



ANÁLISE DO TINGIMENTO REATIVO EM TECIDO PLANO 100% ALGODÃO APÓS MODIFICAÇÃO DA SUPERFÍCIE POR TÉCNICAS DE PLASMA BAIXA PRESSÃO

L.P.GOMES¹, D.BECKER², F.STEFFENS¹, L.C.FONTANA² e M.E.P.MISSNER¹

¹ Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Departamento de Engenharia Têxtil

² Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Laboratório de Plasma

E-mail para contato: laura.palermo@grad.ufsc.br

RESUMO - O intuito do presente trabalho é substituir o processo de pré alvejamento químico, hoje muito utilizado industrialmente, por um processo a seco com plasma a baixa pressão. Essa proposta de substituição é devido ao alto consumo de água e também ao elevado impacto que os rejeitos que esse processo causa ao meio ambiente. As amostras foram tratadas com dois tipos de plasma, um feito por um reator RF indutivo, e outro por plasma pulsado em gaiola catódica. Os tempos de exposição foram de 1, 3 e 10 minutos. Para fins de comparação, algumas amostras foram pré-tratadas quimicamente por processo convencional realizado nas indústrias. Após os tratamentos de plasma e o convencional da indústria, todas as amostras foram tingidas com corante reativo vermelho, lavadas e secas. As amostras foram caracterizadas através da técnica de espectrofotometria na região do visível. Os resultados mostram que, em ambos os tratamentos com plasma a força colorística (K/S) é superior ao tratamento convencional, essa variável caracteriza a intensidade da cor, quanto maior o seu valor, mais intensa a cor. Nas condições estudadas, o tratamento com plasma foi efetivo e pode ser uma alternativa ao processo químico.

1. INTRODUÇÃO

O algodão tem uma participação importante de mais de 34% no consumo mundial de fibras têxteis nas últimas décadas. Para obter um tecido de algodão apropriado para ser utilizado em outras etapas da cadeia têxtil, este passa por uma série de pré tratamentos. O pré-tratamento químico de têxteis envolve uma grande quantidade de água, produtos químicos, energia e descarga de alta concentração de resíduos e efluentes tóxicos (WANG et al., 2013).

O tingimento é um processo físico-químico que modifica o substrato têxtil para que a luz refletida cause a percepção da cor através da aplicação de corantes que são compostos orgânicos, solúveis ou dispersíveis (SALEM, 2010).

Os fatores como custo e proteção ambiental tornaram-se considerações importantes mais recentemente, e a indústria têxtil vem buscando um processo de preparação de algodão mais econômico e ecologicamente correto (KAN et al., 2013).



O tratamento com plasma tem sido considerado como uma alternativa com enorme potencial comparada ao tratamento químico convencional. Além disso, o tratamento com plasma é um processo de uma etapa única, e totalmente seco, no qual não são necessários produtos químicos (KAN et al., 2013).

Neste trabalho, as amostras de tecido plano foram expostas a processos distintos de pré tratamento e comparadas após o tingimento. Os processos utilizados foram três: 1- pré alvejamento químico atualmente realizado pela indústria; 2- plasma feito por um reator RF indutivo e 3- plasma pulsado em gaiola catódica. O intuito deste trabalho foi de reduzir os recursos utilizados na preparação do tecido plano anterior ao tingimento, substituindo o processo químico convencional por técnicas de plasma, contribuindo assim para sustentabilidade e na qualidade do tingimento na área têxtil.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste trabalho são de uso comum na indústria têxtil, tecido plano 100% algodão com 0,08 g. Estas amostras foram previamente tratadas com plasma, por dois métodos diferentes. Um consiste de plasma de radiofrequência indutivo (RF), com entrada de energia de 100 W e pressão de gás de 0,5 Torr. O segundo método em plasma gerado por corrente contínua (DC) com gaiola catódica a 200 V, frequência de 100 kHz e pressão de gás de 0,5 Torr. O tempo de exposição em cada tipo de plasma foi: 1, 3 e 10 minutos. A amostra de tecido plano padrão com pré alvejamento químico, sem aplicação de plasma, é representada por “BL”. Na Tabela 1 é apresentada a nomenclatura das amostras, tendo em consideração o tipo de processo de plasma utilizado e os parâmetros de tempo de exposição.

Tabela 1 – Nomenclatura das amostras, tipo de plasma utilizado e tempo de exposição

Amostras	Tipo de Plasma	Tempo de Exposição (minutos)
RF-1	RF	1,0
RF-3	RF	3,0
RF-10	RF	10
DC-1	DC	1,0
DC-3	DC	3,0
DC-10	DC	10
BL	-	-

Essas amostras foram expostas ao processo de corante reativo. Em uma máquina de tingimento por infravermelho, as amostras foram colocadas para tingir em temperatura de 60 °C, com aquecimento a 3 °C min com duração de 50 minutos, na relação de banho de 1:50, de acordo com a receita na Tabela 2.

