



OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE MEMBRANAS DE PLLA POR ELETROFIAÇÃO VISANDO A REGENERAÇÃO TECIDUAL

Palavras-Chave: Poli (L-ácido láctico), Membranas eletrofiadas, Engenharia Tecidual

Autores:

ISABELA SILVA CARDINALI PEREIRA, FEQ - UNICAMP

Prof. Dr. RUBENS MACIEL FILHO (orientador), FEQ - UNICAMP

SAMUEL DIÓGENES AZEVEDO DE SOUZA, FEQ - UNICAMP

ANDRÉ LUIZ JARDINI, FEQ - UNICAMP

MARIA INGRID ROCHA BARBOSA SCHIAVON, FEQ - UNICAMP

SARA CRIVELLIN, FEQ - UNICAMP

INTRODUÇÃO:

Das diversas técnicas existentes para a produção de fibras de escala micro à nano, a eletrofiação, atualmente, atrai pesquisadores por ser uma ferramenta considerada fácil e versátil de utilização. Este método consiste em uma ferramenta de fabricação de fibras em uma rede tridimensional, expostas a uma diferença de potencial, a partir de um biomaterial de interesse (BENATTI *et. al.*, 2016).

Dentre os biomateriais utilizados, o poli (L-ácido láctico) (PLLA) compreende um poliéster alifático, originado de α -hidroxi ácidos (PATTARO, 2016), e ganha destaque, na área de engenharia de tecidos, por suas características relacionadas à capacidade de reabsorção e facilidade de produção (XAVIER *et. al.*, 2016). Uma vez produzido, este polímero apresenta um amplo campo de aplicação, como na área médica, em que pode ser utilizado desde implantes temporários (SILVA, 2019), até no ramo da regeneração tecidual (pele) após ser convertido em fibras por meio da técnica da eletrofiação. Dessa maneira, meios celulares próximos de tecidos naturais podem ser formados a fim de reparar lesões de pele, tal como queimaduras.

METODOLOGIA:

Este trabalho tem como objetivo estudar a formação, a caracterização e a aplicação do PLLA antes e após ser processado, avaliando os principais parâmetros no processo de tratamento. Sendo assim, a metodologia desenvolvida neste trabalho se baseia na preparação da solução de PLLA, no processamento do polímero por meio da técnica de eletrofiação e na caracterização do material final obtido. Tem-se, a seguir, as principais etapas do trabalho de maneira mais detalhada.

Preparação da solução de PLLA

O PLLA utilizado para a realização dos testes foi o material comercial 6202D, da marca NatureWorks. O polímero foi solubilizado em clorofórmio, em uma solução total de 10 mL, com concentração de 20% m/v de polímero. Após completa solubilização, é possível processar a solução por meio da técnica da eletrofiação, descrita a seguir.

Processamento

Uma vez preparada, a solução é vertida em uma seringa do tipo BD10 com agulha de 5 mm, que é, então, encaixada no eletrofiador, para iniciar o processo. A voltagem utilizada para gerar a diferença de potencial foi de 20 +/-0,2 kV e a distância entre o coletor e a agulha permanece constante durante toda a execução, sendo de 15 cm. A vazão em que o embolo é pressionado, para liberar o PLLA de dentro da seringa, foi de 5,0 mL/h. A montagem experimental realizada é apresentada na Figura 1, disponível no Laboratório BIOFABRIS, da Faculdade de Engenharia Química (FEQ), UNICAMP.



Figura 1 - Montagem do procedimento experimental realizado – fonte: da autora

Ao final do processo de eletrofiação, os filamentos são coletados em uma placa revestida por papel alumínio. Em seguida, parte-se para a etapa de caracterização do produto (membrana eletrofiada) obtido.

Caracterização

A última etapa da metodologia adotada se baseia na caracterização da membrana de PLLA eletrofiada. Para isso, é feita, inicialmente, uma análise visual da fibra formada, a fim de avaliar suas características a olho nu, como o seu nível de compactação, a capacidade de aderir a superfícies e a sua facilidade em ser desmanchado.

