

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

# EFEITO DO ENCAPSULAMENTO DE PROGESTERONA NA MORFOLOGIA DE NANOFIBRAS DE ZEÍNAS OBTIDAS POR ELETROFIAÇÃO

Brichi, G.S.<sup>1,3</sup>, Oliveira, J.E.<sup>2</sup>, Mattoso, L.H.C.<sup>3\*</sup>, Assis, O.B.G.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP

<sup>2</sup>Departamento de Engenharia de Materiais, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB

<sup>3</sup>Laboratório Nacional de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, Embrapa, São Carlos, SP  
julianoufmg@yahoo.com.br; odilio.assis@embrapa.br

Projeto Componente: PC5 Plano de Ação: PA6

## Resumo

Eletrofiação é um método convencional e amplamente utilizado para obtenção de nanofibras poliméricas. O presente trabalho busca encapsular diferentes concentrações de progesterona em nanofibras de zeínas produzidas por esta técnica e analisar as alterações na morfologia desenvolvida através da técnica de eletrofiação. A análise morfológica foi realizada por meio da microscopia eletrônica por varredura (MEV) e os diâmetros médios das fibras foram medidos com auxílio do software Image J. Os resultados encontrados apontam que o aumento da concentração de progesterona nas soluções de zeínas acarreta na formação de estruturas do tipo beaded-fibers.

**Palavras-chave:** eletrofiação, liberação controlada, progesterona, zeínas

## Introdução

Atualmente na literatura encontramos relatos de diversas nanofibras poliméricas como poli(ácido láctico), poli( $\epsilon$ -caprolactona) e poli(óxido etileno) para aplicações envolvendo engenharia de tecidos, biossensores, nanofiltração e liberação controlada de princípios ativos. A vantagem do emprego de nanofibras constituídas por biopolímeros e/ou polímeros biodegradáveis em liberação controlada de princípios ativos se deve a sua elevada área superficial e facilidade de preparo. Na eletrofiação as nanofibras que constituem as membranas nanoestruturadas são originadas por meio de alta tensão (Fig. 1). A técnica de eletrofiação foi redescoberta em 1995 por Doshi e Reneker como uma potencial alternativa no desenvolvimento de materiais nanoestruturados (Reneker e Chun, 1996). Essa técnica pode ser definida como um processo de obtenção de fibras que emprega forças eletrostáticas para estirar um jato de solução polimérica para a produção de micro e nanofibras (S. Chigome, N. Torto, 2011). É possível se obter os mais diversos tipos de fibras com excelentes propriedades através de simples ajustes nas variáveis de processo, tais como viscosidade da

solução, a tensão aplicada, a taxa de fluxo de injeção, a distancia de trabalho (a qual consiste na distancia entre a agulha e o coletor) e a umidade relativa do ar (S. Marx, et al, 2011)

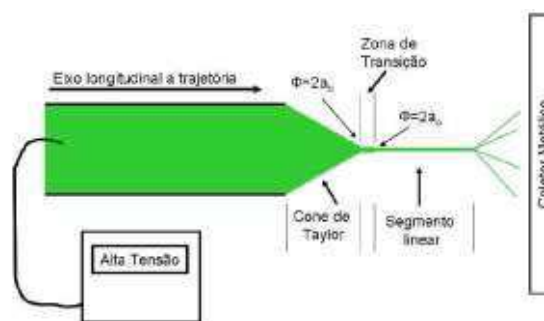


Figura 1. Representação esquemática da eletrofiação

## Materiais e métodos

As fibras de zeínas (micro e nanométricas) foram produzidas nas condições de 25 kV, 10 mL/h e 12 cm.

Para o preparo das fibras de zeínas contendo progesterona (P4) foram estabelecidas formulações contendo massas determinadas, em relação a concentração ótima de biopolímero em solução e de progesterona, conforme dispostos na Tabela 1.

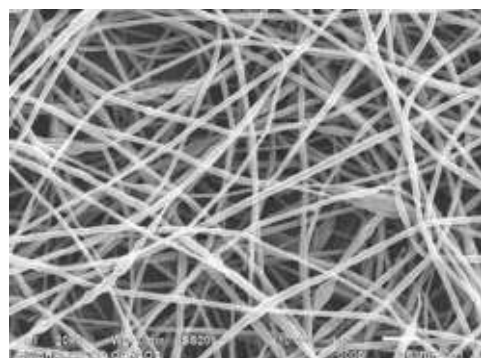
Tab 1. Parâmetros das soluções de polímero/hormônio

