

Estudo do comportamento viscoso de soluções de acetato de celulose para uso em eletrofição

Study about viscous behaviour of cellulose acetate for use in electrospinning

RESUMO

Bianca Carolina Sant'Ana Silva
biancacarolinasil@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

Dr. Leila Droprinchinski Martins
leilamartins@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil

MSc. Daniela Sanches de Almeida
dannyutfpr@gmail.com
Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Paraná, Brasil

A técnica de eletrofição é considerada uma técnica eficaz utilizada na produção de nanofibras poliméricas. Para sua aplicação, devem ser levados em conta diversos parâmetros ambientais e de processo. Dentre estes, pode-se mencionar a viscosidade das soluções, pois esta é capaz de influenciar no movimento de chicote ao se depositar no coletor. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento da viscosidade em soluções poliméricas contendo diferentes concentrações de acetato de celulose. Além disso, foram realizados estudos reológicos a fim de caracterizar as soluções desenvolvidas. Os resultados demonstram que as viscosidades variaram de 23 a 28 Pa.s e todas demonstraram comportamento de fluidos pseudoplásticos. No entanto, deve-se ressaltar que apenas será possível compreender com maior exatidão sua influência dentro do processo através da produção das nanofibras e caracterização destas.

PALAVRAS-CHAVE: Solução polimérica. Nanofibras. Viscosidade.

Recebido: 19 ago. 2019.

Aprovado: 01 out. 2019.

Direito autorial: Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



ABSTRACT

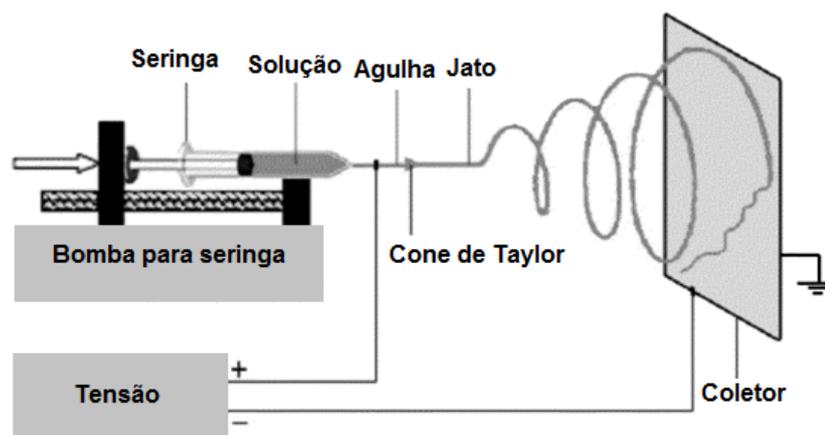
The electrospinning technique is considered an effective technique used in the production of polymeric nanofibers. For its application, several environmental and process parameters must be considered. Among these, it can be mentioned the viscosity of the solutions, as it is able to influence the whip movement when depositing the polymer in the collector. Thus, the objective of this work was to evaluate the viscosity behavior in polymeric solutions containing different concentrations of cellulose acetate. In addition, rheological studies were performed in order to characterize the developed solutions. The results demonstrate that the viscosities ranged from 23 to 28 Pa.s and all showed behavior of pseudoplastic fluids. However, it should be emphasized that it will only be possible to understand more precisely their influence within the process through the production of nanofibers and also their characterization.

KEYWORDS: Polymeric solution. Nanofibers. Viscosity.

INTRODUÇÃO

A técnica de eletrospinning é amplamente utilizada na produção de nanofibras à base de polímeros pois a partir dela, é possível controlar os tamanhos de fibras depositadas, bem como combinar aditivos a fim de aprimorar suas características (DOSHI; RENEKER, 1993). Ela consiste na aplicação de um campo elétrico sob uma gota de solução polimérica, forçando seu estiramento e a consequente produção de fios. O sistema, no qual ela ocorre, é composto basicamente de uma seringa com agulha, a qual contém a solução polimérica já solubilizada e uma bomba para controlar seu fluxo, conforme mostrado na Figura 1. Essa seringa é conectada a uma fonte contínua de alta tensão, e uma placa coletora aterrada. A fonte de alta tensão induz um excesso de carga positiva sobre a ponta da agulha e um excesso de carga negativa sobre a placa coletora, criando um campo elétrico que aponta em direção à placa coletora (COSTA et al., 2012). Com o aumento da intensidade do campo elétrico, a superfície hemisférica do fluido se alonga na ponta da agulha, levando a uma forma cônica conhecida como cone de Taylor (GREINER; WENDORFF, 2007). Quando as forças repulsivas eletrostáticas fornecidas pelo aparelho superam a tensão superficial, é ejetado um jato que será atraído pelo coletor. Durante esse trajeto o solvente evapora e o polímero precipita, o que dá origem as nanofibras (RENEKER; CHUN, 1996).

