

ISSN 2175-8395

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

**REDE DE NANOTECNOLOGIA APLICADA AO AGRONEGÓCIO**  
**ANAIS DO VI WORKSHOP – 2012**

Maria Alice Martins  
Morsyleide de Freitas Rosa  
Men de Sá Moreira de Souza Filho  
Nicodemos Moreira dos Santos Junior  
Odílio Benedito Garrido de Assis  
Caue Ribeiro  
Luiz Henrique Capparelli Mattoso

**Editores**

Fortaleza, CE  
2012

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Instrumentação**

Rua XV de Novembro, 1452,  
CEP 13560-970 – São Carlos, SP  
Fone: (16) 2107-2800  
Fax: (16) 2107-2902  
<http://www.cnpdia.embrapa.br>  
E-mail: [sac@cnpdia.embrapa.br](mailto:sac@cnpdia.embrapa.br)

**Embrapa Agroindústria Tropical**

Rua Dra. Sara Mesquita, 2270,  
CEP 60511-110 – Fortaleza, CE  
Fone: (85) 3391-7100  
Fax: (85) 3391-7109  
<http://www.cnpat.embrapa.br>  
E-mail: [sac@cnpat.embrapa.br](mailto:sac@cnpat.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Embrapa  
Instrumentação**

Presidente: João de Mendonça Naime  
Membros: Débora Marcondes Bastos Pereira  
Milori, Washington Luiz de Barros Melo, Sandra  
Protter Gouvêa, Valéria de Fátima Cardoso.  
Membro suplente: Paulo Sérgio de Paula  
Herrmann Júnior

**Comitê de Publicações da Embrapa  
Agroindústria Tropical**

Presidente: Antonio Teixeira Cavalcanti Júnior  
Secretário-Executivo: Marcos Antonio Nakayama  
Membros: Diva Correia, Marlon Vagner Valentim  
Martins, Arthur Cláudio Rodrigues de Souza, Ana  
Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Adriano  
Lincoln Albuquerque Mattos e Carlos Farley  
Herbster Moura

Supervisor editorial: Dr. Victor Bertucci Neto

Capa: Mônica Ferreira Laurito, Pedro Hernandes Campaner

Imagens da capa:

Imagem de MEV-FEG de Titanato de potássio – Henrique Aparecido de Jesus Loures  
Mourão, Viviane Soares

Imagem de MEV de Eletrodeposição de cobre – Luiza Maria da Silva Nunes, Viviane Soares

Imagem de MEV de Colmo do sorgo – Fabrício Heitor Martelli, Bianca Lovezutti Gomes,  
Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de HPMC com nanopartícula de quitosana – Marcos Vinicius Lorevice,  
Márcia Regina de Moura Aouada, Viviane Soares

Imagem de MEV-FEG de Vanadato de sódio – Waldir Avansi Junior

Imagem de MEV de Fibra de pupunha – Maria Alice Martins, Viviane Soares

1ª edição

1ª impressão (2012): tiragem 300

**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 VI Workshop da rede de nanotecnologia aplicada ao agronegócio 2012 – São  
Carlos: Embrapa Instrumentação; Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Irregular

ISSN: 2175-8395

1. Nanotecnologia – Evento. I. Martins, Maria Alice. II. Rosa. Morsyleide de  
Freitas. III. Souza Filho, Men de Sá Moreira de. IV. Santos Junior, Nicodemos Moreira  
dos. V. Assis, Odilio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz  
Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria  
Tropical.

---

© Embrapa 2012



---

## CARACTERÍSTICAS MICROSCÓPICAS DE FILMES DE ZEÍNAS PASTIFICADOS COM ÁCIDO OLEICO

---

Lucimara Aparecida Forato, Douglas de Britto; Juliana Aparecida Scramim;  
Rubens Bernades-Filho; Odilio B.G. Assis

Embrapa Instrumentação – São Carlos, SP  
lucimara@cnpdia.embrapa.br; odilio@cnpdia.embrapa.br

Projeto Componente: PC3

Plano de Ação: 3

---

### Resumo

Zeínas são proteínas de reserva do milho e podem ser extraídas através de processos de solubilização em meio alcoólico. Essas proteínas são altamente hidrofóbicas e apresentam elevado grau de polimerização. Ultimamente filmes processados a partir de zeínas têm-se mostrado como um potencial material para uso em coberturas pós-colheita e no processamento de filmes biodegradáveis. Neste trabalho, as características superficiais em função de diversas composições de zeínas/ácido oleico (AO) como plastificante, foram avaliadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) com respeito à suas características.

