

"PLASMA ETCHING" EM FILMES FINOS DE POLÍMEROS

A. Vilche*, R.P. Mota e M.A. Bica de Moraes
Instituto de Física - UNICAMP
C.P. 6165, Campinas SP

Diferentes tipos de polímeros foram decapados pela técnica de "plasma etching" empregando-se oxigênio. Serão apresentados os resultados obtidos para a velocidade de decapagem em função dos parâmetros do "plasma etching" tais como pressão de trabalho, fluxo dos gases e potência injetada. Inclui-se um estudo da qualidade da decapagem por Microscopia Eletrônica de Varredura.

Polímeros, plasma, filmes finos.

1. INTRODUÇÃO

Com o emprego crescente dos polímeros, as técnicas de decapagem dos mesmos começam a ser uma ferramenta útil. O fato dos polímeros serem quimicamente estáveis, reduz o número de opções para sua decapagem. A técnica de "plasma etching" neste caso, mostra-se adequada para este tipo de composto.

Dependendo do tipo de amostra a ser decapada, deve ser usado um plasma de algum gás que reaja com a amostra formando compostos voláteis que serão bombeados pelo sistema de vácuo. Em particular para os compostos de carbono, o mais indicado é o oxigênio.

As variáveis que governam a velocidade de decapagem são: pressão parcial do gás, o fluxo de gás e a potência injetada, que variam conforme o material que compõe a amostra.

* Bolsista - FAPESP

A análise da decapagem é feita através do estudo da velocidade de decapagem, e a qualidade da decapagem por estudos com microscopia eletrônica.

Neste trabalho, o método de "plasma etching" foi utilizado em amostras com polímeros obtidos a partir do acetileno, propano, etano e benzeno. As amostras foram decapadas num sistema de descarga elétrica de radiofrequência; sendo que a velocidade de decapagem e a qualidade da mesma foram estudadas através de Microscopia Eletrônica de Varredura. Concluímos o trabalho, aplicando "plasma etching" em uma amostra de polimerização de acetileno com incorporação de cobre.

2. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

O sistema de decapagem por plasma encontra-se esquematizado na figura 1.

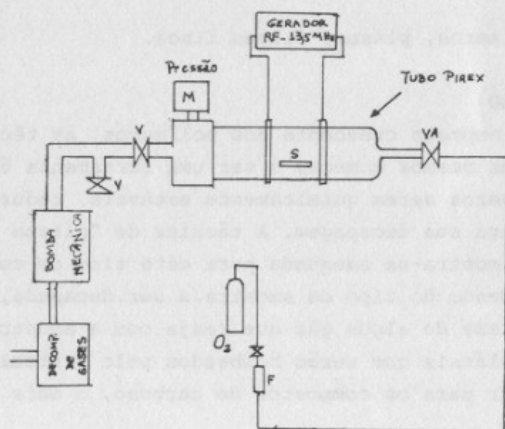


Fig. 1.- Desenho esquemático do sistema "plasma etching"

As amostras foram depositadas sobre vidro comum, a partir da polimerização por descarga elétrica de radiofrequência dos gases acetileno, propano, etano e benzeno. As condições de deposição de cada amostra foram: pressão .1 Torr, potência 10 W e o fluxo de gás a polimerizar variando entre

2 cc/min e 6 cc/min dependendo do tipo de gás.

O sistema de decapagem foi previamente evacuado a uma pressão de .001 Torr, e em seguida foi introduzido o fluxo de oxigênio através do fluxômetro F. A velocidade de decapagem foi medida pela diferença de massa da amostra, medida antes e logo após o processo.

Em todas as amostras, foi estudada a velocidade de decapagem em função do fluxo de oxigênio introduzido e para as amostras de acetileno foram medidas também a velocidade de decapagem em função da potência injetada e a pressão parcial dentro do sistema.

Para estudar a qualidade da decapagem, foi feito um estudo através de Microscopia Eletrônica de Varredura numa série de amostras que foram parcialmente protegidas por uma camada metálica (por meio de uma evaporação de alumínio) e submetidas posteriormente ao "plasma etching" de oxigênio.

