

OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE FIBRAS DE POLIESTIRENO (PS) E POLIVINILPIRROLIDONA (PVP) POR AIR JET SPRAY VISANDO APLICAÇÃO COMO SCAFFOLDS.

GUILHERME DUARTE DE BARROS¹; PEDRO HOLZ BAUER²; FABRÍCIO AULO OGLIARI^{1,2}; ANTONIO SHIGUEAKI TAKIMI^{1,2}

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas – guilherme.engmat.ufpel@gmail.com; ogliari@gmail.com; antonio.takimi@gmail.com

²Engenharia de Materiais, Universidade Federal de Pelotas – pedrohbaauer@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Os polímeros tem um papel fundamental na sociedade moderna, podendo ser utilizados de várias maneiras, principalmente devido às suas propriedades como durabilidade, estabilidade e a sua versatilidade em aplicações e processamento (CAULKINS, 2008). Devido à ampla gama de aplicações biomédicas, o estudo e produção de polímeros voltados a esta finalidade é de alto interesse, originário do constante aumento de implantes para regeneração de diversos traumas, que aumentam cada vez mais em função de atividades como esportes radicais, dentre outros (RATHBONE *et al.*, 2010).

O poliestireno (PS) é utilizado em aplicações biomédicas no controle do crescimento celular, fixação celular e na engenharia tecidual (BAKER *et al.*, 2006) e atividade biocida (MAHFOUDH *et al.*, 2010), por exemplo. Outro polímero utilizado em aplicações biomédicas, geralmente como drug delivery, é o polivinilpirrolidona (PVP) (RASEKH *et al.*, 2014).

Um dos maiores e mais importantes desafios para a engenharia tecidual é criar *scaffolds* tridimensionais (3D) para crescimento celular (WANG *et al.*, 2011). Ao longo das últimas décadas tem se investigado muito os diversos métodos de fabricação de *scaffolds* (RAI e ROY, 2011), incluindo a lixiviação (DJONLAGIC e NIKOLIC, 2011), a separação de fases (LEVENBERG *et al.*, 2003), self assembling (GARCIA-PARRA *et al.*, 2014), electrospinning (FENG, MO e LIU, 2011), litografia (VARGHESE *et al.*, 2013), etc. Alguns desses métodos (lixiviação, separação de fases, etc.), são aplicáveis para a produção de materiais porosos, mas não são suficientemente flexíveis para uma estrutura mais flexível (WANG *et al.*, 2011).

Existem muitos estudos relacionados à produção de fibras de PVP (CHEN *et al.*, 2012), porém em geral essas fibras são produzidas por electrospinning, técnica que requer um alto investimento, assim como a utilização de soluções condutoras para possibilitar a formação das fibras (REIS *et al.*, 2012). Nesse intuito, a técnica de air jet spray (AJS) surgiu como uma alternativa viável para fabricação de *scaffolds* 3D, pois trabalha com pequenas quantidades de polímero em solução e resulta em estruturas adequadas para o crescimento celular (ABDAL-HAY *et al.*, 2014).

Esta pesquisa teve como objetivos a síntese de fibras de PS e PVP por air jet spray, a caracterização da viscosidade das fibras de acordo com as diferentes concentrações dos polímeros e a visualização da estrutura das fibras através de microscopia.

2. METODOLOGIA

As soluções utilizadas no presente trabalho foram feitas com os polímeros Poliestireno (PS) e Polivinilpirrolidona (PVP) com concentrações 5% e 10% em solução com o solvente Clorofórmio (CHCl_3). As análises de viscosidade das soluções foram realizadas em viscosímetro Brookfield, modelo LVDV-II+P (Brookfield – Middleboro, MA, USA) e com o spindle 18. As análises foram realizadas em triplicada. Para a produção das fibras, as soluções preparadas foram aspergidas em um substrato utilizando um aerógrafo semelhante ao apresentado na Figura 1, em temperatura ambiente. O processo foi realizado com pressão controlada entre 15 – 20 (psi). A distância entre a saída das fibras e o substrato foi de 25 cm, conforme demonstrado na Figura 1. Foram realizados 10 ciclos de aspensão até se obter uma quantidade adequada de fibras para a análise de suas microestruturas, feita em microscópio óptico Olympus, modelo BX41M-LED, utilizando duas ampliações 50x e 100x.

