

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
Nicodemus 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

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

**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.

© Embrapa 2012



NANOCOMPÓSITOS ATIVOS CONTENDO NANOPARTÍCULAS DE TITÂNIO COM MELHORIA NAS PROPRIEDADES DE BARREIRA AO VAPOR DE ÁGUA

Márcia Regina de Moura^{1,2*}, Luiz Henrique Capparelli Mattoso², Valtencir Zucolotto¹

¹Instituto de Física de São Carlos, USP, São Carlos/SP

²Laboratório Nacional de Nanotecnologia para o Agronegócio, Embrapa Instrumentação, São Carlos/SP - *marciadqi@gmail.com

Projeto Componente: PC3 Plano de Ação: PA4

Resumo

Pesquisas em embalagens ativas são atualmente de grande interesse. Por outro lado, a utilização de recursos naturais renováveis na preparação de novos materiais poliméricos tem como principal vantagem, o caráter renovável, ampla disponibilidade, baixo custo e biodegradabilidade. Neste trabalho, temos como objetivo produzir nanocompósitos biodegradáveis à base de hidroxipropil metilcelulose (HPMC) e nanopartículas de dióxido de titânio (TiO₂). Visando a aplicação como embalagens ativas em alimentos.

Palavras-chave: Dióxido de titânio, embalagem ativa, hidroxipropil metilcelulose.

Introdução

Muitos pesquisadores de todo mundo estão focalizando suas pesquisas e desenvolvendo filmes comestíveis e embalagens para alimentos, cada vez mais sofisticadas em termos de qualidade. O uso da nanotecnologia está sendo bastante utilizado na indústria de embalagens, como veículo no desenvolvimento de novas embalagens para proteção de alimentos [1,2]. Trabalhos recentes da literatura têm relatado as aplicações de nanopartículas metálicas e óxidos em embalagens [3,4]. Além da capacidade de melhorar as propriedades mecânicas das embalagens, essas partículas transmitem à embalagem propriedades bactericidas ou bacteriostáticas.

Atualmente há um interesse em desenvolver nanocompósitos contendo nanopartículas cerâmicas de titânio (NanoTi). O dióxido de titânio (TiO₂) é um óxido de metal inerte já utilizado como aditivo de coloração em alimentos. Em nosso grupo de pesquisa, nós

estamos introduzindo diferentes tipos de nanopartículas em nanocompósitos, com o objetivo de melhorar suas propriedades e aplicá-los em embalagens para alimentos. No trabalho de Moura et al. 2011 [5], nanopartículas de quitosana foram adicionadas na composição de nanocompósitos contendo carboximetilcelulose.

Os resultados mostraram que a presença de nanopartículas melhoram as propriedades mecânicas e de barreira ao vapor de água desses nanocompósitos. Nesse trabalho, o interesse foi incorporar nanopartículas de dióxido de titânio em matrizes de hidroxipropil metilcelulose (HPMC). E avaliar as melhorias o uso da nanotecnologia pode ter provocado no nanocompósito resultante.

Materiais e métodos

As nanopartículas de TiO₂ foram obtidas comercialmente. Para o preparo da solução adicionou-se uma quantidade conhecida (uma de maior e outra de menor concentração) em água,

deixou-se no ultra-som de ponta para homogeneizar, com uma amplitude de 40%. Em seguida a suspensão contendo nanopartículas foi obtida.

Para o preparo dos nanocompósitos de HPMC e NanoTi foi empregada a técnica de "casting". Valores de permeabilidade ao vapor de água (WVP) foram determinados a partir do método modificado ASTM E96-92, utilizado para determinar a umidade relativa (RH) do filme, descrito na literatura por McHugh et al. 1993 [6]. As temperaturas de transição vítrea (T_g) dos filmes de HPMC e nanopartículas foram determinadas por calorimetria diferencial de varredura (DSC) através do equipamento DSC da marca TA Instruments Q100.

Resultados e discussão

Como nós utilizamos as nanopartículas de TiO_2 comerciais, os valores de tamanho e potencial zeta foram utilizados do fabricante. O interesse em utilizar as nanopartículas comerciais foi que, o nosso objetivo maior é na caracterização dos nanocompósitos, sem a preocupação com a síntese.

O tamanho médio dessas nanopartículas medidas em nosso equipamento foi de 10 nm e potencial zeta de -30 mV. De uma maneira geral os nanocompósitos escolhidos por nós para síntese, apresentaram-se transparentes, com espessura controlada e com um bom aspecto visual (Fig. 1). Eles foram sintetizados com duas concentrações diferentes de nanopartículas de TiO_2 .

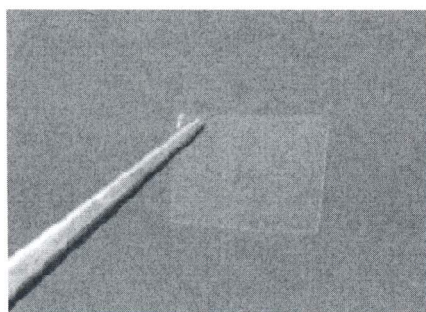


Fig. 1: Nanocompósito contendo HPMC e NanoTi (menor concentração).

Os valores de permeabilidade ao vapor de água dos materiais estudados por nós estão ilustrados na Tab. 1.

