

EFEITOS DA CONCENTRAÇÃO DE ÁLCOOL POLIVINÍLICO NAS CARACTERÍSTICAS DE FIBRAS PRODUZIDAS PELA TÉCNICA DE *ELECTROSPINNING*

VITÓRIA TAVARES SILVA¹; JAQUELINE POZZADA DOS SANTOS²; NATHAN
LEVIEN VANIER³

¹Universidade Federal de Pelotas – vitoriatavaressilva@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – pozzadaj@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – nathanvanier@hotmail.com

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de nanofibras utilizando a técnica de *electrospinning* tem sido um dos processos mais estudados em pesquisas científicas com foco em produção industrial de nanofibras (NASCIMENTO et al., 2015). Essa técnica utiliza campos de alta tensão e baixa corrente para a produção de fibras. Neste processo, um jato de material fluido é acelerado e estirado através de um campo elétrico, produzindo fibras de diâmetro reduzido (NEO et al., 2013).

O potencial de muitos polímeros sintéticos e naturais tem sido investigado no desenvolvimento de produtos utilizando a técnica de *electrospinning*, entre eles destaca-se o álcool polivinílico (PVA) (LIMBERGER, 2015). O PVA é caracterizado como um polímero de alta hidrofiliabilidade, boa conveniência de processamento, boa estabilidade mecânica e térmica, alta biocompatibilidade e como polímero não tóxico e biodegradável (SAALLAH et al., 2016).

Existem alguns parâmetros que podem ser manipulados para alcançar características de fibra desejadas, tais como viscosidade e condutividade do polímero, tensão aplicada e distância entre o jato e o coletor. Neste contexto, objetivou-se com o presente estudo avaliar parâmetros de condutividade elétrica e viscosidade aparente da solução polimérica e a morfologia e o diâmetro de fibras produzidas via *electrospinning* utilizando diferentes concentrações de PVA.

2. METODOLOGIA

2.1 Preparação de solução de PVA

O PVA foi dissolvido em tampão fosfato (100 mM, pH 6) à 90 °C sob agitação moderada para criar uma solução de PVA com uma concentração de 6, 8 e 10% (p/v).

2.2 Produção de fibras via *electrospinning*

Testes preliminares foram realizados para avaliar os melhores parâmetros de produção das fibras de PVA. Os parâmetros testados foram: taxa de alimentação da bomba infusora, distância da ponta da agulha ao coletor e tensão aplicada. O equipamento utilizado na produção das fibras, localizado dentro de uma câmara fechada, é constituído de uma fonte de alta tensão (-30/+30 kV, Instor, Inglaterra), uma bomba de infusão (kdScientific, Modelo 200, Inglaterra) e um coletor fixo, montado na horizontal (Figura 1). Cada solução polimérica, individualmente, foi colocada em uma seringa de 1 mL com orifício de saída de aço inoxidável com diâmetro de 0,7 mm. As fibras foram formadas através da diferença de potencial elétrico entre o polo positivo (orifício de saída da solução) e

negativo (coletor), que permite o transporte da solução polimérica. O coletor foi coberto com papel alumínio para facilitar a retirada das fibras para posteriores análises.

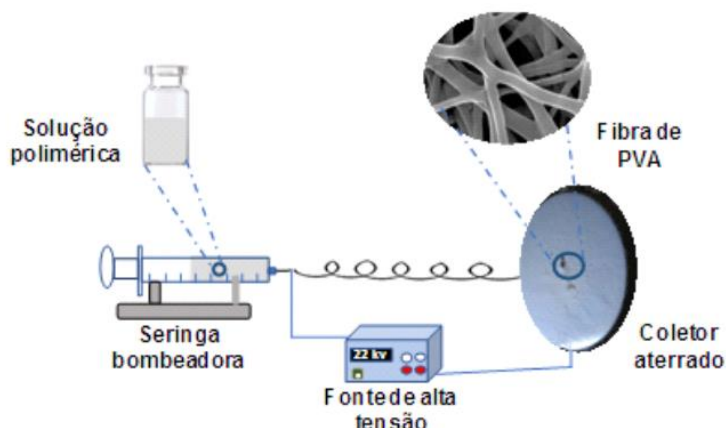


Figura 1 - Esquema de um processo de *electrospinning*.

