

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

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



DERIVADO DE CELULOSE REFORÇADO COM NANOPARTÍCULAS DE PRATA PARA APLICAÇÃO EM EMBALAGENS ATIVAS

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

Derivados de celulose, como o hidroxipropil metilcelulose, são promissores materiais para síntese de embalagens utilizadas em alimentos. Entretanto, a atividade dessa embalagem contra micro-organismos contaminantes de alimentos não é efetiva. O objetivo do presente trabalho é estudar o efeito da adição de nanopartículas de prata em filmes de HPMC a fim de melhorar as propriedades bactericidas ou bacteriostáticas dos nanocompósitos.

Palavras-chave: Nanopartículas de prata, nanocompósitos, propriedades mecânicas, propriedades de barreira.

Publicações relacionadas

Márcia R. de Moura; Luiz H. C. Mattoso; Valtencir Zucolotto. Development of cellulose-based bactericidal nanocomposites containing silver nanoparticles and their use as active food packaging. *Journal of Food Engineering* 2012, 109, 520.

Introdução

Embalagens ativas é um conceito inovador de embalagens. Atuam de maneira a prolongar a vida de prateleira, ou aumentar a segurança ou propriedades sensoriais, de produtos alimentícios. Este conceito, que é de especial importância na área de alimentos [1] recentemente, está se beneficiando muito, com a utilização de materiais nanotecnológicos, incluindo nanocoberturas e nanopartículas [2]. As propriedades antimicrobianas das nanopartículas de prata (nanoAg), por exemplo, têm sido cada vez mais exploradas em produtos como desodorantes, roupas, curativos, e também em soluções de limpeza e sprays [3,4] como agentes

antimicrobianos [5]. Hidroxipropil metilcelulose (HPMC) é um biopolímero aprovado pela FDA (Food and Drug Administration) e pelo EU (EC, 1995) para uso em alimentos (21 CFR 172.874). Entretanto, aplicações tecnológicas do HPMC para embalagens são interessantes, uma vez que algumas propriedades sejam melhoradas. O objetivo do trabalho foi inicialmente melhorar as propriedades e testar sua atividade bactericida.

Materiais e métodos

As nanopartículas de prata foram sintetizadas em soluções contendo o polímero polivinil álcool (PVA) como estabilizante

polimérico. Sua síntese foi obtida pela mistura de soluções de nitrato de prata (AgNO_3), PVA, e por fim a adição de boro hidreto de sódio (NaBH_4), sobre forte agitação. O tamanho médio final das nanoAg obtidas foram de 100 nm e 41 nm. O nanocompósito de HPMC foi preparado utilizando o método “casting” com controle de espessura e concentração. Foram produzidos nanocompósitos com e sem nanopartículas na forma de filmes e suas propriedades de barreira ao vapor de água e propriedades mecânicas foram comparadas. 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 propriedades mecânicas dos filmes foram determinadas pelo teste de tração (ASTM D882-97). Para investigar a atividade bactericida dos nanocompósitos esses foram cortados em discos com 1 cm de diâmetro e alocados em placas de petri onde foram previamente inoculadas culturas de *Escherichia Coli* e *Staphylococcus Aureus*. Com base nesse experimento, observamos a atividade ou não dos nanocompósitos medindo o halo de inibição do crescimento das bactérias ao redor do filme.

Resultados e discussão

Na Fig. 1 pode ser observado o efeito do tamanho das partículas na resistência dos nanocompósitos.

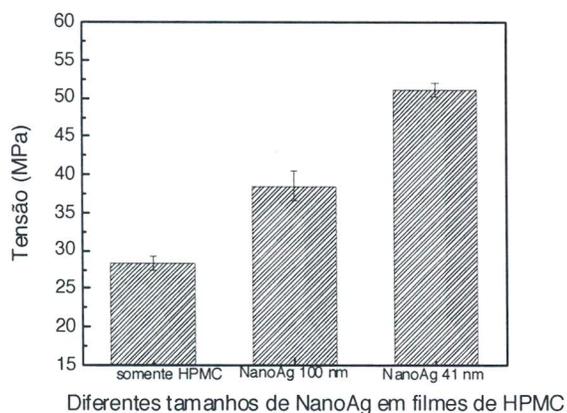


Fig. 1: Tensão dos filmes de HPMC com diferentes tamanhos de nanopartículas. Os valores médios são apresentados e as barras indicam os erros das medidas.

A incorporação de nanopartículas de prata aumentou a resistência mecânica dos

nanocompósitos. Esse efeito pode ter ocorrido devido à substituição parcial do polímero por nanopartículas na matriz do filme. Outro fator, é que as nanopartículas ocupam parte dos espaços vazios entre as cadeias dos filmes aumentando a resistência, devido à maior compactação.

A Tab. 1 apresenta o efeito do tamanho de partículas no módulo de elasticidade e alongação dos nanocompósitos.

Tab. 1: Efeito do tamanho de partícula nos valores de módulo de elasticidade e alongação para nanocompósitos de HPMC contendo nanopartículas de prata.

Filme	Módulo de Elasticidade (MPa)	Elongação (%)
Somente HPMC	900 ± 15	8,1 ± 0,7
Nanocompósito (41 nm)	1020 ± 10	7,9 ± 0,2
Nanocompósito (100 nm)	989 ± 22	4,8 ± 0,1

Os efeitos da adição de nanopartículas de prata nos valores de WVP dos nanocompósitos de HPMC estão representados na Tab. 2. A umidade relativa (RH) no ambiente em que o filme esteve localizado para análise, foi mantida constante em cerca de 70.