Os resultados deste estudo permitem explicar a decapagem em amostras de acetileno com incorporação de cobre; terminando o nosso trabalho, com uma aplicação prática do método na variação da resistência elétrica de uma amostra de polímero de acetileno com incorporação de cobre.

3. RESULTADOS

3.1 Velocidade de decapagem

Em todas as amostras, foi estudada a variação da velocidade de decapagem em função do fluxo de oxigênio para uma determinada potência injetada. O fluxo de oxigênio era variado por meio de uma válvula agulha incorporada entre o fluxômetro e o sistema. As variações de massa eram detectadas por diferenças na pesagem, através de uma microbalança com sensibilidade de até 20 microgramas. Os resultados deste estudo encontram-se na figura 2.

A velocidade de decapagem em função da potência injetada está representada na figura 3. Neste caso, somente a amostra de acetileno, foi estudada. O fluxo de oxigênio foi mantido constante em 5.6 cc/min e a pressão permaneceu em .1 Torr. Na figura estão mostrados também, os traços de erro na medição da potência RF, mesmo assim, os resultados permitem mostrar claramente o efeito da potência na velocidade

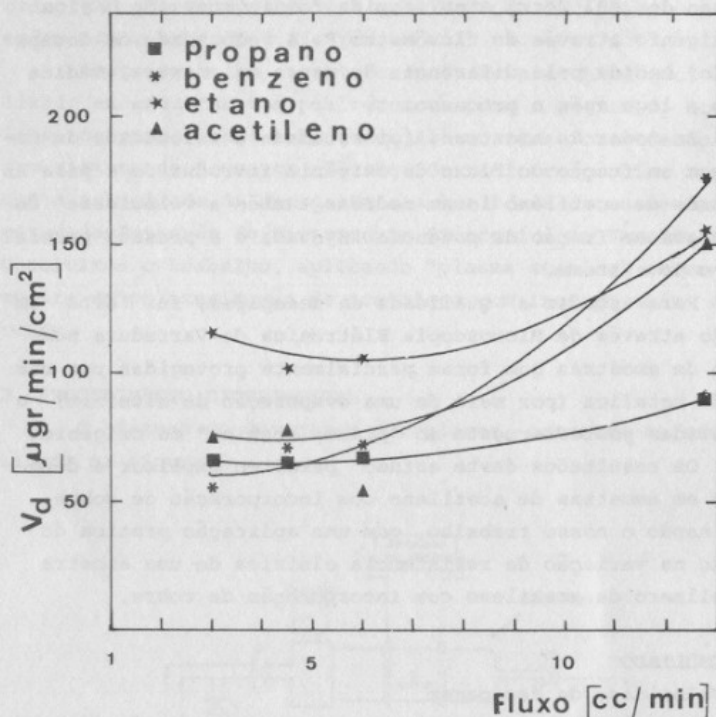


Fig. 2.- Variação da velocidade de decapagem, V_d , em função do fluxo de oxigênio, para todas as amostras.

de decapagem. A maior velocidade de decapagem para alta potência está associada a um maior grau de ionização da descarga.

Outro estudo na velocidade de decapagem, foi a sua variação em função da pressão parcial de oxigênio, para um fluxo constante de 4.3 cc/min em amostras de acetileno polimerizado por descarga elétrica de radiofrequência. Os resultados encontram-se na figura 4, onde a grande variação da velocidade de decapagem com o aumento da pressão, está associada ao tempo de passagem do gás no reator, obtendo-se resultados semelhantes aos obtidos com a decapagem em potências maiores. Obviamente, os valores da velocidade de