2.3 Avaliações das fibras

A viscosidade aparente das soluções foi determinada utilizando um viscosímetro digital Brookfield (Model DV – II, USA). As soluções (aproximadamente 9 mL) foram colocadas em recipiente de aço inoxidável do viscosímetro e este foi acoplado ao equipamento utilizando um spindle nº18. A condutividade elétrica das soluções foi determinada através de um condutivímetro (Medidor CON500) e os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}$. Todas as medidas foram feitas a temperatura ambiente ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) e em triplicata.

A morfologia das fibras, bem como o diâmetro médio e a distribuição de diâmetro, foi investigada por meio da análise de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (Jeol JSM 6010LV, Japão) com uma voltagem de aceleração de 15 kV. O diâmetro médio e a distribuição de diâmetro das micrografias das fibras foram avaliados com base em 100 fibras selecionadas aleatoriamente utilizando o software ImageJ (National Institutes of Health, EUA).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e a médias foram comparadas pelo teste de Tukey com nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentadas a condutividade elétrica e a viscosidade das soluções poliméricas em diferentes concentrações de PVA. O aumento da concentração de PVA diminuiu a condutividade elétrica. No entanto, para o mesmo aumento de concentração do polímero foi observado um aumento na viscosidade.

Neo et al. (2012) investigaram a influência da solução polimérica na produção de fibras e constataram que uma baixa concentração de PVA não formava fibras devido à baixa viscosidade. Uma alta condutividade elétrica resulta em maior mobilidade de íons e, conseqüentemente, com a aplicação de um campo elétrico eles tendem a ser direcionados com mais facilidade

Tabela 1 - Condutividade elétrica e viscosidade aparente das soluções poliméricas.

Concentração de PVA (%)	Condutividade elétrica (mS cm ⁻¹)	Viscosidade aparente (cP)
6	7530,0 ± 10,1 ^a	483,2 ± 3,3 ^c
8	5792,0 ± 17,5 ^b	681,6 ± 8,4 ^b
10	4364,0 ± 11,1 ^c	1261,0 ± 13,2 ^a

*Médias na mesma coluna com letras sobrescritas distintas são significativamente diferentes (p < 0,05) pelo teste de Tukey.

Para a produção das fibras os parâmetros utilizados no equipamento foram: 0,5 mL/h para a taxa de alimentação da bomba infusora, 20 cm para a distância entre a ponta da agulha e o coletor e a tensão aplicada em torno de 22 kV. A figura 1 mostra o diâmetro de fibras em diferentes concentrações de PVA. Observou-se nas figuras que conforme aumentou a concentração de PVA, o diâmetro médio das fibras aumentou. Na figura 2a pode-se perceber que ocorreu a formação de *beads* (estruturas sólidas no formato de gotas). Estudos mostraram que a concentração da solução apresenta relação direta com o diâmetro das fibras, ou seja, o aumento da concentração da solução polimérica aumenta o diâmetro das fibras formadas (KI et al., 2005), o qual está de acordo com os resultados obtidos na figura 1.

