

AVALIAÇÃO DO EFEITO BACTERICIDA DE PEBD E PP ADITIVADOS COM VIDROS ANTIMICROBIANOS

M.A.Fiori¹, E. Angioletto¹, E.U.C.Frajndlich², H.G.Riella³

¹ Universidade do Extremo Sul Catarinense – Departamento de Engenharia de Materiais
Av. Universitária, 1105, Bairro Universitário, Cx. Postal 3167, Criciúma/SC, CEP 88806-000 – mfi@unesc.rct-sc.br

² Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares-ipen/cnen-SP
Av.Prof.Lineu Prestes,2242 CEP 05508-900, São Paulo/SP

³ Universidade Federal de Santa Catarina – Departamento de Engenharia Química
Campus Universitário, Florianópolis, CEP 88040-900.

RESUMO

O aumento da competitividade industrial e a necessidade de desenvolver produtos com novas propriedades agregadas têm sido causas importantes para o desenvolvimento de materiais com propriedades antimicrobianas. A necessidade de utilização destes materiais tem sido crescente uma vez que os microorganismos causam problemas em diversos segmentos. Considerando materiais poliméricos, muitas pesquisas e desenvolvimentos apresentam aplicações na produção de embalagens para alimentos (carnes, queijos, etc), materiais para uso hospitalar, odontológico e outros. Este trabalho, por sua vez, apresenta avaliações realizadas quanto ao efeito bactericida dos polímeros polietileno de baixa densidade (PEBD) e polipropileno (PP), ambos aditivados com vidro bactericida. Os ensaios microbiológicos foram realizados por meio do método de difusão em Agar utilizando bactérias do tipo *Staphylococcus aureus*, sob temperatura controlada de 36°C e submetidos à incubação de 24 h.

Descritores: Polímeros, Antimicrobianos, Materiais Antimicrobianos, Embalagens Antimicrobianas para Alimentos, Polímeros Aditivados.

ABSTRACT

Research and development of materials with antimicrobial propriety has been realized because a lot of applications of this materials at different segments industrials. Many of the studies and developments with antimicrobial polymers has applications as antimicrobial food packaging and present a growth with the advent of new polymers and new additives. This work presents the first results of antimicrobial tests realized with low-density polyethylene (LDPE) and polypropylene (PP) enclosing additive bactericide glass. The materials were prepared utilizing the linear extrusion process and submitted to bactericide tests in Agar diffusion method with *Staphylococcus aureus*.

Key Words: Antimicrobial Polymers Antimicrobial Materials, Antimicrobial Food Packaging.

INTRODUÇÃO

O aumento da competitividade industrial e a necessidade de desenvolver produtos com novas propriedades agregadas tem sido causas importantes para o desenvolvimento de materiais com propriedades antimicrobianas. A necessidade de utilização destes materiais tem sido crescente, uma vez que, os microorganismos causam problemas em diversos segmentos. Considerando os materiais poli-

méricos, estes têm sido intensamente utilizados para a produção de embalagens na indústria alimentícia.

No entanto, tais materiais não apresentam apenas um elevado potencial de aplicação neste segmento industrial, mas também em segmentos que envolvem produtos com aplicações médicas, odontológicas, farmacêuticas e locais sanitárias.

O efeito antimicrobiano é agregado nos diversos materiais utilizando-se vários métodos [1-13], sendo um dos métodos utilizados a aditivação de materiais com elementos que contenham prata no estado iônico, agregando ao material propriedade bactericidas. Segundo Appendini e Hotchkiss[1], muitas das embalagens alimentícias atuais têm sido produzidas utilizando-se os processos de:

i) Adição de sachets/pads contendo agentes antimicrobianos voláteis; ii) Incorporação de agentes voláteis e não-voláteis diretamente no interior dos polímeros; iii) Produção de camadas ou aditivos antimicrobianos adsorvidos sobre superfícies poliméricas; iv) Imobilização de antimicrobianos em polímeros por ligações iônicas ou covalentes e v) Uso de polímeros que são inerentemente antimicrobianos.

