

Tema: Engenharia de Superfície

FUNCIONALIZAÇÃO DE TECIDOS 100% POLIÉSTER ATRAVÉS DESCARGA DE BARREIRA DIELÉTRICA*

Thiago Félix dos Santos¹

Jayonara Horranna Câmara de Almeida¹

Ivan Alves de Sousa²

Thércio Henrique de Carvalho Costa³

Arlindo Balbino do Nascimento Neto⁴

Custódio Leopoldino de Brito Guerra Neto⁵

Michelle Cequeira Feitor⁶

Resumo

A maioria dos materiais poliméricos sintéticos apresentam superfícies quimicamente inertes, isentas de porosidade e baixa energia de superfície. Este trabalho tem como objetivo realizar a modificação superficial do substrato têxtil de forma a aumentar a sua molhabilidade. Os tecidos de poliéster são hidrofóbicos e, por isso são desconfortáveis aos usuários, pois a fibra não absorve o suor do corpo, outro fator que é prejudicado pela hidrofobicidade da fibra de poliéster é o tingimento das mesmas. Portanto, tratamentos superficiais vêm sendo utilizados para minimizar esse problema e o plasma é uma técnica que se mostra bastante eficaz. O plasma ao interagir com a superfície do substrato provoca alterações químicas e físicas melhorando suas propriedades. Portanto, através do plasma é possível alterar as propriedades físico-químicas das superfícies de tecidos de poliéster, tendo como resultado o aumento da hidrofilidade dos mesmos com o incremento de grupos funcionais polares e o aumento da rugosidade em sua superfície. As amostras foram tratadas em um reator de plasma de barreira dielétrica a pressão atmosférica, em diferentes tempos de tratamento e voltagem. Após as funcionalizações as amostras foram submetidas ao teste de capilaridade, a fim de observar a melhora na hidrofilidade. Todas as amostras tratadas tiveram aumento na molhabilidade, com exceção, as amostras tratadas com 10 kV, onde não houve alteração.

Palavras-chave: Molhabilidade; DBD plasma; Polyester; Textile.

FUNCTIONALIZATION OF 100% POLYESTER FABRICS THROUGH DIELECTRIC BARRIER DISCHARGE

Abstract

Polyester fabrics are hydrophobic, so they are uncomfortable to users because the fiber does not absorb sweat from the body. Another fact that is damaged by the hydrophobic character of the fiber is the dye process. Therefore, surface treatment has been used to minimize this problem and the plasma technique proves to be effective. The plasma species interacts with substrate surface altering its chemical and physical properties. So, the aim of this work is to use atmospheric plasma technique to promote chemical and physical surface modification of polyester fabric having as a result an increase in wettability and roughness. The samples were treated in a atmospheric pressure dielectric barrier discharge plasma reactor in different voltage and time treatments. The plasma species were analyzed during plasma treatment through optic emission spectroscopy. After the samples functionalization they were submitted to a capillary test to observe the wettability increase. All samples had an increase in wettability, with exception to 10 kV treated sample, because it does not have any improve for them.

Keywords: Wettability; DBD plasma; Polyester; Textile.

¹ Engenharia Têxtil, graduando, estudante, Departamento de Engenharia Têxtil, UFRN, Natal, RN, Brasil.

² Físico, Mestre em Eng. Mecânica, doutorando em Eng. Mecânica, Centro Técnico, Programa de pós graduação em Eng. Mecânica, UFRN, Natal, RN, Brasil.

³ Engenharia Têxtil, Doutorado, Professor Adjunto, Escola de Ciência e Tecnologia, UFRN, Natal, RN, Brasil.

⁴ Engenharia Mecânica, Mestre, Estudante, Pós-graduação de Engenharia Mecânica, UFRN, Natal, RN, Brasil.

⁵ Odontologia, Doutor, Professor Adjunto, Engenharia Biomédica, UFRN, Natal, RN, Brasil

⁶ Engenharia Têxtil, Doutorado, Professora Adjunta, Departamento de Engenharia Têxtil, UFRN, Natal, RN, Brasil.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A indústria têxtil é uma das indústrias que mais poluem no mundo, principalmente pelo uso dos processos químicos tradicionais utilizados no acabamento de tecidos têxteis (tingimento) gerando poluição e alto consumo de água. Na busca de maneira para amenizar esses efeitos maléficos ao ambiente, novas tecnologias estão sendo estudadas, dentre essas tecnologias a modificação de superfícies por plasma tem ganhando destaque, por ser ambientalmente segura, e com o uso da mesma a funcionalização de superfícies têxteis, aumentando a molhabilidade dos mesmos e assim diminuindo o impacto desfavorável ao meio ambiente.