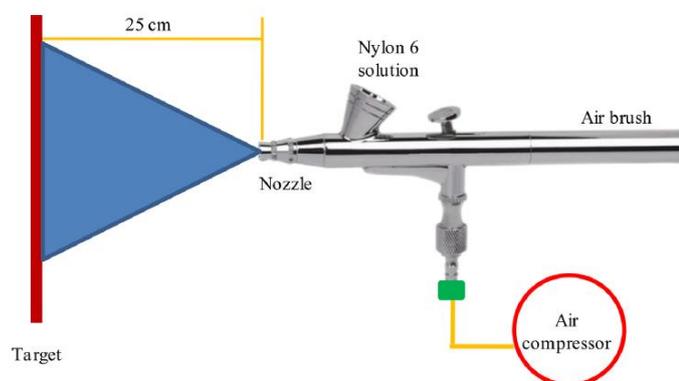


Figura 1. Diagrama esquemático do AJS (Abdal-Hay et al., 2014)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de viscosidade obtidos para cada uma das soluções formuladas é apresentado na Tabela 1. É possível observar que aumentando 5% da massa de polímero na solução, o valor da viscosidade praticamente quintuplica.

Tabela 1: média das viscosidades obtidas no estudo, os ensaios foram realizados a 20 rpm.

Polímero (% massa)	Solvente (% massa)	Viscosidade (cP)
PVP (5%)	CHCl_3 (95%)	86,93
PVP (10%)	CHCl_3 (90%)	483,08
PS (5%)	CHCl_3 (90%)	11,50
PS (10%)	CHCl_3 (90%)	51,59

As imagens das micrografias obtidas para as fibras de PS podem ser observadas na Figura 2, onde se percebe que a quantidade de polímero em solução, no caso do PS, altera a microestrutura das fibras. E uma maneira geral, aumentando a quantidade de polímero na solução, se obtém arranjos de fibras mais densos. O método de air jet spray possibilitou a obtenção de fibras micrométricas de PS, que poderiam depois de análise e/ou funcionalizações, serem adequadas para aplicações biomédicas, tais como scaffolds.

Não foi possível obter fibras de PVP através do método de air jet spray utilizando as condições operacionais determinadas para nenhuma concentração de polímero em solução.

