

DESENVOLVIMENTO DE EMBALAGENS ATIVAS A PARTIR DE COMPÓSITOS POLÍMEROS/NANOPARTÍCULAS DE PRATA VISANDO O ACONDICIONAMENTO DE COSMÉTICOS. ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA PRATA NA ESTABILIDADE DE LONGO PRAZO DE GÉIS CONTENDO EXTRATO GLICÓLICO VEGETAL

Mônica Monteiro Marino¹; Douglas Moraes²; Janaina Cecília Oliveira Villanova³

Aluna de graduação do curso de farmácia da UMC; mo_monteiro@hotmail.com¹
Professor da Universidade de Mogi das Cruzes; dmorais@umc.br²
Professora da Universidade de Mogi das Cruzes; pharmacotecnica@yahoo.com.br³

Área de Conhecimento: Farmacotecnica; Engenharia de Materiais

Palavras-chave: embalagens ativas, nanopartículas de prata, ensaios mecânicos.

INTRODUÇÃO

Entre os diversos componentes que compõem os cosméticos, cabe destacar o emprego dos conservantes, definidos como excipientes capazes de reduzir a proliferação microbiana e impedir o desenvolvimento de micro-organismos durante o prazo de validade e uso do produto. Uma tendência atual é reduzir a quantidade dos conservantes em produtos farmacêuticos, de uso interno ou externo, ou, até mesmo, eliminá-los das formulações, uma vez que há inúmeros relatos na literatura sobre reações adversas aos conservantes, como alergia e irritação. O emprego de métodos e materiais de embalagem capazes de aumentar a vida útil dos produtos neles contidos vem sendo estudado. Outro artifício que vem sendo empregado é a fabricação de embalagens ativas (EAs), que podem ser conseguidas através da incorporação de aditivos como agentes antimicrobianos, bactericidas, fungicidas ou enzimas, diretamente na embalagem, com a função de prevenir o crescimento de micro-organismos. Dentre estes aditivos, o uso das nanopartículas de prata (Nano_Ag) tem ganhado destaque. Neste contexto, em uma primeira etapa do trabalho foi proposta a preparação de EAs, a partir do PEAD contendo Nano_Ag. Foram preparados géis de Carbopol[®] contendo extrato vegetal na presença e na ausência de conservantes. Os produtos foram colocados em estabilidades e a ação bactericida das Nano_Ag como bactericida foi avaliada.

OBJETIVOS

O objetivo principal do trabalho foi obter EAs, preparadas a partir do PEAD, contendo Nano-Ag (PEAD/Nano-Ag), com posterior caracterização do material e avaliação das propriedades mecânicas dos mesmos. Posteriormente, análises microbiológicas para avaliar a capacidade antimicrobiana da prata nanoparticulada em inibir o crescimento microbiano em cosméticos contendo extratos vegetais.

METODOLOGIA

Obtenção da mistura PEAD-Nano_Ag

Para preparação da mistura PEAD/Nano_Ag, utilizou-se 3,0 Kg de resina de PEAD (Dow Chemical), aos quais foram adicionados 15 g de Nano_Ag (Sigma-Aldrich), previamente dispersas em 100 mL de lecitina de soja (Meltchem Polímeros). A mistura PEAD/Nano_Ag foi realizada em misturador horizontal (300l, Westfalia) durante 10 minutos, a temperatura ambiente, até completa homogeneização da mistura. Posteriormente, a mistura foi extrusada em extrusora monorroscas (UM 90/32, Multi

União), com temperatura na saída de 220°C. O material fundido foi resfriado ao longo do tanque da extrusora e, a seguir, foi picotado em picotador (GB-300, BGM) e disposto em embalagens plásticas.

Obtenção dos corpos de prova e preparo das embalagens

Os corpos de prova foram moldados por injeção empregando as temperaturas de 180, 190, 195 e 200°C nas zonas de aquecimento. A temperatura do molde foi de 40°C. A pressão de injeção foi de 115 bar e a velocidade de 60 mm/s. As dimensões dos corpos de prova seguiram as normas da ASTM D638 e ASTM D256 para tração e impacto, respectivamente. Para preparo das embalagens, foi utilizado o processo de injeção utilizando injetora Romi (130 TON, Série Prática). Além da mistura PEAD/Nano_Ag foram obtidas embalagens de PEAD puro, sob as mesmas condições descritas acima.

Caracterização da mistura PEAD/Nano_Ag e pesquisa da concentração de prata

A avaliação de uma possível interferência da prata no PEAD foi pesquisada por espectroscopia na região do infravermelho com Transformada de Fourier (FTIR) no modo de transmissão. Para avaliação, amostras dos *pellets* foram fundidas a 180°C por 10 segundos e prensadas. Os filmes formados foram analisados na região de 400 a 4.000 cm^{-1} , adquiridos com 64 acumulações, com resolução espectral melhor que 4 cm^{-1} . A concentração de prata foi avaliada via espectrometria de energia dispersiva (EDS), em equipamento de microscopia eletrônica de varredura (MEV) (XL30, Phillips) com aplicação de tensão de aceleração de 20 KV, com *dead time* de 100 segundos. Para análise, as amostras foram recobertas com ouro, durante 120 segundos, utilizando corrente de 25 μA , em equipamento de deposição (SCD050, Balzers).

