



Influência da concentração (p/v) de Poliácido lático nas propriedades mecânicas de membranas eletrofiadas

Maria Gabriele Meirellis dos Santos^{1*}(PQ), João Vitor Santos Almeida¹ (PQ), Alexandra de Lima Pereira¹(PQ), Marcos Marques da Silva Paula¹ (PQ), Wisley Prata Lima ¹(PQ), José Víctor Bezerra Teixeira ¹(PQ), Célio dos Santos Almeida¹(PQ)

¹Universidade Federal do Amazonas, Departamento de Física de Materiais, Laboratório de Materiais Nanoparticulados, Av. General Rodrigo Otávio Jordão Ramos, 6200, Setor Norte, Coroado I, 69077-000, Manaus AM, Brasil

*mariagabrielemeirellis@ufam.edu.br

Palavras-Chave: Poliácido lático, eletrofição, concentração.

Introdução

O Poliácido lático (PLA) é um polímero termoplástico alifático derivado de fontes renováveis, como cana-de-açúcar, milho, mandioca, milho etc. É um polímero biodegradável e biocompatível¹, que apresenta ampla gama de aplicações, desde setores como impressão 3D, embalagens de alimentos e indústria têxtil. O PLA é amplamente utilizado em reparo ósseo, suturas, administração de medicamentos e engenharia de tecidos². Recentemente, o projeto de estruturas baseadas em PLA por meio do processo de eletrofição tem sido amplamente investigado para aplicações biomédicas, como curativos, transportadores de medicamentos, andaimes de engenharia de tecidos e implantes². A eletrofição envolve vários parâmetros que influenciam a qualidade das fibras. Dentre eles estão as propriedades da solução polimérica, como a viscosidade e natureza do solvente e concentração³. A concentração significa porcentagem peso/volume (p/v), é um parâmetro essencial na eletrofição, afeta a viscosidade e a tensão superficial assim afetando as propriedades das membranas eletrofiadas^{2,3}. Portanto o trabalho visa estudar o parâmetro de concentração para encontrar uma concentração visando posteriormente inserir extrato amazônico e avaliar atividade antimicrobiana para utilização em biomateriais.

Material e Métodos

Para a preparação das soluções poliméricas de PLA, utilizou-se uma mistura de solvente clorofórmio e dimetilformamida (DMF) na proporção 7:3. As soluções foram preparadas em três concentrações (8%, 10% e 20%) diferentes de PLA. Visando avaliar efeito nas propriedades mecânicas das membranas eletrofiadas. As propriedades mecânicas foram avaliadas pelo ensaio de tração conforme a norma ASTM D882-02⁷, utilizando corpos de prova de 50 × 25 mm. A análise química das membranas foi realizada por Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR).

Resultados e Discussão

A Figura 1(A) apresenta as membranas de PLA obtidas a partir de soluções com 8% (p/v) de PLA apresentou boa uniformidade na parte central da membrana, porém nas regiões laterais visualmente apresentou menor uniformidade

atribuídas à baixa viscosidade da solução e consequentes instabilidades no jato.

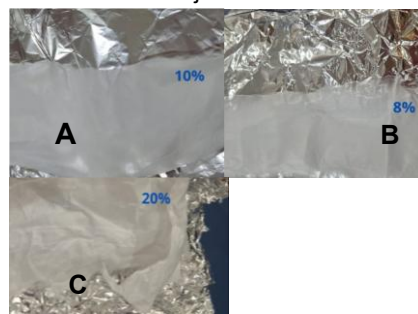


Figura 1: Membranas eletrofiadas de PLA: a) membrana 8% (p/v); b) membrana 10% (p/v); c) membrana 20% (p/v)

A figura 1(B) é da membrana de 10% (p/v) de PLA a concentração demonstrou uma melhor uniformidade visualmente, com superfície aparente lisa e ausência de defeitos, indicando adequada combinação entre concentração e parâmetros de eletrofição. Em contrapartida a membrana com concentração de 20% (figura 1(C)) apresentou baixa uniformidade visual a concentração maior afetou a viscosidade que por sua vez afetou a estabilidade do jato.

A figura 2 mostra análises de FTIR membranas nas concentrações de 8%, 10% e 20% de PLA confirmaram a preservação da estrutura química do polímero após o processamento. As bandas características observadas estiramentos C-H de grupos metila (2996–2922 cm⁻¹), estiramento da carbonila C=O (1751 cm⁻¹) e deformações angulares/alongamento do grupo metila e da ligação éster (1453 cm⁻¹ e 1356 cm⁻¹), evidenciando as funções químicas típicas do PLA.

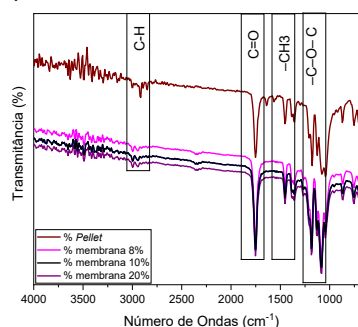


Figura 2: Espectros vibracionais de infravermelho com transformada de Fourier *pellet* de PLA e membranas eletrofiadas nas concentrações 8%, 10% e 20% de PLA.

Confirmado que membranas de PLA eletrofiadas produzidas com as concentrações de 8%, 10% e 20% (p/v), manteve a integridade química do polímero indicando que solvente foi evaporado durante o processo.

A tabela 1 indica os resultados da membrana na concentração de 8% de PLA apresentou valores menores para módulo de elasticidade com média de 15,45 Mpa um valor abaixo da literatura⁶ e resistência à tração com média de 2,01 Mpa, que pode estar associada à baixa concentração da solução, que geram fibras com resistência mecânica menores.