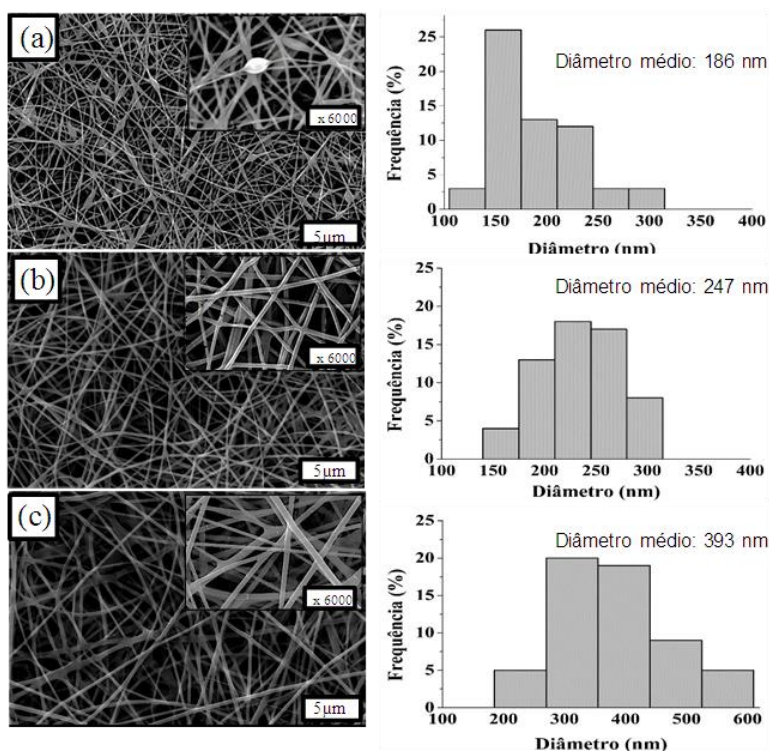


Figura 2 - Microscopia eletrônica de varredura (MEV) e distribuição de diâmetro de fibras de PVA em diferentes concentrações: (a) 6%, (b) 8% e (c) 10%.

4. CONCLUSÕES

O aumento da concentração de PVA influenciou diretamente no aumento da condutividade elétrica e na diminuição da viscosidade aparente da solução. Foi possível produzir fibras a partir das concentrações de PVA testadas. Para a concentração de 6% foi observado a presença de *beads*, devido à baixa concentração da solução, enquanto que com 10% observou-se o maior diâmetro

médio das fibras. Logo, em estudos futuros visando a imobilização de compostos por *electrospinning*, recomenda-se a concentração de 8% de PVA.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

KI, C. S.; BAEK, D. H.; GANG, K.D.; LEE, K. H.; UM, I. C.; PARK, Y. H. Characterization of gelatin nanofiber prepared from gelatin-formic acid solution. **Polymer**, v. 46, p. 5094–5102, 2005.

LIMBERGER, J. R., **Nanofibras de PVA/PAA com incorporação de hidroxiapatitas visando sua aplicação em sistemas osteocondutores**. 2015. 68f. Dissertação (Mestrado em ciências dos materiais) – Programa de Pós-Graduação em ciência dos materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul., Porto Alegre, 2015.

NASCIMENTO, M. L. F., ARAUJO, E. S., CORDEIRO, E. R., OLIVEIRA, A. H. P., DE OLIVEIRA, H. P. A Literature Investigation about Electrospinning and Nanofibers: Historical Trends, Current Status and Future Challenges. **Recent Patents on Nanotechnology**, v. 9, 76-85, 2015.

NEO, Y. P., RAY, S., EASTEAL, A. J., NIKOLAIDIS, M. G., & QUECK, S. Y. Influence of solution and processing parameters towards the fabrication of electrospun zein fibers with sub-micron diameter. **Journal of Food Engineering**, v. 109, p. 645–651, 2012.

NEO, Y. P., RAY, S., JIN, J., GIZDAVIC-NIKOLAIDIS, M., NIEUWOUDT, M. K., LIU, D., QUECK, S. Y. Encapsulation of food grade antioxidant in natural biopolymer by electrospinning technique: a physicochemical study based on zein–gallic acid system, **Food Chemistry**, v. 136, p. 1013–1021, 2013.

SAALLAH, M.N. NAIM, I.W. LENGGORO, M.N. MOKHTAR, N.F.A. BAKAR, M. GEN, Immobilisation of cyclodextrin glucanotransferase into polyvinyl alcohol (PVA) nanofibres via *electrospinning*, **Biotechnology Reports**, v. 10, p. 44-48, 2016.