

Influência da pré e pós-irradiação com UVA na formação de nanoporos em filmes de policarbonato pelo processo de *ion track etching*

Daniela Govoni Sotelo¹, Leonardo da Costa Santos², Prof. Dr. Ricardo Meurer Papaléo³
(orientador)

¹Faculdade de Física, PUCRS, ²Faculdade de Física, PUCRS, ³Faculdade de Física, PUCRS

Resumo

A influência da exposição à UVA no diâmetro médio e na dispersão de tamanho de nanoporos produzidos em filmes de policarbonato (PC) por meio de processo de *ion track etching* está sendo investigada. Para tanto, amostras deste polímero foram expostas à radiação ultravioleta durante diferentes intervalos de tempo e então irradiadas com feixe de íons de Au⁺⁷ no equipamento Tandetron de 3 MV do Laboratório de Implantação Iônica da UFRGS. O bombardeio com íons ocasionou a formação de trilhas iônicas latentes, que foram transformadas em nanoporos por ataque químico em solução aquosa de NaOH. As amostras foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV) e os poros foram medidos. Foram plotados gráficos do diâmetro médio dos poros em função do tempo de exposição à radiação UVA e gráficos e histogramas relacionando a dispersão do diâmetro dos poros com tempo de exposição à radiação UVA. Constatou-se que o diâmetro médio dos poros inicialmente aumenta com o tempo de exposição UVA, sendo que para irradiações com duração a partir de cerca de 60 minutos, o tamanho dos poros decresce. A dispersão no tamanho médio dos poros para 20 minutos de exposição à radiação UVA alcança quase 50% em torno do valor médio, diminuindo com o aumento do tempo de exposição, chegando a aproximadamente 20% para uma exposição de 45 minutos, ponto a partir do qual a dispersão se mantém constante. Os histogramas mostram que a distribuição no tamanho dos poros mais semelhante a uma distribuição normal foi observada para a amostra exposta à UVA durante o maior intervalo de tempo, de 240 minutos. No presente momento, metodologia semelhante está sendo aplicada em outras 18 amostras de PC para investigar a reprodutibilidade do processo e a influência da exposição à UVA antes e após a irradiação iônica no diâmetro médio e dispersão no tamanho dos poros.

Introdução

Durante décadas de pesquisa básica e aplicada nos campos da nanociência, a quantidade de produtos comerciais portadores de nanopartículas cresce cada vez mais (GIL, 2010). Um exemplo dessas aplicações é a fabricação de sistemas de carregamento e entrega de drogas que, encapsuladas por membranas poliméricas microporosas, tem sua taxa de liberação controlada, o que minimiza efeitos colaterais (RAO, 2003) e otimiza a dose do medicamento. Uma das técnicas utilizadas na nanoestruturação de materiais é chamada de *ion track etching*, processo baseado na interação de íons com sólidos. Íons pesados depositam alta densidade de energia em pequenas regiões ao longo do seu caminho no material, formando *ion tracks*, ou trilhas iônicas. A região de danos criada apresenta reatividade química maior se comparada à região adjacente, permitindo que seja removida por ataque químico, processo denominado *track etching*, que resulta na formação de poros ou cavidades de tamanho controlável (SPOHR, 1990). O objetivo deste trabalho é produzir superfícies poliméricas com poros nanométricos através do processo de *ion track etching* e estudar a influência da pré e pós-irradiação com UVA no processo de formação de nanoporos em filmes de PC.

Metodologia

Foram utilizadas amostras de PC (Makrofol KG, Bayer, Germany) de espessura nominal 12 μm e densidade 1,2 g/cm^3 . Para limpeza da superfície, foram pré-atacadas quimicamente em solução de NaOH Merck (99%) 6M durante 10 minutos e então irradiadas com fonte UVA durante diferentes intervalos de tempo (20, 45, 60, 120 e 240 minutos). Para posterior cálculo da exposição das amostras, foram realizadas medidas de irradiância em diversos pontos da câmara de irradiação UV. Posteriormente, os filmes de PC foram irradiados com feixe de íons de ouro (Au^{+7}) com energia de 18 MeV, corrente de 1 nA/cm², fluência de 1×10^8 íons/cm², a temperatura ambiente, sob vácuo de aproximadamente 2×10^{-6} Torr, com incidência de íons perpendicular à superfície da amostra. Essas passaram então pelo processo de ataque químico ou *etching* durante 2 minutos em solução aquosa 6M de NaOH Merck (99%), sendo lavadas imediatamente em água deionizada e secas com nitrogênio gasoso. As amostras foram caracterizadas por meio de MEV, gerando imagens que tornaram possível a visualização dos poros formados. Os materiais e metodologia descritos estão sendo aplicados de forma semelhante em mais amostras de PC, com a finalidade de verificar a

reprodutibilidade do processo e investigar a influência da pré e pós-exposição à UVA no diâmetro médio e dispersão no tamanho dos poros.

Resultados e Discussão

O diâmetro médio dos poros formados inicialmente aumenta com o tempo de exposição à UVA, atingindo um valor máximo para um tempo de exposição de 60 minutos, que equivale a uma exposição H de $3,6 \times 10^4 \text{ J/m}^2$, valor a partir do qual o tamanho médio dos poros volta a cair. Para o caso em que o tempo de exposição à radiação UVA foi de apenas 20 minutos, o mais curto, ocorreu a maior dispersão no valor do diâmetro dos poros, cujo valor passou de 50 nm em relação ao tamanho médio, alcançando um desvio padrão de quase 50%. Quando o tempo de exposição à radiação UVA chega a 240 minutos ($H = 14,5 \times 10^4 \text{ J/m}^2$), a distribuição dos diâmetros dos poros lembra de forma clara uma curva de distribuição normal.

Conclusão

No presente trabalho, amostras de PC foram pré-irradiadas com UVA durante diferentes intervalos de tempo com a finalidade de se investigar a influência dessa exposição na formação de nanoporos através do processo de *ion track etching*. A relação entre o tamanho médio dos poros e a exposição à radiação UVA foi constatada através do crescimento e posterior decréscimo no tamanho dos poros em função do tempo de exposição. Os resultados demonstram também a relação entre o tempo de irradiação ultravioleta e a dispersão no tamanho dos poros, conclusão de grande importância para o estudo de aplicações das membranas poliméricas, visto que a uniformidade no tamanho e densidade dos poros é requisito para o uso de muitas membranas produzidas (CORNELIUS, 2007). Outras amostras de PC, pré e pós-irradiadas com UVA, encontram-se em fase de caracterização, para posterior análise dos poros formados.

Referências

- CORNELIUS, T.W. et al. Investigation of nanopore evolution in ion track-etched polycarbonate membranes. **Nucl. Instr. and Meth. in Phys. Res. B.** v. 265, p. 553-557, 2007.
- GIL, P.R; et. al. Nanopharmacy: inorganic nanoscale devices as vectors and active compounds. **Pharmacological Research.** V. 62, p. 115-125, 2010.
- RAO, V; et al. Etched ion track polymer membrane for sustained drug delivery. **Radiation measurements.** v. 36, p. 585-589, 2003.
- SPOHR, R. **Ion Track and Microtechnology: Principles and Application.** Braunschweig: Vieweg and Sohn Verlagsgesellschaft mb H, 1990.