

***NANOFITOTERÁPICOS PARA CICATRIZAÇÃO: DESENVOLVIMENTO DE
CARREADORES SUSTENTÁVEIS A PARTIR DA *Psidium guajava* e *Eugenia uniflora****

**FRANCINI FOLETTO DOS SANTOS^{1,2,*}, DIOGO JOSE SIQUEIRA^{2,3}, EDMILSON
JOSE KLEINERT^{2,4}, GISELE LOURO PERES^{2,5}**

1 Introdução

Plantas medicinais constituem fontes importantes de compostos bioativos com potencial aplicação no desenvolvimento de novos materiais para a área da saúde. Nesse contexto, a incorporação desses compostos em matrizes de biopolímeros pode contribuir para a obtenção de sistemas carreadores sustentáveis com potencial aplicação na cicatrização de lesões cutâneas.

Entre as espécies de interesse, *Psidium guajava* L. (goiaba) e *Eugenia uniflora* L. (pitanga) destacam-se pela presença de diferentes classes de metabólitos secundários. As principais substâncias descritas nas folhas de goiaba incluem o ácido gálico, o ácido cafeico, a guaijaverina, os taninos, os carotenoides e os triterpenoides (Seo et al., 2014). As folhas de pitanga também apresentam compostos fenólicos, flavonoides e outros metabólitos secundários associados a propriedades antioxidantes e antimicrobianas (GARMUS et al., 2014). Dessa forma, a goiaba apresenta particular interesse por seu potencial anti-inflamatório e cicatrizante, enquanto a pitanga se destaca por suas propriedades antioxidantes e antimicrobianas.

Nesse contexto, sistemas de encapsulamento e nanocarreadores à base de biopolímeros têm sido estudados como estratégias sustentáveis para a veiculação de substâncias bioativas, possibilitando sua proteção, incorporação e liberação controlada. Diante disso, o presente trabalho propõe a obtenção e caracterização de extratos de *P. guajava* e *E. uniflora*, bem como a avaliação preliminar de sua incorporação em sistemas carreadores à base de biopolímeros, visando ao desenvolvimento de filmes com potencial aplicação em processos de cicatrização de lesões cutâneas.

1 Graduanda do curso de Ciências Biológicas na Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul, contato: francinifolletto@gmail.com

2 Grupo de Pesquisa: Grupo de Pesquisa em Química Tecnológica Ambiental (GPQTA)

3 Mestre em Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável pela Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Laranjeiras do Sul,

4 Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Laranjeiras do Sul-PR,

5 Doutora em Físico-Química, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus Laranjeiras do Sul*

2 Objetivos

Obter e caracterizar extratos de *Psidium guajava* L. e *Eugenia uniflora* L. e desenvolver sistemas carreadores à base de biopolímeros, visando à incorporação e ao encapsulamento de compostos bioativos e à obtenção de filmes com potencial aplicação como curativos para a cicatrização de lesões cutâneas.

3 Metodologia

Foram utilizadas folhas de *Psidium guajava* L. (goiaba) e *Eugenia uniflora* L. (pitanga) como matérias-primas vegetais. Para a obtenção dos extratos, foram utilizados diferentes sistemas de solventes, incluindo água, etanol, álcool de cereais, acetona, hexano e solução hidroalcoólica (etanol/água 70:30). Para o desenvolvimento dos sistemas carreadores, foram utilizados os biopolímeros goma de alfarroba (locust bean gum), amilopectina, xantana e κ -carragenana, com glicerina como plastificante.

Inicialmente, as folhas foram separadas manualmente, secas e moídas em moinho de facas. Os materiais vegetais pulverizados foram caracterizados quanto à distribuição granulométrica, material estranho, teor de cinzas totais, teor de umidade, pH, condutividade elétrica e densidade aparente, conforme metodologias da Farmacopeia Brasileira. A caracterização química preliminar foi realizada por ensaios colorimétricos para identificação de classes de metabólitos secundários, incluindo flavonoides, taninos e saponinas. Os extratos foram obtidos por maceração e extração em aparelho de Clevenger, utilizando diferentes sistemas de solventes, e caracterizados quanto ao pH e à condutividade elétrica.

