

CARACTERIZAÇÃO DE CELULOSE BACTERIANA MODIFICADA COM POLIANILINA

Leandra Marcon, Pâmela Elise Muzlinger, Carla Dalmolin.

INTRODUÇÃO

A administração de fármacos é uma etapa essencial no controle de diversas condições clínicas. Para que essa etapa seja eficaz, o princípio ativo deve estar incorporado a uma formulação farmacêutica compatível com suas propriedades químicas, físicas e farmacológicas, e adequada ao local de aplicação, estando associada a um mecanismo de liberação cuidadosamente planejado, que considere tanto as características da substância quanto as da formulação proposta, com a finalidade de assegurar a eficácia terapêutica. Entre as abordagens atuais, destacam-se os sistemas de liberação modificada, especialmente aqueles baseados em hidrogéis, que podem ser polímeros naturais ou sintéticos, altamente hidratados e biocompatíveis, que oferecem versatilidade para aplicações tópicas e transdérmicas, sobretudo quando combinados a tecnologias responsivas a estímulos, como a iontopforese, que utiliza da corrente elétrica leve para favorecer a penetração de fármacos carregados.

Nesse cenário, a associação entre celulose bacteriana (CB), um biopolímero altamente hidrofílico, flexível, atóxico e de alta resistência mecânica, e a polianilina (PANI), polímero condutor dotado de biocompatibilidade e ação antimicrobiana, origina um hidrogel condutor promissor para otimizar a liberação cutânea de fármacos. O objetivo do projeto foi analisar o impacto da polianilina aplicada em celulose bacteriana, enfatizando a comparação dos valores de absorção-reidratação de amostras *in natura* e com PANI, em dois diferentes métodos de secagem: estufa e liofilizador.

DESENVOLVIMENTO

As membranas de nanocelulose bacteriana utilizadas para a formação dos hidrogéis foram fornecidas pela empresa Nanobiocell, na forma de filmes finos úmidos e purificados, separados em embalagens unitárias que ficaram mantidas sob refrigeração até seu uso. A síntese da PANI foi realizada conforme a metodologia de Gwiazdecki et al., onde as membranas foram imersas em uma solução de clorofórmio com anilina (0,32 M) por 24 horas e após isso foram submetidas à filtração a vácuo junto da mesma solução, permitindo assim a total permeação da solução na amostra, além da coleta do líquido filtrado. Posteriormente, as membranas foram filtradas novamente, utilizando uma solução de ácido clorídrico (1,0M) com persulfato de amônio (0,4M), este também sendo coletado. Finalmente, as membranas foram imersas na diluição dos dois líquidos filtrados anteriormente durante 30 minutos, realizando-se uma nova filtração a vácuo para completar o processo de polimerização da anilina na celulose bacteriana.

Para a determinação da Capacidade de Retenção de Água (CRA) e do Percentual de Reidratação (PR), foram aplicadas metodologias adaptadas de Inoue et al. e Ammar et al. As análises foram realizadas em triplicata, fazendo uso de liofilizador e estufa, contemplando tanto as membranas de celulose bacteriana (CB) *in natura* quanto aquelas modificadas com polianilina (CB/PANI). Para a avaliação da capacidade de retenção de água, o excesso da água superficial foi removido das membranas com papel absorvente, realizando sua pesagem logo em seguida para a obtenção da massa úmida ($m_{úmida}$). Posteriormente, foram submetidas à secagem em estufa ou liofilizador até atingirem um peso constante, sendo essa a massa seca (m_{seca}). A CRA foi calculada em porcentagem, utilizando a Equação 1.

Já para o Percentual de Reidratação (PR), as amostras anteriormente secas (m_{seca}) foram imersas em água desionizada até atingirem uma massa constante, obtendo assim a massa reidratada ($m_{reidratada}$). Antes de cada pesagem, o excesso de água superficial foi novamente removido. O PR foi calculado utilizando a Equação 2.

$$CRA = \left(\frac{m_{úmida} - m_{seca}}{m_{seca}} \right) \cdot 100$$

Equação 1: Equação para determinação da Capacidade de Retenção de Água.

$$PR = \frac{m_{reidratada} - m_{seca}}{m_{úmida} - m_{seca}} \cdot 100$$

Equação 2: Equação para determinação do Percentual de Retenção.