Em seguida, realizou-se a Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), a fim de analisar a microestrutura do material, como a disposição, a orientação e a qualidade das fibras formadas. Tal análise foi feita com o recobrimento metálico em ouro das amostras, tensão de aceleração de 2 kV e corrente do feixe de 600 pA. O equipamento utilizado para realização da

análise foi o Microscópio Eletrônico de Varredura de Alta Resolução (FEG-SEM), marca Thermofischer, modelo Quattro S, disponível no Laboratório de Recursos Analíticos e Calibração (LRAC), FEQ/UNICAMP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Após a realização dos testes de eletrofição, foi possível analisar a fibra formada na superfície do papel alumínio, na qual foi depositada, tanto de forma visual, quanto a partir da MEV.

No que tange às análises visuais, percebeu-se que a membrana formada, a olho nu, aparentavam estar bem aderidas à superfície do papel alumínio. Além disso, a membrana estava se desprendendo do substrato (papel alumínio) com relativa facilidade, resultado que era o esperado mediante à massa molar do polímero (Mn 44 300, Mw 88700) (NatureWorks, 2013). Esse desprendimento se deve pela baixa concentração que foi utilizada, vide a alta massa molar.

A análise da microestrutura da membrana por MEV mostra a formação de uma estrutura formada por nanofios e microfios, resultado que atende a características esperada para a membrana formada. Os resultados obtidos estão presentes na Figura 2, a seguir.