Como podemos observar os valores de permeabilidade ao vapor de água dos nanocompósitos, compostos por nanopartículas em concentração maior, praticamente não apresentam

mudanças em relação ao filme do polímero puro. Já nos materiais com NanoTi em concentração menor o decréscimo no valor é significativo. Essa diferença na permeabilidade é devida ao arranjo dessas partículas na matriz do polímero, após a formação do nanocompósito.

Tab. 1: Valores de WVP dos nanocompósitos contendo NanoTi.

Filme	WVP	RH (%)
HPMC	$0,792 \pm 0,05$	$70,9 \pm 0,2$
HPMC-NanoTi menor concentração	$0,457 \pm 0,03$	$72,5 \pm 0,6$
HPMC-NanoTi maior concentração	$0,680 \pm 0,05$	$70,2 \pm 0,3$

Os valores de permeabilidade ao vapor de água dos nanocompósitos, contendo nanopartículas em concentração maior, praticamente não apresentam mudanças em relação ao formado pelo polímero puro. Já nos materiais com NanoTi em concentração menor o decréscimo no valor é significativo. Essa diferença na permeabilidade é devida ao arranjo dessas partículas na matriz do polímero, após a formação do nanocompósito.

Na Fig. 2 é possível observar uma ilustração de como as partículas em maior e menor concentração podem se arranjar na matriz polimérica, influenciando a difusão do vapor.

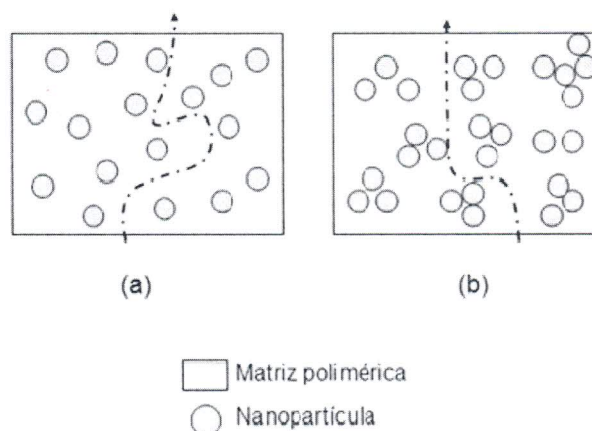


Fig. 2: Representação esquemática do modelo de permeação proposto: a) nanopartículas em menor concentração e b) nanopartículas em maior concentração.

Na matriz em que a concentração das nanopartículas é maior, as regiões que permitem a difusão do vapor sem afetá-lo são maiores. Já na

matriz onde a concentração é menor, o vapor encontra com menor facilidade regiões livre para permear. Ou seja, uma maior quantidade de partículas inseridas na matriz facilita a aglomeração dessas, assim a dispersão na matriz depois de seca é prejudicada, auxiliando a formação de regiões livres de partículas.

Na Tab. 2 são observados os valores de Tg dos diferentes nanocompósitos sintetizados por nós.

Tab. 2: Valores de Tg dos nanocompósitos de HPMC e NanoTi.

Filme	Tg (°C)
HPMC	159 ± 8
HPMC-NanoTi menor concentração	192 ± 3
HPMC-NanoTi maior concentração	199 ± 6

Os nanocompósitos contendo as nanopartículas apresentaram valores de Tg maiores que do polímero puro. Esses maiores valores são associados à menor mobilidade que os segmentos das cadeias poliméricas adquirem com o aumento da temperatura. Os segmentos das cadeias se ancoram com as nanopartículas o que dificulta seus movimentos, ou seja, maior energia é necessária para se chegar a Tg. Essas análises também podem estar relacionadas com as medidas de permeabilidade ao vapor de água. Pois, maiores ou menores concentrações de partículas em diferentes regiões do nanocompósito, resultam em interações distintas com a matriz.

Conclusões

Os nanocompósitos apresentaram características visuais interessantes para aplicação em embalagens. Nos nanocompósitos contendo HPMC com nanopartículas de TiO₂ observamos uma melhora nas propriedades. Os filmes com as melhores propriedades foram os sintetizados com HPMC e nanopartículas de TiO₂ com concentração menor. Essa conclusão é devido a significativa diminuição nos valores de WVP desses materiais.

Por fim, com o desenvolvimento desses materiais inovadores, estamos realizando em nosso grupo análises do poder bactericida desses nanocompósitos. Essa é a terceira etapa do trabalho. A primeira etapa (síntese dos nanocompósitos) e a segunda (caracterização das propriedades) já foram realizadas com sucesso.

Agradecimentos

FAPESP, USP, CAPES, CNPQ, FINEP, FIPAI, EMBRAPA.

Referências

1. H. M. C. Azeredo; A. K. H. E. Miranda; F. M. Rosa; D. M. Nascimento; M. R. de Moura *LWT-Food Sci Technol.* 2012, 46, 294.
 2. J.-W. Lee; S.-M. Son; S.-I. Ho *J. Food Eng.* 2008, 86, 484.
 3. C. Chawengkijwanich; Y. Hayata *Int. J. Food Microbiol.* 2008, 123, 288.
 4. J.-W. Rhim; S.-I. Hong; H.-M. Park; P.K.W. Ng *J. Agric. Food Chem.* 2006, 54, 5814.
 5. M. R. de Moura; M. V. Lorevice; L. H. C. Mattoso; V. Zucolotto *J. Food Sci.* 2011, 76, 25.
 6. T. H. McHugh; R. Avena-Bustillos; J. M. Krochta *J. Food Sci.* 1993, 58, 899.
-