cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

OTIMIZAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE STRECHING DE FILMES COMPÓSITOS DE PPI VISANDO A FABRICAÇÃO DE BATERIAS DE ÍON LÍTIO

Baldissera, R.F[1]; Cabral, E.D[1]; Ligabue, R.A[1]; Pires, M.J.R[1]
1. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Escola Politécnica, PUCRS, Porto Alegre, RS

Introdução

Importância dos Separadores:
- Membranas microporosas essenciais para a segurança e eficiência de baterias de íon-lítio.
- Permitem o transporte de íons entre ânodo e cátodo, prevenindo curtos-circuitos.

Processamento do Polipropileno (PP):
- O **método seco** é o mais utilizado por ser mais viável industrialmente e não gerar efluentes.
- A formação dos poros depende da mudança de fase cristalina de **α** para **β**, sendo usados agentes nucleantes (**pimelato de cálcio**).

Processo de Alongamento:
- A microporosidade é obtida por estiramento mecânico **uniaxial** ou **biaxial** sequencial ou simultâneo.

Desafio Científico:
- O controle exato de **temperatura**, **percentual de alongamento** e **velocidade** é crítico e ainda amplamente debatido. Não há procedimento ou norma na literatura:

Objetivos

Desenvolver e otimizar um **protótipo** simples de **baixo custo**, capaz de produzir **separadores** de polipropileno contendo cargas como óxido de grafeno.

Metodologia

Preparação do filme:
- Prensagem a quente (200°C) do PP com Pimelato de Cálcio (0,05%) e óxido de grafeno (0,05%).
- Cristalização a 130°C para a fase **β**.

Protótipo:
- Projeto de baixo custo (~ R$1700,00).
- Baseado em máquina de testes universais, utiliza um fuso para movimentar os suportes.

Alongamento:
- Uniaxial: 400-800%,100°C e 10 mm/min.
- Biaxial sequencial de 300x300% e 130x600%, 50 e 100°C, 0,5 e 100 mm/min.

Caracterização:
- MEV Inspect 50 FEI.



Figura 1. Desenho do dispositivo

Resultados e Discussão

Protótipo montado:

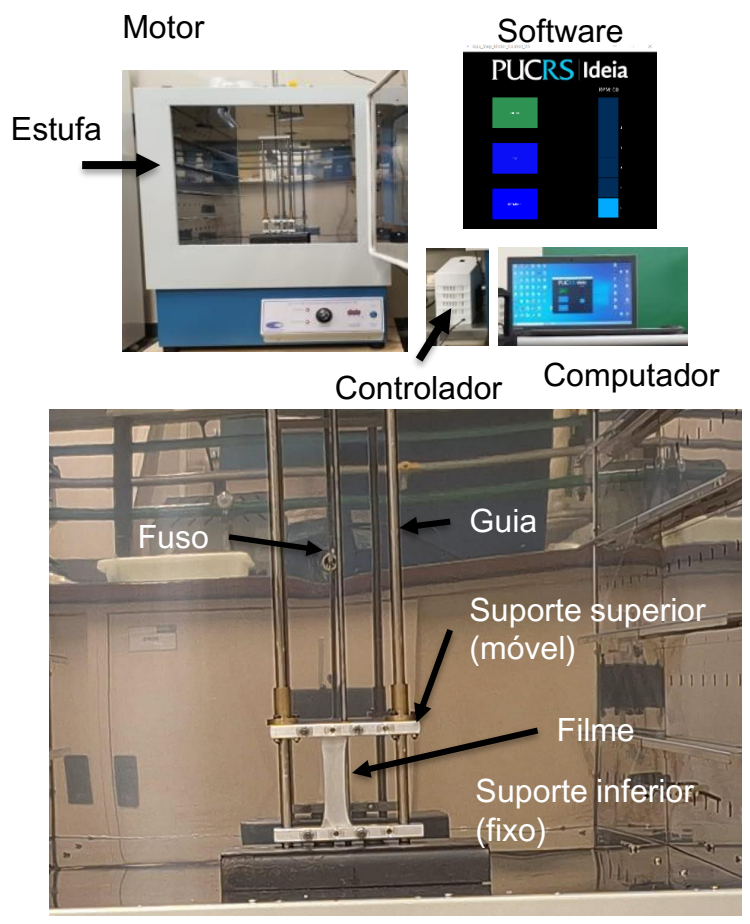


Figura 2. Protótipo montado de alongamento e suas partes

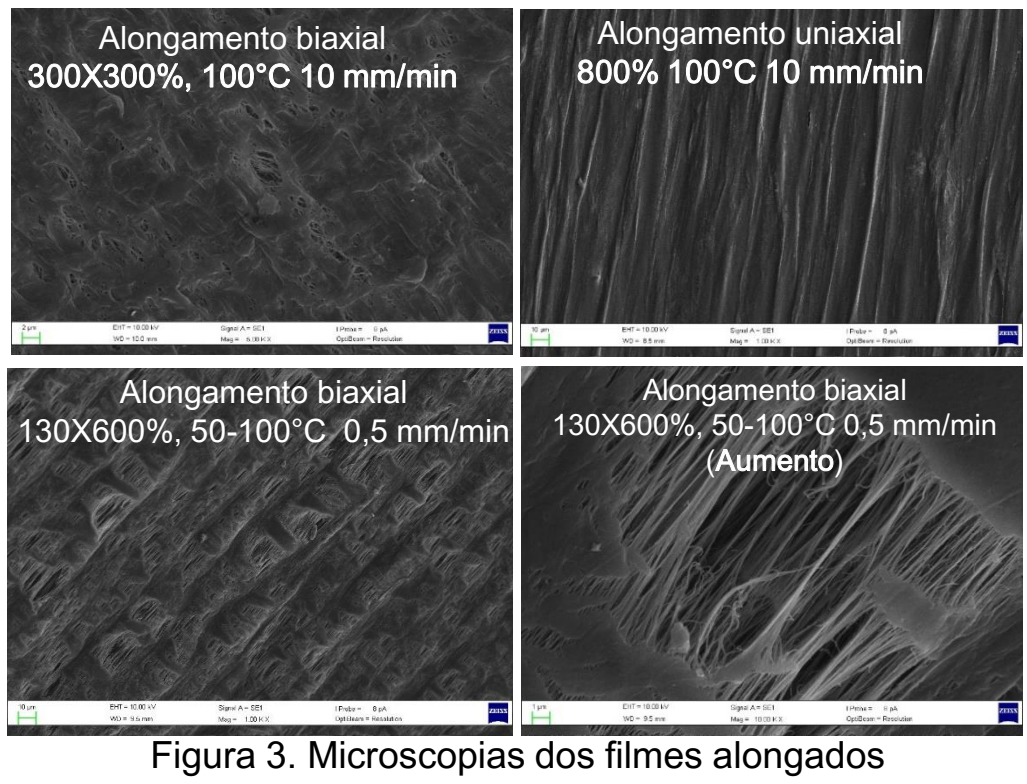


Figura 3. Microscopias dos filmes alongados

Conclusões

Protótipo: Capaz de realizer os alongamentos.

Filmes: Sem grandes defeitos e levemente opacos.

Alongamentos uniaxiais: pouca ou nenhuma formação de poros, só alinhamento dos cristais.

Alongamentos biaxiais: formação de poros, viavel para aplicar como separador.

Testes futuros de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica.

Referências e Agradecimentos

Agradecimentos ao CAPES pelas bolsas concedidas e ao FINEP pelo apoio financeiro.

Baldissera, R., Henriques, M. E., Bombassaro, V., Marraschin, T., Hammerschmitt, M., Ligabue, R., & Pires, M. (2026). **Effect of Beta Nucleating Agent Supported on Zeolite or Graphene Oxide on Polypropylene Membranes for Battery Separator Production**. Industrial & Engineering Chemistry Research, 65(8), 4254–4268. https://doi.org/10.1021/acs.iecr.5c03673

Mun, S. C., & Won, J. H. (2021). **Manufacturing processes of microporous polyolefin separators for lithium-ion batteries and correlations between mechanical and physical properties**. In Crystals (Vol. 11, Number 9). MDPI. https://doi.org/10.3390/cryst11091013

Varga, J. (2002**). β-modification of isotactic polypropylene: Preparation, structure, processing, properties, and application**. Journal of Macromolecular Science - Physics, 41 B(4–6), 1121–1171. https://doi.org/10.1081/MB-120013089