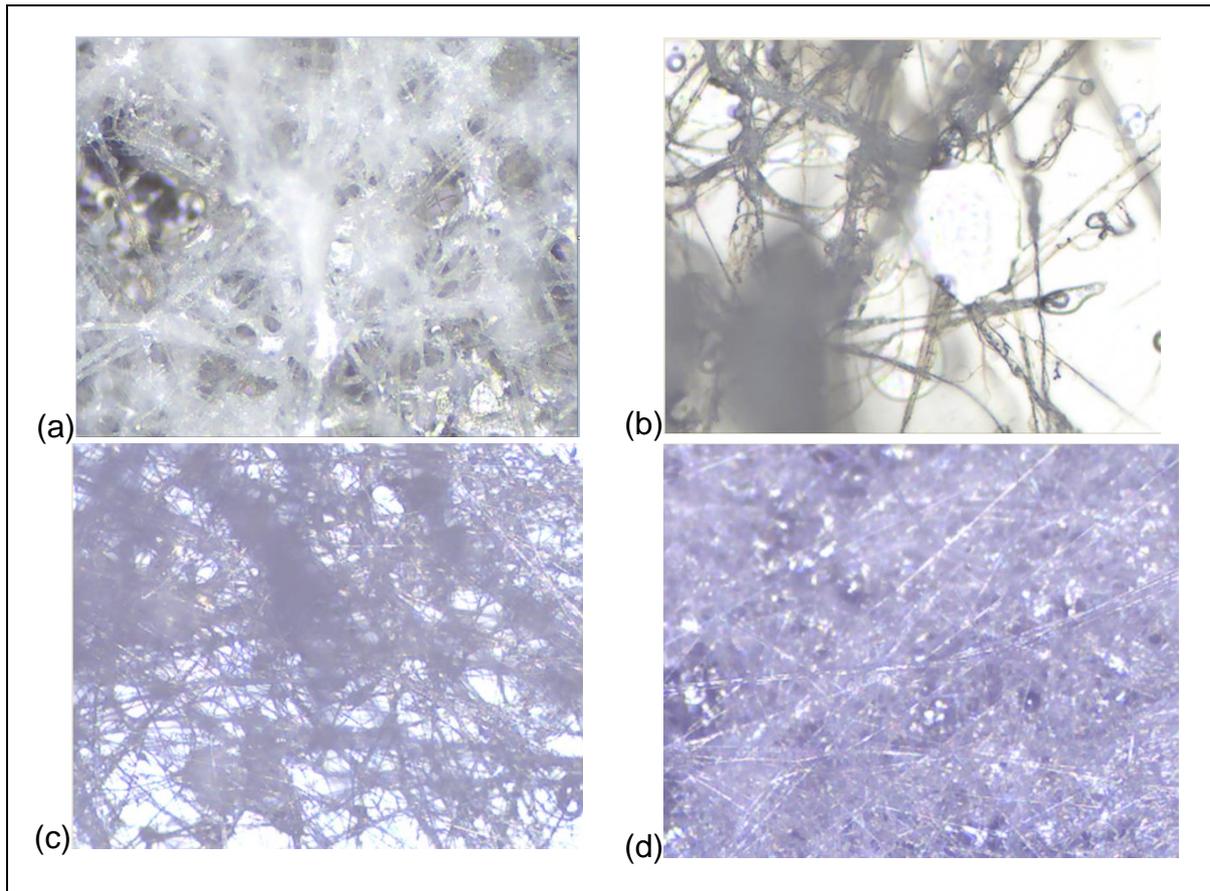


Figura 2. Microscopia óptica das Fibras 5%PS + CHCl_3 , aumento 50x (a) e 100x (b), e Fibras 10%PS + CHCl_3 , aumento 50x (c) e 100x (d).

4. CONCLUSÕES

O método apresentou uma alternativa de baixo custo e baixo consumo energético para a produção de fibras de PS, entretanto, outras caracterizações devem ser conduzidas para que se possam testar as fibras como suportes poliméricos para o crescimento celular (*Scaffolds*).

Com relação ao PVP, devem ser estudados outros parâmetros para a obtenção de fibras através do método de air jet spray.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDAL-HAY, A. et al. In Vitro Deposition of Ca-P Nanoparticles on Air Jet Spinning Nylon 6 Nanofibers Scaffold For Bone Tissue Engineering. **Applied Surface Science**, v. 307, p. 69-76, 2014.

BAKER, S. C. et al. Characterisation of electrospun polystyrene scaffolds for three-dimensional in vitro biological studies. **Biomaterials**, v. 27, n. 16, p. 3136-3146, 2006.

CAULKINS, J., C. DE ARRUDA. **Identificação de genes envolvidos na síntese de polihidroxicanoatos em Burkholderia cepacia linhagem IPT64**. 2008. 47 f. (Doutorado), Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CHEN, M. et al. Magnetic electrospun fluorescent polyvinylpyrrolidone nanocomposite fibers. **Polymer**, v. 53, n. 20, p. 4501-4511, 2012.

DJONLAGIC, J.; NIKOLIC, M. S. Biodegradable Polyesters: Synthesis and Physical Properties. Chapter 6. In: **A Handbook of Applied Biopolymer Technology: Synthesis**: The Royal Society of Chemistry, 2011. p.149-196.

FENG, C.; MO, L. F.; LIU, F. J. Electrospun Fibrous Films with sub-micrometer structure in biomedical applications. **Advanced Textile Materials, Pts 1-3**, v. 332-334, p. 977-980, 2011.

GARCIA-PARRA, P. et al. Murine Muscle Engineered from Dermal Precursors: An In Vitro Model for Skeletal Muscle Generation, Degeneration, and Fatty Infiltration. **Tissue Engineering Part C-Methods**, v. 20, n. 1, p. 28-41, 2014.

LEVENBERG, S. et al. Differentiation of human embryonic stem cells on three-dimensional polymer scaffolds. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v. 100, n. 22, p. 12741-12746, 2003.

MAHFOUDH, A. et al. Biocidal action of ozone-treated polystyrene surfaces on vegetative and sporulated bacteria. **Applied Surface Science**, v. 256, n. 10, p. 3063-3072, 2010.

RAI, R.; ROY, I. Polyhydroxyalkanoates: The Emerging New Green Polymers of Choice. Chapter 3. In: **A Handbook of Applied Biopolymer Technology: Synthesis**: The Royal Society of Chemistry, 2011. p.79-101.

RASEKH, M. et al. Electrospun PVP–indomethacin constituents for transdermal dressings and drug delivery devices. **International Journal of Pharmaceutics**, v. 473, n. 1–2, p. 95-104, 2014.

RATHBONE, S. et al. Biocompatibility of polyhydroxyalkanoate as a potential material for ligament and tendon scaffold material. **Journal of Biomedical Materials Research Part A**, v. 93A, n. 4, p. 1391-1403, 2010.

REIS, E. C. C. et al. Development and Characterization of Rigid, Resorbable and Osteoconductive Membranes Made of Polyhydroxybutyrate and Hydroxyapatite for Periodontal Regeneration. **Polimeros-Ciencia E Tecnologia**, v. 22, n. 1, p. 73-79, 2012.

VARGHESE, L. T. et al. Rapid and Low-Cost Prototyping of 3D Nanostructures with Multi-Layer Hydrogen Silsesquioxane Scaffolds. **Small**, v. 9, n. 24, p. 4237-4242, 2013.

WANG, L. et al. Fabrication of polymer fiber scaffolds by centrifugal spinning for cell culture studies. **Microelectronic Engineering**, v. 88, n. 8, p. 1718-1721, 2011.