

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 – Fabricio 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, Nicodemus 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



AVALIAÇÃO DA ATIVIDADE ANTIMICROBIANA DE NANOPARTÍCULAS DE PRATA EM FILMES DE CMC PARA USO EM EMBALAGENS DE ALIMENTOS

Maria C. Siqueira^{1,2}, Gustavo F. Coelho², Márcia R. M. Aouada², Joana D. Bresolin², Silviane Z. Hubinger², José M. Marconcini², Luiz H. C. Mattoso²

¹ Departamento de Química, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos/SP - mc.ufscar@gmail.com

² Laboratório Nacional de Nanotecnologia para Agricultura, EMBRAPA-CNPDIÁ, São Carlos/SP

Projeto Componente: PC3

Plano de Ação: PA2

Resumo

Nanopartículas de prata foram preparadas e incorporadas em filmes de carboximetilcelulose (CMC) para avaliação de sua atividade antimicrobiana para uso em embalagens de alimentos. A caracterização das nanopartículas de prata em suspensão foi feita por espectroscopia UV-Vis para verificação de sua formação. A avaliação da atividade antimicrobiana foi feita através do teste Concentração Mínima Inibitória (MIC) para avaliar a mínima concentração necessária de nanopartículas de prata para inibição de bactérias Gram-positivas (*Enterococcus faecalis*) e Gram-negativas (*Escherichia coli*). Os resultados foram desenvolvidos pela escala McFarland (presença/ausência de turbidez) com MIC igual a $0.2 \mu\text{g mL}^{-1}$.

Palavras-chave: Nanopartículas de prata, Carboximetilcelulose, Embalagens.

Publicações relacionadas

(Avaliação da atividade antimicrobiana de nanopartículas de prata para aplicações em filmes comestíveis de carboximetilcelulose - Gustavo F. Coelho, Maria C. Siqueira, Márcia R. M. Aouada; Joana D. Bresolin; Silviane Z. Hubinger; José M. Marconcini; Luiz H. C. Mattoso - III Jornada Científica da Embrapa - São Carlos - 10 e 11/11/2011).

Introdução

Recentemente, há um grande interesse no desenvolvimento de embalagens para cobertura de frutas e vegetais a partir de materiais de fontes naturais, devido a um aumento contínuo na demanda de alimentos minimamente processados associada a uma crescente conscientização ambiental. Nesse contexto, destaca-se o desenvolvimento de filmes a partir de materiais naturais em substituição aos sintéticos [1,2].

Entre as várias funções desempenhadas por esses filmes estão o decréscimo no transporte de gases e umidade entre o alimento e o ambiente, além da melhoria na aparência do produto e, conseqüentemente, sua melhor aceitação por parte dos consumidores [3].

Nos últimos anos, pesquisas têm apontado o uso de polissacarídeos no desenvolvimento de filmes, entre eles os derivados de celulose (biomassa abundante e fonte renovável) e quitosana, muito utilizada na indústria alimentícia [4,5,6]. Um dos sistemas promissores para a melhoria das características

desses filmes é a incorporação de nanoestruturas aos mesmos [7].

O crescimento microbiano na superfície dos alimentos é a causa mais comum de sua deterioração. Uma tentativa para reduzir o crescimento de microrganismos é a utilização de conservantes químicos nos alimentos, no entanto esta concentração deve ser mínima, sendo necessário otimizar seu uso. Alternativamente, pode controlar-se o crescimento microbiano na superfície do alimento através da incorporação de agentes antimicrobianos nos filmes [8]. Entre os vários metais, a prata é conhecida amplamente pelo seu efeito bactericida e um largo espectro de atividades antimicrobianas [9]. A pequena dimensão das nanopartículas reflete uma vantagem sobre as partículas maiores, com uma área superficial elevada, facilitando a interação entre as nanopartículas e microrganismos.

No presente estudo, nanopartículas de prata foram preparadas e incorporadas a filmes de carboximetilcelulose, polissacarídeo muito utilizado na indústria alimentícia devido a suas propriedades sensoriais neutras, para avaliação da mínima concentração necessária de nanopartículas de prata para inibição do crescimento bacteriano de cepas Gram-positivas (*Enterococcus faecalis*) e Gram-negativas (*Escherichia coli*), sendo feito em meio nutricional Luria Broth.

Materiais e métodos

Sal sódico de carboximetilcelulose (Denver-Indústria Ltda); Álcool polivinílico (PVA), borohidreto de sódio e nitrato de prata (Aldrich). Para o ensaio antimicrobiano, meio nutricional Luria-broth (Hi-Media Laboratorios Ltda), Cepas de referência padrão (*E. faecalis* CCCD E002 and *E. coli* ATCC 25922) (BAC-FAR Cefar Diagnostica Ltda).

Síntese das nanopartículas de prata: Foram sintetizadas pela redução do sal nitrato de prata com borohidreto de sódio, utilizando o PVA como estabilizante polimérico, com todos os reagentes sob forte agitação, em temperatura ambiente [10]. A concentração final das nanopartículas foi $10 \mu\text{g mL}^{-1}$.

Síntese das soluções filmogênicas: Carboximetilcelulose foi adicionado à solução de nanopartículas de prata em uma concentração final de 1%. A solução filmogênica de CMC foi feita

através da simples diluição e agitação do sal em água milli-q.

