

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NÃO-TECIDOS ELETROFIADOS DE PCL/PVA-ALOE VERA E PCL/PVA-SPIRULINA

Lorana Bazalia dos Santos (PIBIC/CNPq), Bárbara Stéffani Caldas, Tiago Ryan Barguena Quinalia, Renato Cerconi Leone Moreira, Eduardo Radovanovic (Orientador). E-mail: eradovanovic@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas – Departamento de Química (DQI), Maringá, PR.

Química – Química Orgânica – Polímeros e Coloides

Palavras-chave: Eletrofiação; PVA; PCL; Aloe Vera; Não-Tecido; Spirulina.

RESUMO

O presente estudo usa a técnica de eletrofiação para criar não-tecidos de nanofibras compostas de PVA e PCL com os ativos naturais spirulina e aloe vera. As fibras obtidas são uniformes e apresentaram boa resistência ao calor. Testes confirmaram a formação dos compósitos dos polímeros com os produtos naturais e estudos preliminares sugerem que o material pode ajudar na regeneração da pele.

INTRODUÇÃO

A técnica de eletrofiação possibilita a produção de fibras ultrafinas a partir de soluções poliméricas, usando materiais como Aloe vera, Spirulina, PCL e PVA. Aloe vera é valorizada por sua biocompatibilidade, PCL e PVA por sua biodegradabilidade, e Spirulina por seus nutrientes e antioxidantes. A técnica é aplicada em engenharia de tecidos, biotecnologia e fabricação de dispositivos, permitindo o desenvolvimento de fibras com características específicas para avanços na medicina e na indústria farmacêutica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais: Álcool polivinílico - PVA (146.000 – 186.000 g/mol, 87-89% hidrolisado, Sigma-Aldrich); policaprolactona - PCL (80.000 g/mol; Sigma-Aldrich); Solventes (DMF, THF e Água destilada); Aloe Vera (babosa *in natura*); Spirulina em pó (SPI); Ácido Hialurônico (HA); Ácido Ascórbico (AA); Equipamento de eletrofiação Hsensor.

Métodos: A solução é ejetada por uma seringa aplicando alta tensão na ponta da agulha, formando um jato fino que, ao evaporar o solvente, alinha as moléculas em fibras, que são depositadas em um coletor. A técnica permite a produção de nanofibras com diferentes polímeros e propriedades ajustáveis, como diâmetro, com variáveis estudadas incluindo fluxo, voltagem e distância agulha-coletor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram eletrofiadas fibras com diferentes parâmetros. Ao analisar todas as fibras por microscopia eletrônica (Figura 1), foram escolhidas apenas 4 com resultados mais satisfatórios, sendo elas:

Tabela 1 - Componentes das melhores fibras escolhidas.

Amostra	Polímeros	HA (mg)	SPI (g)	aloe vera(g)	AA (mg)
3	PVA + PCL ¹	27,50	-	3,76	2,00
6	PVA ²	27,50	-	5,90	2,00
9	PVA + PCL ³	21,75	0,07	-	-
11	PVA ⁴	22,60	0,10	-	4,00

As fibras de PVA foram feitas sob as seguintes condições: Solvente H₂O, concentração de 10% ou 8%, fluxo de 1,0 mL/h, distância da seringa para o coletor de 10 cm e voltagem de 15kV. O PCL foi eletrofiado com solvente DMF+THF (1:1), concentração de 14%, sob temperatura ambiente, fluxo 1,0 mL/h, a uma distância de 15 cm e 15 kV. Utilizou-se um coletor cilíndrico com rotação padrão de 80cm/s para garantir uniformidade. Duas bombas e duas fontes de alta tensão foram usadas para eletrofiar simultaneamente dois polímeros em lados opostos do coletor metálico, gerando fibras compósitas, como mostrado na Figura 1.

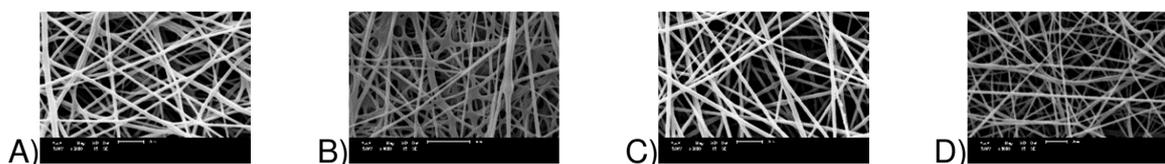


Figura 1. imagens obtidas por MEV das amostras de (a) 3; (b) 6;(c) 9 e (d) 11.

As imagens mostram que as fibras homogêneas e bem distribuídas, sem beads ou imperfeições. A variação no diâmetro das nanofibras reflete a combinação dos polímeros. A técnica FTIR-ATR confirmou a presença de picos de absorção dos polímeros e ativos, comprovando a formação do material compósito.

Os resultados dos ensaios mecânicos de tração dos materiais estão mostrados na Tabela 2. Os dados mostram que a amostra 6 teve menor deformação máxima, porém a mesma destacou-se com um maior módulo de elasticidade, com 18 MPa. A espessura dos materiais eletrofiados foi uniforme em toda a amostra, corroborando com a homogeneidade das propriedades mecânicas.