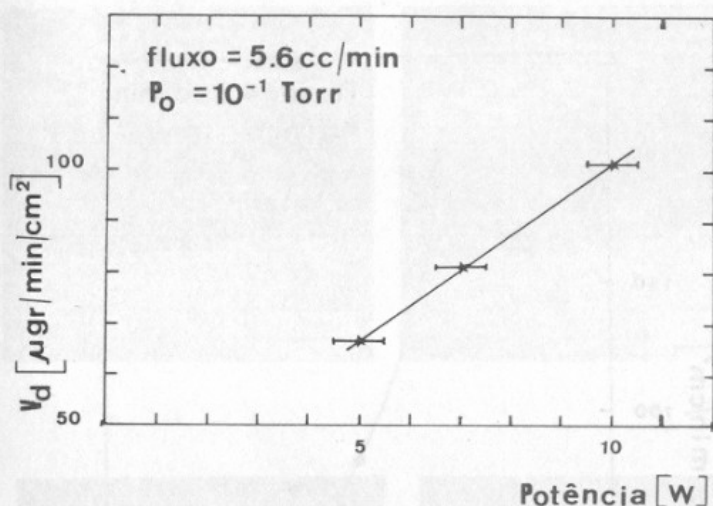


Fig. 3.- Variação da velocidade de decapagem em função da potência injetada, para a amostra de acetileno polimerizado por descarga elétrica de radiofrequência.

decapagem, são distintos para cada caso.

3.2 Morfologia

Para estudar a qualidade da decapagem, foi feito um estudo usando Microscópio Eletrônico de Varredura. Este estudo, inclui a observação de uma amostra de acetileno polimerizado por bombardeamento eletrônico¹ com incorporação de cobre, sendo submetida a decapagem pelo método de "plasma etching". As outras amostras, foram parcialmente protegidas por uma evaporação de alumínio e posteriormente submetidas à ação do "plasma etching". Os resultados deste estudo, encontram-se nas fotografias da figura 5, onde a fotografia da figura 5a representa a interface substrato-filme, que foi exposta pelo "plasma etching" em uma amostra de benzeno polimerizado por descarga elétrica de radiofrequência. Na fotografia da figura 5b, esta mostrada a mesma interface mais em uma amostra de propano. Em ambos os casos, observa-se na

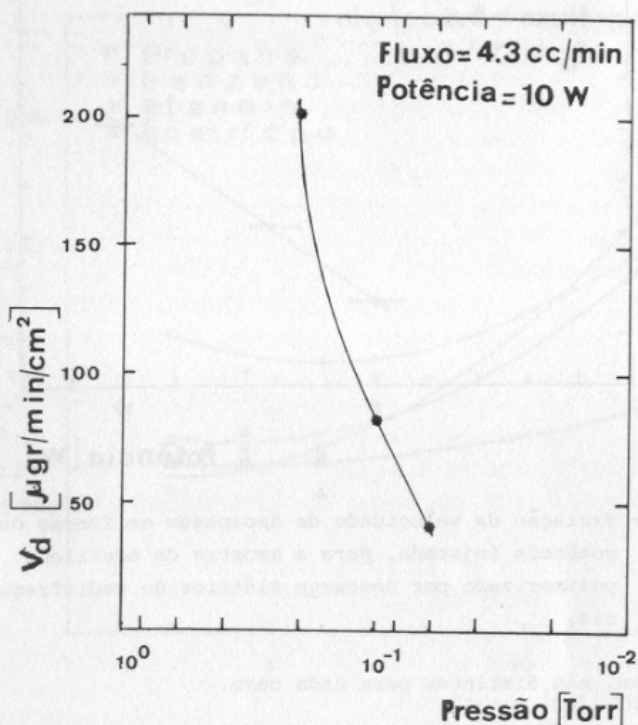


Fig. 4.- Variação da velocidade de decapagem em função da pressão parcial de oxigênio dentro do sistema, para uma amostra de acetileno polimerizado por descarga elétrica de radiofrequência.

interface, uma certa texturização. O mesmo resultado não pode ser observado na amostra de etano, que indicou uma decapagem gradual na interface (os resultados para a amostra de etano não estão mostrados). Esta texturização observada nas amostras de benzeno e propano não pode ser observada na amostra de acetileno, onde aparentemente, a decapagem do plasma etching aconteceu abaixo da máscara de alumínio evaporada na amostra. (fenômeno conhecido como "undercutting"). Este resultado no acetileno, está mostrado na fotografia de figura 5c. O "undercutting" presente no acetileno

