

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  
Caeu 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](http://www.cnpdia.embrapa.br)  
E-mail: [cnpdia.sac@embrapa.br](mailto: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, Caeu. IV. Mattoso, Luiz Henrique Capparelli. V. Embrapa Instrumentação.

# ESTUDO DA INCORPORAÇÃO DE NANOESTRUTURAS NA SÍNTESE DE POTENCIAIS FILMES BACTERICIDAS

Marcia Regina de Moura<sup>1,2\*</sup>, Luiz Henrique Capparelli Mattoso<sup>1</sup>, Valtencir Zucolotto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> LNNA, Embrapa Instrumentação, São Carlos/SP

<sup>2</sup> Departamento de Física e Química, FEIS, UNESP, Ilha Solteira/SP

<sup>3</sup> Instituto de Física de São Carlos, USP, São Carlos/SP

\*marciadqi@gmail.com

**Projeto Componente:** PC3    **Plano de Ação:** PA4

## Resumo

Nanopartículas de dióxido de titânio foram incorporadas em matriz de hidroxipropil metilcelulose (HPMC). O objetivo do trabalho foi analisar as melhores condições de síntese com base em análises subjetivas dos filmes formados. Além de explorar a propriedade de melhoria mecânica somada ao nanocompósito final, devido a incorporação dessas nanoestruturas.

**Palavras-chave:** nanopartículas, embalagem

## Publicações relacionadas

Marcia R. de Moura, et al., apresentou no 35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 2012, Águas de Lindóia/SP.

Marcia R. de Moura, et al., apresentou no Seventh International Latin American Conference on Powder Technology, 2011, Florianópolis/SC.

## Introdução

As nanopartículas (NPs) metálicas e óxidos são os principais representantes do grupo dos inorgânicos nanoestruturados. Fabricar novos nanocompósitos para serem aplicados como embalagens são os objetivos a serem alcançados por vários grupos de pesquisas (Nguyen et al., 2013).

Dentre esses estudos podem-se destacar as embalagens ativas para alimentos, cuja utilização proporciona maior resistência ao impacto, eficiência contra micro-organismos contaminantes e prolongamento no tempo de prateleira dos mesmos (Emregul et al., 2013).

Estudos recentes mostraram que a formação de nanocompósitos contendo NPs de prata e HPMC apresentam maior resistência e efeito bacteriostático (Moura et al., 2012).

Sendo assim, este trabalho teve como objetivo preparar nanocompósitos contendo NPs de dióxido de titânio (NanoTi) e HPMC com o intuito de obter embalagens com características visuais, comerciais e com propriedade mecânica melhorada.

## Materiais e métodos

As NPs de dióxido de titânio foram obtidas comercialmente. Para avaliar as melhores condições de síntese dos nanocompósitos contendo NanoTi, foram realizadas avaliações subjetivas dos filmes obtidos. Foi montado um planejamento fatorial de 2<sup>3</sup>. Os fatores e níveis se encontram na Tabela 1, onde foram gerados 8 experimentos.

Nesse trabalho os nanocompósitos foram obtidos por dispersão do polímero, na solução de NanoTi em suspensão. Os filmes foram classificados de acordo com um padrão em excelente, bom ou deficiente.

As propriedades de tensão dos filmes foram determinadas pelo teste de tração (ASTM D882-97).

Tab 1: Fatores e níveis utilizados no planejamento fatorial.

Variáveis	Nível inferior (-)	Nível superior (+)
A	Concentração do polímero 2% (m/v)	Concentração do polímero 3% (m/v)
B	Concentração menor de NanoTi*	Concentração maior de NanoTi**
C	Temperatura secagem = 25 °C	Temperatura secagem = 50 °C

\*concentração menor (0,001 g em 100 mL em água);

\*\*concentração maior (0,002 g em 100 mL em água).

## Resultados e discussão

Na avaliação subjetiva foram observadas as seguintes características: continuidade (ausência de rupturas e fraturas após a secagem), homogeneidade (ausência de partículas insolúveis visíveis a olho nu, zonas de opacidade ou de cores diferenciadas) e manuseabilidade (possibilidade de manusear o filme sem riscos de ruptura).

