

INVESTIGAÇÃO DE METODOLOGIAS PARA INCORPORAÇÃO DE POLIANILINA EM MEMBRANAS DE CELULOSE BACTERIANA ATRAVÉS DE MÉTODOS *EX SITU*

Ermelinda Silvana Junckes², Carla Dalmolin³, Márcia Margarete Meier⁴

¹ Vinculado ao projeto “Acumuladores de carbono poroso de alto desempenho para suporte energético de hubs complexos alimentados por sistema de dessalinização de águas”

² Acadêmica do Curso de Licenciatura em Química CCT - bolsista PIBIC/CNPq.

³ Orientadora, Departamento de Química CCT – carla.dalmolin@udesc.br.

⁴ Coorientadora, Departamento de Química CCT – marcia.margarete@udesc.br

A descoberta de polímeros condutores levou à uma nova era na ciência de polímeros. A polianilina (PANI), junto com outros polímeros conjugados, faz parte desse grupo de materiais com propriedades condutora por possuir insaturações que levam a deslocalização de elétrons π em toda a cadeia polimérica. Além disso, a PANI possui dopagem de caráter reversível, propriedades elétricas modificáveis e sensibilidade ao pH do meio, inclusive mudança de coloração de acordo com sua forma¹. A PANI pode ser sintetizada como pó, por síntese química, ou como filme através oxidação eletroquímica sobre eletrodos inertes, o que pode levar a limitações de aplicação, sendo necessário a incorporação com outros materiais² como a celulose bacteriana (CB).

A CB é uma forma pura de celulose, produzida por bactérias do gênero *Acetobacter* na forma de membranas. A síntese de celulose por microorganismo resulta em um material com fibras de menores diâmetros. Desse modo, além de não necessitar de processos de remoção de lignina e hemicelulose, ainda se obtém melhores resultados de resistência mecânica e alta porosidade, um arranjo estrutural mais organizado que reflete na resistência mecânica do material e alta porosidade³. O tamanho em escala nanométrica também facilita a difusão e adsorção de monômeros.

Uma forma de incorporar polianilina em celulose bacteriana (CB) é através da polimerização oxidativa interfacial, onde a CB atua como substrato para os monômeros de anilina através de interações entre os grupos OH da CB com o monômero de anilina. Na interface entre as fases orgânica (anilina) e aquosa (oxidante, em ácido forte) forma-se o íon anilinium que forma radical na presença do oxidante, desencadeando a reação. Por difusão, as cadeias poliméricas de PANi são deslocadas na fase aquosa, levando à formação de fibras do polímero e, consequentemente, maior cristalinidade⁴.

No presente trabalho investigamos acerca da polimerização oxidativa de monômeros de anilina incorporados em membranas de celulose bacteriana (CB), a fim de produzir compósitos CB/PANi. A membrana *in-natura* foi fornecida pela UNIVILLE. Reproduzimos o experimento de Lee et al. (2012), utilizando as condições que demonstraram melhores resultados, com a introdução de filtração com a membrana à metodologia dos autores. Para tal utilizou-se solução

¹ SEM, T.; MISHRA, S.; SHIMPI, N. G. Synthesis and sensing application of polyaniline nanocomposites: a review. RSC Advances, v. 6, p. 42196-42222, 2016.

² MATTOSO, L. H. C. Polianilina: síntese, estrutura e propriedade. Química Nova, n. 4, v. 19, p. 388-399, 1996.

³ ALONSO, E.; FARIA, M.; MOHAMMADKAZEM, F.; RESNIKC, M.; FERREIRAD, A.; CORDEIRO, M. Conductive bacterial cellulose-polyaniline blends: Influence of the matrix and synthesis condition. Carbohydrate Polymers, v. 183, p. 254 – 262, 2018.

⁴ LEE, H.; CHUNG, T.; KWON, H.; KIM, H.; TZE, W. T. Y. Fabrication of bacterial cellulose-polyaniline composites by interfacial polymerization. Cellulose, n.4, v. 19, p. 1251-1258, 2012.

de anilina (Ani) 0,32 M em clorofórmio para a fase orgânica e solução de persulfato de amônio 0,4 M em HCl 1,0 M para a fase aquosa. Uma membrana de 2,0 cm x 2,0 cm foi imersa por 24 horas em Ani, em seguida, filtrou-se a solução de monômero utilizando a membrana como papel filtro. Dessa forma, forçou-se a passagem de anilina pelo interior da membrana. Repetiu-se essa filtração mais quatro vezes com solução de anilina e três vezes com solução oxidante PSA. Ao início da polimerização, passível de visualização pela coloração da PANi, a membrana foi posicionada sobre a fase orgânica, em béquer de 25 mL e cuidadosamente adicionou-se a fase orgânica. Após 24 horas, filtrou-se sob vácuo, lavando a membrana com água destilada até que a água de lavagem apresentar pH neutro. Após testes anteriores, observou-se que a formação de polianilina ocorria apenas na parte externa da membrana, por tanto utilizou-se uma membrana com menor espessura, de 0,12 mm em comparação com outros testes (0,68 mm). Realizou-se medidas de Espectroscopia de Impedância Eletroquímica (EIE) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) com deposição de ouro.

Nas imagens de MEV, Figura 1, nota-se duas áreas, correspondentes à (a) parte externa da membrana onde observa-se maior presença de grânulos (PANi) e à (b) parte interna da membrana. No trabalho apresentado no 30° SIC, obteve-se resultado semelhante, porém a parte interna da membrana não apresentou presença de PANi. Já o comportamento observado agora pode ser resultado da passagem de monômeros e oxidante pela membrana através da filtração realizada, aliada à uma menor espessura de membrana. As Figuras 1 e 2 mostram imagens de MEV com ampliação de 10.000 e 30.000 vezes de ambas as regiões.

