



## MORFOLOGIA E PROPRIEDADES MECÂNICAS DE NÃO-TECIDOS ELETROFIADOS COMPÓSITOS

Lorana Bazalia dos Santos (PIBIC/FA), Bárbara Sthefani Caldas, Tiago Ryan Barguena Quinalia, Renato Cerconi Leone Moreira e Eduardo Radovanovic (Orientador). E-mail:[eradovanovic@uem.br](mailto: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, polímeros, compósitos.

### RESUMO

Este estudo utiliza a eletrofiação para criar não-tecidos de nanofibras poliméricas compostas, com polímeros como PVA, PVP, PCL e PVDF. Os testes confirmam a formação dos não-tecidos, destacando seu potencial prático.

### INTRODUÇÃO

A eletrofiação é usada para produzir nanofibras poliméricas com diversas aplicações, como cultivo celular e filtração. Envolve alta tensão aplicada a uma solução polimérica bombeada por seringa. A técnica oferece potencial prático nessas aplicações.

### MATERIAIS E MÉTODOS

*Materiais:* álcool polivinílico - PVA (146.000 – 186.000 g/mol, 87-89% hidrolisado, Sigma-Aldrich); polivinilpirrolidona - PVP (40.000 g/mol, DINAMICA – Química Contemporânea Ltda.); policaprolactona - PCL (80.000 g/mol; Sigma-Aldrich); fluoreto de polivinilideno - PVDF (massa molar não determinada); Solventes (DMF, THF, Etanol, Água destilada e Acetona). Equipamento de eletrofiação Hsensor.

*Métodos:* A eletrofiação é um processo que cria nanofibras a partir de uma solução polimérica usando alta tensão aplicada entre uma seringa e um substrato metálico.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas eletrofiações separadas para cada polímero a fim de otimizar as condições individuais, escolhendo-se a melhor condição para cada um com base na análise das imagens obtidas por MEV, conforme apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1:** condições das melhores fibras escolhidas.

Polímero	Solvente	C <sup>1</sup> (%)	T (°C) <sup>2</sup>	Fluxo (mL/h)	Voltagem (kV)	Dist. <sup>3</sup> (cm)	UR <sup>4</sup> (%)
PVA	H <sub>2</sub> O	10	Ambiente	1,0	15	10	23
PCL	DMF+THF <sup>5</sup>	14	Ambiente	1,0	15	15	62
PVP	EtOH	40	Ambiente	1,0	15	12	35
PVDF	DMF+Ac <sup>5</sup>	20	80 a 90	1,0	15	20	40

<sup>1</sup>Conc. do polímero; <sup>2</sup> temp. de dissolução; <sup>3</sup> distância agulha-coletor; <sup>4</sup> umidade relativa; <sup>5</sup> (1:1, m:m)

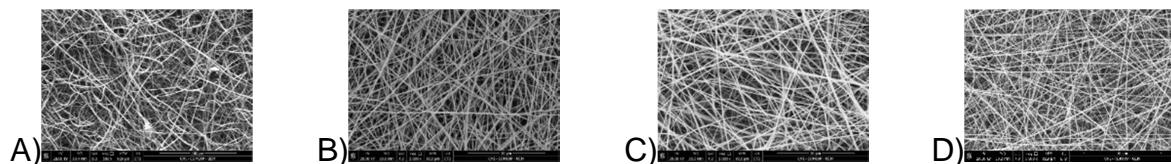


Figura 1: imagens do MEV das amostras de (a) PVDF; (b) PVA; (c) PCL e (d) PVP.

As condições de eletrofiação foram otimizadas individualmente para cada polímero, permitindo a produção de seis combinações de fibras compósitas. Um coletor cilíndrico rotativo a 300 rpm foi usado para garantir uniformidade, enquanto duas bombas e fontes de alta tensão permitiram a eletrofiação simultânea de dois polímeros opostos. A morfologia das fibras compósitas foi analisada por MEV, conforme mostrado na Figura 2.