O plasma consiste em um meio composto de partículas excitadas, elétrons, radicais livres, íons positivos e negativos, fótons que são gerados entre dois eletrodos após a aplicação de um campo elétrico. As espécies presentes no plasma ao bombardearem a superfície dos materiais têxteis provocam mudanças físicas como o aumento da rugosidade superficial, e química através da incorporação de grupos funcionais polares em sua superfície. Atualmente, as pesquisas vêm se concentrando no plasma atmosférico por descarga de barreira dielétrica, onde pelo menos um dos cátodos é revestido por uma barreira dielétrica, pois o custo do processo é menor em relação aos outros processos de modificação por plasma, uma vez que não se precisa utilizar sistema de vácuo e o gás de trabalho é o ar atmosférico.

A fibra de poliéster é altamente utilizada pela indústria têxtil na produção de tecidos, entretanto a mesma apresenta várias dificuldades durante a produção de produtos têxteis, principalmente por se tratar de uma fibra hidrófoba, pois a mesma não possui grupos funcionais polares em sua superfície, tornando-se difícil a interação com a água e com o corante durante o tingimento. Além disso, o poliéster por ser tratar de uma fibra hidrofóbica tende a ser desconfortável para o usuário, pois os tecidos produzidos a partir dessa fibra não absorve o suor gerado pelo corpo, durante as atividades diárias acarretando no aumento de calor.

Este trabalho tem como objetivo estudar o aumento da molhabilidade do tecido poliéster após ser funcionalizado através do plasma atmosférico pela descarga de barreira dielétrica. Para observar a mudança em termos da molhabilidade, as amostras de tecido 100% poliéster não tratadas e tratadas foram submetidas ao teste de capilaridade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Preparação da Amostra

O substrato usado neste trabalho foi um tecido plano (ligação tela) 100% poliéster adquirido no comércio, com gramatura de 149,20 g/m² e espessura de 0,45 mm.

O tecido de poliéster foi lavado com detergente não iônico na proporção de 1g/l para retirar as impurezas na superfície, bem como o óleo proveniente do processo de fiação. As amostras de tecido foram cortadas em retângulos nas dimensões de 2 cm x 10 cm, e em seguida foram pesadas em uma balança analítica, e então submetidas a modificação por plasma.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

2.2 Tratamento das Amostras por Plasma DBD

Todas as amostras foram tratadas em um equipamento utilizando a descarga em barreira dielétrica (DBD) desenvolvido no laboratório de processamento de materiais por plasma da UFRN. O reator de DBD presente na figura 1, consiste em um retângulo de acrílico fechado por dois flanges de PTFE, nos quais estão alojados um eletrodo anodicamente polarizado (eletrodo superior) e outro catodicamente polarizado (eletrodo inferior). Sobre o cátodo foi montado um retângulo de vidro de 2 mm de espessura que atua como o dielétrico. Nesta configuração, o campo elétrico gerado pela diferença de potencial aplicado entre dois eletrodos é homogêneo.

