável. Com o gel de Estagel® (F4), a variação também foi pequena (5,56-5,23), permanecendo biocompatível com o pH da pele. No caso do gel-creme (F6), houve alteração de pH fora da faixa de estabilidade do produto, porém a formulação ainda permaneceu dentro de intervalo biocompatível (Tabela 3).

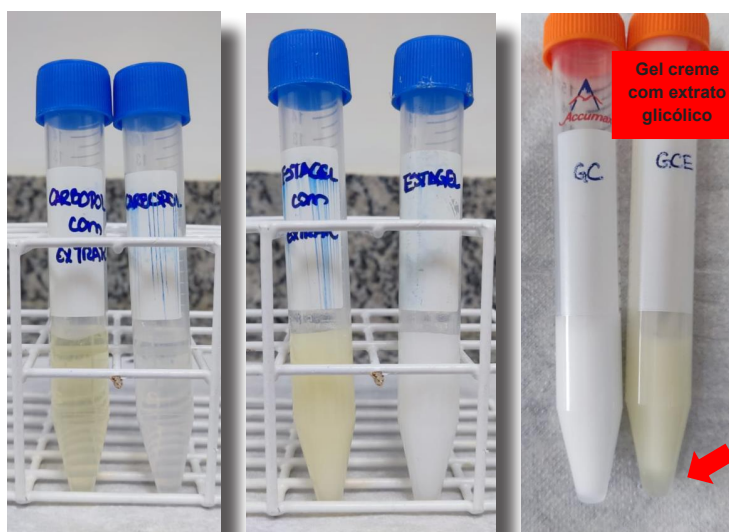













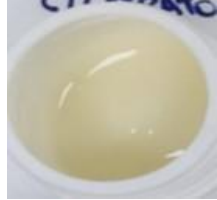







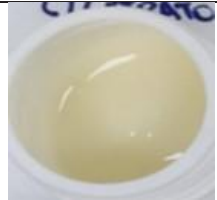




Figura 1 - Amostras após o teste de centrifugação.

Tabela 2 - Aspecto das formulações durante o estudo de estabilidade preliminar, nas diferentes condições de armazenamento.

Formulações	T ₀	T ₃₀ Estufa	T ₃₀ Ambiente	T ₃₀ Refrigeração
F1				
F2				
F3				
F4				
F5				
F6				

Legenda para tabela 2 e 3: F1: Gel de Carbopol® base; F2: Gel de Carbopol® contendo extrato vegetal; F3: Gel de Estagel® base; F4: Gel de Estagel® contendo extrato vegetal; F5: Gel-creme base; F6: Gel-creme contendo extrato vegetal.

Tabela 3 - Valores de pH (média \pm desvio padrão) das formulações em diferentes condições de temperatura em T_0 e T_{30} .

	T_0	T_{30} Refrigeração	T_{30} Ambiente	T_{30} Estufa
F1	6,94 \pm 0,03	6,63 \pm 0,02	6,43 \pm 0,04	6,56 \pm 0,03
F2	6,63 \pm 0,02	6,55 \pm 0,00	6,55 \pm 0,03	6,46 \pm 0,04
F3	5,61 \pm 0,09	5,5 \pm 0,00	6,78 \pm 0,00	6,33 \pm 0,00
F4	5,57 \pm 0,13	5,23 \pm 0,01	5,01 \pm 0,01	5,68 \pm 0,11
F5	5,4 \pm 0,08	4,9 \pm 0,01	4,5 \pm 0,01	5,56 \pm 0,09
F6	5,46 \pm 0,23	4,85 \pm 0,02	4,48 \pm 0,1	5,34 \pm 0,18

Avaliação da Atividade Antioxidante

A partir da curva analítica (Gráfico 1) preparada com soluções de ácido gálico, obteve-se a equação da reta expressa no gráfico 1 abaixo:

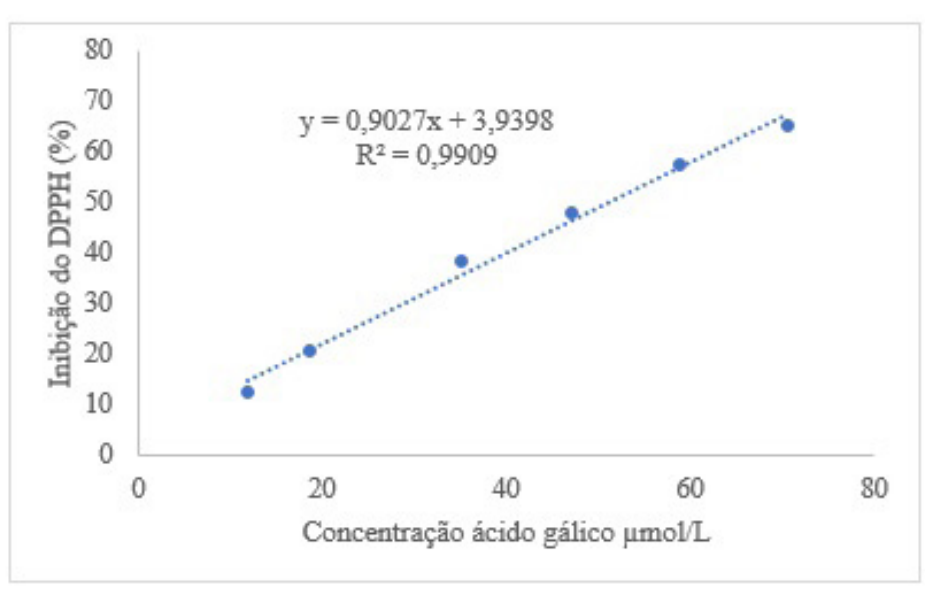


Gráfico 1 - Curva analítica com ácido gálico.

Pelo método do radical DPPH, observou-se que o extrato glicólico das cascas da *M. indica* L. var. Tommy Atkins apresentou atividade antioxidante com o valor de $248,93 \pm 13,99 \mu\text{M}$ de ácido gálico/g de extrato.

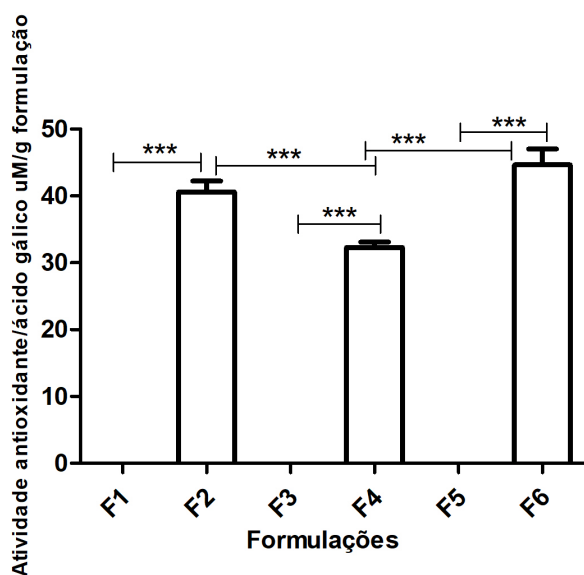
A avaliação da atividade antioxidante das formulações indicou elevado potencial antioxidante no extrato glicólico das cascas da *M. indica* L. var. Tommy Atkins, já que as bases utilizadas no trabalho não demonstraram resultados apreciáveis, como pode ser observado na

Figura 2. O gel de Carbopol® (F2) e gel-creme (F6) apresentaram melhor performance quanto à atividade antioxidante quando comparado ao gel de Estagel® com extrato (F4). Não foi possível assumir que o gel-creme (F6) apresentou maior atividade que o gel de Carbopol® (F2).