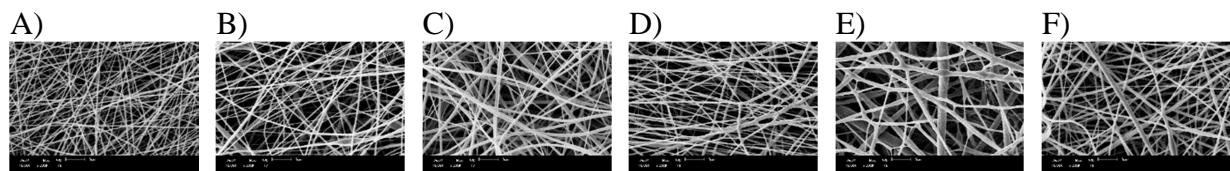
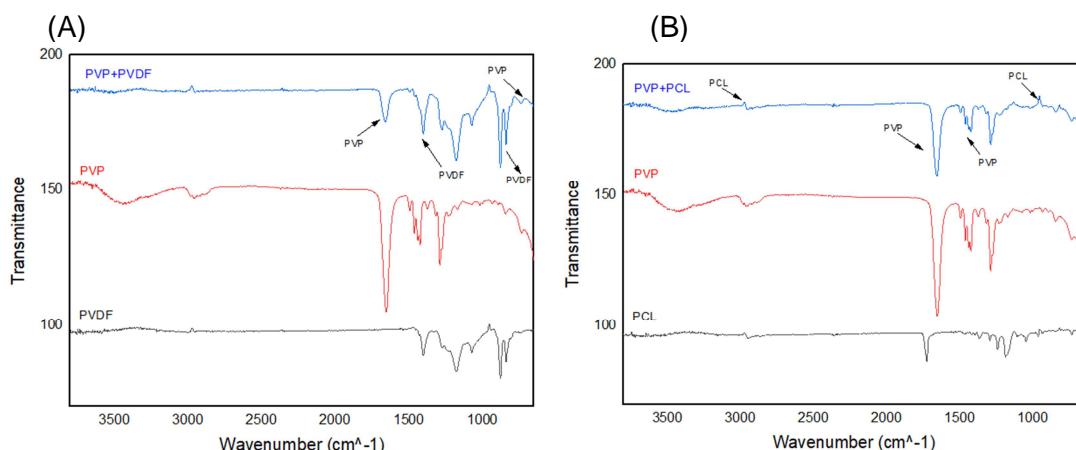
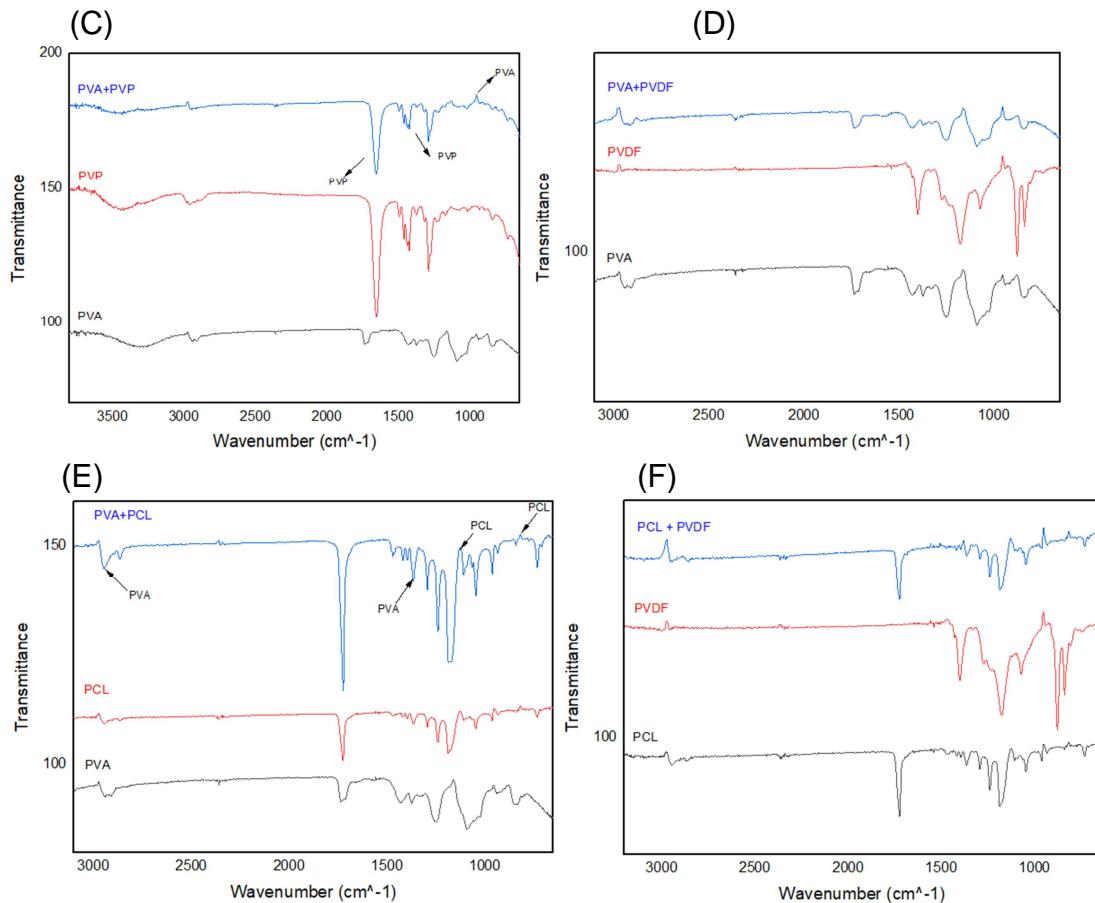


Figura 2: imagens de MEV das amostras compósitas: (a) PVDF+PVA; (b) PCL+PVDF; (c) PVA+PVP; (d) PVA+PCL; (e) PVDF+PVP; (f) PVP+PCL.

