

DESENVOLVIMENTO DE BIOAMATERIAL A PARTIR DE RESÍDUO DA INDÚSTRIA DA SERICICULTURA

Thaila Tiburcio (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Leonardo Davi Armacolo Giocondo, Wardleison Martins Moreira, Danielly Cruz Campos Martins (Coorientador), Marcelino Luiz Gimenes (Orientador).

E-mail: ra128157@uem.br, dccmartins2@uem.br, mlgimenes@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Tecnologia, Maringá, PR.

Área e subárea de conhecimento: Engenharia Química/ Tecnologia Química

Palavras-chave: Biomaterial; Economia circular; Remediação ambiental.

RESUMO

O Brasil é um dos maiores produtores de seda do mundo, gerando resíduos industriais, como os casulos de segunda classe do bicho-da-seda (*Bombyx mori*), geralmente descartados. Visando agregar valor a esses resíduos, o trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um biomaterial filtrante, a partir da sericina e fibroína extraída dos casulos. As proteínas extraídas foram combinadas com soluções poliméricas contendo fluoreto de polivinilideno (PVDF) e N,N-dimetilacetamida (DMA) para a produção das membranas pela técnica de separação de fases induzida por não-solvente (SFIN). As membranas tiveram suas formulações variadas para avaliar como a mudança da composição impactava nas propriedades. Em testes de filtração com água destilada e molhabilidade observou-se grandes variações no comportamento das membranas.

INTRODUÇÃO

A sericicultura, voltada à criação do *Bombyx mori* para a produção de seda, é uma atividade de importância econômica e ambiental. Durante o processamento industrial, casulos de menor qualidade são descartados, embora sejam ricos em proteínas de interesse, como sericina e fibroína (ROCHA et al., 2017).

Estudos recentes indicam o potencial dessas proteínas na formulação de biomateriais aplicáveis em sistemas de filtração e remediação ambiental, especialmente pela sua afinidade com contaminantes e metais pesados (MASUD et al., 2021). Para a produção de membranas poliméricas com essas finalidades, destaca-se o método de separação de fases induzida por não-solvente (SFIN) (GUILLEN et al., 2011).

Diante disso, este trabalho tem como objetivo obter um biomaterial filtrante a partir da sericina e fibroína, avaliando seu desempenho em processos de filtração, de modo a utilizar esses resíduos para a remediação ambiental.

MATERIAIS E MÉTODOS

Casulos de *Bombyx mori* foram obtidos, limpos com água deionizada e secos em estufa. A sericina foi extraída por meio de degomagem térmica (MARCELINO, 2008) sendo posteriormente concentrada pela técnica de congelamento e descongelamento (TURBIANI, 2011). Já a fibroína foi extraída a partir das fibras remanescentes. As fibras foram degomadas em solução de carbonato de sódio para remover a sericina residual e, em seguida, a fibroína foi solubilizada em um solvente ternário de cloreto de cálcio, metanol e água. A solução de fibroína obtida foi purificada por diálise para remover impurezas e sais (HUANG et al., 2023). A produção das membranas foi realizada com base na técnica de separação de fases induzida por não-solvente (SFIN), utilizando soluções de fluoreto de polivinilideno (PVDF), N,N-dimetilacetamida (DMA), sericina e fibroína (GUILLEN, 2011).

As etapas de caracterização e filtração do biomaterial foram feitas em laboratório, com análise de compactação e permeabilidade hidráulica, utilizando módulo de escoamento frontal e parâmetro de pressão (de 1 a 4,5 bar), gerando dados de fluxo de água pela membrana. Para avaliar a molhabilidade do material foi realizada a medida do ângulo da superfície de contato. Primeiramente foi pipetado uma gota de água destilada na membrana em uma superfície plana e tirada uma foto do ângulo horizontal imediatamente após a gota encontrar a superfície. O processo foi repetido para todas as membranas e, a partir das fotos, o ângulo de contato foi obtido por meio de um software.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados a composição (em porcentagem mássica) das membranas produzidas, se houve fluxo e ângulo de contato médio com água.

Tabela 1. Composição, presença de fluxo e ângulo de contato médio.

Membrana	Sericina	Fibroína	DMA	PVDF	Houve fluxo	Ângulo de contato médio	Desvio
1	1%	0%	80%	19%	SIM	133,503	15,22
2	1%	2%	80%	17%	NÃO	119,026	-
3	2%	0%	80%	18%	SIM	122,5465	26,57
4	2%	1%	80%	17%	NÃO	141,332	-
5	0%	2%	80%	18%	NÃO	141,34	11,62
6	2%	2%	80%	17%	SIM	132,4335	1,70
7	0%	0%	80%	20%	NÃO	131,231	-
8	0%	1%	80%	19%	NÃO	134,0795	0,63

