

Cortiça, Tecnologia e Moda:

Aplicação da descarga plasmática para viabilizar a utilização de novos produtos.

Etienne Amorim Albino da Silva
Universidade do Minho, Departamento de Engenharia Têxtil, Guimarães - Portugal

etiennaas@hotmail.com

Fernando Oliveira, Sidney Carmo, Fernanda Steffens, Pedro Souto
Universidade do Minho, , Departamento de Engenharia Têxtil, Guimarães - Portugal

souto@det.uminho.pt

Resumo

Este trabalho pretende estudar potenciais aplicações da cortiça. Por ser tratar de um material inerte, muitas vezes torna-se necessário modificar a superfície deste substrato com o intuito de melhorar a sua interação com outros tipos de materiais nos processos de estamparia, tingimento, acabamentos entre outros. Diferentes técnicas foram utilizadas para analisar a cortiça após o tratamento plasmático. Verificou-se, com os resultados obtidos, que o plasma DBD foi capaz de melhorar as propriedades superficiais de um aglomerado de cortiça e sua interação com microcápsulas, criando a possibilidade de desenvolver produtos sustentáveis e inovadores.

Palavras chave. Cortiça; Novos materiais; Tecnologia, Plasma.

Abstract

This paper intends to explore potential applications of the cork. Because it is an inert material, several times becomes necessary to modify the surface of this substrate in order to improve its interaction with other types of materials in the printing, dyeing, finishing processes. Different techniques were used to analyze the cork agglomerate after plasma treatment. The results obtained showed that the DBD plasma was able to improve the surface properties of this substrate and its interaction with PCMs microcapsules, creating the possibility to develop innovative and sustainable products.

Key works. Cork; New materials; Technology, Plasma.

INTRODUÇÃO

A moda percebida como um fenômeno social está diretamente relacionada aos avanços tecnológicos e culturais de uma população, podendo ainda ser percebida como um dos maiores negócios do mundo contemporâneo que abrange todas as fatias do mercado global. Assim, para Rech, a moda tem um significado amplo, justamente por estar presente nos mais diversos objetos, artigos e produtos. A moda também pode ser definida pelas “mudanças sociológicas, psicológicas e estéticas, intrínsecas à arquitetura, às artes visuais, a música, à religião, à política, à literatura, à perspectiva filosófica, à decoração e ao vestuário” (Rech, 2002:29).

As inovações no processo produtivo da Indústria Têxtil e Vestuário estão relacionadas aos avanços no processo tecnológico incorporado aos equipamentos, ao desenvolvimento de novas fibras, fios, tecidos e ao aprimoramento dos produtos existentes no mercado (Feghali, 2001).

Desenvolver produtos diferenciados e que possam vir a ganhar a preferência dos consumidores no ato da compra é no que as empresas querem apostar. Contudo, alguns materiais encontrados na natureza podem até apresentar

características favoráveis às ideias conceituais de produto, mas não atendem às exigências das indústrias para transformá-los em um artigo comercial lucrativo.

Por ser um produto de origem natural, obtido a partir do sobreiro *Quercus Suber*, e ainda reutilizável e biodegradável, a cortiça pode ser considerada como um material diferenciado. A sua estrutura é formada por 40% de suberina, substância esta que confere propriedades de impermeabilidade e plasticidade e possui uma baixa massa específica. Ainda encontra-se a lenhina, com uma concentração entre 19 a 22%, polissacarídeos, entre 12% a 20% (compreendem a celulose e a hemicelulose), substâncias extratáveis, entre 13 a 16% (compreendendo os cerídeos, taninos entre outros) e as cinzas 1 a 3% (Fonseca, et al. 1994; Pereira, 1960; Cordeiro, 1998).

As principais propriedades da cortiça são apresentadas na tabela 1 (Cordeiro, 1998).

