

ISSN 2175-8395

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Instrumentação
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

**ANAIS DO VII WORKSHOP DA REDE DE
NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**

Maria Alice Martins
Odílio Benedito Garrido de Assis
Caue Ribeiro
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

Editores

Embrapa Instrumentação
São Carlos, SP
2013

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Instrumentação

Rua XV de Novembro, 1452
Caixa Postal 741
CEP 13560-970 - São Carlos-SP
Fone: (16) 2107 2800
Fax: (16) 2107 2902
www.cnpdia.embrapa.br
E-mail: cnpdia.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: João de Mendonça Naime
Membros: Dra. Débora Marcondes Bastos Pereira Milori
Dr. Washington Luiz de Barros Melo
Sandra Protter Gouvea
Valéria de Fátima Cardoso
Membro Suplente: Dra. Lucimara Aparecida Forato

Revisor editorial: Valéria de Fátima Cardoso
Capa - Desenvolvimento: NCO; criação: Ângela Beatriz De Grandi
Imagem da capa: Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus
Loures Mourão, Viviane Soares

1a edição

1a impressão (2013): tiragem 50

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).
CIP-Brasil. Catalogação-na-publicação.
Embrapa Instrumentação

Anais do VII Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio –
2012 - São Carlos: Embrapa, 2012.

Irregular
ISSN 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Assis, Odílio Benedito Garrido de.
III. Ribeiro, Caue. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

© Embrapa 2013

CARACTERIZAÇÃO REOLÓGICA DAS SOLUÇÕES ELETROFIADAS DE PVA CONTENDO NANOPARTÍCULAS INORGÂNICAS

Rodrigo Guerreiro Fontoura Costa^{1*}, Caue Ribeiro¹ e Luiz Henrique Capparelli Mattoso¹

¹Laboratório Nacional de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Embrapa Instrumentação, Rua XV de Novembro, 1452, São Carlos-SP, 13560-970, Brasil.

*guerreiro_rodrigo@yahoo.com.br

Projeto Componente: PC4 Plano de Ação: PA5

Resumo

Soluções de PVA e PVA/TiO₂/Ag foram caracterizadas quanto a sua reologia e condutividade elétrica. Os resultados obtidos mostraram que a incorporação das nanopartículas (TiO₂ e Ag) no polímero tiveram maior influência na condutividade elétrica do que na viscosidade das soluções aquosas. A eletrofiação dessas soluções mostrou que nessa faixa de viscosidade e condutividade elétrica obtém-se nanofibras de morfologias uniformes.

Palavras-chave: viscosidade, reologia, condutividade elétrica, PVA, nanopartículas, eletrofiação

Introdução

Os parâmetros da solução, tais como, condutividade elétrica e viscosidade, podem influenciar na morfologia e no diâmetro das nanofibras preparadas via eletrofiação. Nanofibras uniformes sem contas (*beads*) são obtidas somente se existir um grau de emaranhamento de cadeias na solução polimérica, a qual corresponde a um valor de viscoelastecidade (ou concentração) mínimo. Se o valor da concentração for muito baixo, pode ocorrer uma instabilidade capilar na extremidade do jato, resultando num espalhamento eletrostático (*electrospraying*). Assim, partículas esféricas ou nanofibras com contas são obtidas (COSTA et al., 2012).

A adição de um sal a uma solução polimérica, como, por exemplo, cloreto de alumínio e nitrato de prata, aumenta a condutividade elétrica da mesma, resultando em maior mobilidade dos íons (COSTA et al., 2010). Assim, quando um campo elétrico externo é aplicado, as cargas se orientam fazendo com que a gota sofra um maior alongamento, e tendo como resultado final uma diminuição do número de contas e menores valores de diâmetros. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a solução de PVA/TiO₂/Ag quanto a sua reologia e condutividade elétrica em função da porcentagem de nanopartículas, TiO₂ e Ag.