No estudo de estabilidade preliminar, comparando-se as formulações contendo o extrato glicólico em diferentes condições de armazenamento, foram observadas diferenças estatisticamente significativas ($p \leq 0,05$) apenas para

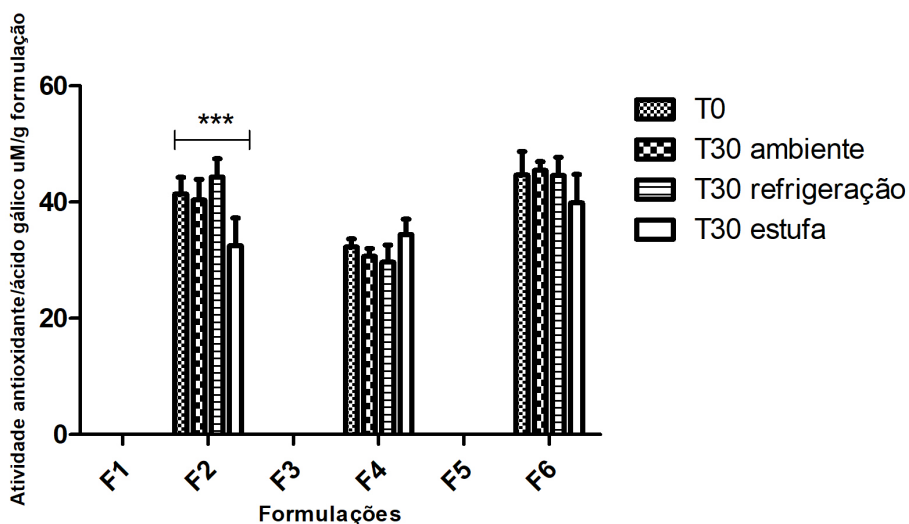
o gel de Carbopol® (F2). Isso indica que essa formulação perdeu atividade antioxidante após ser submetido ao aquecimento provavelmente devido ao aumento da temperatura, que acelera reações químicas físico-químicas e químicas.

Essas reações podem resultar em alteração na atividade antioxidante, viscosidade, aspecto, cor e odor dos produtos²², fenômenos não detectados nas demais formulações (Figura 3).



Legenda para figura 2: F1: Gel de Carbopol® base; F2: Gel de Carbopol® contendo extrato vegetal; F3: Gel de Estagel® base; F4: Gel de Estagel® contendo extrato vegetal; F5: Gel-creme base; F6: Gel-creme contendo extrato vegetal. Resultados expressos em equivalente de ácido gálico por grama de formulação ± erro padrão. *** $p \leq 0,05$.

Figura 2 - Análise estatística da atividade antioxidante das formulações no T_0 .



Legenda para figura 3: F1: Gel de Carbopol® base; F2: Gel de Carbopol® contendo extrato vegetal; F3: Gel de Estagel® base; F4: Gel de Estagel® contendo extrato vegetal; F5: Gel-creme base; F6: Gel-creme contendo extrato vegetal. Resultados expressos em equivalente de ácido gálico por grama de formulação ± erro padrão. *** $p \leq 0,05$.

Figura 3 - Análise estatística da atividade antioxidante das formulações no T_{30} em diferentes condições de armazenamento.

DISCUSSÃO

O aumento do consumo e desperdício de frutas tropicais tem estimulado o interesse crescente na revalorização destes subprodutos de alto valor agregado, como os compostos fenólicos de alto potencial bioativo. A *M. indica* var. Tommy Atkins foi escolhida com vistas ao reaproveitamento de suas cascas, que apresentam alta concentração de compostos bioativos, principalmente mangiferina e flavonoides de ação antioxidante, tendo em vista que a reutilização desse resíduo de alto valor agregado minimiza os impactos ambientais gerados pelo seu descarte^{4,31}. Para a incorporação de extratos vegetais em bases para fins cosméticos de uso tópico, é crucial a escolha apropriada da base e dos princípios ativos, a fim de garantir a absorção e estabilidade da formulação, e, conseqüentemente, a eficácia esperada do produto. Os estudos de estabilidade são requisitos fundamentais para a qualidade e segurança dos produtos antes de chegar aos consumidores, como os testes de centrifugação e estresse térmico, a fim de visualizar possíveis instabilidades, como precipitação, separação de fases, formação de *caking* e coalescência²².

