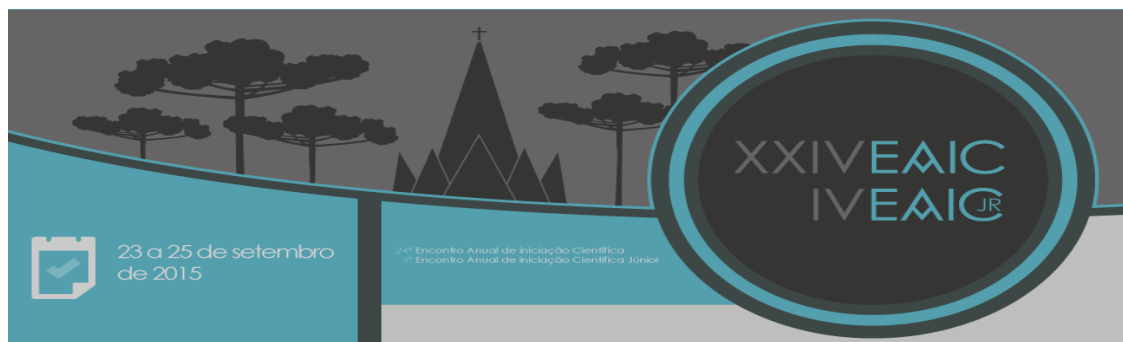




MALHAS DE NANOFIBRAS DO COPOLÍMERO PECTINA-co-POLI(CAPROLACTONA) PARA A PRODUÇÃO DE SCAFFOLDS DESTINADOS A ENGENHARIA DE TECIDOS.

Camylla Andrea Ausek (PIBIC/Fundação Araucária-UEM), Edvani Curti Muniz (Orientador), e-mail: ecmuniz@uem.br.

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Ciências Exatas -
Departamento de Química.

Área: Engenharia **Sub-área:** Polímeros e aplicações.

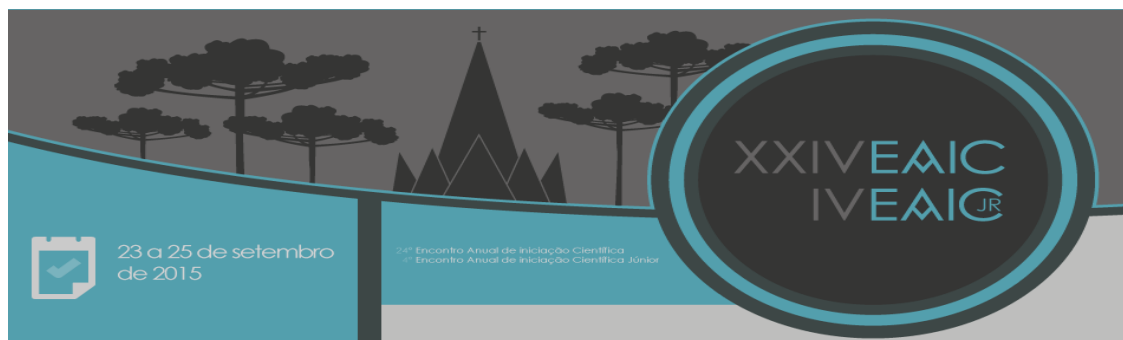
Palavras-chave: eletrofiação, copolímeros funcionalizados, engenharia regenerativa de tecidos.

Resumo

Utilizando uma metodologia proposta na literatura para a polimerização via abertura de anel de um poliéster alifático ϵ -Caprolactona (CL), foi possível a obtenção de um produto que apresenta características predominantes a poli(ϵ -caprolactona) (PCL) contendo traços de pectina, o qual foi denominado como Pectina-co-poli(caprolactona) PEC-co-PCL. A obtenção do PEC-co-PCL foi confirmada pelas análises de Espectroscopia na Região do Infravermelho (FTIR) e Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ^1H). Por meio da técnica de eletrofiação foram obtidas malhas de nanofibras utilizando diferentes razões PEC-co-PCL:PCL em diclorometano (DCM) e dimetilformamida (DMF). As malhas foram caracterizadas por meio de microscopia eletrônica de varredura (MEV) e os resultados demonstraram que a malha preparada a partir de PEC-co-PCL:PCL razão 70:30 (m:m) a 40% (m:v) em DCM:DMF na proporção 70:30 (v:v) apresentou estrutura e características morfológicas interessantes para posterior imobilização de moléculas bioativas.