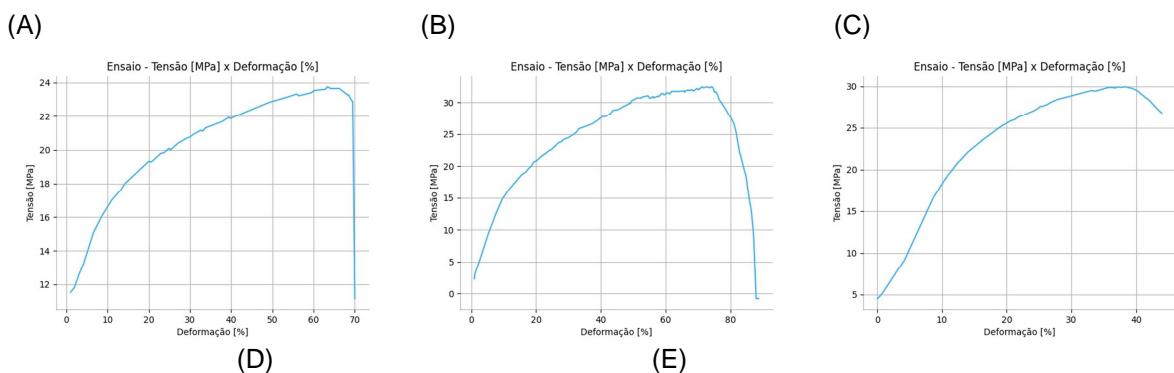
As imagens revelam a obtenção de fibras homogêneas e bem distribuídas, sem *beads* ou imperfeições. A variação nos diâmetros das nanofibras reflete a presença de ambos os polímeros. A técnica FTIR-ATR confirmou a formação do material compósito ao detectar picos de absorção de ambos os polímeros no não-tecido.

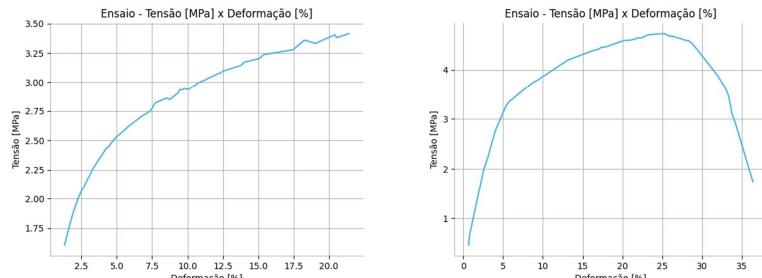




**Figura 3:** FTIR-ATR das amostras: (A)PVP+PVDF; (B) PVP+PCL;(C) PVA+PVP; (D) PVA+PVDF; (E) PVA+PCL; (F) PCL+PVDF.

As análises de FTIR-ATR confirmaram a presença de ambos os polímeros em amostras A, B, C e D, mas nas amostras D e F não foi possível identificar o PVDF em PVA e PCL. Outras análises, como difração de raios-X, serão realizadas para confirmar a presença dos polímeros. Os ensaios mecânicos de tração (Figura 4) mostraram que os compósitos PCL-PVA têm alta resistência e deformação, sendo dúcteis e fortes. Já os compósitos com PVP exibiram menor resistência e ductilidade, com a predominância das propriedades do PVP sobre o outro polímero.





**Figura 4:** Gráficos de análises mecânicas de Tensão [Mpa] versus Deformação [%] das amostras de (A)PCL+PVDF; (B) PVA+PVDF;(C) PVA+PCL; (D) PVP+PVDF; (E) PVP+PCL.

## CONCLUSÕES

Foi produzido com sucesso não-tecidos compósitos de fibras eletrofiadas de PVA, PCL, PVP e PVDF, exibindo uniformidade e alta resistência mecânica. Esses compósitos prometem aplicações práticas em absorção, liberação de componentes, curativos, membranas filtrantes, aproveitando as diversas propriedades das fibras no material.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, professores, amigos e financiadores, incluindo a Universidade Estadual de Maringá (UEM), o PIBIC e a Fundação Araucária, pelo apoio financeiro. Reconheço a orientação de Eduardo Radovanovic e o suporte de Bárbara Sthefani Caldas. Expresso minha gratidão aos familiares, especialmente aos meus pais, e ao meu namorado, por sempre me incentivarem e apoiarem em minha jornada acadêmica e de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- CROISIER, F. et al. Mechanical testing of electrospun PCL fibers. **Acta Biomaterialia**, v. 8, n. 1, p. 218–224, jan. 2012.
- HULUPI, M.; HARYADI, H. Synthesis and Characterization of Electrospinning PVA Nanofiber-Crosslinked by Glutaraldehyde. **Materials Today: Proceedings**, v. 13, p. 199–204, 2019.
- SRIYANTI, I. et al. Electrospun Polyvinylpyrrolidone (PVP) Nanofiber Mats Loaded by Garcinia mangostana L. Extracts. **Materials Science Forum**, v. 880, p. 11–14, 2017.
- ZAAROUR, B. et al. Controlling the Secondary Surface Morphology of Electrospun PVDF Nanofibers by Regulating the Solvent and Relative Humidity. **Nanoscale Research Letters**, v. 13, n. 1, p. 285, 12 set. 2018.