Diante dos testes de estabilidade, características organolépticas e pH, foi notável que as bases cosméticas semissólidas se demonstraram estáveis e compatíveis para o uso tópico, sendo bastante utilizadas para incorporação de ativos devido a sua boa característica sensorial e boa aceitação pelos consumidores³², considerando os pHs de estabilidade do Carbopol® de 5,5 a 7,3²⁹, Estagel® de 2 a 11³³, e gel-creme de 5,5 a 6,5³². Os extratos glicólicos são frequentemente utilizados para fins cosméticos, pois apresentam uma ampla compatibilidade com bases galênicas, além de garantir certa característica reológica às formulações¹⁵.

Na avaliação da atividade antioxidante, verificou-se elevado potencial antioxidante no extrato glicólico nas cascas da *M. indica* var. Tommy Atkins, assim como após incorporação em bases galênicas. O gel-creme com o extrato glicólico (F6) apresentou atividade antioxidante, porém foi verificado uma pequena separação de fase no teste de centrifugação e pH fora da faixa de estabilidade da formulação (entre 5,5 e 6,5), haven-

do a necessidade de reformulação. De acordo com Rowe³⁴, emulsificantes não-iônicos, como o Polawax® são incompatíveis com taninos e compostos fenólicos, podendo ser essa a causa da leve separação de fases observada no gel-creme com o extrato glicólico (F6) após a centrifugação. Contudo, novos testes e estudos precisam ser feitos para confirmar esta proposição. O gel de Carbopol® (F2) foi a formulação que teve melhor desempenho, contudo apresentou uma perda da atividade antioxidante após ser submetido à estufa, sendo recomendado o armazenamento em baixas temperaturas. Lange²¹ avaliou emulsão base não-iônica aditivada com resveratrol e constatou que a elevação da temperatura (45 °C por 15 dias) pode ocasionar perda da atividade antioxidante.

A atividade antioxidante pode variar de acordo com o grupo funcional e sua disposição em torno do núcleo fundamental, principalmente nos anéis B e C. As hidroxilas funcionais podem doar um elétron e um hidrogênio estabilizando a estrutura dos compostos fenólicos por meio de ressonância. Como a maioria dos flavonoides apresenta-se na forma glicosilada, a posição do seu açúcar também afeta a sua capacidade antioxidante¹⁶. A presença de um sistema de 3 anéis ligado a um açúcar por meio de C-C-glicosídeo na estrutura torna a molécula ainda mais estável à hidrólise química e enzimática. Em contrapartida, a forma aglicona apresenta maior capacidade antioxidante, porém, sua disponibilidade é limitada^{9,17,31,35,36}. Segundo Souza¹⁸ o método de secagem de cascas da *M. indica* L. var. Tommy Atkins pode influenciar a atividade antioxidante do extrato obtido por ultrassom utilizando etanol como solvente. A avaliação dos extratos (500 mg/ml) pelo método do radical DPPH indicou que cascas submetidas à secagem natural e à secagem por estufa apresentaram 94,4% ± 0,4% e 72,4% ± 0,7% de inibição do radical DPPH, respectivamente, sendo sugestivo que o aumento de temperatura pode degradar os compostos bioativos de propriedade antioxidante presentes no extrato etanólico, como os compostos fenólicos. De acordo com Araújo³⁷, extratos de farinha de cascas liofilizadas da *M. indica* L. var. Tommy

Atkins demonstraram capacidade antioxidante expressiva frente ao radical DPPH, não apresentando diferença estatisticamente significativa em relação ao ácido gálico.

