



Estudo da viabilidade na incorporação do extrato amazônico *Piper callosum* em membranas eletrofiadas de PCL para aplicação na área médica

Rebeca Reis Sussuarana Gomes^{1*}(IC), Taísa Lorene Sampaio Farias¹ (PG), Arianma Gandarilla¹ (PQ), Mark Dany Veloso Júnior¹ (PG), Mateus Feitosa¹ (PG), Walter Ricardo Brito ¹(PQ), Karen Segala¹(PQ)

¹Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Química, Laboratório de Bioeletrônica e Eletroanalítica (LABEL), Av. Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Coroado I, 69080-900, Manaus AM, Brasil.

*rebeca.reis.sussuarana@gmail.com, karen@ufam.edu.br

Palavras-Chave: Membranas eletrofiadas, *piper callosum*.

Introdução

A eletrofição é uma técnica usada para produzir fibras ultrafinas a partir de diversos materiais, destacando-se por seu baixo custo, facilidade de operação e capacidade de gerar fibras com alta área superficial e controle de morfologia. Nos últimos 20 anos, essa técnica ganhou destaque, especialmente em aplicações biomédicas, como a medicina regenerativa, devido à semelhança das nanofibras com o ambiente biológico (Mercanti; Corrêa, 2023). A policaprolactona (PCL), um polímero sintético biocompatível, com boas propriedades mecânicas, tem sido amplamente utilizado na fabricação de membranas pela capacidade de formar blends com outros polímeros, além de ser biodegradável (Mariani et al., 2007).

Este projeto teve como objetivo o estudo fitoquímico do extrato de *Piper callosum* Ruz & Pav e desenvolver membranas nanoestruturada de PCL incorporada com extrato vegetal de *Piper callosum* para criar um curativo antisséptico com propriedades antimicrobianas e anti-inflamatórias para acelerar a cicatrização de feridas cutâneas, oferecendo maior conforto ao paciente e reduzindo o tempo de internação.

Material e Métodos

O extrato bruto foi preparado a partir de folhas de *Piper callosum* Ruz & Pav coletadas em Itacoatiara- AM a extração com álcool etílico 70% para obtenção do óleo. Os ensaios cromatográficos foram realizados com reagentes convencionais para identificar grupos fenólicos e terpenos.

A solução polimérica foi adaptada de Farias (2021), na qual 3,5 gramas de PCL em pellets foram solubilizados em uma mistura de clorofórmio/acetona (1:1) com 11,05 gramas de cada solvente. A solução foi deixada em agitação magnética sem aquecimento por aproximadamente 16 horas.

Para determinar a proporção ideal de PCL para incorporação do extrato na solução polimérica, foi adicionado 1% (m/v) do extrato de *Piper callosum* em 10 mL de mistura água:etanol 70% (1:1). Foram preparadas membranas de PCL 13,66%(3,5 g) na ausência do extrato e PCL (3,5 g) + *Piper callosum*. A solução foi mantida sob agitação e aquecimento à 35 °C para reduzir a viscosidade, aumentar a difusão molecular e melhorar a homogeneidade da mistura, evitando a degradação do polímero (Mariani et al., 2007).

A análise morfológica foi realizada pelo Centro Multiusuário para Análise de Fenômenos Biomédicos da Universidade Estadual do Amazonas (UEA-EST), utilizando um

microscópio eletrônico de varredura (TESCAN, modelo VEGA3) e um metalizador (BAL TEC, modelo CPD 050) para preparo das amostras. As medidas dos diâmetros das fibras, assim como os parâmetros estatísticos (média e desvio padrão), foram obtidas com o auxílio do software ImageJ e Origin.

Resultados e Discussão

O teste de cromatografia da camada delgada (CCD) foi realizado utilizando cloreto férrico e soluções com diferentes valores de pH à amostra, e confirmou a presença de substâncias fenólicas e flavonóides. As variações de cor, conforme a Figura 1, foram atribuídas ao núcleo, ao número e à disposição dos grupos hidroxila, permitindo a distinção entre diferentes classes de flavonóides (Simões et al, 2017).