Caracterização das nanopartículas de prata: A confirmação de sua formação foi feita através de espectroscopia no UV Visível (equipamento Shimadzu UV-Vis).

Avaliação da atividade antimicrobiana: Teste MIC (Concentração Mínima Inibitória). Os resultados foram desenvolvidos através da escala McFarland que resulta na presença ou ausência de turbidez demonstrando a inibição da bactéria em relação à substância inoculada.

Resultados e discussão

O espectro de UV-Vis da solução de nanopartículas de prata é apresentado na Figura 1, mostrando um pico próximo a 400 nm, que é característico da formação dessas nanopartículas.

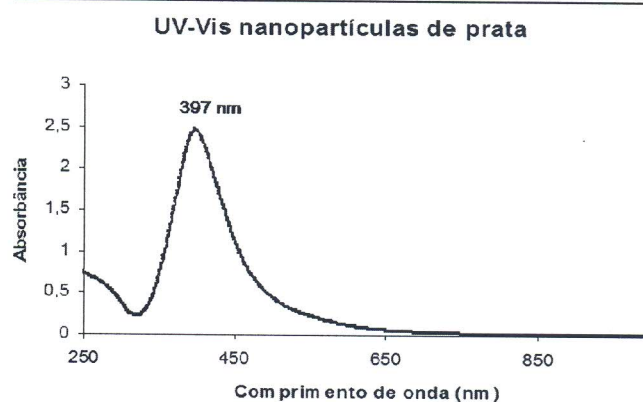


Fig. 1. Espectro de absorção do UV-Vis de nanopartículas de prata $10 \mu\text{g mL}^{-1}$.

MIC: Concentração Mínima Inibitória

Meio de cultura Luria Broth pH 7,0: 10 ml em cada tubo de ensaio autoclavados a 121°C durante 20 minutos; Solução de turbidez de sulfato de bário (McFarland 0,54) utilizada para padronização da densidade do inóculo; Avaliação da MIC: técnica de diluição seriada, e esta feita em triplicata; Amostras mantidas em estufa durante 20h a 35°C (tempo ótimo de crescimento) para o desenvolvimento de ambas as bactérias.

O resultado de MIC para soluções de nanopartículas de prata, soluções filmogênicas CMC1% e CMC 1%/Nanopartículas de prata encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1: Valores de MIC para soluções CMC 1%, CMC 1%/Nanopartículas de prata e Nanopartículas de prata contra Gram-positivas e Gram-negativas

Solução	<i>Escherichia Coli</i>	<i>Enterococcus Faecalis</i>
CMC 1%	500 $\mu\text{g mL}^{-1}$	*
CMC 1% com nanopartículas de prata 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$	0.1 $\mu\text{g mL}^{-1}$	*
Nanopartículas de prata 10 $\mu\text{g mL}^{-1}$	0.2 $\mu\text{g mL}^{-1}$	0,2 $\mu\text{g mL}^{-1}$

* Ensaio não realizado.

- R.T. Nassu; J.R. Lima; M.S.M. Souza-Filho Revista Brasileira de Fruticultura 2001, 23(3), 551-554.
- O.E. Perez; C.C. Sanchez; A.M.R. Pilosof; J.M.R. Patino *Food Hydrocolloid* 2008, 22(3), 387-402.
- N. Dogan; T.M. McHugh *J. Food Sci.* 2007, 72(1), 16-22.
- O.B.G. Assis; J.D.C. Pessoa *J. Food Tecn.* 2004, 7(1) 17-22.
- M.R. Moura; F.A. Aouada; R.J. Avena-Bustillos; T.H. McHugh; J.M.Krochta; L.H.C. Mattoso *J. Food Eng.* 2009, 92, 448.
- M.J. Chen; Y.M. Weng; W. Chen *J. Food Safety* 1999, 19(2), 89-96.
- N. Lkhagvajav; I. Yasa; E. Celik; M. Koizhaiganova; O. Sari *J. Nanomaterials and biostructures* 2011, 6(1), 149-154.
- E.A.B. Neto; C. Ribeiro; V. Zucolloto Comunicado Técnico 99, Embrapa 2008.

Conclusões

Os resultados obtidos indicaram que uma solução filmogênica composta apenas de CMC necessita de uma concentração mínima de 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para inibição da *Escherichia coli*. Esse valor está bem acima quando comparado a soluções contendo nanopartículas de prata. Nanopartículas de prata apresentaram um MIC de 0.2 $\mu\text{g mL}^{-1}$ para *Escherichia coli* e *Enterococcus Faecalis*. enquanto solução CMC 1%/ Nanopartículas de prata resultaram em MIC igual a 0.1 $\mu\text{g mL}^{-1}$ contra Gram-negativa. Conclui-se, dessa forma, a melhoria da atividade antimicrobiana devido a presença de nanopartículas de prata em uma solução filmogênica de carboximetilcelulose.

Agradecimentos

CNPQ, CAPES - Rede Nanobiotec-Brasil (Edital CAPES 04/CII-2008, PPGQ-UFSCar, FINEP, Cnpdia -EMBRAPA.

Referências

- N. Cao; X. Yang; Y. Fu. *Food Hydrocolloid* 2009, 23,729.
- I. Yakimets; S.S. Paes; N. Wellner; A.C. Smith; R.H. Wilson; J.R. Mitchell 2007, 8, 1710.