As indústrias farmacêutica, cosmética e de alimentos demonstram grande interesse na obtenção de extratos e óleos a partir de matérias-primas de origem vegetal, pois vários estudos relataram efeitos maléficos de antioxidantes sintéticos a longo prazo, como a carcinogênese, sendo o natural uma alternativa mais sustentável, barata e prática¹³. Embora pouco explorado na literatura científica, o potencial bioativo da

variedade Tommy Atkins da manga *Mangifera indica* para uso em cosméticos oferece perspectivas promissoras. Rica em antioxidantes, como vitamina C, carotenoides e polifenóis, a manga Tommy Atkins pode ajudar a neutralizar os radicais livres na pele, responsáveis pelo estresse oxidativo e envelhecimento precoce. Dessa forma, considerando sua compatibilidade com as bases galênicas e atividade antioxidante demonstrada, a incorporação de *M. indica* L. var. Tommy Atkins mostra-se uma escolha interessante em bases cosméticas anti-envelhecimento e protetores da pele³⁸.

CONCLUSÃO

O extrato glicólico das cascas de *Mangifera indica* L. var. Tommy Atkins apresentou um potencial antioxidante, destacando-se particularmente em gel de Carbopol®. Essa característica pode ser atribuída à presença de compostos fenólicos, particularmente flavonoides, presentes no extrato glicólico. Os resultados obtidos no trabalho indicam a promissora investigação de compostos bioativos em subprodutos, como as cascas de *M. indica* L. var. Tommy Atkins para

sua incorporação em novas formulações fitocosméticas, promovendo uma abordagem sustentável. Ademais, o Brasil, como um dos maiores produtores de alimentos do mundo, possui um enorme potencial para aproveitar esses subprodutos. A utilização de cascas, que são frequentemente descartadas, pode contribuir para a redução de resíduos e agregar valor aos produtos agrícolas, fomentando uma economia mais sustentável e inovadora.

Declaração do autor CREdIT

Metodologia: Balista, PA; Dario, MF; Gonçalves, FSM. Validação: Ji, S; Balista, PA; Dario, MF; Gonçalves, FSM. Análise estatística: Gonçalves, FSM. Análise formal: Ji, S; Balista, PA; Dario, MF; Gonçalves, FSM. Investigação: Ji, S; Gonçalves, FSM. Elaboração de rascunho original: Ji, S; Gonçalves, FSM. Redação-revisão e edição: Ji, S; Balista, PA; Dario, MF; Gonçalves, FSM. Visualização: Ji, S; Balista, PA; Dario, MF; Gonçalves, FSM. Supervisão: Gonçalves, FSM. Administração do projeto: Gonçalves, FSM.

Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- García-Villegas A, et al. Cosmeceutical Potential of Major Tropical and Subtropical Fruit By-Products for a Sustainable Revalorization. *Antioxidants*. 2022; 11(2):203. DOI: 10.3390/antiox11020203
- Nações Unidas Brasil. FAO combate desperdício de frutas e hortaliças [internet]; 2022 Acesso em 10 de fevereiro de 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/201527-fao-combate-desperdicio-de-frutas-e-hortalicas>.
- Gazzola R, Gründling RDP, Aragão AA. Produção e mercado internacional de manga. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*. 2020;10(3):81-87. DOI: 10.18378/REBAGRO.V10I3.8566
- Lebaka VR, Wee YJ, Ye W, Korivi M. Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Three Different Parts of Mango Fruit. *Int J Environ Res Public Health*. 2021; 18(2):741. DOI: 10.3390/ijerph18020741
- Marcillo-Parra V, Anaguano M, Molina M, Tupuna-Yerovi DS, Ruales J. Characterization and quantification of bioactive compounds and antioxidant activity in three different varieties of mango (*Mangifera indica* L.) peel from the Ecuadorian region using HPLC-UV/VIS and UPLC-PDA. *NFS Journal*. 2021; 23:1-7. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nfs.2021.02.001>
- Asif A, Farooq U, Akram K, Hayat Z, Shafi A, Sarfraz F, et al. Therapeutic potentials of bioactive compounds from mango fruit wastes. *Trends Food Sci Technol*. 2016; 53:102-112. DOI: 10.1016/j.tifs.2016.05.004
- Cádiz-Gurrea M de la L, et al. Revalorization of bioactive compounds from tropical fruit by-products and industrial applications by means of sustainable approaches. *Food Research International*. 2020; 138 (Pt B):109786. DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109786
- Ben-Othman S, Jöudu I, Bhat R. Bioactives from Agri-Food Wastes: Present Insights and Future Challenges. *Molecules*. 2020; 25(3):510. DOI: 10.3390/molecules25030510
- Cavalcante MM da S. Extração de polifenóis, mangiferina e pectina da casca de manga (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins utilizando sistema pressurizado. [Dissertação de Mestrado]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2018. Disponível em: <http://>