Ensaio mecânicos

Os ensaios de tração foram realizados nos corpos de prova preparados com PEAD puro e com PEAD/Nano_Ag, em equipamento Ergo-Tech Pro 35-115 (Demag Ergotech), a temperatura ambiente, com taxa de deformação de 1 mm/min para determinação do módulo de elasticidade e taxa de 50 mm/min para determinação da resistência a tração. Já os ensaios de impacto foram realizados nos corpos de prova preparados com PEAD puro e com PEAD/Nano_Ag. O entalhe dos corpos foi realizado em entalhadeira Tinius Olsen (modelo 899), com avanço manual e com faca com raio de abertura de 0,25°. Os corpos foram deixados em repouso por 24 horas, a temperatura ambiente, com a finalidade de aliviar a tensão provocada pelo entalhe. Após 24 horas, o ensaio de impacto foi feito em equipamento Tinius Olsen, (Impact 104), com martelo #20/18 e energia de 11 Joules.

Obtenção e envase do gel

Foram manipulados 6,0 Kg de gel de Carbopol[®] da seguinte forma: 2 L de água purificada foram transferidos para balde farmacêutico. Os conservantes (metilparabeno 0,15%p/p e propilparabeno 0,05%p/p) foram previamente dispersos em quantidade suficiente de propilenoglicol e adicionados na água. Nesta mistura foram dispersos, lentamente, 45 g do agente viscosante (1,5%). O balde foi tampado com papel alumínio e deixado *overnight* em geladeira, até completa molhagem do viscosante. Após homogeneização, o pH do gel foi acertado com quantidade suficiente de hidróxido de sódio 0,1 N para 6, valor no qual o Carbopol[®] apresenta máxima viscosidade e transparência. Por último, foram incorporados 45 ml de extrato de *Aloe vera* e o peso do gel foi completado com água, quando necessário e, homogeneizado. Metade da preparação foi obtida na presença de conservantes e a outra na ausência dos mesmos. Os

geles foram preparados em conformidade com as Boas Práticas de Manipulação em Farmácia, empregando água purificada e após sanitização prévia dos acessórios empregados na manipulação com gaze e álcool 70° GL. Após preparação, amostras dos geles foram envasadas nas embalagens de PEAD puro (EC) e PEAD-Nano-Ag (EA). Os potes foram previamente esterilizados por autoclavagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Potes contendo somente PEAD apresentaram-se leitosos e opacos enquanto as embalagens contendo PEAD/Nano_Ag apresentaram coloração amarelada. Em ambos os casos não foram detectados defeitos ou rebarbas e os potes, bem como as tampas, apresentaram aspecto liso e brilhante.

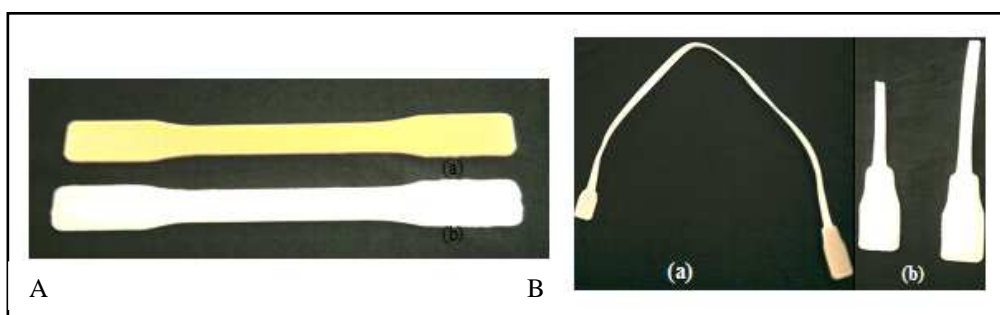


Fig. 1 Imagem do PEAD puro e da mistura PEAD/Nano_Ag antes e pós ensaio de resistência a tração.

Pela análise dos espectros FTIR, notou-se que a adição de Nano_Ag não gerou alterações na estrutura molecular do PEAD, mesmo após a aplicação de temperatura elevada durante a extrusão, uma vez que não ocorreu o surgimento de nenhum novo pico no espectro FTIR do PEAD/Nano_Ag quando comparado com o do PEAD puro. Através das análises EDS, foi determinado um teor em prata próximo a 0,5%.