CP	Módulo de Elasticidade (MPa)	Alongamento à Tração Ruptura (%)	Resistência à Tração na Ruptura (MPa)
1	15,45	12,10	2,95
2	18,94	18,90	1,9
3	11,96	23,65	1,63
Média	15,45	18,22	2,01
Desvio Padrão	3,49	5,80	0,44

Tabela 01: Propriedades mecânicas das membranas de eletrofiadas na concentração de 8% de PLA, módulo de elasticidade (MPa), alongamento à ruptura (%) e resistência à tração (MPa).

Tabela 2 demonstrou que a análise mecânica demonstrou que a membrana 10% PLA, a melhor desempenho geral mecânico, com módulo de elasticidade médio de 20,88 MPa, resistência à tração ruptura de 4,37 MPa e alongamento de 21,13%.

CP	Módulo de Elasticidade (MPa)	Alongamento à Tração Ruptura (%)	Resistência à Tração na Ruptura (MPa)
1	27,99	18,22	2,09
2	17,57	18,50	5,13
3	17,08	26,67	5,89
Média	20,88	21,13	4,37
Desvio Padrão	6,16	4,80	2,01

Tabela 02: Propriedades mecânicas das membranas de eletrofiadas na concentração de 10% de PLA, módulo de elasticidade (MPa), alongamento à ruptura (%) e resistência à tração (MPa).

Os resultados obtidos indicam uma boa combinação. Os resultados obtidos para as membranas de PLA eletrofiadas apresentaram resistência à tração compatível com valores reportados na literatura, que variam tipicamente entre 20 e 50 MPa, dependendo das condições de processamento e da morfologia das fibras⁶.

A membrana 20% (p/v) dentre as três membranas apresentou menor alongamento à ruptura o corpo de prova com menor resultado

CP	Módulo de Elasticidade (MPa)	Alongamento à Tração Ruptura (%)	Resistência à Tração na Ruptura (MPa)
1	9,4	15,18	0,9
2	17,3	21,10	4,3
3	24,55	20,45	7,15
Média	17,08	20,45	4,12
Desvio Padrão	7,57	4,36	3,13

Tabela 03: Propriedades mecânicas das membranas de eletrofiadas na concentração de 20% de PLA, módulo de elasticidade (MPa), alongamento à ruptura (%) e resistência à tração (MPa).

O aumento da concentração, aumenta a viscosidade da amostra e podendo gerar jatos instáveis^{4,6}. A membrana eletrofiada na concentra de 20% apresentou resultados mecânicos com membrana de 10%. Dessa forma, a análise mecânica realizada neste estudo não apenas válida a integridade estrutural das membranas de PLA produzidas, mas também evidencia a importância do controle dos parâmetros de processamento e da composição para a obtenção de propriedades mecânicas otimizadas. Os resultados obtidos corroboram os dados da literatura⁶ e reforçam o potencial das membranas eletrofiadas de PLA para aplicações em áreas que demandam materiais para aplicação em biomateriais.

Conclusões

As membranas eletrofiadas foram produzidas com as concentrações de 8%, 10% e 20% de PLA, mantendo a integridade química do polímero, conforme evidenciado pelos espectros FTIR. Além disso, a concentração da solução influencia diretamente a uniformidade das membranas e suas propriedades mecânica, a membrana de 10% (p/v) apresentou melhor combinação de módulo de elasticidade, resistência à tração e alongamento, enquanto 8% (p/v) resultou em fibras menos resistentes e 20% (p/v) apresentou menor uniformidade e alongamento à ruptura devido ao aumento da viscosidade e instabilidade do jato. Esses resultados indicam que a concentração de PLA é um parâmetro crítico para otimizar a produção de membranas eletrofiadas com características mecânicas adequadas, possibilitando sua futura aplicação em biomateriais e incorporação de extratos bioativos.

Agradecimentos

Ao LAMAN e NANOPOL da UFAM, pelo apoio técnico na realização dessa pesquisa

Referências

- [1] Trivedi, A. K., Gupta, M. K., & Singh, H. PLA based biocomposites for sustainable products: A review. In *Advanced Industrial and Engineering Polymer Research* 6(5). 382–395. 2023.
- [2] Singhvi, M. S., Zinjarde, S. S., & Gokhale, D. V.. Polylactic acid: synthesis and biomedical applications. *Journal of Applied Microbiology*, 127(6), 1612–1626. 2019.
- [3] Guo, Y., Wang, X., Shen, Y., Dong, K., Shen, L., & Alzhalab, A. A. A.. Research progress, models and simulation of electrospinning technology: a review. In *Journal of Materials Science* 57(1). 58–104. 2022.
- [4] Allizond, V., Banche, G., Salvoni, M., Malandrino, M., Cecone, C., Cuffini, A. M., & Bracco, P. Facile One-Step Electrospinning Process to Prepare AgNPs-Loaded PLA and PLA/PEO Mats with Antibacterial Activity. *Polymers*, 15(6). 1470. 2023
- [5] Schultes, R. E. Hallucinogens of plant origin. *Science*, 163 (3864): 245-254. 1969.7
- [6] Azimi, B., Maleki, H., Zavagna, L., de la Ossa, J. G., Linari, S., Lazzeri, A., & Danti, S. Bio-Based Electrospun Fibers for Wound Healing. *Journal of Functional Biomaterials*, 11(3), 67. 2023
- [7] ASTM D882-02. Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2002.