Principais Propriedades da Cortiça
Densidade: 0,24 kg/dm³; boa elasticidade; compressibilidade; flexibilidade; impermeabilidade a líquidos e a gases; isolante térmico; resistência térmica: entre -180°C a 110°C; condutividade térmica: 0.074 W/mk; corretor acústico; amortecedor de vibrações; potência elevada de fricção; resistência ao uso e longevidade; imputrescível e quimicamente inerte.

Tabela 1. Propriedades da cortiça

Diante das propriedades da cortiça percebe-se que a mesma possui um imenso potencial de aplicação, podendo ser utilizada em obras icônicas e criações emblemáticas nas mais diversas áreas, tais como: a construção civil, decoração, lazer, indústria aeronáutica, calçadista e principalmente as artes plásticas e a moda (Pereira, 1998). A figura 1 ilustra alguns exemplos da aplicação deste material na indústria da moda.



Figura 1. Exemplos de aplicações do substrato de cortiça

No entanto, a diversidade na utilização deste material ainda pode ser considerada peculiar no universo da moda. Um dos motivos que levam a isso está relacionado à sua baixa energia de superfície, o que torna a cortiça altamente hidrofóbica. Esta propriedade pode limitar o uso deste substrato em diversas aplicações no segmento do vestuário e da moda, devido a sua baixa reatividade com produtos como pigmentos, corantes e acabamentos em geral.

Desta forma, por ser tratar de um material inerte, muitas vezes torna-se necessário realizar uma modificação superficial com o intuito de aumentar a sua energia de superfície e consequentemente melhorar a sua interação com materiais que venham agregar valor ao produto final, como a estamparia, acabamentos, revestimentos dentre outros.

Neste sentido, ao longo das últimas décadas, várias tecnologias têm sido amplamente utilizadas para melhorar as propriedades superficiais de determinados produtos, com o objetivo de proporcionar novas funcionalidades e aplicações.

Os tratamentos químicos, por exemplo, são bastante utilizados para alterar as propriedades de superfície de diversos materiais, melhorando assim a ligação interfacial entre o substrato e um determinado produto de acabamento têxtil (Oliveira, 2012).

No entanto, os problemas relacionados com o custo elevado dos tratamentos químicos e a eliminação destes produtos para o meio ambiente tem gerado uma grande preocupação, limitando a ampla aplicação industrial destes tratamentos (Yoldas, 2010).

Diante do exposto, o tratamento plasmático surge como uma tecnologia ambientalmente correta com um enorme potencial para modificar a superfície de vários materiais, sem afetar as suas propriedades intrínsecas (Carneiro, 2001; Oliveira 2012).

No processamento de materiais via descarga plasmática está bem estabelecido que a exposição aos plasmas gerados em gases inertes e reativos pode limpar a superfície dos materiais e alterar as suas propriedades, em particular a sua energia de superfície, possibilitando uma melhora significativa na adsorção e na adesão de diversos produtos (Oliveira, 2013).

É válido também ressaltar que Portugal é o maior fabricante mundial de cortiça, sendo responsável por cerca de 50 % da produção total deste substrato. A produção da cortiça neste país é limitada a fabricação de rolhas de vedação.

Referente à quantidade de desperdícios gerados durante a fabricação ou produção de rolhas, o seu valor fica em torno de 85%. Geralmente os produtos provenientes dos desperdícios da cortiça, como aparas, bocados e refugos de cortiça de menor qualidade, que se tornam impróprios para a fabricação de rolhas, são utilizados para a fabricação de granulados e aglomerados (Cordeiro, 1998; Schmidt, 1983).

Em detrimento a problemática da quantidade de desperdício oriundos da fabricação de rolhas de cortiça e pela crescente necessidade de rentabilizar os subprodutos da indústria corticeira, este trabalho tem o objetivo de caracterizar quimicamente e morfologicamente a cortiça após o tratamento plasmático de dupla barreira dielétrica e também verificar a influência desta tecnologia na adsorção/adesão de microcápsulas em um aglomerado de cortiça. Desta forma, buscar-se-á promover novos horizontes para a aplicabilidade de materiais provenientes do sobreiro na Indústria Têxtil e do Vestuário, através do segmento da moda na produção de novos produtos com grande valor agregado.