Recentemente, Angioletto desenvolveu um material vítreo com propriedades bactericidas utilizando o método de troca iônica e obteve excelentes resultados quando incorporou este aditivo em matrizes vítreas [12,13]. No entanto, por se tratar de pesquisas recentes, este aditivo não foi incorporado em matrizes de outra natureza.

Este trabalho apresenta testes quanto ao efeito bactericida dos polímeros polietileno de baixa densidade (PEBD) e polipropileno (PP) aditivados com o vidro bactericida desenvolvido por Angioletto. O trabalho propõe-se em avaliar a existência do efeito bactericida em matrizes poliméricas tendo em vista uma futura aplicação direta destes materiais em diversos segmentos industriais. Devido aos trabalhos com o aditivo desenvolvido por Angioletto serem recentes, são apresentados apenas os estudos preliminares demonstrando a existência do efeito. Estudos mais sistemáticos e mais aprofundados estão sendo realizados pelo Núcleo de Estudos e Desenvolvimento de Materiais Antimicrobianos da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC e serão apresentados em trabalhos futuros.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Foram utilizados para este trabalho os polímeros Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Polipropileno (PP), ambos no estado virgem, e como aditivo um material vítreo com efeito bactericida. O aditivo foi moído até granulometria entre 1 e 20 mm, por meio de um moinho de eixo excêntrico. Ambos os polímeros foram

aditivados com pó de vidro bactericida com diferentes concentrações, variando de 0,0% a 1,5%, em massa, e processados em uma extrusora linear de seção circular tipo Oryzon-OZ-E-EX-L22, com rosca universal e quatro zonas de aquecimento, no Laboratório de Processamento de Polímeros da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. Os processos de extrusão foram realizados sob rotação de 30 rpm e com temperaturas controladas.

O vidro bactericida foi obtido de acordo com o procedimento e composição definido por Angioletto[12,13]. O processo básico consiste em submeter o vidro moído a trocas iônicas de modo que proporcione o enriquecimento do vidro com prata no estado iônico. Como parte inicial do procedimento, o aditivo foi incorporado em um material vítreo e avaliado seu efeito bactericida por meio de ensaios microbiológicos. Como segunda etapa, os polímeros foram aditivados com o vidro bactericida e também submetido a ensaios microbiológicos, realizados no Laboratório de Antibióticos no Departamento de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Santa Catarina. Para todos os ensaios microbiológicos utilizou-se a técnica de difusão em Agar e bactérias do tipo *Staphilococcus aureus*. Os ensaios foram realizados sob temperatura de 36°C e submetidos à incubação de 24 h.

APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS

A Figura 1 apresenta um ensaio microbiológico para um material vítreo sem aditivo e um material vítreo aditivado com vidro bactericida.

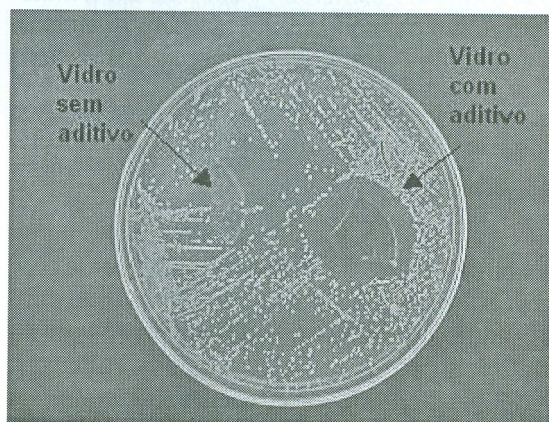


Figura 1 – Ensaio microbiológico para vidro sem aditivo bactericida (esquerda) e vidro com aditivo bactericida (direita). Bactéria *Staphilococcus aureus*.