RESULTADOS

Os valores numéricos obtidos após as pesagens, bem como os valores correspondentes de CRA e PR em cada um dos métodos de secagem, podem ser vistos na Tabela 1. A partir dos resultados, pode ser observado que os métodos de secagem refletiram no Percentual de Reidratação de ambas as amostras de celulose bacteriana: no método de secagem por estufa, houve um impacto negativo, já que a capacidade de reidratação foi reduzida, enquanto que pelo método de secagem por liofilizador houve um impacto considerado positivo.

Outro ponto observado foi que as amostras de celulose bacteriana sem Polianilina apresentaram um percentual de reidratação superior quando comparadas às amostras que foram polimerizadas, o que pode significar que a presença da Polianilina dificulta a hidratação da rede tridimensional do hidrogel.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o primeiro passo da caracterização da celulose bacteriana concluída, alguns passos importantes serão realizados, como a repetição do experimento utilizando solução fisiológica e meios semelhantes aos da síntese de PANI.

Palavras-chave: celulose bacteriana, Polianilina, caracterização, reidratação.

Tabela 1: Dados obtidos de CB e BC/PANI com base nas equações 1 e 2.

Método de secagem	Amostra	Réplica	$m_{úmida}$	m_{seca}	$m_{reidratada}$	CRA (%)	PR (%)
Liofilizador	Hidrogel CB	1	0,43	0,02	0,41	95,98	94,9072
Liofilizador	Hidrogel CB	2	0,32	0,01	0,41	95,36	128,339
Liofilizador	Hidrogel CB	3	0,37	0,01	0,39	96,02	105,723
Liofilizador	Hidrogel CB/PANI	1	0,19	0,02	0,10	88,81	46,5359
Liofilizador	Hidrogel CB/PANI	2	0,15	0,03	0,26	90,57	70,3646
Liofilizador	Hidrogel CB/PANI	3	0,15	0,02	0,07	89,73	41,5837
Estufa	Hidrogel CB	1	0,69	0,04	0,34	94,22	46,6117
Estufa	Hidrogel CB	2	0,82	0,05	0,51	93,50	60,4254
Estufa	Hidrogel CB	3	0,50	0,02	0,20	96,65	38,3303
Estufa	Hidrogel CB/PANI	1	0,25	0,03	0,10	86,76	29,629
Estufa	Hidrogel CB/PANI	2	0,25	0,03	0,09	89,83	29,3222
Estufa	Hidrogel CB/PANI	3	0,28	0,03	0,09	91,06	24,7182

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Gwiazdecki K., et al., Uma Síntese Fácil de Polianilina Através de Membranas de Nanocelulose Bacteriana Obtidas da Fermentação do Chá de Kombuchá . *Macromol. Symp.* 2024 , v. 413 , n.6. Disponível em: < <https://doi.org/10.1002/masy.202400069>>. Acesso em: 07 de agosto de 2025.

INOUE, Barbara Sanay. Desenvolvimento de membrana de celulose bacteriana biorreabsorvível e biofuncional com potencial aplicação em doenças periodontais. 2019. 108 p. Dissertação de Mestrado — Universidade do Estado de Santa Catarina, Joinville, 2019.

AMMAR, H. O. et al. Polymeric Matrix System for Prolonged Delivery of Tramadol Hydrochloride, Part I: Physicochemical Evaluation. AAPS PharmSciTech, v. 10, n. 1, p. 7-20, 9 jan. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1208/s12249-008-9167-0>. Acesso em: 15 de agosto de 2025.

DADOS CADASTRAIS

BOLSISTA: Leandra Marcon

MODALIDADE DE BOLSA: PROBIC/UDESC (IC)

VIGÊNCIA: 09/2024 a 07/2025 – Total: 11 meses

ORIENTADOR(A): Carla Dalmolin

CENTRO DE ENSINO: CCT

DEPARTAMENTO: Departamento de Química

ÁREAS DE CONHECIMENTO: Química

TÍTULO DO PROJETO DE PESQUISA: Desenvolvimento de eletrodos de polianilina suportada em hidrogéis de celulose bacteriana para aplicações biomédicas

Nº PROTOCOLO DO PROJETO DE PESQUISA: PVCT207-2024