www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1105093

10. Gunter NV, Teh SS, Lim YM, Mah SH. Natural Xanthones and Skin Inflammatory Diseases: Multitargeting Mechanisms of Action and Potential Application. *Front Pharmacol.* 2020; 11:594202. DOI: 10.3389/fphar.2020.594202
11. Sadeq Y, et al. Nutritional status, antioxidant activity and total phenolic content of different fruits and vegetables' peels. *PLoS One.* 2022; 17(5):e0265566. DOI: 10.1371/journal.pone.0265566
12. Silva NMPS. Fracionamento do extrato de casca de manga (*Mangifera indica* L.) CV. Tommy Atkins para obtenção de mangiferina por HPLC-UV/VIS preparativo. [Trabalho de Conclusão de Curso]. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/43782>
13. Ajila C, Naidu K, Bhat S, Rao U. Bioactive compounds and antioxidant potential of mango peel extract. *Food Chem.* 2007; 105(3):982-988. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.04.052>
14. Silva WJM da, Ferrari CKB. Metabolismo mitocondrial, radicais livres e envelhecimento. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia.* 2011;14(3):441-51. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1809-98232011000300005>
15. Balogh TS. Uso cosmético de extratos glicólicos: avaliação da atividade antioxidante, estudo da estabilidade e potencial fotoprotetor. [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011. DOI: 10.11606/D.9.2011.tde-15072011-110304
16. Dias MC, Pinto DCGA, Silva AMS. Plant Flavonoids: Chemical Characteristics and Biological Activity. *Molecules.* 2021;26(17):5377. DOI: 10.3390/molecules26175377
17. Simões CMO, Schenkel EP, Gosmann G, Mello JCP de. Farmacognosia: da planta ao medicamento. 6ª ed. Florianópolis: Artmed; 2007 1102 p.
18. Souza MEAO de. Potencial antioxidante de extratos da casca de manga (*Mangifera indica* L.) da variedade Tommy Atkins obtidos por métodos a baixa e a alta pressão e dimensionamento de uma coluna para extração supercrítica [Tese de Doutorado]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/135287>
19. Xavier YK da S, et al. Atividade antioxidante do extrato etanólico de sementes e vagens de *Caesalpinia echinata*. *Brazilian Journal of Health Review.* 2020;3(5):11893-900. DOI: <https://doi.org/10.34119/bjhrv3n5-045>
20. Guimarães NSS, et al. *Baccharis dracunculifolia*, the main source of green propolis, exhibits potent antioxidant activity and prevents oxidative mitochondrial damage. *Food and Chemical Toxicology.* 2012; 50(3-4):1091-97. DOI: 10.1016/j.fct.2011.11.014
21. Lange MK, Heberlé G, Milão D. Avaliação da estabilidade e atividade antioxidante de uma emulsão base não-iônica contendo resveratrol. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences.* 2009;45(1): 145-151. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1984-82502009000100018>
22. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Guia de Estabilidade de Produtos Cosméticos. 2004. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-estabilidade-de-cosmeticos.pdf/view>
23. Casteli VC, Mendonça CC, Campos MAL de, Márcio F, Machado SRP. Desenvolvimento e estudos de estabilidade preliminares de emulsões O/A contendo Cetoconazol 2,0%. *Acta Scientiarum. Health Science.* 2008; 30(2):121-128. DOI: <https://doi.org/10.4025/actascihealthsci.v30i2.812>
