

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, Odílio Benedito Garrido de. VI. Ribeiro, Caue. VII. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. VIII. Embrapa Instrumentação. IX. Embrapa Agroindústria Tropical.



---

## ANÁLISE POR ÂNGULO DE CONTATO E MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA DE FILMES COMESTÍVEIS À BASE DE ZEÍNA COM ADIÇÃO DE NANOFIBRAS DE CELULOSE

---

*Tassiane R.A. Corrêa<sup>1,3</sup>, Caroline P. Fernandes<sup>2,3</sup>, Franciele B. de Oliveira<sup>3</sup>, Lucimara A. Forato<sup>3</sup>, Rubens Bernardes-Filho<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Biotecnologia, SP, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal de São Carlos, Departamento de Biologia, SP, Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Instrumentação, São Carlos, SP, Brasil.

*tassianecorrea@ig.com.br*

**Projeto Componente: PC3**

**Plano de Ação: PA1**

**Projeto Componente: PC6**

**Plano de Ação: PA2**

---

### Resumo

Os filmes ou coberturas comestíveis aplicados a alimentos, abordados aqui, funcionam como barreira a respiração, troca gasosa e perda de água, preservando a qualidade do alimento por maior período de tempo o que ocasiona na diminuição de perdas em processos pós-colheita. Uma das características que se deseja controlar é a hidrofobicidade dos filmes. Os filmes de zeína com incorporação de nanofibras de celulose foram analisados quanto à suas características físicas e morfológicas por Microscopia de Força Atômica (MFA) e sua hidrofobicidade por Ângulo de Contato (AC). Resultados mostraram que quanto maior for a porcentagem de ácido oléico e menor a porcentagem de nanofibras de celulose, menos hidrofóbico é o filme.

**Palavras-chave:** Filmes e revestimentos comestíveis, zeína, preservação de alimentos, nanofibras de celulose.

---

### Introdução

Os revestimentos comestíveis tem demonstrado ser uma forma eficaz de preservação de frutas mantendo a aparência fresca e a sua firmeza, diminuindo as perdas nos processos pós-colheita [1]. Essas coberturas são desenvolvidas para interferir na troca gasosa, que ocorre no pericarpo dos frutos, diminuindo a perda de massa, causada pela perda principalmente de água, e desacelerando o processo de amadurecimento destes e conseqüentemente aumentando o tempo de prateleira, além de ter potencial para substituir o uso de polímeros sintéticos tradicionais nos alimentos, melhorando a integridade mecânica e as características dos alimentos [2]. A proteína utilizada neste estudo é a zeína, que são extraídas do milho, e possuem boa capacidade de formar filmes.

No entanto, o uso desta proteína pura é limitado, pois os filmes produzidos são quebradiços, o que é melhorado pela adição de plastificante, no caso deste estudo foi utilizado ácido oléico (AO) e nanofibra de celulose, que são materiais de baixo custo e boas propriedades mecânicas [3]. Assim, o objetivo deste trabalho foi estudar formulações de filmes de zeína com adição de nanofibras de celulose e analisá-los pelas técnicas de microscopia de força atômica (MFA) e ângulo de contato (AC).

---

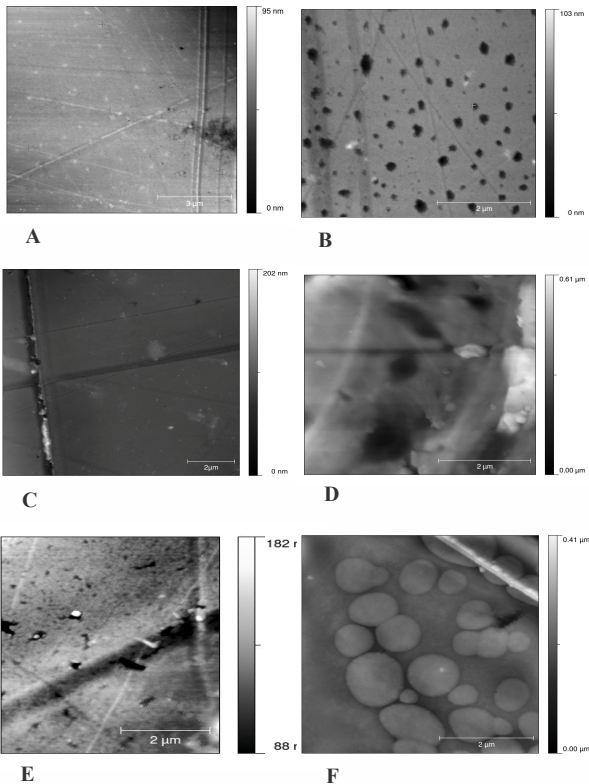
### Materiais e métodos

Os filmes foram preparadas a partir de soluções contendo 4% de zeína em solução de etanol 70% sob agitação, com adição de diferentes concentrações de plastificante (Ácido Oléico) e nanofibras de celulose [4]. As soluções foram então

depositadas em placas de acrílicas e secas em dessecadores em temperatura ambiente. Os filmes resultantes foram destacados e analisados quanto à suas características físicas e morfológicas por Microscopia de Força Atômica (MFA) e sua hidrofiliicidade por Ângulo de Contato (AC), de acordo com as concentrações utilizadas de nanofibras de celulose e Ácido Oléico (AO).