A caracterização das membranas por meio dos testes de permeabilidade hidráulica revelou uma ampla variação no desempenho, sem uma relação conclusiva apenas com sua composição, uma vez que processo de separação por membranas depende de outros parâmetros de operação, como a pressão, a afinidade do fluido com a membrana e a característica (porosidade) da membrana. Várias formulações não

apresentaram nenhum fluxo. A falta de fluxo em algumas membranas, sugere que a membrana possui uma estrutura porosa mais fechada ou que a força motriz (diferença de pressão) aplicada foi insuficiente para promover a permeação, característico de membrana de ultrananofiltração e osmose. Além disso, no processo de produção da folha de membrana, há uma dificuldade técnica em garantir uma homogeneidade no espalhamento, o que pode acarretar em inconsistências na espessura e homogeneidade das membranas, influenciando no desempenho final. Para as membranas que obtiveram fluxo foi observado que ao aumentar a pressão há um aumento no fluxo, justamente devido ao aumento da força motriz, como pode ser visto no gráfico de fluxo do permeado em relação ao tempo (Figura 1).

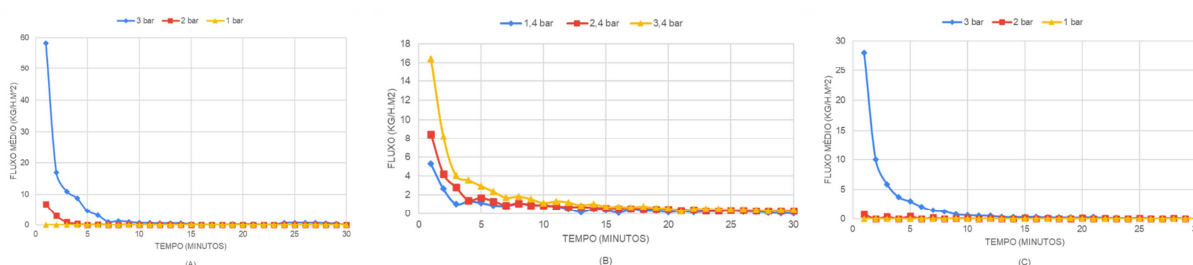


Figura 1. Gráfico de fluxo de permeado versus tempo (A) Membrana 1; (B) Membrana (3); (C) Membrana 6.

O ângulo de contato oferece informações a respeito da afinidade da membrana com fluidos mais polares ou apolares. Quanto maior o ângulo de contato baseado no ângulo externo reportado na Tabela 1, mais hidrofílica é a superfície da membrana. Sendo assim, um maior ângulo de contato pode favorecer a molhabilidade da membrana e melhorar o fluxo.

A Tabela 1 mostra que as membranas que tiveram fluxo apresentaram ângulos de contato relativamente altos (entre 122° e 133°), o que sugere que a hidrofília é um fator que contribuiu para a permeabilidade do material. Por outro lado, a falta de fluxo em outras membranas, mesmo com ângulos de contato similares, indica que outros fatores, como a estrutura porosa ou a falta de homogeneidade na produção, foram mais determinantes para o desempenho.

CONCLUSÕES

A pesquisa teve como objetivo criar um biomaterial filtrante a partir de resíduos da sericicultura, como a sericina e a fibroína. As membranas foram produzidas e testadas, e os resultados mostraram que o material tem potencial para a aplicação em filtração. No entanto, a variabilidade no desempenho e a falta de fluxo em algumas membranas sugerem que a principal limitação está no processo de fabricação, que precisa ser aprimorado para garantir a homogeneidade do material.

Apesar disso, o estudo demonstrou a viabilidade de usar resíduos de casulos de seda para a produção de biomateriais.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo apoio financeiro concedido por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC). Estendo meus agradecimentos ao professor Marcelino Luiz Gimenes pela orientação, à professora Danielly Cruz Campos Martins pela coorientação e ao professor Wardleison Martins Moreira pelo suporte durante o desenvolvimento do projeto. Também agradeço aos laboratórios de pesquisa LDPS e LGCPA pelo suporte durante a pesquisa.

REFERÊNCIAS

GUILLEN, G. R. et al. Preparation and characterization of membranes formed by nonsolvent induced phase separation: a review. **Industrial and Engineering Chemistry Research**, v. 50, n. 7, p. 3798-3817, 2011.

HUANG, Z. et al. Electrospun fluorinated carbon nanotubes/silk fibroin composite nanofibers for the analysis of perfluoroalkyl and polyfluoroalkyl substances. **J. Haz. Mat.**, v.448, 130955, 2023.

MARCELINO, A. G. **Desenvolvimento tecnológico da extração da sericina e preparação de nanopartículas para aplicação em cosméticos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, São Paulo, 2008.

MASUD, A. A. et al. Green synthesis of silk sericin-embedded silver nanoparticles and their antibacterial application against multidrug-resistant pathogens. **J. Genet. Eng. Biotechnol.**, v. 19, article 74, 2021.

ROCHA, L. K. H. et al. Sericin from Bombyx mori cocoons. Part I: Extraction and physicochemical/biological characterization for biopharmaceutical applications. **Process. Biochem.** V. 61, p. 163-177, 2017.

TURBIANI, F. R. B. **Desenvolvimento e caracterização de filmes biodegradáveis de sericina e PVA reticulados com dimetiloluréia**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Maringá, 2011, 124p.