Introdução

Nanofibras poliméricas são estruturas excelentes para a preparação de *scaffolds* destinados a engenharia regenerativa de tecidos (Ramakrishna e col., 2005). No entanto, a aplicação dos materiais obtidos exclusivamente de poliésteres alifáticos como, por exemplo, a poli(ϵ -caprolactona) (PCL), é frequentemente limitada, principalmente na área biomédica, devido sua alta hidrofobicidade e ausência de sítios reativos para a interação com biomoléculas. No intuito de superar tal limitação este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de um copolímero constituído de (PCL) e pectina



(PEC), caracterizá-lo e obter malhas de nanofibras com amplo potencial de aplicação na área de medicina regenerativa de tecidos. O copolímero bem como as malhas de nanofibras podem apresentar melhor citocompatibilidade, aumento da hidrofiliabilidade, adesão, migração e proliferação celular quando comparados aos materiais convencionais.

Materiais

ε-Caprolactona (CL, Sigma); Pectina de Maçã (PEC, Aldrich); Ácido Cítrico (Aldrich), Clorofórmio (FMaia); Diclorometano (DCM, Aldrich), Dimetilformamida (DMF, Aldrich), Álcool Metílico (Anidrol).

Métodos

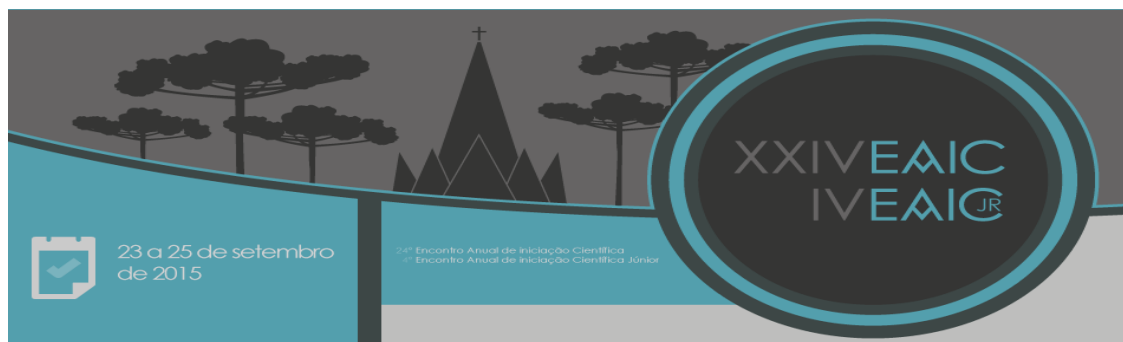
A obtenção do copolímero PEC-co-PCL ocorreu por meio da reação da pectina e ε-Caprolactona via abertura de anel, catalisada por ácido cítrico, conforme a metodologia descrita por Casas e colaboradores (2004). O PEC-co-PCL foi caracterizado por análises de Espectroscopia na Região do Infravermelho (FTIR) e Espectroscopia de Ressonância Magnética Nuclear de Hidrogênio (RMN ¹H). As malhas de nanofibras de PEC-co-PCL foram preparadas a partir de soluções poliméricas de PEC-co-PCL:PCL nas proporções e condições apresentadas na Tabela 1. Para o processo de eletrofiação as soluções foram vertidas em uma seringa com agulha metálica e esta foi acoplada a uma bomba de seringa para controlar a vazão da solução. A fim de gerar um campo elétrico, uma fonte de alta tensão (15 kV) foi utilizada e aplicada na ponta da agulha, como descrito na Tabela 1.

Tabela 1 – Condições utilizadas para o processo de eletrofiação.