Na Tab 2 é possível analisar cada fator analisado e cada experimento com sua resposta.

Tab 2: Matriz planejamento e valores das respostas para cada experimento realizado.

Experimentos	A	B	C	Continuidade	Homogeneidade	Manuseabilidade
1	+	+	+	•	■	■
2	-	+	+	■	■	■
3	+	-	+	■	■	•
4	-	-	+	•	•	■
5	+	+	-	•	■	•
6	-	+	-	•	•	■
7	+	-	-	♥	•	♥
8	-	-	-	♥	•	•

♥ excelente; • boa; ■ deficiente

Como podem ser observados na Tab 2, os filmes formados a partir dos experimentos 1, 2 e 3 foram os que apresentaram piores características, sendo considerados deficientes.

No entanto, os filmes formados a partir dos experimentos 7 e 8 foram os que apresentaram melhores características, sendo considerados bons.

Os nanocompósito que apresentaram melhores condições foram os sintetizados com maior quantidade de polímero, menor

concentração de NanoTi e menor temperatura de secagem.

A determinação da tensão na ruptura, dos filmes puros e nanocompósito, foram realizadas para todos os sistemas contendo menor e maior concentração de NanoTi.

Os valores de tensão dos nanocompósito estão presentes na Figura 1.

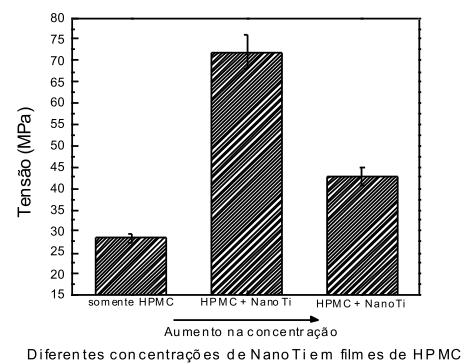


Fig 1: Tensão dos filmes de HPMC com diferentes concentrações de nanopartículas. Os valores médios são apresentados e as barras indicam os erros das medidas.

Como podemos observar, um aumento na quantidade de NanoTi adicionadas na matriz de HPMC, provoca um decréscimo nos valores de tensão de ruptura. Ou seja, uma maior quantidade de NanoTi faz com que a matriz fique mais rígida e assim se rompe com maior facilidade. Isso ocorre, pois, uma maior quantidade de nanopartículas é mais difícil de dispersar de maneira uniforme na matriz que quantidades menores.

## Conclusões

Os nanocompósito contendo HPMC e menor concentração de NanoTi apresentaram melhores características.

Esse trabalho auxilia nos estudos que buscam a melhoria na qualidade de vários tipos de nanocompósito, de interesse comercial, para utilização como embalagens de alimentos.

## Agradecimentos

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

Os autores agradecem a FAPESP, pela bolsa referente ao Processo: 2008/10575-2.

A autora MRM agradece a UNESP, pela oportunidade de trabalho voluntário no Departamento de Física e Química, da FEIS, Ilha Solteira.

---

## Referências

---

EMREGUL, E.; KOCABAY, O.; DERKUS, B.; YUMAK, T.; EMREGUL, K.C.; SINAG, A.; POLAT, K. A novel carboxymethylcellulose–gelatin–titanium dioxide–superoxide dismutase biosensor; electrochemical properties of carboxymethylcellulose–gelatin–titanium dioxide–superoxide dismutase. *Bioelectrochemistry*, v. 90, p. 8-17, 2013.

MOURA, M. R de; MATTOSO, L. H. C.; ZUCOLOTTO, V. Development of Cellulose-based Bactericidal Nanocomposites containing Silver Nanoparticles and their Use as Active Food Packaging. *Journal of Food Engineering*, v. 109, n. 3, p. 520-524, 2012.

NGUYEN, V.G.; THAI, H.; MAI, D.H.; TRAN, H.T.; TRAN, D.L.; VU, M.T. Effect of titanium dioxide on the properties of polyethylene/TiO<sub>2</sub> nanocomposites. *Composites Part B: Engineering*, v.45, n.1, p. 1192-1198, 2013.