Figura 1 –Esquema do aparato experimental utilizado na eletrospinning de polímeros.



Fonte: Adaptado de (ZHAO et al., 2011)

Diversos parâmetros influenciam a transformação de soluções poliméricas em nanofibras. Eles dividem-se em parâmetros da solução polimérica (viscosidade, elasticidade, tensão superficial, condutividade), parâmetros do processo (tensão elétrica, vazão, tipo de coletor, distância coletor-agulha), e parâmetros do ambiente (umidade, tipo de atmosfera, pressão). Dentre esses, os que apresentam maior influência no processo e na morfologia das fibras são os parâmetros da solução (DEITZEL et al., 2001).

A viscosidade da solução é um dos maiores determinantes do tamanho e morfologia da fibra. Em condições adequadas de viscosidade, formam-se fibras uniformes e com poucos defeitos. Em baixas concentrações do polímero ou baixa viscosidade, há menor probabilidade de geração de fibras, e quando gerada são observados defeitos na forma de pequenas pérolas (*beads*) e gotículas (FONG; CHUN; RENEKER, 1999). Com o aumento da viscosidade da solução, obtido com o aumento da concentração do polímero, há maior probabilidade de ocorrer a formação de fibras, uma vez que as forças viscoelásticas são maiores. No entanto, o diâmetro das fibras aumenta, o que pode gerar solidificação do polímero na ponta da agulha e impedir o processo de eletrofiação (DEITZEL et al., 2001).

O acetato de celulose (AC) é um polímero semissintético, ou seja, um material de fonte natural que sofreu alguma modificação. Sua fonte natural é a celulose, polímero com maior abundância no planeta, sendo biodegradável em sua forma acetilada (FISCHER et al., 2008).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o estudo do comportamento da viscosidade, através de análises reológicas, que descrevem a deformação de um corpo sob influência de uma tensão, de soluções contendo acetato de celulose visando a subsequente aplicação destas na eletrofiação.

MATERIAIS E MÉTODOS

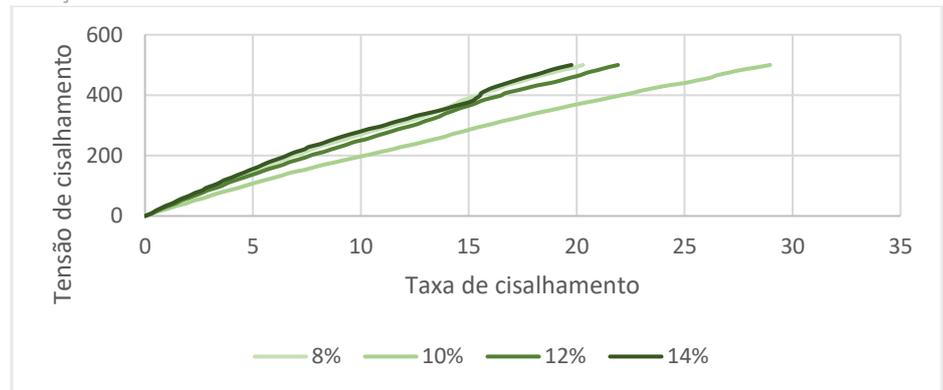
O polímero utilizado foi o acetato de celulose (45.000 g/mol), produzido pela e disponibilizado pela Rhodia Acetow do Brasil. Os solventes foram ácido acético glacial (Synth) e água ultrapura.