A análise por EIE também demonstrou comportamento correspondente à polianilina, indicando que pouca interferência da celulose na passagem de corrente, e uma condutividade elétrica em torno de $0,24 \text{ S.cm}^{-1}$.

A passagem forçada das espécies, tanto de monômero quanto de oxidante, mostrou-se promissora na obtenção de compósitos CB/Pani condutores. No entanto, é necessário uma padronização da metodologia e maiores investigações, repedindo-se com membranas de maiores espessuras, e diferentes concentrações, além de realização de mais investigações como espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier, análises termogravimétrica e de condutividade.

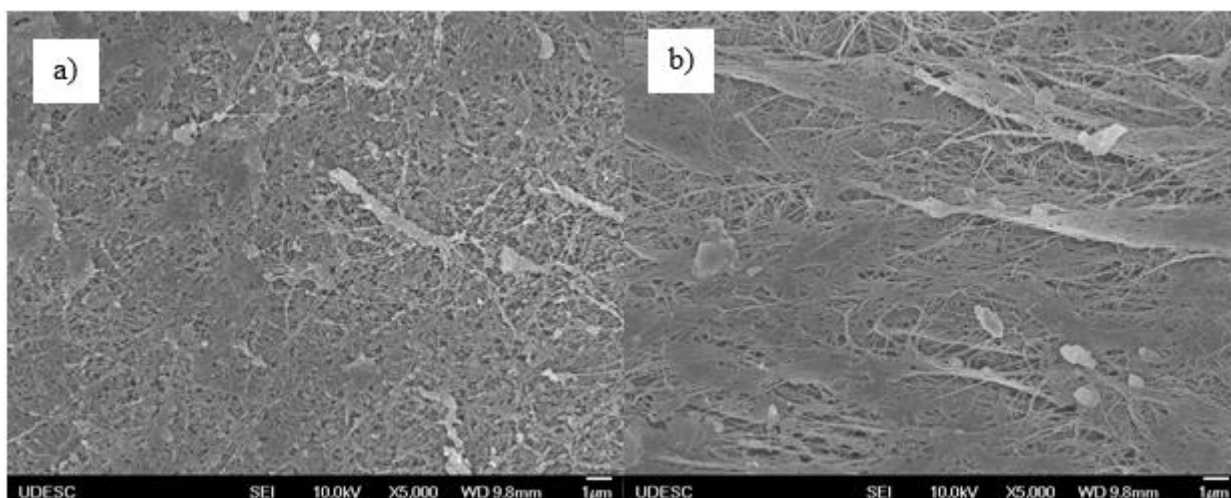


Figura 1. Microscopia eletrônica de varredura das regiões a) externa e b) interna da membrana CB/Pani, aumento de 10.000 vezes. Fonte: a autora (2021).

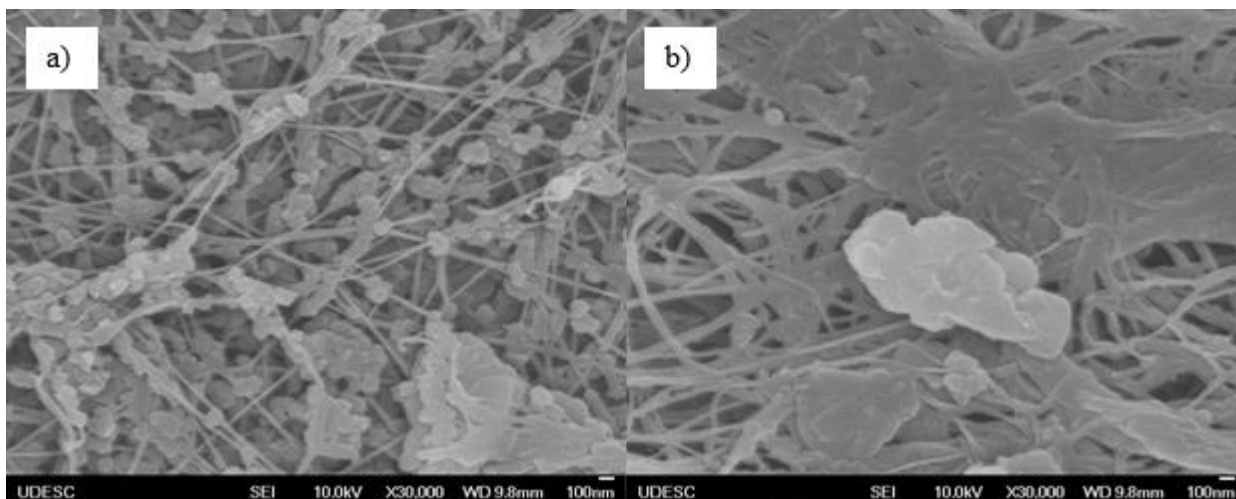


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura das regiões a) externa e b) interna da membrana CB/PAni, aumento de 50.000 vezes. Fonte: a autora (2021).

AGRADECIMENTOS: As autoras agradecem à Profa. Andrea Schneider e à graduanda Victória Fonseca Silveira (UNIVILLE) pelo fornecimento das membranas de celulose bacteriana.

Palavras-chave: Membranas de celulose bacteriana. Polianilina. Biopolímeros.