Revista Brasileira de Aplicações de Vácuo, v. 25, n. 4, 215-218, 2006. © 2006

TRATAMENTO EM PLASMA DE TECIDO 100% ARAMIDA PARA ANÁLISE DE MOLHABILIDADE

D. Freitas[1*]; T.R. Ferreira[1]; T.H.C. Costa[2]; M.C. Feitor[2]; C.M. Bezerra[1]; C. Alves Jr.[3]
[1] *UFRN, Departamento de Engenharia Têxtil, 59072-970 Natal, RN*
[2] *UFRN, Programa de Pós-Graduação em Ciências e Engenharia de Materiais, 59072-970 Natal, RN*
[3] *UFRN, LabPlasma, 59072-970 Natal, RN*

Recebido: 19 de Julho, 2006; Revisado: 25 de Novembro, 2006

Palavras-chave: aramida, plasma, molhabilidade.

RESUMO

Um tecido de fibras de Aramida (Kevlar) foi tratado em plasma de O_2, Ar, e N_2, a fim de estudar os efeitos sobre a hidrofilicidade deste material. Foram usadas as técnicas de arraste vertical e MEV (microscopia eletrônica de varredura) para analisar as amostras. As amostras tratadas em plasma de O_2 e N_2 apresentaram uma melhoria substancial na hidrofilidade, a qual foi atribuída à formação de rugosidade na superfície das fibras.

ABSTRACT

A fabric of Kevlar fibers was treated by O_2, Ar and N_2 plasma in order to study the effects on the hydrophilicity of this material. It was used the vertical drag technique and MEV to analyze the samples. The samples treated with O_2 e N_2 plasma, presented a substantial improvement in the hydrophilicity that was attributed to surface wrinkles formation on the fibers.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a técnica do plasma a baixa pressão e temperatura vem sendo proposta para modificar as propriedades superficiais de materiais poliméricos e têxteis, tais como molhabilidade, tingimento e biocompactibilidade para adaptá-los a aplicações específicas. Esta técnica modifica apenas a camada superficial sem alterar o volume do material, devido ao baixo alcance de sua penetração atingindo apenas alguns nanômetros da superfície [1].

O Plasma é produzido quando um gás a baixas pressão e temperatura é submetido a um campo elétrico, resultando em uma atmosfera repleta de íons, átomos, moléculas e radicais livres. Ao inserir um material polimérico neste ambiente, muitos fenômenos podem ocorrer durante a interação plasma/superfície do material [2]. Tais interações podem promover quebras de ligações na superfície, ocasionadas pelo choque entre as espécies reativas de elementos como oxigênio, argônio e nitrogênio. Além de formar rugosidades, é possível a formação de grupos funcionais como as carbonilas, hidroxilas, e grupos aminas que possibilitam a interação entre a água e o material, através das ligações de hidrogênio melhorando a absorção. [3,4].

Sabe-se que um dos grandes problemas da indústria têxtil é os efluentes oriundos do tingimento do tecido. Sendo assim foi escolhido o tratamento superficial a plasma por se tratar de uma técnica ambientalmente correta, além de não prejudicar a matéria-prima [3,5,6].

A fibra de aramida (Kevlar ®p-aramida descoberta pela empresa Dupont) é um termo reduzido usado para a poliamida aromática, uma derivação do nylon 6,6, que reúne alta resistência e baixo peso. É cinco vezes mais resistente do que o aço, de peso similar, resiste a altas temperaturas e não é hidrofóbica, apesar de apresentar baixa hidrofilidade. Por apresentar essas características, tem aplicação aeroespacial e militar, bem como em coletes a prova de bala, luvas resistentes a cortes, barreira contra explosão e chamas e fardamentos utilizados em áreas de alto risco como a engenharia mecânica e de petróleo [7]. Sua fórmula molecular apresenta dois anéis benzênicos ligados a grupos C=O e NH (figura 1).

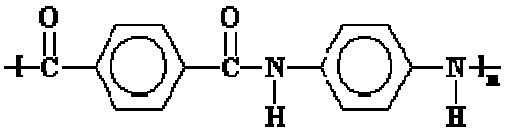

Figura 1 - O kevlar apresenta grupos aromáticos ligados a posições 1 e 4 dos anéis benzênicos. Por isso é chamada de p-aramida.