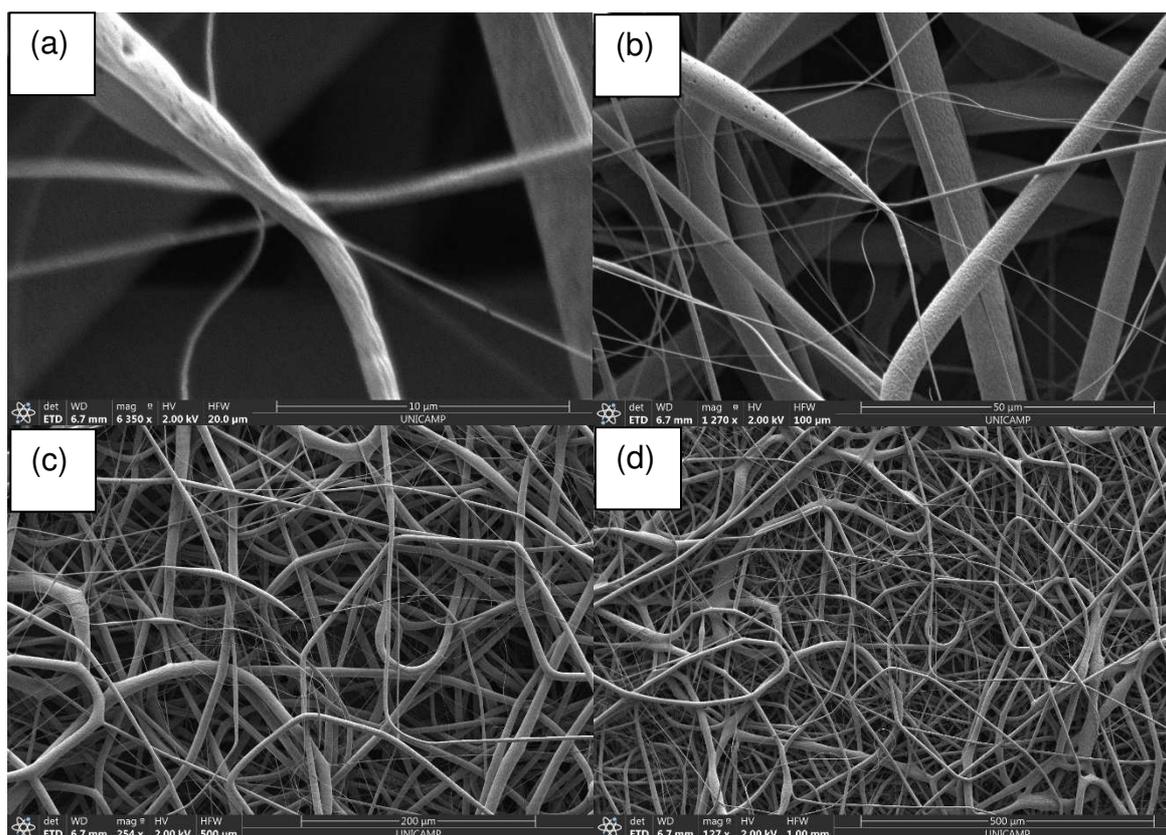


Figura 2- MEVs realizados. (a) 10 μm, (b) 50 μm, (c) 200 μm e (d) 500 μm – fonte: da autora

Por meio de tal técnica analítica, percebe-se que os filamentos obtidos apresentam, majoritariamente, a escala micrométrica, contudo, pode-se observar que na Figura 2, item (d), tem-se filamentos de escala nanométrica. Ademais, pelas condições operacionais realizadas,

apresentadas na seção Metodologia, é perceptível que os filamentos não são uniformes, o que era esperado, o que pode ser justificado pela dispersão randômica presente no coletor.

CONCLUSÕES:

É possível concluir que os resultados obtidos estão de acordo com o esperado, no que se refere às escalas dos filamentos produzidos por meio da técnica de eletrofição do PLLA, ou seja, escala micro e nano. Ademais, a técnica de eletrofição se adequa aos interesses do trabalho, uma vez que se baseia em uma técnica sem alto custo, relativamente fácil e versátil.

Ressalta-se que os resultados obtidos foram satisfatórios, no entanto, próximos passos devem ser levados em consideração para constantes melhoras na execução e nas características de interesse do produto final, sendo estes, estudo para padronização do diâmetro dos filamentos e uniformização da dispersão do mesmo.

BIBLIOGRAFIA

BENATTI, A. C. B.; XAVIER, M. V.; MACEDO, M. F.; RODRIGUES, A. A.; JARDINI, A. L.; FILHO, R. M.; KHARMANDAYAN, P. **Comparative Analysis of Biocompatibility between Poly (Llactic Acid) (PLLA) and PLDL Purac® nanofibers for use in tissue engineering.** Chemical Engineering Transactions, [s.l.], v. 49, p. 199–204, 2016.

NATUREWORKS. Ingeo™ Biopolymer 6202D Technical Data Sheet Fiber, 2013. Disponível em:<https://www.natureworkslc.com/~media/Technical_Resources/Technical_Data_Sheets/TechnicalDataSheet_6202D_fiber-melt-spinning_pdf.pdf> Acesso em : 31/07/2023

PATTARO, A. F. **Síntese, Caracterização e Processamento de Polímeros Biorreabsorvíveis para uso na Engenharia de Tecidos (Tissue Engineering).** 2016. Universidade Estadual de Campinas, [s. l.], 2016.

SILVA, K. N. Da; FILHO, R. M.; CONCHA, V. O. C.; MUNHOS, A. L. J.; SOUZA, R. A. De; SCHIAVON, M. I. R. B. **Síntese de poli (l-ácido láctico) (PLLA) visando sua utilização como implantes biomédicos.** Revista de Trabalhos de Iniciação Científica da Unicamp, [s. l.], v. 26, 2018. Disponível em: <<https://econtents.bc.unicamp.br/eventos/index.php/pibic/article/view/745>> Acesso em: 10/03/2023.

XAVIER, M. V.; MACEDO, M. F.; BENATTI, A. C. B.; JARDINI, A. L.; RODRIGUES, A. A.; LOPES, M. S.; LAMBERT, C. S.; FILHO, R. M.; KHARMANDAYAN, P. **PLLA Synthesis and Nanofibers Production: Viability by Human Mesenchymal Stem Cell from Adipose Tissue.** Procedia CIRP, [s. l.], v. 49, p. 213–221, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.procir.2015.11.019>> Acesso em: 07/03/2023.