MATERIAIS E MÉTODOS

Materiais

O material utilizado foi um aglomerado de cortiça natural com 105 g.m^{-2} e 0,62 mm de espessura. Com o intuito de averiguar a adsorção e adesão de um acabamento no material supracitado, foram utilizadas microcápsulas de PCMs denominadas PRETHERMO C-25.

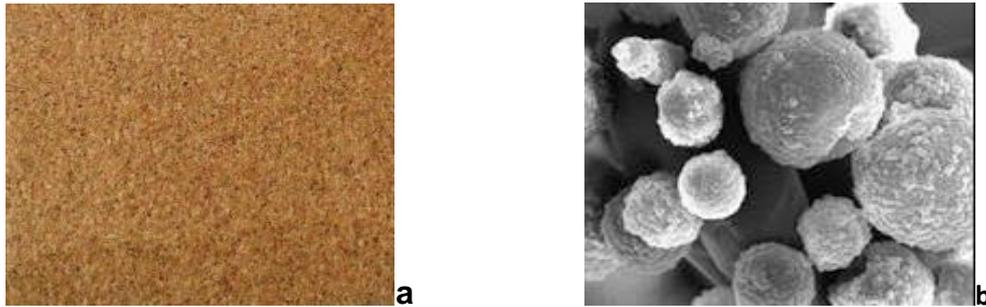


Figura 2. Aglomerado de cortiça (a) e microcápsulas de PCM (b)

Métodos

Tratamento plasmático

O tratamento plasmático aplicado no aglomerado de cortiça foi realizado em condições normais de temperatura e pressão utilizando o protótipo de dupla barreira dielétrica (DBD) denominado Lisboa. Trata-se de um equipamento patenteado pelo departamento de Engenharia Têxtil da Universidade do Minho e a empresa alemã Softal Electronic GmbH.

A dosagem plasmática pode ser definida de acordo com a seguinte equação.

$$Dosagem = \frac{N \cdot P}{v \cdot l}$$

Onde, N = número de passagens, P = potência (W), v = velocidade (m.min⁻¹) e l = largura efetiva do tratamento. A tabela 2 mostra as diferentes dosagens plasmáticas aplicadas no aglomerado de cortiça:

Samples	Velocidade (m min ⁻¹)	Potência (W)	Número de passagens	Dosagem (W min m ⁻²)
1	5	750	1	300
2	5	750	2	600
3	5	750	4	1200
4	5	750	8	2400
5	5	750	16	4800

Tabela 2. Parâmetros e dosagens de plasma aplicados.

Caracterização química e morfológica

Ângulo de Contato, trabalho de adesão e energia de superfície

O ângulo de contato estático e dinâmico e o cálculo da energia livre de superfície do aglomerado de cortiça foram medidos através do equipamento *Dataphysics* utilizando o *software* OCA. Para o cálculo da energia de superfície foram utilizados três diferentes líquidos com as componentes polares e dispersivas conhecidas: água destilada (Y: 72.8; Y^D: 29.1; Y^P: 43.7), polietileno glicol 200 (PEG) (Y: 43.5; Y^D: 29.9; Y^P: 13.6) e glicerol (Y: 63.4; Y^D: 37.4; Y^P: 26.0) (Oliveira, 2013).

Espectroscopia por dispersão de energia

A composição química da superfície do aglomerado de cortiça, antes e depois da modificação de plasma, foi determinada pela técnica de EDS usando um detector EDAX de Si (Li) e uma tensão de aceleração de 15 kV.