São apresentados na Figura 2 ensaios microbiológicos para os polímeros aditivados com vidro bactericida utilizando a bactéria *Staphylococcus aureus*. Em todos os ensaios apresentaram-se amostras com polímero aditivado e polímero sem aditivação. As Figuras 2(a) e 2(b) são correspondentes a ensaios microbiológicos para amostras de polipropileno aditivado com 0,5% e 1,0% de vidro bactericida, respectivamente. As Figuras 2(c) e 2(d) são correspondentes a ensaios microbiológicos para polietileno de baixa densidade aditivado com 0,5% e 1,0% de vidro bactericida, respectivamente.

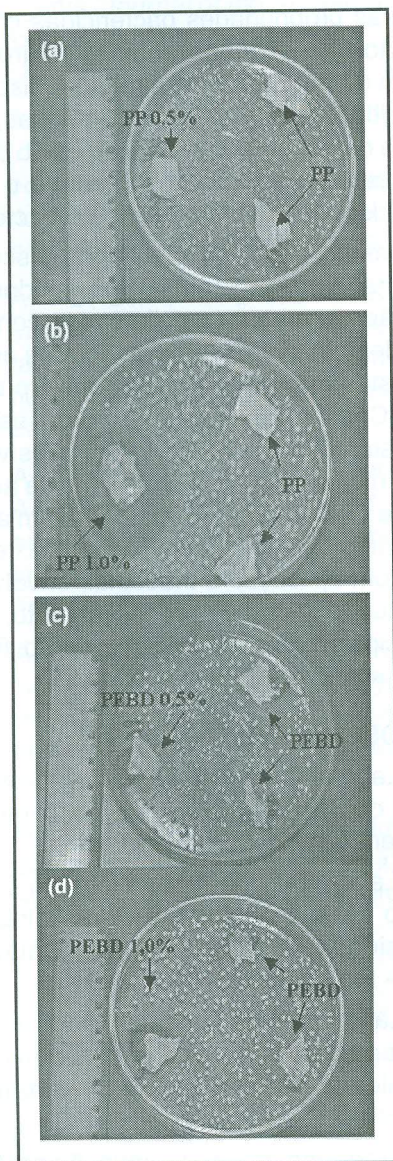


Figura 2 - Ensaios microbiológicos para: PP, com e sem aditivo bactericida, (a) 0,5% de aditivo e (b) 1,0% de aditivo; PEBD, com e sem aditivo bactericida, (c) 0,5% de aditivo e (d) 1,0% de aditivo. *Bactéria Staphylococcus aureus*.

Ressalta-se que outros ensaios microbiológicos foram realizados para amostras de PEBD e PP com concentrações de aditivo bactericida variando de 0,0% a 1,5%. Para ambos os polímeros, concentrações inferiores a 1,0% de aditivo, os ensaios microbiológicos apresentaram pequenos halos inibitórios para o crescimento das bactérias.

Na Figura 3 é mostrado um ensaio microbiológico com o polietileno de baixa densidade aditivado com 1,5% de vidro bactericida. A amostra apresenta a formação de aglomerados metálicos na superfície do material, correspondentes, provavelmente, a segregação dos íons metálicos de prata pela matriz polimérica.

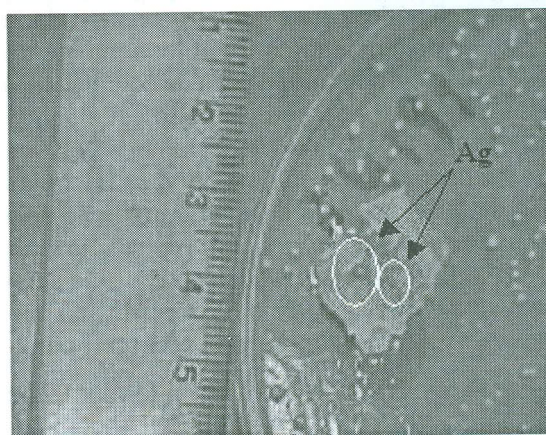


Figura 3 - Amostra de polietileno de baixa densidade aditivado com 1,5% de vidro bactericida. Efeito de segregação de íons de prata. *Bactéria Staphylococcus aureus*