Quatro soluções foram produzidas com diferentes concentrações do polímero: 8, 10, 12 e 14% de AC (massa/volume). Os solventes ácido acético/água foram utilizados na proporção de 3:1 (HAN et al., 2008; ALMEIDA et al., 2018). As soluções foram agitadas por 3 h através de agitação magnética, em temperatura ambiente e preparadas imediatamente antes dos ensaios de eletrofiação. A viscosidade das soluções de AC foram determinadas com o auxílio de um viscosímetro RP3-50. Todas as medidas foram realizadas na temperatura de 25 (\pm 1) °C, e distância de 0,5 mm entre as placas. A tensão de cisalhamento estipulada foi de 0 a 500 Pa. As análises foram realizadas no Laboratório de Nanomateriais Aplicados – UTFPR Londrina.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

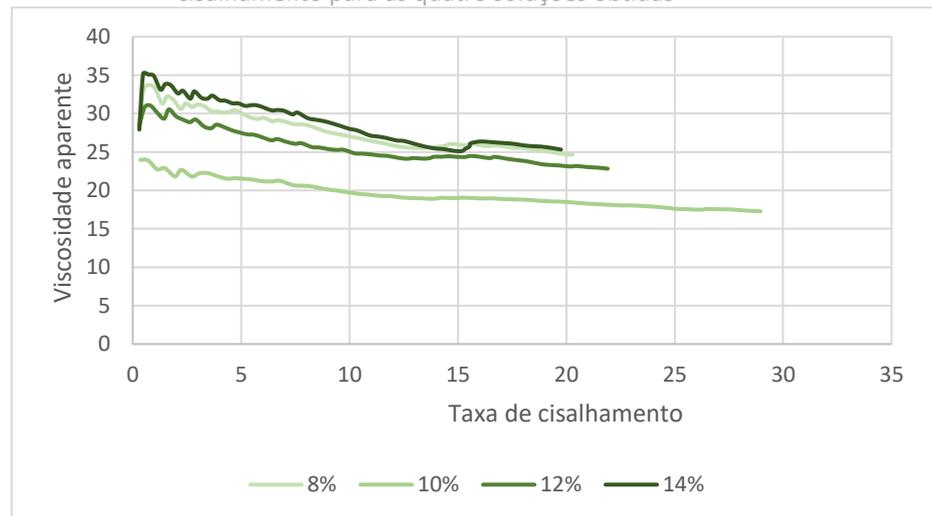
A fim de conhecer o comportamento reológico de cada uma das soluções, foram desenvolvidas curvas de tensão de cisalhamento/viscosidade aparente *versus* taxa de cisalhamento para as quatro soluções, e são mostradas respectivamente, nas Figuras 2 e 3.

Figura 2 –Curvas de tensão de cisalhamento *versus* taxa de cisalhamento para as quatro soluções obtidas



Fonte: Próprio autor.

Figura 3 –Curvas do comportamento da viscosidade aparente *versus* a taxa de cisalhamento para as quatro soluções obtidas



Fonte: Próprio autor.

Através dos dados mostrados na Figura 2 é possível afirmar que as soluções se comportam como fluidos pseudoplásticos, pois a viscosidade diminui com o aumento da taxa de cisalhamento (SCHRAMM, 1994).

Analisando o comportamento reológico dessas soluções, nota-se que todas as curvas se iniciam em zero, ou seja, não necessitam de uma tensão inicial para escoar.

Para os valores de viscosidade iniciais encontrados, presentes na Figura 3, foram considerados os primeiros valores não nulos fornecidos pelo reômetro.

No intuito de comparar os valores de viscosidade encontrados para cada uma das quatro soluções de acetato de celulose com diferentes concentrações, foi elaborada a Tabela 1.

Tabela 1 – Valores de viscosidade encontrados para cada concentração de acetato de celulose adicionado.

Concentração de AC (% m/v)	Viscosidade (Pa.s)
8	28,91
10	23,98
12	28,40
14	27,91

As viscosidades encontradas, indicam que todas as concentrações devem produzir nanofibras quando eletrofiadas, devido suas pequenas variações.

Dentre as concentrações analisadas, acredita-se que a concentração de 10% poderá ter mais problemas na fase de eletrofição devido aos baixos valores de viscosidade encontrados (ACEVEDO, et al., 2018; ALMEIDA et al., 2019).

CONCLUSÃO

No presente trabalho foram desenvolvidas quatro soluções de eletrofição utilizando acetato de celulose como polímero, onde cada uma delas tinha uma concentração diferente. A partir disso, concluiu-se que é possível a dissolução completa de AC em diferentes concentrações (8 a 14 % m/v) utilizando ácido acético e água como solventes.