Tabela 2 – Receita de tingimento com corante reativo

Concentração	Auxiliar
2 g/L	Dispersante e Sequestrante
3%	Corante reativo vermelho
60 g/L	Cloreto de sódio
15 g/L	Barrilha

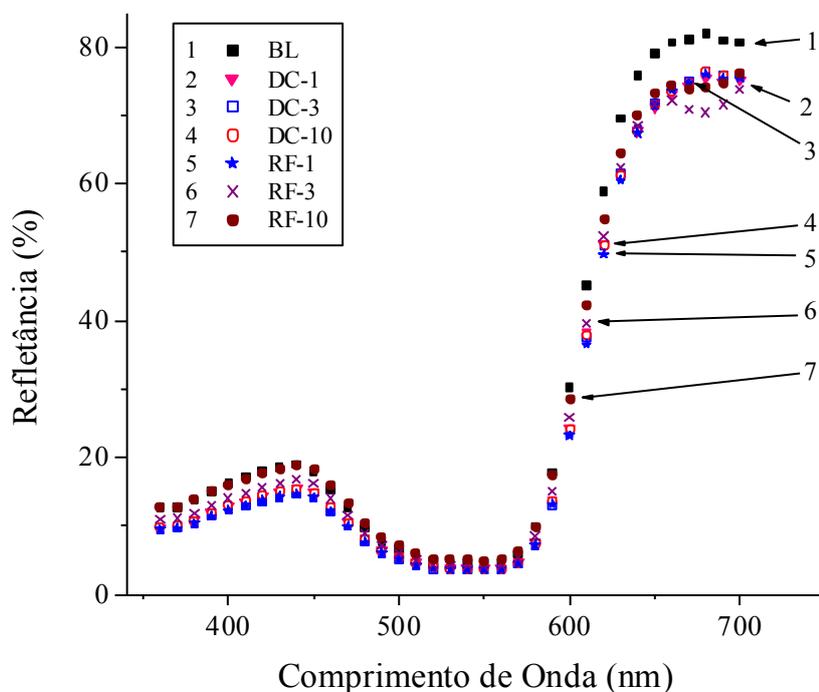
Após o tingimento, as amostras foram lavadas em três etapas. Na primeira etapa, apenas água foi utilizada, permanecendo por 10 minutos na máquina de tingimento infravermelho a 40 °C. O banho foi retirado e na segunda etapa foi colocada água e detergente com concentração de 2 g/L, onde permaneceu na máquina por 10 minutos a 60 °C. Na terceira etapa de lavagem, a amostra foi lavada novamente com água durante 10 minutos a 40 °C. No final deste processo, as amostras foram colocadas para secar na estufa a 60 °C.

As amostras foram caracterizadas através da técnica de espectrofotometria na região do visível, avaliadas as propriedades óticas de refletância do corante nas amostras. A força colorística (K/S) também foi determinada e o espaço de cor CIELAB, coordenadas cromáticas “CIE a” e “CIE b” das respectivas amostras BL, plasma de radiofrequência indutivo (RF) e plasma gerado por corrente contínua (DC).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da Figura 1, é possível observar o espectro da luz visível, e com maior enfoque na variação do comprimento de onda de 600 a 700 nm, onde caracteriza o espectro da cor vermelha, a qual foi utilizada no tingimento. Nesse intervalo é possível observar que a amostra pré alvejada quimicamente (BL) possui uma curva mais pronunciada, o que indica que ela reflete mais a cor do que as amostras preparadas com plasma.

Figura 1 – Espectro de refletância das amostras BL, plasma de radiofrequência indutivo (RF) e plasma gerado por corrente contínua (DC)



A força colorística caracteriza a intensidade da cor, quanto maior o seu valor, mais intensa é a cor. Na tabela 3, observa-se que a força colorística (K/S) é superior nas amostras tratadas com plasma, as quais apresentam uma maior intensidade do que as amostras BL. O

fato desse valor ser expressivamente maior, pode estar relacionado também ao grau de amarelamento do tecido cru utilizado. Entretanto as amostras DC-3 e RF-1 apresentam resultados relevantes, em relação a DC-10 e RF-10 que tiveram maior amarelamento causado pelo tempo de exposição ao plasma (10 minutos).

Tabela 3 – Força colorística das respectivas amostras BL, plasma de radiofrequência indutivo (RF) e plasma gerado por corrente contínua (DC).