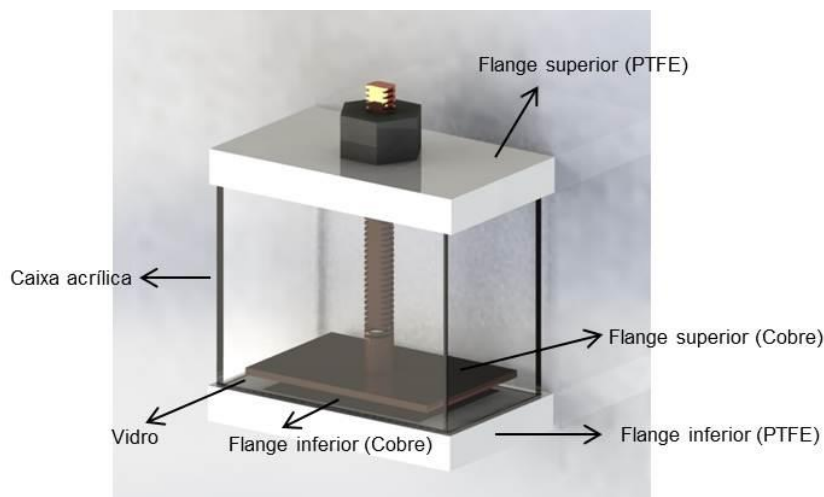


Figura 1 – Equipamento de plasma DBD

O plasma foi gerado usando uma fonte de alta voltagem DC pulsada, com largura de pulso da ordem de 200 μ s. A fonte utilizada permite variar a voltagem aplicada de 0 a 25 kV e frequência de 200 Hz a 1,0 kHz. Dependendo da distância e voltagem entre os eletrodos, bem como da frequência utilizada, é possível gerar o plasma no interior do reator.

Todas as amostras de poliéster foram tratadas em uma frequência de 600 Hz, alterando-se apenas a voltagem e o tempo de tratamento. Os parâmetros que sofreram alteração podem ser observados na tabela 1. Para cada voltagem foram usados três diferentes tempos de tratamento e para cada tempo foram modificadas três amostras para observar a reprodutibilidade do tratamento.

Tabela 1 – Parâmetros utilizados na modificação a plasma

Voltagem (kV)	Tempo de tratamento (min)
10	1
	5
	10
15	1
	5
	10
20	1
	5
	10
25	1
	5
	10

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

Após o tratamento as amostras foram imediatamente imersas em uma solução de corante para visualizar a melhora na hidrofiliidade através do teste de capilaridade, como demonstrado na figura 2.

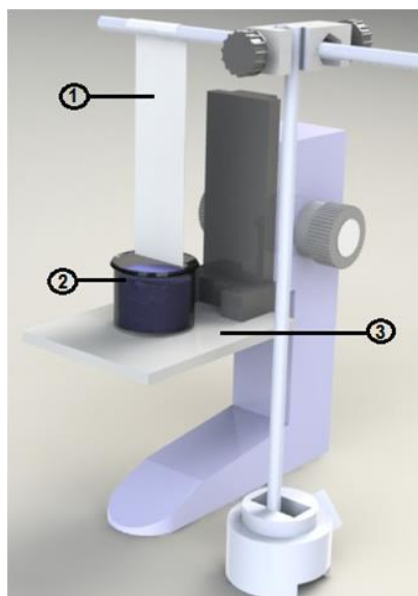


Figura 2 - Teste de capilaridade

2.3 Teste da Molhabilidade

Para a análise da molhabilidade montou-se um aparato (fig.2) que consiste em um pedestal com uma garra que serviu para prender uma das pontas do tecido deixando-o suspenso. A outra ponta foi imersa em uma solução de corante reativo (1g/L), o qual se encontrava dentro de um Becker de 100 ml. Em seguida, uma câmera de alta resolução posicionada em frente à amostra gravou a subida do líquido pela amostra até atingir uma altura de 5 cm. Essas imagens foram posteriormente analisadas, onde se observou o tempo que o líquido levou para subir cada centímetro da amostra.

Logo que finalizada a filmagem, as amostras foram novamente pesadas para determinar a percentagem de umidade absorvida pela amostra, seguindo a equação 1.

$$\left(\frac{P_l - P_s}{P_s} \right) \times 100 \quad \text{Equação 1}$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As análises da percentagem de absorção das amostras tratadas podem ser verificadas na figura 3. Ao observar os resultados pode-se verificar que houve um aumento na absorção de líquido pelas amostras tratadas nos tempos de 5 e 10 minutos para as voltagens 15, 20 e 25 kV, enquanto que para as amostras tratadas por 1 minuto, em todas as condições de voltagem, não houveram melhora na hidrofiliidade. Esse resultado era esperado, uma vez que durante a exposição ao plasma verificou-se, através da espectroscopia de emissão ótica, a produção de poucas espécies ativas responsáveis pela modificação química e física superficial das amostras.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

O resultado mais expressivo se encontra para a amostra tratada por 10 minutos e voltagem de 10 kV, pois nessa condição a amostra absorveu 58% de líquido sobre o seu peso, enquanto que a amostra não tratada absorveu apenas 27%. Esse resultado corrobora com os resultados dos espectros da emissão ótica, onde se observou a maior intensidade de espécies ativas no plasma. Essas espécies interagiram com a superfície das amostras arrancando átomos da superfície (produzindo rugosidade), criaram radicais livres e grupos funcionais, que nesse caso são as aminas, pois a maior intensidade observada no OES foram para as espécies N_2^+ , N_2 e N .