Além disso, foi possível confirmar o comportamento pseudoplástico destes fluidos. Baseado nas viscosidades encontradas (de 23 a 29 Pa.s) pode-se afirmar que todas elas devem produzir nanofibras quando utilizadas para eletrofição, pois variaram muito pouco mesmo em concentrações diferentes. Porém, acredita-se que as soluções com as maiores viscosidades, aqui (8 e 12 %), podem formar melhores nanofibras. Desta forma, os autores sugerem realizar o desenvolvimento das nanofibras nestas 4 condições e após melhores caracterizações, afirmar qual solução se mostrou a mais adequada.

AGRADECIMENTOS

A equipe agradece a Rhodia Acetow do Brasil por ceder o acetato de celulose utilizado nesta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, F.; HERMOSILLA, J.; SANHUEZA, C.; MORA-LAGOS, B.; FUENTES, I., RUBILAR, M.; ALVAREZ-LORENZO, C. Gallic acid loaded PEO-core/zein-shell nanofibers for chemopreventive action on gallbladder cancer cells. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 119, p. 49-61, 2018

ALMEIDA, D.S.; SILVA, B.C.S.; DUARTE, E.H.; RUDKE, A.P.; GIMENES, M.L.; MARTINS, L.D. Avaliação do comportamento reológico de solução de acetato de celulose com adição de surfactante catiônico para uso em eletrofição. *IISAEQ*

(Semana Acadêmica de Engenharia Química). UTFRPR Câmpus Apucarana. Anais de Eventos. 2019.

ALMEIDA, D. S. De; DUARTE, E. H.; MEDEIROS, G. B.; MUNIZ, E. C.; GIMENES, M. L.; MARTINS, L. D. SURFACE MODIFICATION OF ELECTROSPUN CELLULOSE ACETATE NANOFIBERS VIA SURFACTANT ADDICTION. In: MRS Meeting Brazil, Natal - RN. Anais... Natal - RN: 2018.

COSTA, R. G. F.; OLIVEIRA, J. E. De; PAULA, G. F. De; PICCIANI, P. H. D. S.; MEDEIROS, E. S. De; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C.; INSTRUMENTAÇÃO, E.; CARLOS, S. Eletrofiação de polímeros em solução. Parte I : Fundamentação Teórica. Polímeros, v. 22, n. 2, p. 170–177, 2012.

DEITZEL, J. .; KLEINMEYER, J.; HARRIS, D.; BECK TAN, N. . The effect of processing variables on the morphology of electrospun nanofibers and textiles. Polymer, v. 42, n. 1, p. 261–272, 2001. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032386100002500>>.

DOSHI, J.; RENEKER, D. H. Electrospinning process and applications of electrospun fibers. Conference Record of the 1993 IEEE Industry Applications Conference Twenty-Eighth IAS Annual Meeting, v. 35, p. 151–160, 1993.

FISCHER, S.; THÜMMLER, K.; VOLKERT, B.; HETTRICH, K.; SCHMIDT, I.; FISCHER, K. Properties and applications of cellulose acetate. Macromolecular Symposia, v. 262, n. 1, p. 89–96, 2008.

FONG, H.; CHUN, I.; RENEKER, D. H. Beaded nanofibers formed during electrospinning. Polymer, v. 40, n. 16, p. 4585–4592, 1999.

GREINER, A.; WENDORFF, J. H. Electrospinning: A fascinating method for the preparation of ultrathin fibers. Angewandte Chemie - International Edition, v. 46, n. 30, p. 5670–5703, 2007.

HAN, S. O.; YOUK, J. H.; MIN, K. D.; KANG, Y. O.; PARK, W. H. Electrospinning of cellulose acetate nanofibers using a mixed solvent of acetic acid/water: Effects of solvent composition on the fiber diameter. Materials Letters, v. 62, n. 4–5, p. 759–762, 2008.

RENEKER, D. H.; CHUN, L. Nanometre diameters of polymer, produced by electrospinning. Nanotechnology, v. 7, p. 216–223, 1996.

SCHRAMM, G. A Practical Approach to Rheology and Rheometry. 2nd. ed. [s.l: s.n.]

ZHAO, L. M.; SHI, L. E.; ZHANG, Z. L.; CHEN, J. M.; SHI, D. D.; YANG, J.; TANG, Z. X. Preparation and application of chitosan nanoparticles and nanofibers. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 28, n. 3, p. 353–362, 2011.