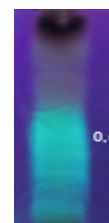


Figura 1. Placa contendo extrato bruto de *Piper callosum* Ruz & Pav revelada em NP-PEG.

Para obter membranas mais espessas e estáveis, a metodologia foi adaptada para 3,5 g de PCL, aplicada nas amostras MB_05 a MB_09, incluindo a membrana controle de PCL puro. A Figura 2 apresenta os parâmetros de eletrofição desse grupo.

Parâmetros de solução		Parâmetros de eletrofição		
Membrana	Volume de extrato (mL)	Tensão (kV)	Vazão (µL/min)	Distância (cm)
MB_09	0	15,8	133,3	18
MB_05	1,5	18,7	60	18
MB_06	1,75	18,7	100	18
MB_07	2,0	15,0	150	18
MB_08	2,5	15,0	200	12

Figura 2. Tabela contendo os parâmetros de eletrofição para as membranas PCL(3,5 g) + *Piper callosum* sob aquecimento à 35 °C.

As imagens de MEV mostraram porosidade e diâmetros irregulares das fibras em todas as membranas, inclusive na de PCL puro. Na amostra MB_09 (Figura 3), observou-se que a alta umidade do ar (44%) pode ter causado evaporação rápida dos solventes, resultando em fibras porosas.

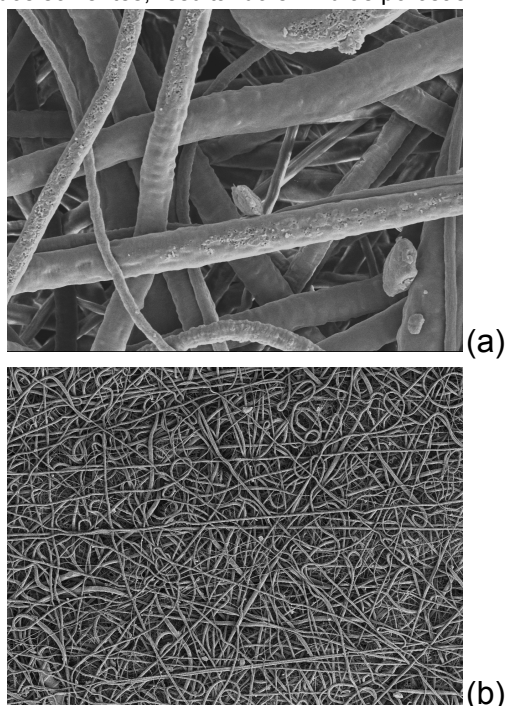


Figura 3. (a) Imagem MEV da amostra MB_09 na ampliação de x3000. (b) Imagem MEV da amostra MB_09 na ampliação de x200

Com o acréscimo do extrato, as membranas exibiram regiões porosas, grânulos e fibras de diferentes tamanhos. A Figura 4 apresenta a microscopia eletrônica da amostra com 1,75 mL do extrato (MB_06). Notam-se regiões porosas e fibras de diferentes tamanhos. Com isso, a média dos diâmetros sofreu um decréscimo conforme o aumento dos volumes do extrato, assim, possibilitando a formação de fibras mais finas e medidas irregulares.