Com base na literatura foi dado início a pesquisa do tratamento em plasma de tecidos de aramida, pois esta apresenta alta cristalinidade, orientação e rigidez o que acarreta dificuldade em seu tingimento [8]. Para tanto, utilizaram-se vários gases como oxigênio, nitrogênio e argônio para se observar qual gás forneceria melhores resultados no tratamento. Após o tratamento, foram analisados a molhabilidade, através do teste de arraste vertical (capilaridade), e a caracterização morfológica por microscopia eletrônica de varredura (MEV).

* ducitextil@gmail.com.br

2. PARTE EXPERIMENTAL

O substrato usado neste trabalho foi um tecido 100% aramida adquirido da empresa Dupont. Amostras de tecido foram cortadas em retângulos de dimensões 10 mm x 120 mm e introduzidas no aparato experimental, o qual se encontra esquematizado na figura 2. O reator consiste de uma câmara de vácuo, de aproximadamente cinco litros, fechada por dois flanges de aço inox, onde o superior (4) encontra-se aterrada e o inferior (9) está livre de polarização assumindo a condição de potencial flutuante durante o processo. Um eletrodo polarizado negativamente é fixo por um orifício no centro do flange inferior e o mesmo funciona como cátodo (1) e em alguns processos como porta amostra. No flange inferior encontra-se acoplado ao reator instrumentos como bomba mecânica (11), termopar (8) e manômetro (5). Na parte superior encontram-se as entradas de gases (4). Uma bomba mecânica é usada para evacuar o sistema a aproximadamente $0{,}7 \times 10^{-2}$ mbar. A pressão da câmara de reação é medida por um barômetro do tipo membrana capacitiva. A temperatura do experimento é medida utilizando um termopar do tipo alumel-cromel, que está localizado dentro do eletrodo e conseqüentemente faz medidas térmicas do catodo.

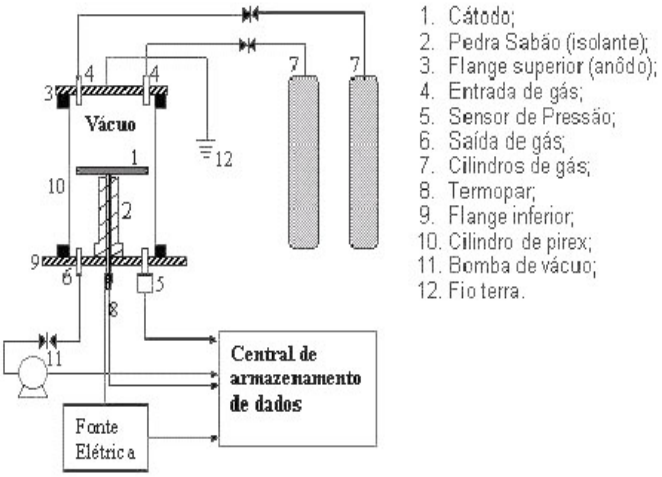

Figura 2 - Esquema do aparato utilizado neste trabalho.

Para o tratamento em plasma, as amostras foram colocadas a uma distância de 70 mm do cátodo. Essa medida foi adotada para que a modificação superficial fosse realizada a temperatura próxima do ambiente e para que as amostras não sofressem variações que pudessem ser atribuídas a alterações térmicas do material. Foram fixados alguns parâmetros para o tratamento como: tempo em 1 hora, voltagem de 580 V e pressão em 1 Torr.

Os gases utilizados foram argônio, nitrogênio e oxigênio. Para avaliar o efeito do tratamento a plasma foram utilizados métodos de caracterização como teste de arraste vertical (capilaridade), para analisar a melhora na molhabilidade e MEV (microscopia eletrônica de varredura), para observar as modificações morfológicas.

O teste de arraste vertical é usado para descrever a habilidade do tecido em absorver líquidos. Para tanto, a amostra é posicionada verticalmente por uma das extremidades, enquanto a outra é introduzida em uma solução de corante reativo e água destilada na proporção de 1g/. Este corante é utilizado apenas como contraste para auxiliar a visualização da coluna de água absorvida durante o teste. Para observar a extensão de absorção do liquido a amostra é marcada com grafite em intervalos de 10 mm em todo o seu comprimento. Ao cronometrar o tempo de subida durante 5 minutos o líquido deve subir a uma distância de 5 a 8 mm para que o tecido seja considerado hidrofílico [5,9,10].