24. Garbossa WAC, Mercurio DG, Campos PMBG. Ácido chiquímico para esfoliação cutânea. *Surgical Cosmetic Dermatology [Internet].* 2014;6(3):239-247. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=265532575008>
25. Barna AS, Maxim C, Trifan A, Blaga AC, Cimpoesu R, Turcov D, Suteu D. Preliminary Approaches to Cosmeceuticals Emulsions Based on N-PropylPalmitoyl Tripeptide-56 Acetat-Bakuchiol Complex Intended to Combat Skin Oxidative Stress. *International Journal of Molecular Sciences.* 2023; 24(8):7004. DOI: 10.3390/ijms24087004
26. Isaac VLB. Protocolo para ensaios físico-químicos de estabilidade de fitocosméticos. *Revista Ciências Farmacéuticas Básica Aplicada* 2008; 29(1): 81-96.
27. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Gerência Geral de cosméticos. Guia de controle de qualidade de produtos cosméticos. 2008. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/cosmeticos/manuais-e-guias/guia-de-controle-de-qualidade-de-produtos-cosmeticos.pdf/view>
28. Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology.* 1995; 28(1): 25-30. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
29. Batistuzzo JAO, Itaya M, Eto Y. Formulário Médico Farmacêutico. 5ª ed. São Paulo: Atheneu; 2015. 812 p.
30. Gasperi, E.N. Cosmetologia I. Indaial: UNIASSELVI, 2015. 210 p.
31. Canuto KM. Propriedades químicas e farmacológicas de mangiferina: um composto bioativo de manga (*Mangifera indica* L.). Petrolina: Embrapa Semi-Árido. 2009. 27 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/152169>
32. Soares CB, et al. Development study of magistral cosmetic formulations containing 5% caffeine. *International Journal of Development Research.* 2021; 11(11):7. DOI: <https://doi.org/10.37118/ijdr.23270.11.2021>
33. Fagron. Estagel TM [publicação na web]; 2023. Acesso em 17 de abril de 2023. Disponível em: [file:///C:/Users/jisan/Downloads/pdf-estagel-fagron%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/jisan/Downloads/pdf-estagel-fagron%20(1).pdf)
34. Rowe, RC, Sheskey, PJ. Handbook of pharmaceutical excipients. 7ª ed. London: Pharmaceutical Press, 2013. 1033p.
35. Chaudhary SK, Walia V, Singh V, Sethiya NK. Thin-layer chromatographic analysis of mangiferin (a bioactive antioxidant from dietary plant sources): a mini-review. *Journal of Planar Chromatography* 2020; 33: 341-352. DOI: 10.1007/s00764-020-00044-x.
36. Wei X, Liang D, Wang Q, Meng X, Li Z. Total synthesis of mangiferin, homomangiferin, and neomangiferin. *Org Biomol Chem.* 2016;14(37):8821-31. DOI: <https://doi.org/10.1039/C6OB01622G>
37. Araújo CR de. Cascas liofilizadas de Tommy Atkins: teor de fitoquímicos bioativos e potencial antioxidante [Dissertação de Mestrado]. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco; 2012. Disponível em: <http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/5072>
38. García-Villegas A, Fernández-Ochoa Á, Rojas-García A, Alañón ME, Arráez-Román D, Cádiz-Gurrea M de la L, et al. The Potential of *Mangifera indica* L. Peel Extract to Be Revalued in Cosmetic Applications. *Antioxidants.* 2023;12(10):1892. DOI: 10.3390/antiox12101892

Recebido: 31 janeiro 2024.

Aceito: 14 junho 2024.

Publicado: 25 junho 2024.