Amostras	Força Colorística (K/S)
RF-1	156,3
RF-3	131,4
RF-10	110,1
DC-1	144,6
DC-3	158,1
DC-10	150,0
BL	116,6

Através do espaço de cor CIELAB também é possível evidenciar que as amostras DC-3 e RF-1 apresentaram bons resultados, como mostra a Tabela 4. As variáveis “CIE a” e “CIE b” indicam as coordenadas cromáticas. A coordenada “CIE a” positiva indica vermelho, e negativa indica verde. Já a coordenada “CIE b” positiva indica amarelo e negativa indica azul. Tendo em vista que os valores da variável “CIE a” das amostras tratadas com plasma se aproximam do valor da amostra BL, que é o padrão. Dessa forma, é possível indicar que a tonalidade de vermelho dentre elas está próxima. Analisando a variável “CIE b” é possível observar que a amostra BL (padrão) é mais azulada do que as demais, principalmente quando comparada as amostras DC-3 e RF-1. Isso se justifica pelo fato dessas amostras serem mais amareladas, e apresentarem uma força colorística maior.

Tabela 4 – Espaço de cor CIELAB, coordenadas cromáticas “CIE a” e “CIE b” das respectivas amostras BL, plasma de radiofrequência indutivo (RF) e plasma gerado por corrente contínua (DC)

Amostras	CIE a	CIE b
BL (PADRÃO)	57,98	-2,30
RF-1	55,66	-0,65
RF-3	55,14	-2,33
RF-10	54,73	-3,61
DC-1	55,38	-1,12
DC-3	56,26	-0,39
DC-10	55,94	-1,36

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos foi possível pontuar alguns fatos.



Com os valores apresentados no gráfico de refletância é possível dizer que, no geral, as amostras tratadas com plasma devem apresentar uma cor diferente da amostra pré alvejada quimicamente (BL), sendo essa mais clara. Como a cor definida para esse experimento foi o vermelho, uma alternativa seria realizar novamente o procedimento, porém, tingindo as amostras com cores mais claras, o que poderia trazer uma eficiência maior ao tratamento com plasma.

Após análise dos valores da força colorística e o das coordenadas cromáticas, há de certa forma até uma divergência nos resultados, mas que é justificada pela cor inicial da matéria prima. Os valores a força colorística das amostras tratadas com plasma é maior pois as amostras cruas utilizadas tinham cor amarelada. O processo com plasma não interfere nessa cor, e sim nas características superficiais do tecido. Já o pré tratamento químico, além de melhorar as propriedades superficiais, ele também branqueia a amostra. Desta forma, a base amarelada pode ter feito com que o vermelho tenha ficado mais pronunciado. E as coordenadas cromáticas corroboram para esse resultado, as amostras tratadas com plasma apresentam componentes menos azuladas, ou mais amareladas, comparando a amostra pré alvejada quimicamente.

Com o resultado de todas as análises é possível dizer que o tratamento com plasma é uma excelente alternativa para substituir o pré alvejamento químico, entretanto algumas etapas ainda precisam ser melhor estudadas e desenvolvidas. Entretanto foi possível realizar o tingimento de maneira eficiente sem o uso de água para a preparação do tecido. O objetivo do presente trabalho era eliminar uma etapa do processo de beneficiamento que consome quantidades muito elevadas de água, além de, ao final do processo, possuir um rejeito de alto custo de tratamento, com elevado impacto ambiental. Segundo Twardokus (2004), a indústria têxtil possui o efluente com uma das mais altas cargas de poluentes, pois os processos e químicos utilizados são muito variáveis, tornando o efluente um composto complexo. Desta forma foi possível atingir o objetivo proposto. Entretanto, pesquisas e estudos mais aprofundados ainda devem ser realizados com o intuito de aprimorar esse processo.

5. AGRADECIMENTOS

A FINEP, FAPESC e CAPES pelo apoio financeiro.

6. REFERÊNCIAS

- KAN, C. et al. Using atmospheric pressure plasma treatment for treating grey cotton fabric. **Carbohydrate Polymers**. Hong Kong, p. 167-173. 08 nov. 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S014486171301148X>>. Acesso em: 13 jan. 2019.
- SALEM, V. **Tingimento têxtil: fibras, conceitos e tecnologias**. São Paulo: Blucher: Golden Tecnologia, 2010.
- TWARDOKUS, R. G. **Reuso de água no processo de tingimento da indústria têxtil**. 2004. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <<http://www.abqct.com.br/artigost/artigoesp33.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2018.



WANG, L. et al. A plasma aided process for grey cotton fabric pretreatment. **Journal Of Cleaner Production**. China, p. 323-331. 06 maio 2013. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652613002953>>. Acesso em: 13 jan. 2019.