Para a obtenção dos sistemas poliméricos, as soluções dos biopolímeros foram preparadas nos respectivos meios e submetidas à irradiação ultrassônica em diferentes amplitudes e tempos. Em seguida, os extratos foram incorporados, adicionado glicerina e as formulações foram transferidas para placas de Petri e mantidas a 30 °C para a formação dos filmes poliméricos.

4 Resultados e Discussão

Na análise granulométrica, observou-se maior concentração de massa do material pulverizado na malha de 60 mesh, correspondente à abertura de 250 μ m sendo esta a principal fração granulométrica dos materiais vegetais obtidos após a moagem e utilizada nas etapas

subsequentes.

Resultados Análises Físicas	Percentual de cinzas totais (%)	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Teor Umidade (%)	Densidade aparente (g/mL)
Pitanga	$5,5 \pm 0,2$	4,5	1483	9,8	0,018
Goiaba	$8,5 \pm 0,02$	5,3	1953	8,8	0,018

Tabela 1: Resultados análises físicas da folha da pitanga e goiaba

Os resultados das demais análises físico-químicas estão apresentadas na Tabela 1. Ambas as espécies apresentaram valores de teor de umidade relativamente próximos, parâmetro relevante para a avaliação das condições de conservação e armazenamento da matéria-prima vegetal. Quanto ao teor de cinzas totais, *P. guajava* apresentou valor superior ao observado para *E. uniflora*, indicando maior quantidade de resíduo mineral nas condições empregadas no ensaio. Já os valores de pH caracterizam ambas as amostras como ácidas, com maior caráter ácido para a pitanga. Já a condutividade elétrica apresentou variação entre as espécies, com maior valor observado para a goiaba. Esses parâmetros são relevantes para a caracterização inicial das matérias-primas e para a avaliação dos sistemas de extração e incorporação aos biopolímeros.

Durante a caracterização química preliminar, observou-se a formação de um anel de coloração amarela na borda do recipiente, resultado que foi considerado indicativo da presença de metabólitos secundários, devendo sua composição ser posteriormente confirmada por análises específicas. O método de extração em aparelho de Clevenger foi inicialmente avaliado para a obtenção de compostos voláteis, apresentando rendimento de óleo de 0,33% após 48 horas de extração. Considerando o baixo rendimento obtido associado ao longo tempo de processamento, a maceração foi selecionada como método de extração para as etapas subsequentes, por apresentar maior adequação às condições experimentais estabelecidas. Os extratos obtidos foram caracterizados quanto ao pH e à condutividade elétrica, conforme apresentado na Tabela 2.

Extrato Pitanga	pH	Condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	Extrato Goiaba	pH	Condutividade
Acetona	3,41	112,5	Acetona	3,87	82,5
Água	4,26	1483	Água	5,45	1953
Água e etanol	4,88	380	Água e etanol	5,27	293
Alcool de Cereais	4,9	41,6	Alcool de Cereais	5,2	112
Etanol	4,8	31,2	Etanol	5,2	54,9
Hexano	4,64	0	Hexano	4,74	0

Tabela 2: Resultados de pH e condutividade dos extratos vegetais com diversos solventes

Os valores de pH variaram de acordo com o solvente empregado e com a espécie vegetal. Os extratos apresentaram caráter ácido, mas as diferenças de valores demonstram que o sistema de extração influencia as características ácido-base dos extratos, o que é relevante para as etapas posteriores de interação com os biopolímeros. É possível observar uma variedade encontrada nos valores de condutividade conforme a polaridade do solvente e sua capacidade de extrair compostos ionizáveis.