Fibras	A	B	C
Razão PEC-co-PCL:PCL na solução (% m:v)	25	40	50
Razão PEC-co-PCL:PCL (% m:m)	80:20	70:30	70:30
Razão solvente DCM:DMF (% v:v)	80:20	70:30	70:30
Vazão da seringa em (mL/h)	1,0	1,0	2,0
Voltagem aplicada (kV)	15	15	15
Distância da ponta da seringa ao coletor (cm)	15	15	15

Resultados e Discussão

O copolímero obtido apresentou-se insolúvel em água e com alta solubilidade em solventes orgânicos. O espectro de FTIR demonstra que o copolímero PEC-co-PCL apresenta prevalência das bandas características do PCL, Figura 1a. Entretanto, na região de 3450 cm⁻¹ observa-se o



aparecimento de uma banda referente aos grupos hidroxila procedentes da estrutura da pectina.

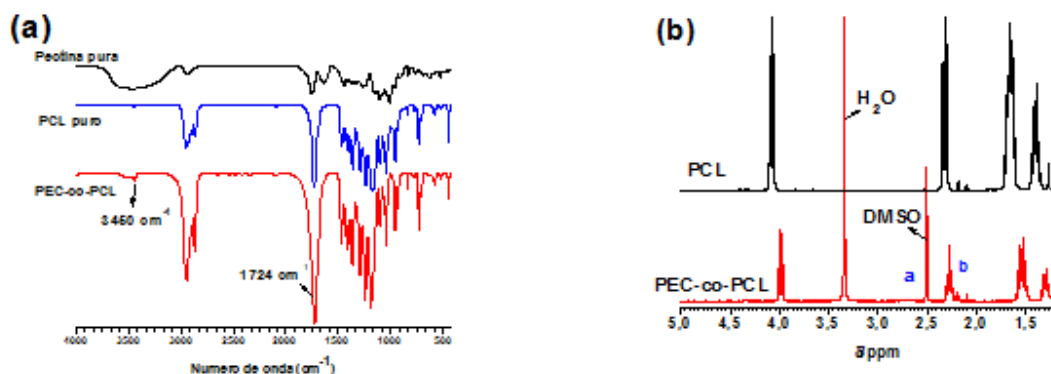


Figura 1. (a) Espectros de FTIR; (b) Espectros de RMN ^1H do copolímero PEC-co-PCL em $\text{DMSO-}d_6$ e do PCL puro em CDCl_3 .

No espectro de RMN ^1H do PEC-co-PCL observa-se os sinais em δ 4,0 ppm e δ 2,3 ppm, referentes aos átomos de hidrogênio adjacentes às hidroxilas e às carbonilas das cadeias do PCL, respectivamente. Além disso, observa-se o aparecimento dos sinais em δ 1 ppm e δ 2 ppm referentes aos átomos de hidrogênio dos grupos CH_2 provenientes das cadeias de PCL. Finalmente os deslocamentos representados como **a** e **b** no espectro do PEC-co-PCL foram atribuídos aos átomos de hidrogênio presentes nas cadeias de pectina, o que sugere a presença da pectina e formação do copolímero PEC-co-PCL.

As malhas de nanofibras eletrofiadas nas condições apresentadas na Tabela 1 foram caracterizadas por MEV, Figura 2. Os valores de diâmetro médio para as amostras de nanofibras obtidas estão apresentados na Tabela 2. Ao comparar as imagens e os valores de diâmetro médio podemos destacar que a malha **A** apresenta morfologia menos homogênea, enquanto que a malha **B** apresenta morfologia mais homogênea e estruturalmente mais interessante para aplicação na regeneração de um novo tecido.

Tabela 2 – Valores de diâmetro médio para as malhas de nanofibras.