Palavras-chave: zeínas, proteínas hidrofóbicas, análise superficial, microscopia, filmes finos.

### Publicações relacionadas

FORATO L.A.; BRITTO, D.; SCRAMIM, J.A.; COLNAGO, L.A.; ASSIS, O.B.G. Propriedades mecânicas e molhabilidade de filmes de zeínas extraídas de glúten de milho. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 21, 2012.

SCRAMIN, J.A.; BRITTO, D.; FORATO, L.A.; BERNARDES FILHO, R.; COLNAGO, L.A.; ASSIS, O.B.G. Characterisation of zein oleic acid films and applications in fruit coating. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 46, p. 2145-2152, 2011

---

### Introdução

---

Dentre os chamados polímeros naturais, um material de interesse para a confecção de filmes para emprego em embalagens para contato com alimentos são os derivados de zeínas. As zeínas, ou prolaminas, são proteínas de reserva compostas por vários polipeptídeos que representam mais de 50% da massa total das proteínas presentes no endosperma do milho (*Zea mays*). Essas proteínas têm baixa qualidade nutricional e são indicadas para usos em aplicações diversas que não alimentícias, principalmente em farmacêutica como material de encapsulamento de drogas, na impermeabilização de papeis e embalagens cartonadas e associadas a

polímeros sintéticos para minimizações de contato e deteriorações em alimentos [1,2]. Além disso, essas proteínas apresentam alto grau de polimerização, superiores aos encontrados nas poliamidas e no poliéster. As zeínas podem ser transformadas em filmes, embora sejam extremamente frágeis havendo a necessidade da adição de plastificantes para a melhoria das propriedades mecânicas. Os plastificantes comumente adicionados às zeínas são tipicamente os polióis como o glicerol, o poli(etilenoglicol) e o sorbitol. O uso de ácidos graxos plastificantes, como é o caso do ácido oleico, tem sido relatado na elaboração de películas aplicadas na área de alimentos [3].

Neste trabalho, diferentes relações de proteínas/ácido oleico como plastificante foram avaliados e os filmes resultantes caracterizados quanto às suas propriedades mecânicas e molhabilidade.

## Materiais e métodos

As zeínas foram extraídas do glúten do milho gentilmente fornecido pela Brasil Corn Products, seguindo procedimento adotado pela Embrapa Instrumentação [4]. Para a preparação das soluções filmogênicas, as proteínas foram solubilizadas em etanol 70% (30% água) nas concentrações de 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 % em massa. Ácido oleico (Synth), empregado como plastificante foi separadamente adicionado em cada formulação nas proporções de 0,25; 0,50; 1,00 e 2,00 % em massa e homogeneizado por agitação moderada na temperatura ambiente. Os filmes foram obtidos por *casting* sobre superfície apolar de acrílico. Após evaporação espontânea do solvente na temperatura ambiente ( $25 \pm 3$  °C), os filmes foram manualmente destacados.

Aspectos superficiais dos filmes nas diversas formulações foram observados por microscopia eletrônica de varredura (MEV) em microscópio Jeol JSM-6510LV. Amostras dos filmes foram fixas em suporte metálico apropriado e recobertas com ouro em evaporadora Balzers Union Sputtering. As imagens foram geradas sob vácuo nas voltagens de 5 a 15 kV, dependendo da magnitude.

## Resultados e discussão

Os filmes processados a partir das zeínas com combinações de ácido oleico destacaram-se espontaneamente do acrílico após a completa evaporação do solvente, apresentaram coloração amarelada, transparência e brilho irregular. A coloração amarela predominante no filme curado deve-se a presença de carotenoides na proteína, predominantemente  $\beta$ -caroteno, zeaxantina e luteína em maior quantidade [5]. Em aplicações comerciais as zeínas podem ser descoloridas para a geração de membranas incolores. Os filmes destacados apresentam espessuras médias em torno de  $150 \pm 17$   $\mu\text{m}$ . A Figura 1 ilustra o aspecto de um filme com 2,0 % de AO, na sua forma líquida (gel) e após a evaporação do solvente (cura).

Entre as combinações zeínas-plastificantes ensaiadas, apenas uma mostrou-se viável à confecção de filmes com plasticidade mínima

aceitável para alguma aplicação como embalagem. As concentrações de 1,0; 2,0 e 3,0% em massa de zeínas resultaram em películas extremamente frágeis, independentes da adição de plastificante. Esses filmes fragmentavam-se durante o manuseio inviabilizando qualquer análise subsequente.