DISCUSSÃO

Os ensaios microbiológicos realizados para o material vítreo aditivado com o vidro bactericida mostraram que o aditivo apresenta-se eficiente na inibição de bactérias do tipo *Staphylococcus aureus*. Estes resultados apresentam-se como fortes indicativos de que a incorporação do vidro bactericida como aditivo em polímeros pode proporcionar efeito bactericida para os materiais poliméricos e, conseqüentemente, proporcionar a aplicação destes materiais no desenvolvimento de produtos que agreguem tais propriedades microbiológicas.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 2 os polímeros, polietileno de baixa densidade e polipropileno, quando aditivados apresentam efeitos bactericidas. Para ambos os

polímeros observa-se o surgimento de halos inibitórios ao crescimento de bactérias do tipo *Staphylococcus aureus*. No entanto, constata-se que a eficiência do efeito é dependente da concentração de aditivo incorporado no material.

Para ambos os polímeros a dependência da concentração de aditivo para o efeito bactericida é evidente. Porém, comparando-se as amostras de PP e PEBD, contendo 0,5% de aditivos, observa-se qualitativamente que a eficiência na formação de halos inibitórios é diferente. Esta diferença pode ser atribuída a vários fatores de interação entre os íons de prata e as moléculas poliméricas, considerando as diferenças na estrutura química molecular, diferenças na conformação das moléculas poliméricas e no grau de cristalinidade entre os dois polímeros. Além dos fatores de interação íon-polímero o grau de dispersão do aditivo na matriz polimérica pode estar contribuindo para o efeito bactericida, uma vez que se faz necessário o contato entre as bactérias e o material polimérico para que o efeito seja observado. Portanto, para uma avaliação mais detalhada se faz necessários estudos mais detalhados a respeito das interações do tipo íon-polímero e das variáveis de processamento.

A Figura 3 mostra o efeito de formação de aglomerados metálicos, distribuídos pela superfície das amostras poliméricas. Este efeito está presente em amostras contendo concentrações de aditivos acima de 1%. A formação destes aglomerados deve-se possivelmente as interações entre os íons de prata e as moléculas poliméricas ou as características do processamento. Para uma melhor avaliação deste efeito se faz necessários estudos mais detalhados que permitam avaliar a influência destes fatores com as propriedades difusivas dos íons de prata no interior da matriz polimérica.

Por meio dos ensaios microbiológicos para polímeros contendo concentrações de aditivos acima de 1%, constata-se que o efeito bactericida apresenta-se inferior quando comparados com as demais amostras. Tendo em vista a formação de aglomerados localizados é esperado que o efeito seja inferior devido ao decréscimo do número de íons de prata disponíveis para interagirem com as bactérias. A figura 3.0 reforça esta avaliação mostrando a formação de um halo inibitório menor do que os

apresentados por amostras contendo concentrações inferiores a 1,0%.

CONCLUSÃO

Os resultados microbiológicos apresentados para os polímeros, polietileno de baixa densidade e polipropileno, ambos aditivados com pó de vidro bactericida, constataram o efeito bactericida destas misturas. No entanto, se faz necessários estudos mais sistemáticos considerando parâmetros correspondentes a interação íon-polímero e ao processamento.

Para a obtenção de materiais poliméricos com suas propriedades bactericidas otimizadas, são necessários trabalhos futuros que avaliem o efeito da concentração e dispersão dos aditivos nas matrizes poliméricas, a influência da temperatura, rotação e tipo de rosca utilizada para o processamento e o efeito bactericida em diferentes tipos de bactérias.