Malha	Diâmetro Médio (μm)
A	$0,69 \pm 0,35$
B	$0,77 \pm 0,23$
C	$0,80 \pm 0,24$

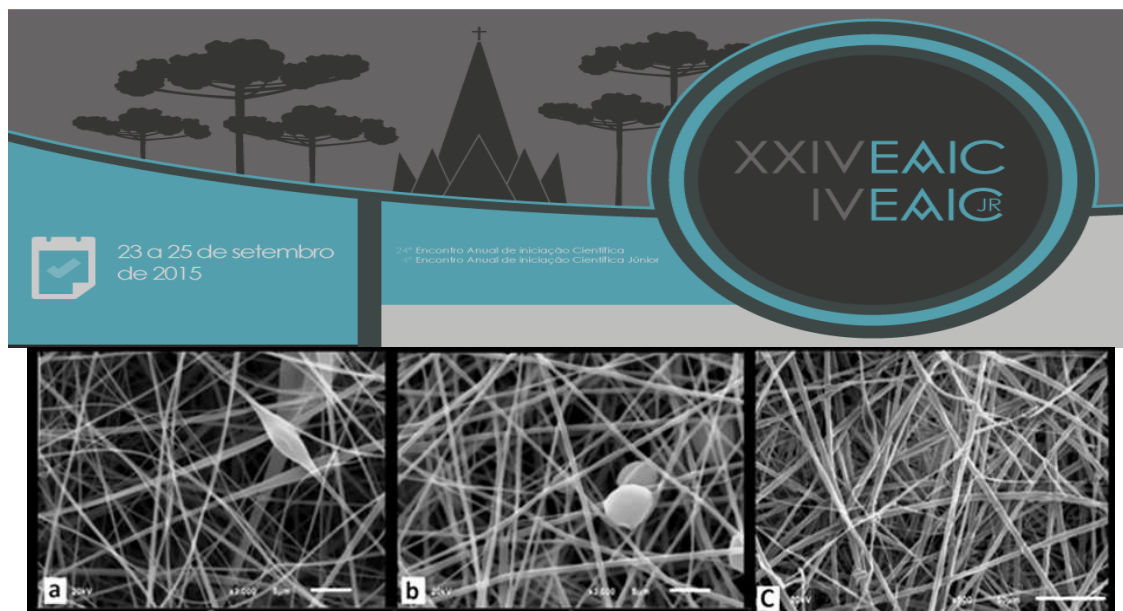


Figura 2 - Imagens de MEV das malhas de nanofibras PEC-co-PCL:PCL, condições descritas na Tabela 1.

A presença de gotículas na superfície das malhas, bem como as variações morfológicas observadas, podem ser explicadas por fatores como a umidade do ar, a concentração e viscoelasticidade da solução polimérica, condutividade elétrica e tensão superficial da solução.

Conclusões

O copolímero PEC-co-PCL foi obtido por meio da metodologia proposta por Casas e colaboradores (2004). As análises de RMN ^1H e FTIR confirmam a formação do copolímero (PEC-co-PCL), apresentando características predominantes ao PCL e traços de pectina. As malhas de nanofibras foram caracterizadas por análise de MEV. Pode-se inferir que a melhor condição estudada refere-se a malha **B**, razão PEC-co-PCL:PCL 70:30 (m:m) e na concentração de 40% (m:v) em DCM:DMF 70:30 (v:v). Nesta condição foram obtidas malhas com diâmetro médio ($0,77 \pm 0,23 \mu\text{m}$) e estrutura morfológica homogênea, tornando-se mais interessantes para imobilização de moléculas bioativas e aplicação como *scaffolds* na engenharia de tecidos.

Agradecimentos

A Fundação Araucária pelo incentivo a pesquisa científica e a Elizângela Aparecida Messias Soares de Almeida pela ajuda no desenvolvimento deste projeto.

Referências

- Casas J., Persson P.V., Iversen T. Córdova A. **Direct Organocatalytic Ring-Opening Polymerizations of Lactones**. Advanced Synthesis & Catalysis 2004, 346, 1087 –1089.
- Ramakrishna S., Fujihara K., Teo W.E., Lim T.C., Ma Z., **An Introduction to Electrospinning and Nanofibers**. World Scientific Publishing Company. New Jersey, 2005, 1-21.