Microscopia Eletrônica de Varredura

A análise morfológica do aglomerado de cortiça revestido com microcápsulas de PCMs foi realizada em um Microscópio de alta resolução denominado (FEG-SEM), NOVA 200 Nano SEM, FEI Company. As amostras foram revestidas por uma camada fina de uma liga ouro/paládio (80-20%) para evitar a acumulação de carga durante a análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ângulo de Contato Estático, Dinâmico e Energia de Superfície

Os resultados do ângulo de contato estático e dinâmico, utilizando uma gota de água, mostraram uma diferença bastante significativa quando comparadas as amostras com e sem tratamento plasmático. A tabela 3 ilustra a diminuição do ângulo de contato a medida que se aumenta a dosagem aplicada no substrato de cortiça, o que corresponde a um aumento considerável da sua molhabilidade.

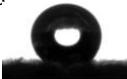
Dosagem	Sem tratamento	300W. min.m ⁻²	600 W. min.m ⁻²	1200 W. min.m ⁻²	2400 W. min.m ⁻²	4800 W. min.m ⁻²
Cortiça	126 ^º A 3 ^{SD} 	114 ^º A 5 ^{SD} 	93 ^º A 5 ^{SD} 	90 ^º A 5 ^{SD} 	54 ^º A 5 ^{SD} 	27 ^º A 4 ^{SD} 

Tabela 3. Ângulo de contato estático (Média (°) desvio padrão (SD)).

Com a ativação via plasma é possível também melhorar significativamente a velocidade de adsorção de uma gota de água conforme verificou-se pelos resultados obtidos pelo ângulo de contato dinâmico. Enquanto a amostra sem tratamento é hidrofóbica, retendo a gota mesmo após 30 segundos, a amostra tratada adsorve completamente esta gota em menos de 15 segundos.

A descarga plasmática de dupla barreira dielétrica é uma tecnologia muito eficaz para aumentar a energia de superfície de diferentes materiais, seja pelas modificações físicas, químicas ou simplesmente pelo processo de limpeza no momento da sua aplicação. O plasma pode ser capaz de remover, através do processo denominado *etching*, contaminantes orgânicos, naturais ou adicionados de diversos substratos, ocasionando o aumento da energia de superfície e melhorando consequentemente a molhabilidade do material (Oliveira, 2013; Keller, 2005).

A tabela 4 apresenta os resultados da energia de superfície total (γ) e suas componentes polares (γ^P) e dispersivas (γ^D) calculadas a partir do uso da água destilada, do polietileno glicol e do glicerol.

Amostras	$\theta_{\text{water}}(^{\circ})$	$\theta_{\text{PEG}}(^{\circ})$	$\theta_{\text{glycerol}}(^{\circ})$	$\gamma \text{ mJ.m}^{-2}$	$\gamma^D \text{ mJ.m}^{-2}$	$\gamma^P \text{ mJ.m}^{-2}$
Sem Tratamento	125.5	100.2	137.2	10.9	7.4	3.5
2400W.min.m ⁻²	53.9	70.8	116.0	26.9	2.5	24.4

Tabela 4 – Energia de superfície das amostras de cortiça com e sem tratamento plasmático

A energia de superfície total aumentou de forma significativa depois do tratamento plasmático. Inicialmente a componente dispersiva e polar do aglomerado de cortiça sem tratamento era de 7.4 mJ.m⁻² e 3.5 mJ.m⁻² respectivamente. Após uma dosagem de 2400 W.min.m⁻², a componente dispersiva diminuiu para 2.5 mJ.m⁻² e a componente polar teve um aumento considerável para 24.4 mJ.m⁻².

Estes resultados podem ser explicados pela decomposição parcial da camada externa hidrofóbica causado pelo efeito de *etching* ou pela formação de grupos polares na superfície do aglomerado de cortiça (Cheng, 2010). Isto pode significar uma melhor interação do substrato de cortiça com diversos produtos de acabamentos.