Observou-se através dos resultados obtidos de resistência a tração que ocorreu redução no valor do módulo de elasticidade de 1156 MPa para 812 MPa quando Nano_Ag foram adicionadas ao PEAD, resultando em uma diminuição de, aproximadamente, 30% no módulo de elasticidade do PEAD puro. Já os resultados referentes ao valor de tensão máxima apontam para a redução de 15,15% deste, para amostras contendo Nano_Ag, quando comparadas ao PEAD puro. Pelos resultados, pode-se inferir que a adição da Nano_Ag resultou em diminuição na rigidez do material e aumento da tenacidade. Tais resultados são corroborados pela visualização da não ruptura do corpo de prova contendo PEAD/Nano_Ag, até ser atingido o limite máximo do cursor da máquina de ensaio, o que pode ser visto na Fig. 1. Os valores do ensaio de tração confirmam que a adição de Nano_Ag reduziu a rigidez da matriz de PEAD. Entretanto, não foram observadas variações significativas nos valores de resistência ao impacto, que foi de 22 ± 1 J/m para matriz de PEAD pura e 23 ± 1 para PEAD/Nano_Ag. Apesar da maior resistência, verificada pela redução do módulo de elasticidade, a resistência ao impacto não foi alterada (Fig. 2). A queda nos valores de módulo de elasticidade pode estar associada à redução da cristalinidade do PEAD devido a adição das nanopartículas. Entretanto, tal parâmetro não foi estudado no presente trabalho.

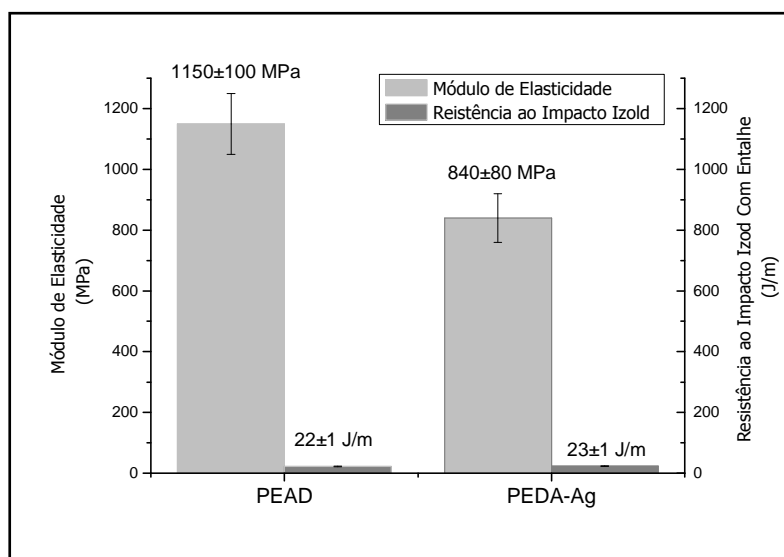


Fig. 2 Resultados do módulo de elasticidade e da resistência ao impacto Izod com entalhe.

CONCLUSÃO

Análises prévias demonstraram que a técnica de homogeneização das Nano_Ag no PEAD mostrou ser eficaz, uma vez que os *pellets* e as embalagens apresentaram coloração homogênea. A obtenção do espectro na região do infravermelho mostrou que não ocorreu interação entre as Nano_Ag e o PEAD. Os corpos de prova submetidos aos ensaios mecânicos mostraram propriedades mecânicas diferenciadas. O PEAD/Nano_Ag mostrou ser menos frágil e mais dúctil, que o PEAD puro, entretanto não ocorreu variações significativas nos valores de resistência ao impacto Izod com entalhe. Não foi verificada ação conservante da prata na melhora da estabilidade microbiológica do produto, já que ocorreu contaminação microbiana após o período estabelecido, nos produtos envasados em ambas as embalagens (com e sem prata), armazenados em temperatura ambiente. A falta de ação da prata pode ser decorrente da mesma ter sido adquirida na forma encapsulada, ou seja, ela não entrou em contato com o produto, o que inviabilizou sua ação bactericida. Outros protocolos de estudos que envolvam, por exemplo, o uso da prata não encapsulada, devem ser delineados para avaliar sua influência sobre a inibição do crescimento de micro-organismos em embalagens de PEAD.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHOI, O. *et al.* The inhibitory effects of silver nanoparticles, silver ions, and silver chloride colloids on microbial growth. *Water Research*, 42(12): 3066-3074, 2008.

COUTINHO, F.M.B. *et al.* Polietileno: principais tipos, propriedades e aplicações. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 13(1):1-13, 2003.

DRAELOS, D.Z., THAMAN, L.A. *Cosmetic Formulation of Skin Care Products*. Taylor & Francis, New York. 2006.

DURÁN, N. *et al.* Potential use of silver nanoparticles on pathogenic bacteria, their toxicity and possible mechanisms of action. *Journal of Brazilian Chemical Society*, 21(6):949-959, 2010.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro e à empresa Polynorth pela fabricação das embalagens.