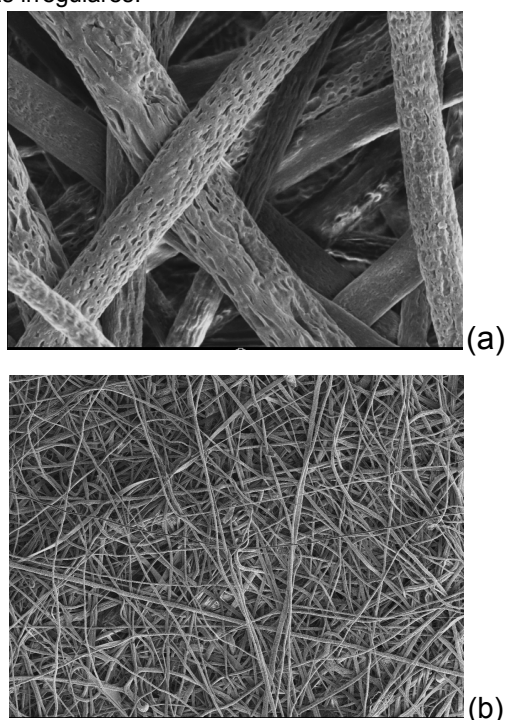


Figura 4. Imagem MEV da amostra MB_06 na ampliação de x3000. (b) Imagem MEV da amostra MB_06 na ampliação de x200

Um estudo feito por Carazzai et al (2021) confirmou que a porosidade do material tende a aumentar a área superficial, possibilitando adesão, migração e proliferação celular, além de favorecer trocas gasosas. A orientação aleatória das fibras cria um ambiente ideal para o reparo de tecidos desorganizados, como ossos, cartilagens e pele (Lyu et al., 2013).

Uma análise estatística foi feita para verificar o principal fator que gerou a diferença dos diâmetros, conforme a Figura 5:

Membrana	Diâmetro (µm)
MB_09	2,62 ± 0,013
MB_05	2,05 ± 0,41
MB_06	2,78 ± 0,06
MB_07	1,094 ± 0,05
MB_08	2,35 ± 0,09

Figura 5. Registros dos diâmetros médios das amostras. Notou-se que a adição do extrato elevou a viscosidade da solução e, por consequência, a tensão aplicada entre as amostras MB_09 e MB_05. A ampliação da tensão estendeu a região de coleta das nanofibras e favoreceu a formação de fibras de diâmetro maior (Carazzai et al., 2021). Em MB_06, a tensão permaneceu constante, porém o diâmetro das fibras aumentou devido à viscosidade um pouco mais alta. Em MB_07, foi observada uma redução na tensão e no diâmetros das fibras, o que inclui água e álcool, resultando na diminuição da viscosidade da solução.

Conclusões

O perfil fitoquímico do extrato *Piper callosum* confirmou a presença de substâncias fenólicas, flavonóides, taninos flobabênicos e esteroides livres. A incorporação ideal do extrato na solução polimérica se deu pela solubilização de 1% de *Piper callosum* em água/etanol 70% (1:1), para 3,5 g de PCL em pellets em acetona e clorofórmio (1:1) sob agitação e aquecimento. A umidade não controlada influenciou na morfologia, resultando em fibras de tamanhos não uniformes e porosas.

Agradecimentos

FAPEAM pelo apoio financeiro e à UEA pelas imagens por MEV.

Referências

- [1] CARAZZAI, Rafael et al. Electrospun natural rubber latex biocomposite for scaffolds in tissue engineering. **Journal of Bioactive and Compatible Polymers**, v. 36, n. 5, p. 351-364, 2021.
- [2] FARIAS, Taisa Lorene Sampaio et al. Desenvolvimento e caracterização de membranas de poli (ε-caprolactona) eletrofiadas e modificadas com heparina e ácidos graxos essenciais para aplicação biomédica. 2021.
- [3] LYU, Seungyoung et al. Electrospun fibers as a scaffolding platform for bone tissue repair. **Journal of Orthopaedic Research**, v. 31, n. 9, p. 1382-1389, 2013.
- [4] MARIANI, P. D., et al. Mineralization of Poly ε-caprolactone/adipate Modified Starch Blend In Agricultural Soil. **Journal of Polymer Environment**, v.15, p. 19-24, 2007.
- [5] MERCANTE, Luiza Amin; CORRÊA, Daniel Souza. **Eletrofição e nanofibras: fundamentos e aplicações**. Ponta Grossa - PR: Atena, 2023.
- [6] SIMÕES, Cláudia Maria Oliveira et al. **Farmacognosia: do produto natural ao medicamento**. Artmed Editora, 2016.