Materiais e métodos

O PVA (J.T. Baker) foi solubilizado em água na concentração de 18% (massa seca de PVA/massa de água). As nanopartículas de dióxido de titânio anatase (TiO₂, Aldrich) foram dispersas em água utilizando-se um ultrassom por 20 min. As soluções de nitrato de prata (AgNO₃, CENNABRAS) foram preparados seguindo o procedimento descrito por Costa et al. (2010) e em seguida foram adicionadas à solução de PVA. Após a agitação da mesma por 10 minutos, a dispersão de TiO₂ foi adicionada à solução de PVA/Ag e agitada por mais uma hora. Assim, obtiveram-se soluções nanocompósitas de PVA/TiO₂ anatase (comercial) /Ag com diferentes porcentagens de TiO₂ e Ag: 0; 2,5; 5,0% em massa; e 6 e 11% em massa (massa seca do material inorgânico/massa seca de PVA), respectivamente.

As medidas de condutividade elétrica das soluções foram feitas em duplicata com um condutivímetro Horiba, Modelo ES-12 a 25 °C.

As medidas de viscosidade das soluções foram realizadas a temperatura ambiente e em baixas taxas de cisalhamento (0,01 s⁻¹ até 100 s⁻¹), utilizando-se um Reômetro Anton Paar, modelo Physica MCR301. A geometria escolhida foi: cilindros concêntricos (diâmetro interno de 23,819 mm e diâmetro externo de 27,602 mm). Após a

realização desta medida, foi determinado o valor de viscosidade na taxa de cisalhamento de 10 s^{-1} .

As soluções de PVA e PVA/TiO₂ anatase (comercial) /Ag foram eletrofiadas nas condições de 20 KV e 0,2 mL.h⁻¹.

Para a investigação morfológica das nanofibras utilizou-se um microscópio eletrônico de varredura marca JEOL (modelo JSM -6510) nas ampliações de 10.000x e 20.000x.

Resultados e discussão

Com o objetivo de observar o comportamento reológico das soluções eletrofiadas foram feitas as medidas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento. Nas Figs. 1 e 2 estão apresentadas estas medidas para algumas das soluções de PVA e PVA/TiO₂/Ag. Na Tab. 1 encontram-se os valores de condutividade elétrica e viscosidade das soluções eletrofiadas.

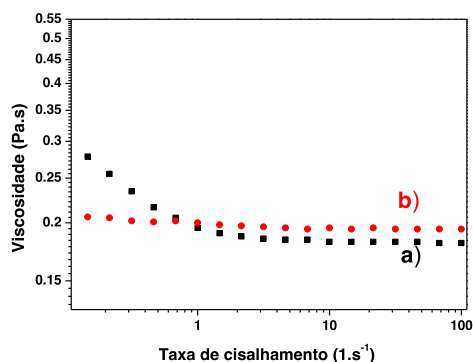


Fig. 1 – Curvas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento da solução de PVA(18%).

Observa-se nas Figs. 1 e 2 que a maioria das soluções possuem um comportamento pseudoplástico até aproximadamente 10 s^{-1} , e um platô newtoniano entre 10 s^{-1} e 100 s^{-1} . Ao compararem-se os valores de viscosidade (Tab. 1), nota-se que a incorporação das nanopartículas de TiO₂ e Ag resultaram numa pequena diminuição da viscosidade das soluções nanocompósitas de PVA/TiO₂/Ag (0,163 Pa.s; 0,150 Pa.s; 0,154 Pa.s; 0,144 Pa.s) em relação à solução de PVA (0,189 Pa.s), como esperado.

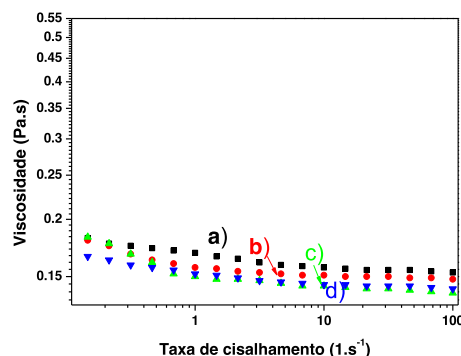


Fig. 2 – Curvas de viscosidade em função da taxa de cisalhamento das soluções de: a) e b) PVA(18%)/TiO₂(5%)/Ag(6%); c) e d) PVA(18%)/TiO₂(5%)/ Ag(11%).