As mudanças físicas superficiais foram observadas utilizando microscópio eletrônico de varredura modelo XL 30 - ESEM marca Phillips. Para tanto, foram retirados alguns filamentos do tecido com o auxílio de uma pinça. Em cada porta amostra foram colocados 4 filamentos paralelos presos por uma fita adesiva de carbono e recobertos com filme de ouro. Esse procedimento se fez necessário uma vez que o polímero é isolante, portanto não atrai elétrons para sua superfície.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Analisando o gráfico da figura 3, observa-se que no teste de arraste vertical, a solução de corante foi melhor absorvida quando utilizados os gases oxigênio e nitrogênio. O tecido não tratado apresentou absorção da solução a uma altura de apenas 40 mm, quando tratada em plasma de oxigênio, a absorção chega a 80 mm de altura. Estes resultados indicam que o tratamento foi eficaz na melhora da absorção, pois todos atingiram uma altura de arraste superior a 50 mm em um tempo de 300 segundos, sendo assim o material é considerado hidrofílico.

O aumento da absorção do líquido pode ter sido dado pela possível incorporação de grupos funcionais em sua superfície, tais como: C-OH (álcool), C-O-O-H (hidro peróxido), H-C=O (aldeído), C=O (carbonila) e NH_2 (amina), através do ataque à superfície polimérica de espécies ativas do plasma que provocam a incorporação dos grupos [11-13].

Outra possibilidade em relação a melhora da molhabilidade é o fato da criação de rugosidade superficial. Ao observar a figura 4, nota-se que o tratamento com plasma de oxigênio se mostrou o melhor resultado. Isso pode ter ocorrido, porque o oxigênio é um gás altamente reativo e ao colidir com a superfície promove o arrancamento de átomos provocando erosão ou a incorporação deste formando micro-porosidades e, consequentemente, aumentam sua área de contato [5]. Com isso, a água irá se difundir melhor.

A figura 4 A, mostra a superfície da amostra não tratada. Nela pode-se observar que é uma superfície lisa, de aspecto cristalino, dificultando assim a penetração de líquidos no material. Nas figuras 4 B, C e D nota-se que há criação de rugosidades. Isto pode ser fundamental para a melhora da absorção de líquido pelo tecido, o que confirma os re-

sultados do teste de arraste vertical (ver figura 3). Mas não é somente esta que determina o aumento da molhabilidade, deve-se levar em conta o aumento da energia superficial criada através da incorporação de grupos funcionais na superfície da amostra.

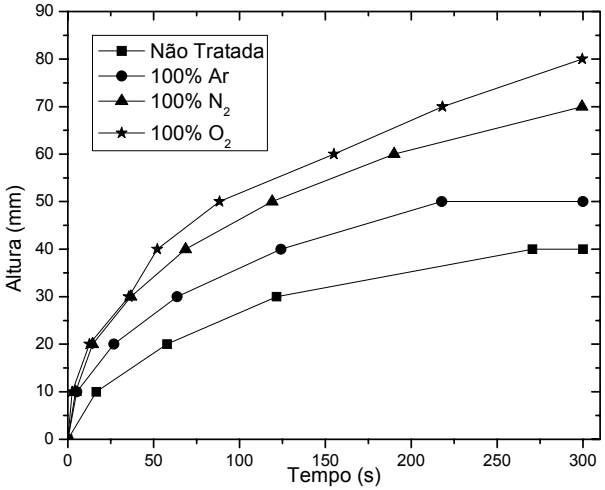

Figura 3 - Resultados do teste de arraste após tratamento em plasma.

4. CONCLUSÃO

Neste trabalho foi avaliada a propriedade de molhabilidade do tecido 100% aramida (Kevlar) tratados superficialmente a plasma usando diferentes atmosferas gasosas. A partir dos resultados é possível concluir que:

1. O tratamento se mostrou eficiente uma vez que o tecido tratado absorve mais líquido em relação à amostra não tratada. O melhor resultado foi obtido com a amostra tratada com plasma de oxigênio, onde a extensão de arraste (capilaridade) foi de aproximadamente 80 mm em 300 s, enquanto para a amostra não tratada foi de 35 mm em 300 s.
2. Ao analisar as micrografias do MEV, observa-se um aumento na rugosidade superficial das amostras. Para o plasma de oxigênio o aumento da rugosidade foi maior. Isso pode ter ocorrido, porque o oxigênio é um gás reativo e ao colidir com a superfície promove o arrancamento de átomos provocando erosão ou a incorporação deste, formando micro-porosidades e, consequentemente, aumentando a área de contato.
3. A superfície da fibra apresenta rugosidades que confirmam a modificação da mesma, tendo como conseqüência, o aumento de absorção.