Hormônio	Concentração (m/m %)		
Progesterona	2	4	8

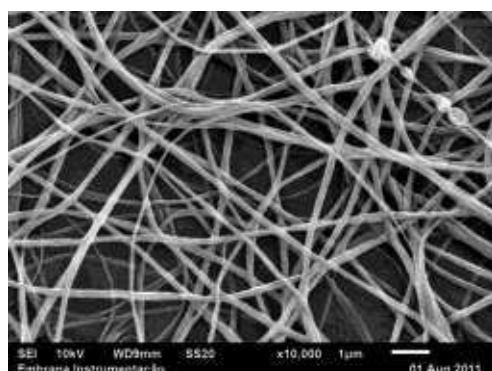
Vale ressaltar que a concentração de biopolímero (20% m/v) se manteve constante em todas as soluções preparadas. Foi empregada a mistura etanol:água (8:2 v/v) no desenvolvimento de todas as soluções deste trabalho.

### Resultados e discussão

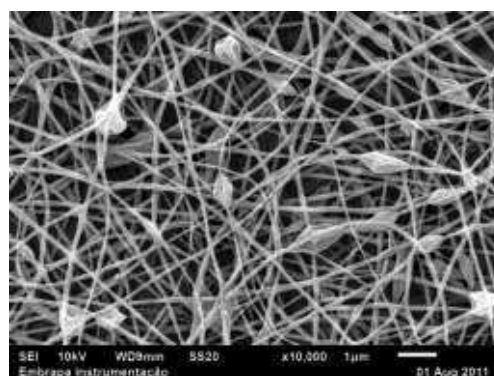
Na figura 2 podemos observar o efeito da concentração de progesterona na morfologia das membranas nanoestruturadas de zeínas obtidas por eletrofiação.



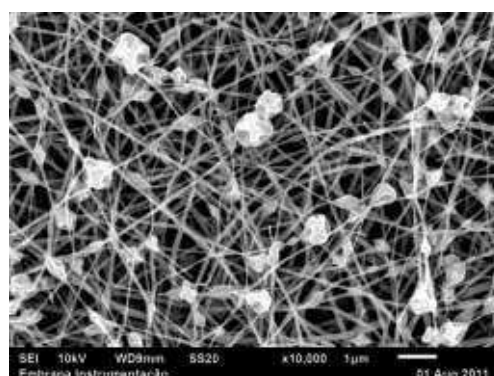
(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 2. Morfologia das fibras de zeínas:(a) pura, (b) 2%P4, (c) 4% P4 and (d) 8%P4 (m/m).

As membranas de zeínas obtidas por eletrofiação apresentaram uma morfologia uniforme e com superfície lisa (Fig.2a). No entanto, a adição de progesterona levou à formação e aumento na densidade de *beads* nas fibras (Fig2 e Tabela 2). Isto sugere que o hormônio interagiu com as cadeias de zeínas alterando as propriedades reológicas das soluções. A distribuição de diâmetros e a densidade desses *beads* podem ser observadas na Tabela 2. Para fibras de zeínas e zeínas+2% (m/m) de P4 uma baixa densidade de *beads* foi observada.

No entanto em maiores concentrações de hormônio (4 e 8% m/m) essa densidade se tornou considerável. A razão para uma maior densidade de *beads* nas membranas contendo maiores concentrações de progesterona pode ser entendido pela separação de fases que ocorre na evaporação do sistema de solventes etanol:água 8:2 (v/v). Isto se dá devido a diferença na miscibilidade do hormônio em

etanol e água e a interações biopolímero-progesterona. Além disso, a adição de progesterona levou a um decréscimo no diâmetro médio das fibras.

Tab. 2. Diâmetro das fibras de zeínas obtidas por eletrospiação

Concentração de progesterona (% m/m)	Diâmetro (nm)	Concentração de beads (beads/ $\mu\text{m}^2$ )
0	146 $\pm$ 33	0
2	143 $\pm$ 46	0,04
4	95 $\pm$ 25	0,2
8	79 $\pm$ 29	1

O diâmetro médio variou de 146nm (fibras de zeínas) para 79nm para fibras contendo 8% (m/m) de progesterona (Tabela 2).

### Conclusões

Analisando os dados apresentados, conclui-se que a incorporação de progesterona em nanofibras biopoliméricas pode alterar a morfologia das mesmas. A medida que a concentração de progesterona aumenta na nanofibra, observa-se uma diminuição no diâmetro médio da fibra, assim como a dispersão de diâmetros.

### Agradecimentos

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

### Referências

MEDEIROS, E. S.; GLENN, G. M.; KLAMCZYNSKI, A. P.; ORTS, W. J.; MATTOSO, L. H. C., Journal of Applied Polymer Science 113, 2322, 2009.

RENEKER, D. H.; CHUN, I. Nanometre diameter fibres of polymer, produced by electrospinning. Nanotechnology, v. 7, n. 3, p. 216-223, Sep 1996. ISSN 0957-4484.