Tab. 1 - Valores de condutividade elétrica* e viscosidade das soluções.

Solução	Condutividade* (mS/cm)	Viscosidade (Pa.s)
PVA (18%)	1,45	0,189
PVA (18%) / TiO ₂ (2,5%) / Ag (6%)	11,77	0,163
PVA (18%) / TiO ₂ (2,5%) / Ag(11%)	12,37	0,150
PVA (18%) / TiO ₂ (5%) / Ag (6%)	12,22	0,154
PVA (18%) / TiO ₂ (5%) / Ag (11%)	12,65	0,144

*Medidas realizadas na temperatura de 25 °C.

Na Tab. 1, observa-se também que a incorporação das nanopartículas de TiO₂ e Ag aumentou a condutividade elétrica em aproximadamente oito vezes em relação à solução de PVA. Este aumento ocorreu devido principalmente a adição das nanopartículas de Ag (sal de AgNO₃), pois como este sal é um eletrólito forte, os íons estarão dissociados resultando num maior número de cargas em solução e, conseqüentemente, numa maior condutividade elétrica (COSTA et al., 2010).

Na Fig. 3 está apresentada a micrografia obtida por MEV da nanofibra de PVA /TiO₂ (5%) /Ag (11%), onde observa-se que a morfologia da fibra é uniforme com diâmetros de aproximadamente 90 nm.

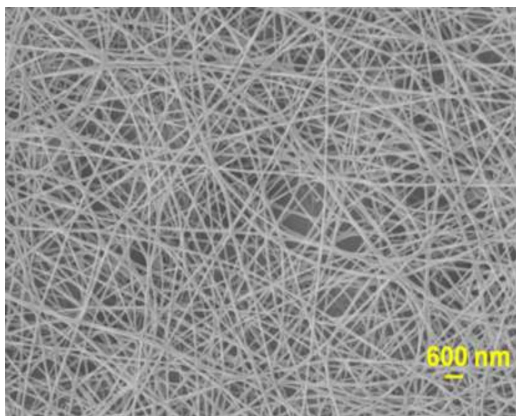


Fig. 3 - Micrografia obtida por MEV da nanofibra de PVA /TiO₂ (5%) /Ag (11%).

COSTA, R. G. F.; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C. Preparation and Characterization of PVA-Ag Nanocomposite Fibers with Antibacterial Activities. *Science of Advanced Materials (Print)*, v. 2, p. 157-162, 2010.

Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que a maioria das soluções eletrofiadas apresentou um comportamento reológico semelhante, com uma pequena diminuição nos valores de viscosidade para as soluções de PVA/TiO₂/Ag. A incorporação das nanopartículas ao PVA aumentou a condutividade elétrica de aproximadamente 1,5 mS/cm para 12 mS/cm.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, Finep, e Projeto MP1 Rede Agronano – Embrapa.

A Capes pela concessão da bolsa de pós-doutorado.

Referências

COSTA, R. G. F.; OLIVEIRA, J. E.; PAULA, G. F.; PICCIANI, P. H. S.; MEDEIROS, E. S.; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C. Eletrofiação de Polímeros em Solução: Parte I: Fundamentação Teórica. *Polímeros (São Carlos. Impresso)*, v. 22, p. 170-177, 2012.

COSTA, R. G. F.; OLIVEIRA, J. E.; PAULA, G. F.; PICCIANI, P. H. S.; MEDEIROS, E. S.; RIBEIRO, C.; MATTOSO, L. H. C. Eletrofiação de Polímeros em Solução: Parte II: Aplicações e Perspectivas. *Polímeros (São Carlos. Impresso)*, v. 22, p. 178-185, 2012.