AGRADECIMENTOS

A todos os que fazem o Laboratório de Plasma - UFRN, especialmente, Ana Maria Lucena.

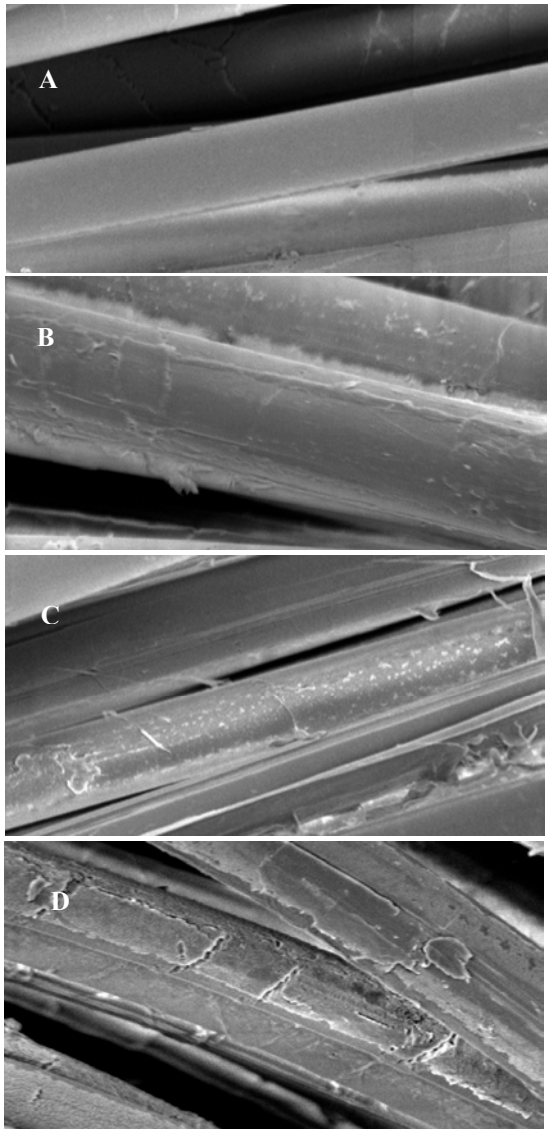

Figura 4 - Imagens do MEV de amostras da Aramida (a) Não tratada, (b) Tratada com 100%Ar, (c) Tratada com 100% N_2, (d) Tratada com 100% O_2. Tempo de tratamento: 1 hora.

REFERÊNCIAS

1. CARRINO, L.; MARONI, G.; POLINI, W., *Journal of Materials Processing Technology* 121 (2002) 373-382.
2. COSTA, T.H.C.; FEITOR M.C.; ALVES JR., C.; FREIRE P.B.; BEZERRA, C.M., *Journal of Materials Processing Technology* 173 (2006) 40-43.
3. FERRERO, F., *Polymer Testing* 22 (2003) 571-578.
4. VOHRER, U.; MULLER, M.; OEHR, C., *Surface & Coatings Technology* 98 (1998) 1128-1131.
5. CAIAZZO, F.; CANONICO, P.; NIGRO, R.; TAGLIAFERRI, V., *Journal of Materials Processing Technology* 58 (1996) 96-99.
6. POLL, H.U.; SCHLADITZ, U.; SCHREITER, S., *Surface & Coatings Technology* 142-144 (2001) 489-493.
7. DUPONT, Manual Técnico kevlar Fibra Aramida

8. POLETTI, G.; ORSINI, F.; RAFFAELE-ADDAMO, A.; RICCARDI, C.; SELLI, E., *Applied Surface Science* 219 (2003) 311-316
9. AKISHEV, Y.; GRUSHIN, M.; NAPARTOVICH, A.; TRUSHKIN, N., *Plasmas and Polymers* 7 (2002) 261-289.
10. RODRIGUES, E.C., *Controle de Qualidade em Química têxtil Métodos Práticos*, Rio de Janeiro: Ed. CNI: SENAI: CETIQT, 1997.
11. DORAI, R.; KUSHNER, M., *J. Phys. D: Appl. Phys* 36 (2003) 666–685.
12. INAGAKI, N.; TASAKA, S.; NARUSHIMA, K.; KOBAYASHI, H., *Journal of Applied Polymer Science* 85 (2002) 2845-2852.
13. JIE-RONG, C.; XUE-YAN, W.; TOMIJI, W., *Journal of Applied Polymer Science* 72 (1999) 1327 – 1333.