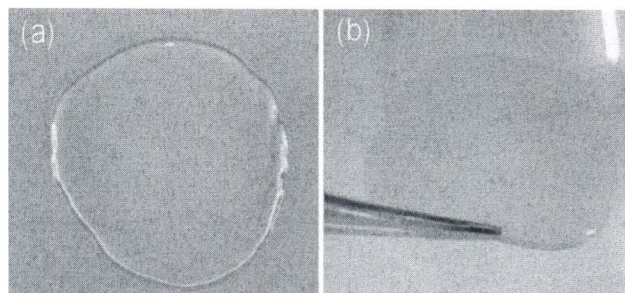


Figura 1. Imagens do (a) gel depositado e do filme formado (b) após a evaporação do solvente sobre superfície apolar (*casting*).

Por sua vez, para a maior concentração avaliada, de 5,0% (w/w) (42,6 g/L), não ocorre uma total solubilização das proteínas adicionadas, não gerando uma solução homogênea e por conseguinte os filmes formados são altamente irregulares, seja na espessura ou na distribuição da fração proteica. Com respeito ao aspecto topográfico dos filmes, vemos nas fotomicrografias da Figura 2, duas imagens representativas do filme sem plastificante (Figura 2(a)), onde predominam trincas frágeis ao longo de toda a matriz e, como já comentado, inviabiliza qualquer tipo de emprego e mesmo o manuseio e, um filme de mesma concentração com a adição de 1% de plastificante (Figura 2(b)) onde se observa a formação de irregularidades topográficas em escala microscópica, porém com ausência de trincas.

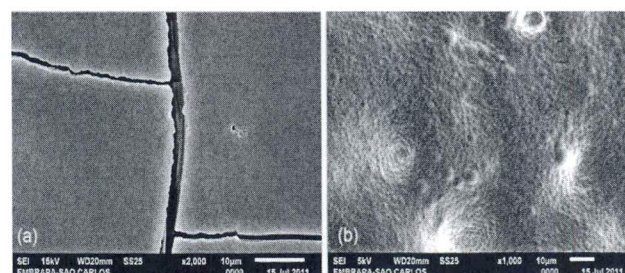


Figura 2. Fotomicrografias MEV típicas de filmes de zeínas (4 % em massa) obtidos por casting: (a) Filme sem plastificante (15 kV); (b) filme com 1% wt de ácido oleico como plastificante (5 kV).

Essas estruturas são muito similares as publicadas por Lai & Padua [6], também avaliando o AO, nas

quais irregularidades e separações de fases foram observadas com o aumento do teor de plastificante. Uma análise mais detalhada das características superficiais das formulações aqui apresentadas, com análises de rugosidade e aderência por medida em microscopia de força atômica, foi recentemente publicada [3].

---

### Conclusões

---

Filmes a partir de zeínas extraídas do glúten do milho podem ser obtidos facilmente por evaporação espontânea do solvente sobre superfície apolar (técnica de *casting*) na temperatura ambiente. Filmes sem plastificante mostraram-se frágeis e inviáveis ao manuseio. Pequenas adições de ácido oleico (AO), como plastificante mostrou-se benéfica na formação de filmes com maior homogeneidade superficial, reduzindo fraturas e irregularidades.

---

### Agradecimentos

---

CNPQ, FINEP, EMBRAPA (Rede AgroNano), Bolsa de pós-doc programa CAPES/Embrapa.

---

---

### Referências

---

1. J.W. Lawton *Cereal Chem.* 2002, 79, 1-18.
  2. J-W. Lee; S-M. Son; S-I. Hong *J. Food Eng.* 2008, 86, 484.
  3. J.A Scramin; D. de Britto; L.A. Forato; R. Bernardes-Filho; L.A. Colnago; O.B.G. Assis *Int. J. Food Sci. Tech.* 2011, 46, 2145.
  4. L.A. Forato; V. Yushmanov; L.A. Colnago *Biochemistry*, 2004, 43, 7121-7126.
  5. D.J. Sessa; F.J. Eller; D.E. Palmquist; J.W. Lawton *Industrial Crops and Products*, 2003, 18, 55.
  6. H-M. Lai; G.W. Pádua *Cereal Chem.* 1998, 75, 194-199.
-