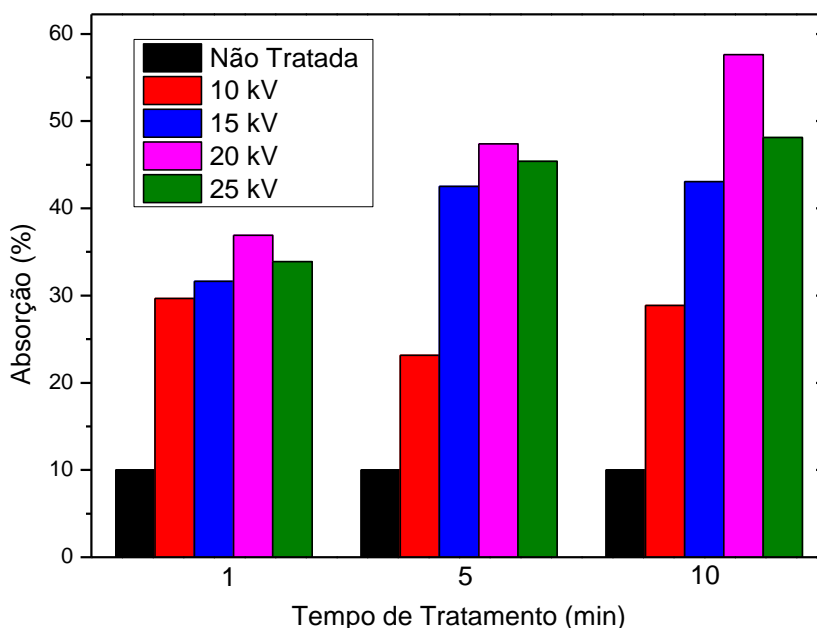


Figura 3 – Gráfico de molhabilidade das amostras tratadas a plasma por diferentes tempo e tensões.

As figuras 4, 5 e 6 mostram os resultados da capilaridade. Ao analisar a figura 4, pode-se notar que para 1 minuto de tratamento não houve um aumento na altura para as amostras tratadas, mas em relação a não tratada em que a capilaridade é zero, pode-se ver que houve uma melhora. Entretanto, para a Indústria têxtil ainda não é a ideal, porque para que um tecido seja considerado hidrofílico é necessário que o líquido atinja uma altura de 3 cm em 30 segundo, portanto esses tratamento se tornam inviável para os processos têxteis.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

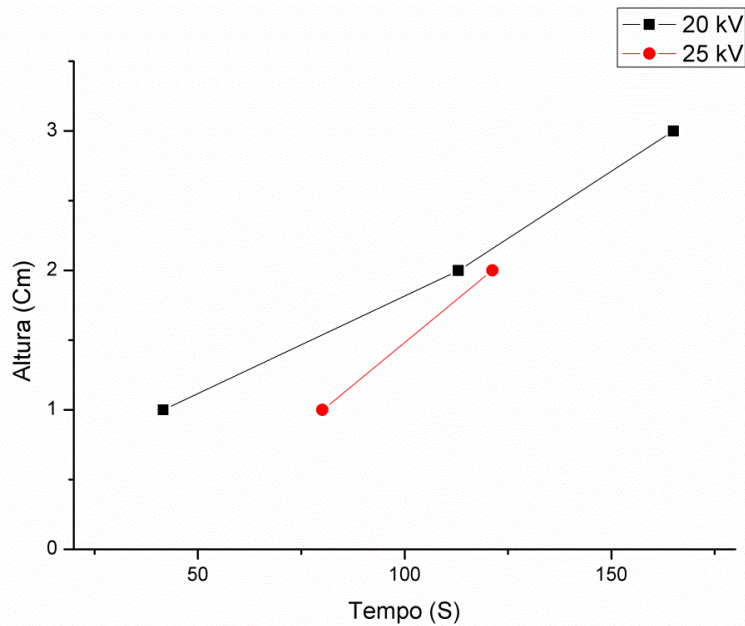


Figura 4 – Capilaridade das amostras tratadas com 1 minuto.

Na figura 5, pode-se observar que a altura atingida pelas amostras tratadas com 5 minutos de exposição ao plasma são maiores que as anteriores mostrando que o tempo de tratamento influencia no resultado. O melhor resultado foi obtido pela amostra tratada com uma voltagem de 20 kV, pois esta atingiu a altura de 4 cm mais rápido que as demais.

