

## Utilização de microfeixe de prótons com forma de estruturação em polímeros

Deiverti de Vila Bauer<sup>1</sup>, Johnny Ferraz Dias<sup>2</sup>

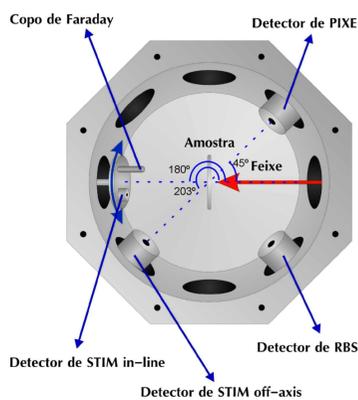
### Introdução

As técnicas baseadas na utilização de íons energéticos para a análise de materiais vem sendo amplamente exploradas em pesquisas bastante recentes. Entretanto a utilização destes íons apresentam também aplicações em potenciais no campo de modificação de materiais através da interação destes íons com o interior do material. O microfeixe consiste na incidência de um feixe de prótons ( $H^+$ ) focalizado da ordem de MeV em uma amostra. Ao penetrar na amostra, o feixe de íons focalizados produz uma série de modificações na estrutura e nas propriedades do material.

A linha de microfeixe consiste em um modelo da Oxford (**Fig.1**) com um arranjo de focalização tripleto quadrupolar. A câmara de irradiações contém um detector de raios-x de Si(Li) (modelo Sirius 80 e2V, Scientific Instruments) para análises de PIXE; dois detectores de estado sólido, para análises de STIM, situados em diferentes ângulos com relação a incidência do feixe de íons (**Fig 2**), bem como um copo de Faraday.



**Fig.1:** Imagem do sistema de microfeixes de íons existentes no LII do Instituto de Física da UFRGS.



**Fig.2:** Desenho representativo do interior da câmara de irradiação, mostrando a direção do feixe, os detectores de PIXE, de STIM in-line e off-axis, e o copo de Faraday.

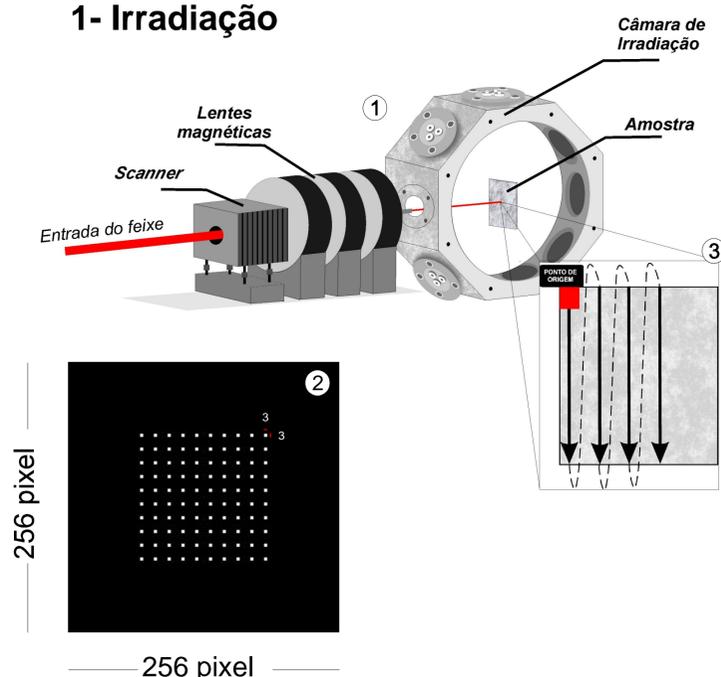
### Objetivo

Neste trabalho, propõe-se averiguar microestruturas provocadas por feixe de prótons em folhas de polímeros por meio do sistema de microfeixe de íons existente no Laboratório de Implantação Iônica da UFRGS (LII).

### Metodologia

A metodologia desenvolvida divide-se em duas partes. Primeiramente as amostras são irradiadas e posteriormente são submersas em uma solução química capaz de promover corrosão.

#### 1- Irradiação

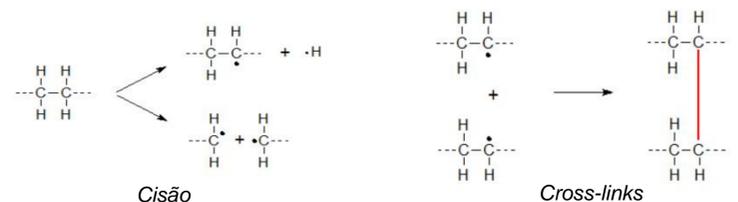


**Fig.3:** Conjunto de imagem representativa do microfeixe (1), padrão de desenho (2) e o caminho realizado pelo feixe durante a irradiação (3).