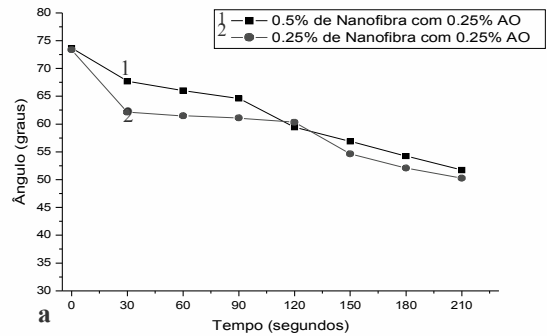
## Resultados e discussão

As imagens de Microscopia de Força Atômica permitiram observar poros com tamanhos médio de 6.09 micrômetros e as superfícies dos filmes apresentaram formações lineares causados pelo processo de secagem, que aparecem como linhas nos filmes, pois estes se moldam muito bem às placas. A capacidade de se moldar as superfícies é altamente desejável para o uso no recobrimento de frutos, por garantir que em escala microscópica o filme se molde a superfície do material que ele está sendo depositado.

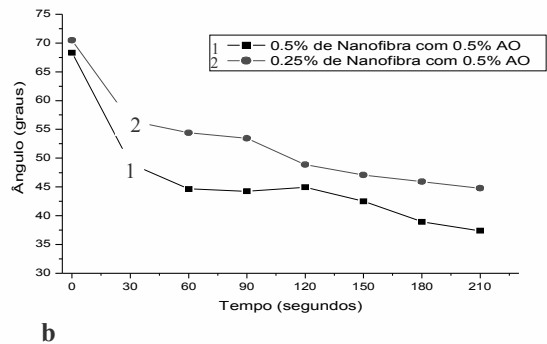


**Fig. 1:** a) Filme de zeína + 0,5% de nanofibra + 1% AO; b) Filme de zeína + 0,5% de nanofibra + 0,5% AO; c) Filme de zeína + 0,5% de nanofibra + 0,25% AO; d) Filme de zeína + 0,25% de nanofibra + 1% AO; e) Filme de zeína + 0,25% de nanofibra + 0,5%

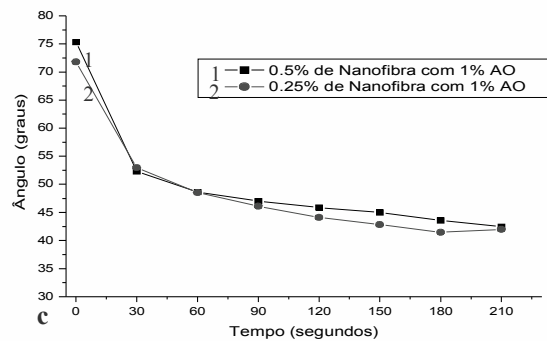
AO; f) Filme de zeína + 0,25% nanofibra + 0,25% AO.



**Fig.2** – Ângulo de contato de filmes de zeína + 0.25% de AO, variando a concentração de nanofibras em 0.5% e 0.25%;



**Fig.3** - Ângulo de contato de filmes de zeína + 0.5% de AO, variando a concentração de nanofibras em 0.5% e 0.25%.



**Fig.4** - Ângulo de contato de filmes de zeína + 1% de AO, variando a concentração de nanofibras em 0.5% e 0.25%.

Os resultados de Ângulo de Contato indicaram que tanto o aumento na concentração de nanofibras de celulose, quanto de plastificante, influenciaram significativamente a hidrofiliicidade dos filmes. Com o aumento da porcentagem de nanofibras de celulose e diminuição da porcentagem de plastificante, os filmes tornam-se mais

hidrofóbicos e provavelmente mais eficientes para uso como barreira protetora para os frutos.

---

## **Conclusões**

---

Os comportamentos dos filmes mostraram que filmes com a menor porcentagem de nanofibras de celulose e com a maior porcentagem de ácido oléico foram os que melhor se apresentaram para revestimentos dos alimentos. E quanto maior a porcentagem de ácido oléico e menor a porcentagem de nanofibras de celulose, mais hidrofóbico é o filme e provavelmente mais eficientes para uso como barreira protetora para os frutos, pois interferem na troca gasosa diminuindo a perda de massa e mantendo a aparência dos frutos.

---

## **Agradecimentos**

---

CNPQ, FINEP, CAPES, EMBRAPA, – PC3 – MP1 – Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio.

---

## **Referências**

---

1. J.A.Scramin, D. de Britto, O.B.G. De Assis, L.A. Colnago, L.A.Forato, Circular Técnica Embrapa Instrumentação, 2007 , 37.
2. A.M.D. Villadiego, N.F.F. Soares, N.J. de Andrade, R. Puschmann, V.P.R.Minim, R. Cruz. Revista Ceres. 2005, 221 – 244, 52(300).
3. F.B. De Oliveira, E.M. Teixeira, K.B.R. Teodoro, J.M. Marconcini, L.H.C. Mattoso, in Anais do 10º Congresso Brasileiro de Polímeros, Foz do Iguaçu, 2009.
4. H.M.C. de Azevedo, L. H.C. Mattoso, G. Ceotto Filho, M.L. Munford, T.H. McHugh in Anais do V Workshop da Rede de Nanotecnologia Aplicada ao Agronegócio, São Carlos, 2009