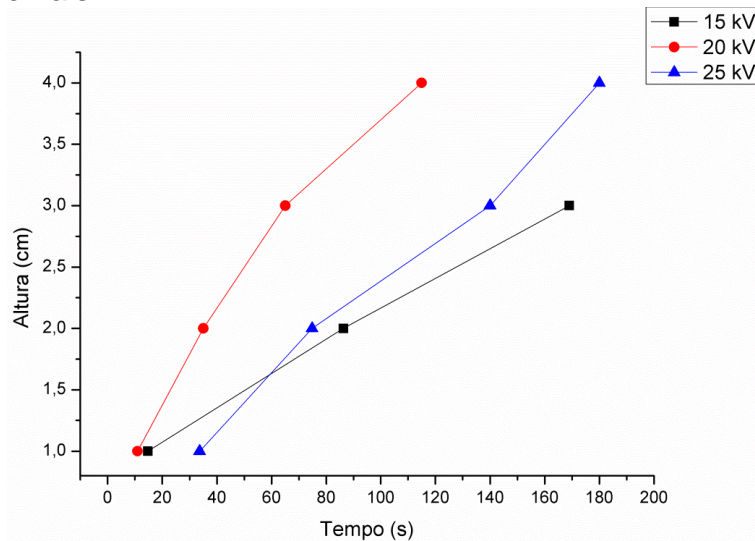


Figura 5 – Capilaridade das amostras tratadas com 5 minutos.

Esse resultado foi alcançado, porque neste parâmetro o plasma é mais intenso, ou seja, apresenta maior intensidade de espécies ativas como observado nos espectros de OES, e ainda o plasma se apresenta mais homogêneo, uma vez que durante a subida do líquido não foi observado espaços vazios. Entretanto, nenhuma amostra atingiu um resultado eficaz para a Indústria, pois todas atingiram 3 cm em tempos maiores que 3 segundos.

Já as amostras tratadas com 10 minutos (verificar figura 6) se mostraram mais eficazes, principalmente a amostra tratada com 20 kV de voltagem, pois está atingiu uma altura de 3 cm em 30 segundos, seguida pela amostra tratada com 25 kV que atingiu 3 cm em 40 segundos.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.

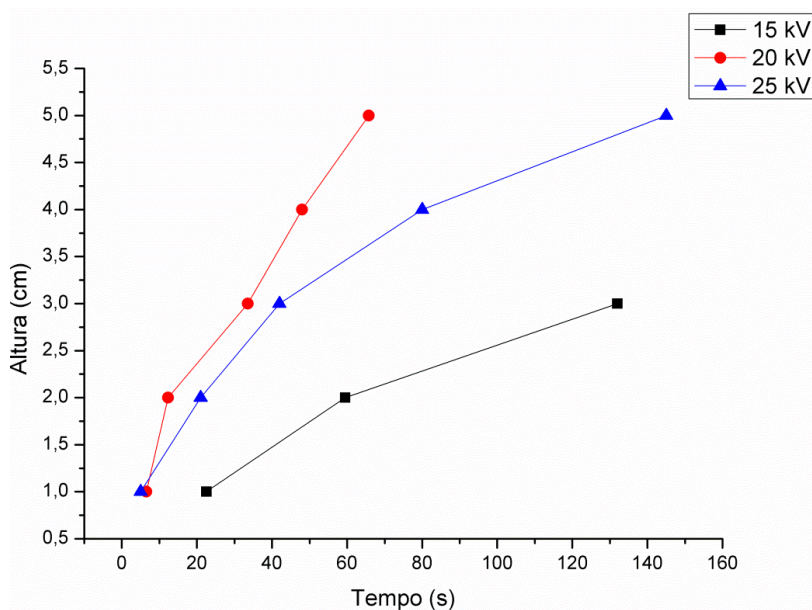


Figura 6 - Capilaridade das amostras tratadas com 10 minutos.

Em todos os tempos de tratamento, as amostras tratadas com 20 kV de voltagem apresentaram os melhores resultados em termos de percentagem de adsorção de líquido, bem como no teste de capilaridade. Este resultado se deve ao fato que neste momento o plasma se apresentou mais intenso (figura 7), portanto existiam mais espécies ativas que interagiram com a superfície da amostra criando grupos funcionais polares.