Dessa forma, considerando conjuntamente evidências da literatura, os parâmetros avaliados e a ocorrência de crescimento fúngico observada no extrato aquoso, os sistemas alcoólicos e hidroalcoólicos apresentaram características mais favoráveis à continuidade do estudo, sendo selecionado o extrato hidroalcoólico para as etapas de interação e encapsulamento com os biopolímeros. Após foi realizada a incorporação dos extratos hidroalcoólicos aos biopolímeros e os valores de pH das formulações estão apresentado na Tabela 3.

Biopolímero	pH	Extratos+ bio	pH
locust bean gum	6,87	locust bean gum	4,23
Amilopectina	7,92	Amilopectina	5,84
K-carragena	2,76	K- Carragena	1,83
Xantana	5,02	Xantana	4,5

Tabela 3: Resultados de pH das soluções de biopolímeros e extrato hidroalcoólico

Observou-se redução do pH em todos os sistemas avaliados após a adição dos extratos. A redução observada após a incorporação dos extratos indica alteração das características ácido-base das formulações, porém com diferentes intensidades de acordo com o biopolímero empregado. Esse comportamento pode estar relacionado à contribuição de espécies ácidas ou ionizáveis presentes nos extratos, às características do meio hidroalcoólico utilizado na extração e à natureza química dos próprios biopolímeros. Este é um parâmetro preliminar para avaliar a alteração das características físico-químicas dos sistemas após a incorporação dos extratos, mas não permite, isoladamente, confirmar a ocorrência de encapsulamento ou estabelecer a natureza das interações entre os compostos vegetais e os biopolímeros.

Dessa forma, os resultados obtidos nesta etapa fornecem informações preliminares para a seleção e otimização das formulações destinadas à formação dos filmes poliméricos. As análises complementares por UV-Vis, FTIR e microscopia são necessárias para aprofundar a avaliação das interações entre os extratos e os biopolímeros e contribuir para a caracterização

dos sistemas desenvolvidos.

Após a incorporação, os filmes foram obtidos entre 24 e 48 h, apresentando aspecto visual homogêneo e brilhante. Durante o manuseio, observou-se flexibilidade dos materiais, indicando potencial para a continuidade do desenvolvimento dos sistemas carreadores. Entretanto, a avaliação visual não é suficiente para determinar as propriedades físico-químicas e mecânicas dos filmes ou confirmar a eficiência de incorporação dos compostos bioativos. Dessa forma, análises complementares serão necessárias para caracterizar os materiais obtidos e avaliar sua adequação às aplicações pretendidas.

5 Conclusão

Os resultados obtidos permitiram a caracterização preliminar das folhas de *Psidium guajava* L. e *Eugenia uniflora* L. e a avaliação de diferentes sistemas de extração, sendo o sistema hidroalcoólico selecionado para as etapas subsequentes. Esses resultados são preliminares e fornecem subsídios para a continuidade do desenvolvimento dos sistemas carreadores, sendo necessárias análises complementares para caracterizar as estruturas obtidas, avaliar as interações entre os extratos e os biopolímeros e determinar sua adequação às aplicações pretendidas.

Referências Bibliográficas

SEO, Jongkwon; LEE, Soojung; ELAM, Marcus L.; JOHNSON, Sarah A.; KANG, Jonghoon; ARJMANDI, Bahram H. Study to find the best extraction solvent for use with guava leaves (*Psidium guajava* L.) for high antioxidant efficacy. *Food Science & Nutrition*, v. 2, n. 2, p. 174–180, 2014. DOI: 10.1002/fsn3.91.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). *Farmacopeia Brasileira*. 6. ed. Brasília, DF: Anvisa, 2019. v. 2: Monografias: Plantas Medicinais.

GARMUS, TÁBATA T. *et al.* Extração de compostos fenólicos de folhas de pitanga (*Eugenia uniflora* L.) por extração sequencial em extrator de leito fixo utilizando CO₂ supercrítico, etanol e água como solventes. *The Journal of Supercritical Fluids*, v. 86, p. 4–14, 2014.

Palavras chaves: plantas medicinais; compostos bioativos; biopolímeros; nanoestruturas
Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2025-0445

Financiamento