De modo geral, os resultados discutidos neste trabalho mostram a possibilidade da obtenção de materiais poliméricos com propriedades bactericidas utilizando-se a aditivação destes materiais com pó de vidro bactericida. Com o desenvolvimento de estudos mais sistemáticos acredita-se ser possível encontrar metodologias de processos de aditivação e de processamento que permitam aplicar estes materiais no desenvolvimento de produtos com aplicação a industrial, envolvendo diferentes técnicas de processamento, entre as principais, extrusão de perfis, sopro, filmes, injeção e rotomoldagem.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Processamento de Polímeros da Universidade do Extremo Sul Catarinense / UNESC – Criciúma-SC.

Ao Laboratório de Antibióticos do Departamento de Microbiologia e Parasitologia da Universidade Federal de Santa Catarina / UFSC – Florianópolis – SC.

Ao Laboratório de Materiais e Corrosão do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina – Labmac/UFSC – Florianópolis – SC.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais da Universidade Federal de Santa Catarina / UFSC – Florianópolis – SC.

Ao Programa de Cooperação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

REFERÊNCIAS

- [01] APPENDINI, P., & HOTCHKISS, J. Review of antimicrobial food packaging. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 113-126, 2002.
- [02] AN, D., HWANG, Y., CHO, S., & LEE, D. Packaging of fresh curled lettuce and cucumber by using low density polyethylene films impregnated with antimicrobial agents. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 27(4) 675-681, 1998.
- [03] AN, D. KIM, Y., LEE, S., PAIK, H., & LEE, D. Antimicrobial low-density polyethylene film coated with bacteriocins in binder medium. *Food Science and Biotechnology*, 9(1), 14-20, 2000.
- [04] APPENDINI, P., & HOTCHKISS, J. Immobilization of lysozyme on food contact polymers as potential antimicrobial films. *Packaging Technology and Science*, 10, 271-279, 1997.
- [05] APPENDINI, P., & HOTCHKISS, J. Antimicrobial activity of a 14-residue synthetic peptide against foodborne microorganisms. *Journal of Food Protection*, 63(7), 889-893, 2000.
- [06] APPENDINI, P., & HOTCHKISS, J. Surface Modification of poly(styrene) by the attachment of an antimicrobial peptide. *Journal of Applied Polymer Science*, 81, 609-616, 2001.
- [07] BARON, J., & SUMNER, S. Antimicrobial containing edible films as an inhibitory system to control microbial growth on meta products. *Journal of Food Protection*, 56 (1993), 916;
- [08] COOKSEY, K. Utilization of antimicrobial packaging films for inhibition of selected microorganisms. In S. Risch, *Food Packaging: Testing Methods and Applications* (pp. 17-25). Washington D.C.: ACS;
- [09] DEVLIEGHERE, F., VERMEIREN, L., JACOBS, M., & DEBEVERE, J. The effectiveness of hexamethylenetetramine-incorporated plastic for the active packaging of food. *Packaging Technology and Science*, 13, 117-121, 2000.
- [10] HAN, J. Antimicrobial food packaging. *Food Technology*, 54(3) 56-65, 2000.
- [11] HOTCHKISS, J. Food packaging interactions influencing quality and safety. *Food Additives and Contaminants*, 14 (6-7) , 601-607, 1997.
- [12] ANGIOLETTO, E., RIELLA, H. G., SMÂNIA JR, A., CADORE, J. C. Producción De Vidrio De Intercambio Iónico Para Su Uso En Materiales Cerámicos Con Propiedades Bactericidas. In: *Qualicer 2002 – VII Congreso Mundial De La Calidad Del Azulejo Y Del Pavimento Cerámico, Castellón – Espan., 2002.*
- [13] ANGIOLETTO, E., SMÂNIA JR, A., RIELLA, H. G., VALGAS, C., SEIDEL, C. Adaptation Of Traditional Microbiological Testes For Evaluation Of Ceramic And Polymeric Materials With Antimicrobial Properties. In: *XXI Congresso Brasileiro de Microbiologia, 2001, Foz do Iguaçu. Anais do XXI Congresso Brasileiro de Microbiologia, V.1. P.49 – 49, 2001.*