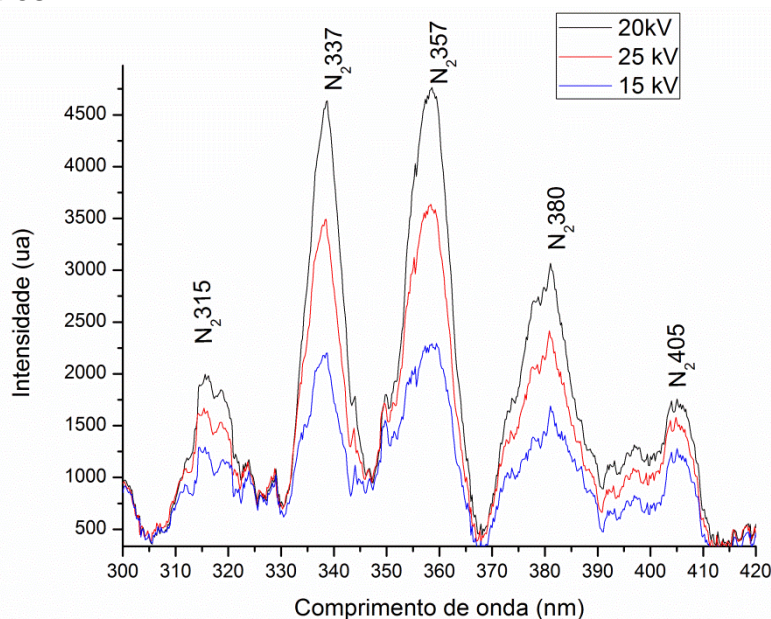


Figura 7 – Espectros de OES para as condições de tratamentos a plasma utilizados nesse trabalho.

4 CONCLUSÃO

Todas as amostras tratadas por plasma DBD apresentaram melhora na absorção de água, comprovados pelo teste de absorção e capilaridade. O melhor resultado foi obtido para amostra tratada com 20 kV, pois foi nessa condição que a amostra atingiu a maior altura de arraste em menor tempo. Esse resultado corrobora com os resultados do espectro, pois é possível observar que a intensidade das espécies foi

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.



maior para a amostra tratada com 20 kV, portanto haverá maior possibilidade de formar mais grupos funcionais na superfície, bem como de criar rugosidade.

BIBLIOGRAFIA

- 1 Klenko Y, Píchal J, Aubrecht L. Application of dielectric barrier discharge for treatment of polyester fabric. Czechoslovak Journal of Physics. 2006;56:B837-B842.
- 2 Leroux F, Campagne C, Perwuelz A, et al. Atmospheric air plasma treatment of polyester textile materials. Textile structure influence on surface oxidation and siliconresin adhesion. Surface & Coating Technology. 2009;203:3178-83.
- 3 Pasquet V, Behary N, Perwuelz A. Environmental impacts of chemical/ ecotechnological/ biotechnological hydrophilisation of polyester fabrics. Journal of Cleaner Production. 2014;65:551-560.
- 4 Takke V, Behary N, Perwuelz A, Campagne C. Studies on Atmospheric Air-Plasma Treatment of PET (polyethylene Terephthalate) Woven Fabrics. Effect of Process Parameters and of Aging. 2009;114:348-357.
- 5 Geyter N, Morent R, Leys C. Surface modification of a polyester non-woven with a dielectric barrier discharge in air at medium pressure. Surface & Coating Technology. 2006;201:2460-66.
- 6 Borcia G, Anderson CA, Brown NMD. Surface treatment of natural and synthetic textiles using a dielectric barrier discharge. Surface & Coating Technology. 2006;201:3074-81.
- 7 Jia C, Chen P, Wang Q, Lin B, Chen M. Surface wettability of atmospheric dielectric barrier discharge processed Armos fibers. Applied Surface Science. 2011;258:388-393.
- 8 Dave H, Ledwani L, Chandwani N, Kikani P, Desai B, Chowdhuri MB, et al. Use of dielectric barrier discharge in air for surface modification of polyester substrate to confer durable wettability and enhance dye uptake with natural dye eco-alizarin. Composite interfaces. 2012;19:219-229.

* Contribuição técnica ao 69º Congresso Anual da ABM – Internacional e ao 14º ENEMET - Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Metalúrgica, de Materiais e de Minas, 21 a 25 de julho de 2014, São Paulo, SP, Brasil.