Tab. 2: Valores de WVP dos nanocompósitos contendo nanopartículas de prata.

Tamanho de Partícula (nm)	WVP ($\text{g mm K}^{-1} \text{Pa}^{-1} \text{h}^{-1} \text{m}^{-2}$)	Umidade Relativa (%)
(sem nanopartícula)	0,800 ± 0,04	71,9 ± 0,7
100	0,556 ± 0,02	70,5 ± 0,3
41	0,480 ± 0,05	71,1 ± 0,5

Como observado na tabela, os valores de WVP dos nanocompósitos decrescem com a adição de nanopartículas de prata. Esse decréscimo é maior nos materiais contendo nanopartículas de prata com tamanho menor. As nanopartículas nos nanocompósitos diminuem os espaços intermoleculares na matriz, o que reduz os valores de WVP.

As partículas menores possuem maior habilidade em ocupar os espaços vazios entre as cadeias do nanocompósito, o que dificulta a difusão de água através desse.

Nos nanocompósitos contendo nanopartículas de prata, devido ao elevado potencial da prata como agente anti-bacteriano, nós observamos inibição das bactérias *Escherichia Coli* e *Staphylococcus Aureus*.

Foram testados os nanocompósitos sintetizados com nanopartículas de 100 e 41 nm. Na Fig. 2 é possível observar as placas contendo os discos de nanocompósitos de HPMC e nanopartículas de prata (41 nm) e a formação do halo de inibição.

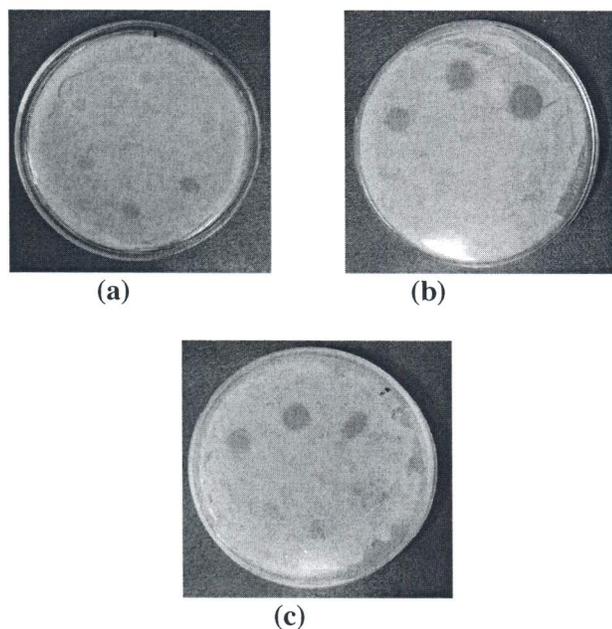


Fig. 2: Aspecto do halo de inibição expressando a atividade anti-bacteriana dos nanocompósitos contendo nanopartículas de prata; a) controle; b) contendo bactéria do tipo *E. Coli* (Gran positiva) e c) contendo bactéria do tipo *S. Aureus* (Gran negativa).

O maior halo de inibição é mostrado quando discos no nanocompósito HPMC e nanopartículas de prata são imerso em meio contendo bactérias do tipo *E. Coli*. Neste caso nós temos um destaque das nanopartículas de tamanho menor frente às de tamanho maior. Isso ocorre, porque, para inibir a ação da bactéria o agente bacteriano tem que permear entre a estrutura da bactéria.

As nanopartículas menores ao se difundirem do filme nesse meio devem permear a estrutura com maior facilidade. Ou ainda, a maior dispersão das partículas menores na matriz faz com que a interação dessas com um maior número de bactérias sejam favorecidos, facilitando a ação antibacteriana.

Conclusões

Em conclusão, esse estudo foi o primeiro a investigar a incorporação de nanopartículas de prata em matriz de HPMC. O estudo sugere que nanocompósitos de HPMC com nanopartículas de prata inclusas, oferecem grande potencial para serem aplicados em embalagens ativas para alimentos no futuro. Nos nanocompósitos de HPMC e nanopartículas de prata, ocorreu uma melhora significativa nas propriedades com a inserção das nanopartículas de prata. A melhora foi mais significativa nos materiais que foram reforçados com nanopartículas de tamanho menor. Além, da atividade anti-bacteriana apresentada.

Agradecimentos

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

Referências

1. T. P. Labuza; W. M. Breene *J. Food Process Pres.* 1989, 13, 61.
2. Y. Li; Y. Jiang; F. Liu; F. Ren; G. Zhao; X. Leng *Food Hydrocolloid* 2011, 25, 1098.
3. X. Chen; H. J. Schluesener *Toxicol Lett* 2008, 176, 1.
4. M. Kumari; A. Mukherjee, N. Chandrasekaran *Sci. Total Environ.* 2009, 407, 5243.
5. P. Suppakul; J. Miltz; K. Sonneveld; S.W. Bigger *J. Food Sci.* 2003, 68, 408.
6. T. H. McHugh; R. Avena-Bustillos; J.M. Krochta *J Food Sci.* 1993, 58, 899.