Tabela 2 - Valores de deformação (%), tensão máxima (MPa) e módulo de Young relativos aos ensaios mecânicos de tração das fibras eletrofiadas.

amostras	Estiramento Max. (%)	Tensão Máx.(MPa)	Módulo (E) (MPa)
3	128 ± 32	3,09 ± 1,72	9,00 ± 4,87
6	89,00 ± 26,58	6,00 ± 2,04	18,00 ± 2,82
9	170,00 ± 39,83	5,66 ± 1,28	15,00 ± 0,95
11	96,00 ± 29,19	3,93 ± 0,90	10,00 ± 1,64

Análises por DSC e TGA foram realizadas para avaliar mudanças na capacidade calorífica, transições térmicas e estabilidade térmica do material. O DSC revelou informações sobre fusão e cristalização, enquanto o TGA mostrou perda de massa em função da temperatura. Testes com células L-929 indicaram que as fibras eletrofiadas podem promover cicatrização e regeneração da pele, conforme evidenciado pelas imagens.

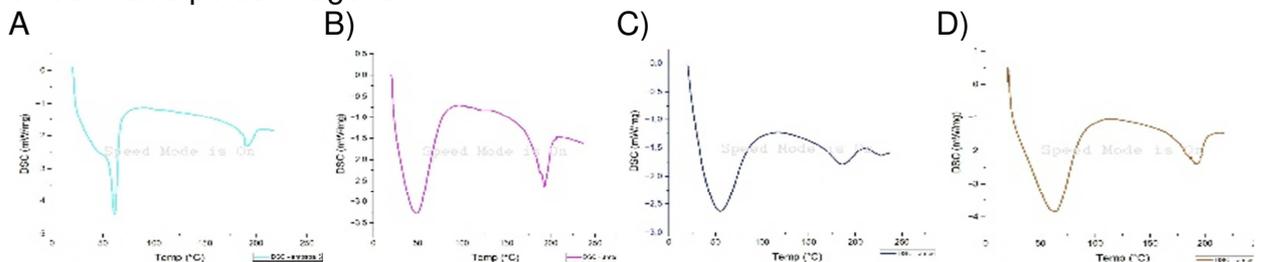


Figura 2. Gráficos de análises de DSC das amostras (A) 3; (B) 6; (C) 9; (D) 11.

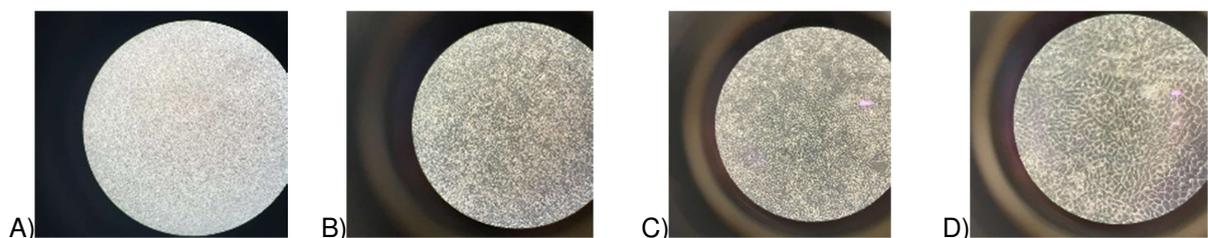


Figura 3. Imagens de crescimento celular de L-929 sobre fibras eletrofiadas.

CONCLUSÕES

Foi possível produzir não-tecidos de fibras eletrofiadas compostas de PVA e PCL com ativos biológicos, obtendo fibras homogêneas e bem distribuídas com boa resistência mecânica, que mostram potencial para aplicações futura, pois combinam as características únicas de cada fibra no tecido.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, professores, amigos, à Universidade Estadual de Maringá (UEM), PIBIC e CNPq pelo apoio no projeto. Reconheço a orientação do professor Eduardo Radovanovic e o suporte de Bárbara Sthéfani Caldas. Agradeço também aos meus familiares, especialmente meus pais e meu namorado, pelo incentivo e apoio.

REFERÊNCIAS

PAZOUKI, M.; PANDA, T. Recovery of citric acid - a review. *Bioprocess Engineering*, v. 19, p. 1-5, 1998.

XU, Hualei; WU, Ziyang; ZHAO, Dan; LIANG, Haiyan; YUAN, Huanxiang; WANG, Changtao. Preparation and characterization of electrospun nanofibers-based facial mask containing hyaluronic acid as a moisturizing component and huangshui polysaccharide as an antioxidant component. *International Journal of Biological Macromolecules*, p. 1-8, 2022.

SONKER, Amit Kumar; RATHORE, Kalpana; NAGARALE, Rajaram Krishna; VERMA, Vivek. Crosslinking of Polyvinyl Alcohol (PVA) and effect of crosslinker shape (aliphatic and aromatic) thereof. *Journal of Polymers and the Environment*, v. 26, p. 1-13, 2018. DOI 10.1007/s10924-017-1077-3.

FATHI-AZARBAYJANI, Anahita; QUN, Lin; CHAN, Yew Weng; CHAN, Sui Yung. Novel Vitamin and Gold-Loaded Nanofiber Facial Mask for Topical Delivery. *AAPS PharmSciTech*, v. 11, n. 3, p. 1-7, set. 2010. DOI: 10.1208/s12249-010-9475-z. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1208/s12249-010-9475-z>.