Durante o processo de estruturação em polímeros, folhas comerciais de PET com espessura nominal de 12  $\mu m$  e 1cm<sup>2</sup> aproximadamente foram preparadas e irradiadas com o microfeixe **Fig.3 (1)**. As irradiações foram realizadas no acelerador de íons Tandetron de 3 MV do Instituto de Física da UFRGS.

Para realizar este processo é necessário criar uma figura, em 2D, que servirá como padrão durante a estruturação **Fig.3 (2)**. Esta figura contém dimensão de 256 x 256 pixels (padrão estabelecido pelo programa de análise). Ela é composta por uma matriz de 10 x 10 pontos de dimensão equivalente a 3 x 3 pixels cada. E deve, ainda, ser salva como um arquivo de bitmap monocromático. A coloração da figura deve ser branca, enquanto que o restante da matriz deve ser preta.

Durante o processo de irradiação, foi fixada uma fluência em  $2 \times 10^{17}$  íons.cm<sup>-2</sup>. Além disso, o feixe sempre faz um caminho de cima para baixo na amostra até que todo o padrão escolhido seja estruturado na matriz polimérica, conforme mostra em **Fig.3 (3)**

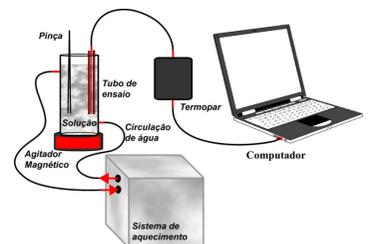


**Fig.4:** Representação do fenômeno de cisão e cross-links.

A exposição de polímeros à radiação de alta energia conduz ao rompimento de ligações ao longo da cadeia principal (**Cisão**), enquanto que a recombinação dos radicais ocorrem quando eles são capturados e aprisionados pela molécula (**Cross-links**).

#### 2- Ataque químico

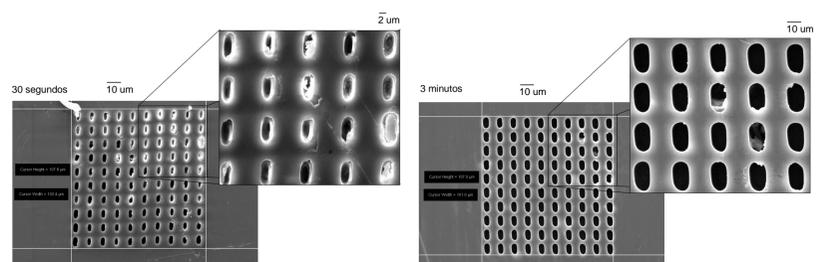
Depois de irradiadas, as amostras foram atacadas com uma solução de hidróxido de sódio preparada com NaOH Merck 99% (P.A.) a uma concentração que manteve-se constante em 6 M. Os tempos de ataque químico variaram com uma temperatura fixada em 60°C. O sistema com o qual foram realizados os ataques é mostrado na **Fig.5**.



**Fig.5:** Mostra o agitador magnético que sustenta um bequer com solução de NaOH. Bem como o sistema de aquecimento e o termopar conectado a um computador para controlar a temperatura.

Esse sistema é composto por um copo de bquer termostático no qual a solução de ataque era colocada, uma chapa magnética responsável por proporcionar a homogeneização da solução através de agitação magnética, e por um sistema de aquecimento e circulação de água, conectado ao bquer por duas mangueiras de silicone para o aquecimento do sistema através da passagem de água quente.

#### Resultados



**Fig.6:** Imagens obtidas por Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) das amostras de PET irradiadas com 3 MeV de  $H^+$  com uma fluência de  $2 \times 10^{17}$  íons.cm<sup>-2</sup> e atacadas com tempos de 30 segundos e 3 minutos, com 6M de NaOH.

As amostras irradiadas conforme o padrão de quadrados foram analisadas por MEV e mostraram a importância do ataque químico na estruturação por microfeixe de prótons. De acordo com a **Fig.6** é possível verificar a remoção de material da zona modificada, bem como sua dependência com o tempo de ataque químico. Nota-se que para tempos pequenos de ataque químico, ainda não é possível remover todo o material das zonas modificadas fisicamente, enquanto que, aparentemente, a total remoção ocorre para ataque de 20 minutos.

#### Referências Bibliográfica

- [1] DEDAVID, B. A., GOMES, C. I., MACHADO, G.. Microscopia Eletrônica de Varredura: Aplicações e Preparação de Amostra: Materiais Poliméricos, Metálicos e Semicondutores. EdiPUCRS (2007).
- [2] FINK, D. Fundamental of ion-irradiated polymers. Springer (2004).
- [3] SOUZA, C. T. Formação de nanoporos em folhas de policarbonato pelo método de track etching. Porto Alegre (2009). 82 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Brasil.