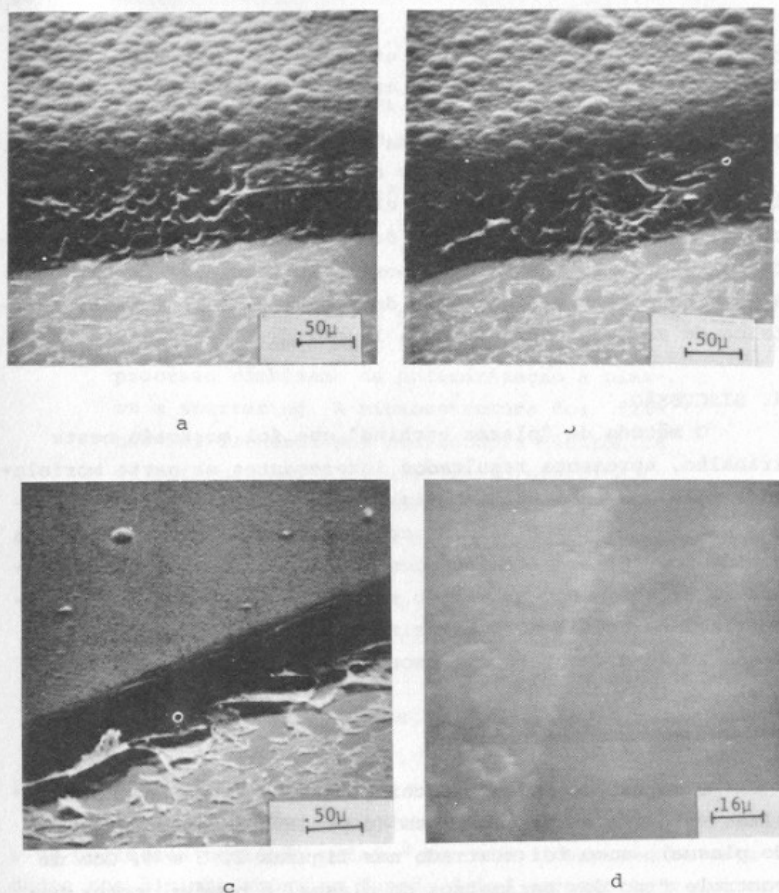


Fig. 5.- Fotografias obtidas através da Microscopia Eletrônica de Varredura. 5a, 5b e 5c correspondem a amostras de benzeno, propano e acetileno respectivamente, polimerizadas por descarga elétrica de raio de frequência. 5d corresponde à decapagem de uma amostra de acetileno polimerizado por bombardeamento eletrônico com incorporação de cobre.

permite explicar a decapagem em amostras de acetileno polimerizado por bombardeamento eletrônico com incorporação de cobre, onde o oxigênio não forma composto volátil com o

cobre. O resultado do "plasma etching" aplicado sobre a amostra de acetileno com cobre está mostrado na figura 5d.

3.3 Aplicação do método "plasma etching"

Este método foi aplicado numa amostra de acetileno polimerizado por bombardeamento eletrônico com incorporação de cobre. A resistência elétrica da amostra antes do "plasma etching" era de 25 ohm e logo após 5 min de plasma de oxigênio a 10 W de potência e um fluxo de 6 cc/min, a resistência elétrica da amostra diminuiu para 19 ohm.

4. DISCUSSÃO

O método de "plasma etching" que foi mostrado neste trabalho, apresenta resultados interessantes na parte morfológica, pela aparição da texturização do material. Outros métodos vão ser testados afim de comparar a qualidade da textura obtida por "plasma etching" com a dos outros métodos. Encontra-se em andamento um estudo sobre o coeficiente de "undercutting" no acetileno polimerizado, que pode dar uma explicação sobre a decapagem em amostras com incorporação de cobre.

5. CONCLUSÕES

O método de "plasma etching" que foi apresentado, tem altas velocidades de decapagem (dependendo das condições do plasma), como foi mostrado nas figuras 2, 3 e 4. Com um controle fino dos parâmetros do plasma, é possível obter boa repetitividade nas decapagem de uma serie de amostras. Este método pode ser útil no estudo da estrutura dos materiais.

6. REFERÊNCIAS

1. Condutividade elétrica em filmes finos de polímeros dopados com metal, R.P. Motta, A. Vilche e M.A.B. de Moraes, a ser apresentado neste congresso.