Espectroscopia por dispersão de energia

Os resultados de EDS mostraram um aumento da razão atômica de oxigênio/carbono (O/C) passando de 0.43 (sem tratamento) para 0.48 – após uma dosagem plasmática de 2400 W.min.m⁻². Este resultado pode ser responsável por um aumento de grupos funcionais hidrofílicos na superfície do aglomerado de cortiça, o que pode explicar a diminuição do ângulo de contato e aumento da adsorção de água quando o tratamento plasmático foi aplicado.

Microscopia Eletrônica de Varredura

A Figura 3 ilustra as imagens de SEM das amostras com e sem tratamento, revestidos com microcápsulas de PCM. É possível observar que uma maior quantidade de PCMs são adsorvidas na superfície das amostras previamente tratadas com plasma. Estes resultados confirmam que o plasma DBD pode ser utilizado para modificar a superfície do aglomerado de cortiça, aumentando a sua molhabilidade e conseqüentemente elevando a capacidade de adsorção das microcápsulas na superfície da cortiça. Verificou-se ainda com as técnicas de Espectroscopia de Infra-vermelho por transformada de Fourier (FTIR) e Calorimetria Diferencial de Varredura (DSC) que uma maior adesão de microcápsulas, após cinco ciclos de lavagem, também é obtida após a aplicação do tratamento plasmático (Carmo, 2013). Estes resultados tornam-se aliciantes, uma vez que vários tipos de funcionalidades, tais como: termocromismo, fotocromismo, aromatizantes, hidratantes, fármacos dentre outros, também utilizam o processo de microencapsulamento. Desta forma as melhorias obtidas na adsorção e na adesão observadas nas amostras de cortiça revestidas com PCMs podem convergir para outras diversas aplicações, onde a criação e o *design* são essenciais no desenvolvimento de um produto com maior valor agregado.

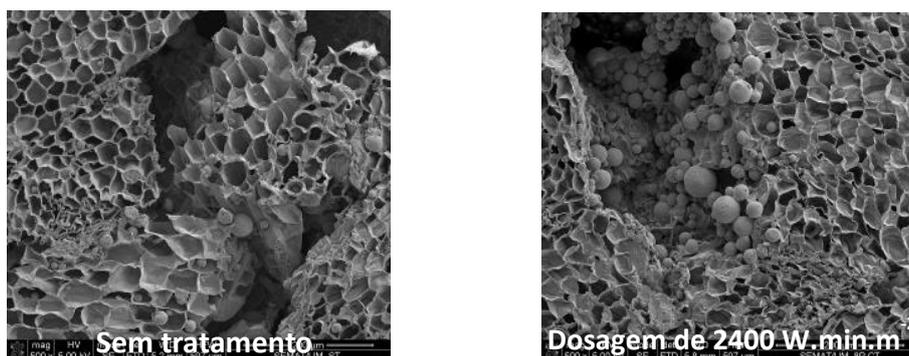


Figura 3. Adsorção de microcápsulas no aglomerado de Cortiça.

CONCLUSÕES

A sinergia entre a engenharia têxtil e o *design* de moda pode resultar em uma brilhante interação entre as novas tecnologias inseridas na criação e no desenvolvimento de novos produtos e a utilização de materiais que seriam descartados no meio ambiente. A parceria é planejada a partir das inovações que devem ser pensadas com o objetivo de atrair o mercado, reduzir os danos ambientais e apresentar produtos únicos e sustentáveis.

Este estudo mostrou que a modificação da superfície do aglomerado de cortiça, ocasionada pelo tratamento plasmático cria mais grupos polares, aumentando a energia superficial e a molhabilidade deste material. O grau de molhabilidade proporciona o desenvolvimento de melhores condições para que os produtos de tingimentos (corantes), estamparia (pigmentos) ou mesmo acabamentos tenham uma melhor interação com diferentes materiais, agregando valores estéticos e possibilitando sua utilização nos mais diversos meios do segmento da moda.

Portanto, o tratamento da cortiça com plasma possibilita um novo universo a ser trabalhado. A sustentabilidade se fez presente no objetivo principal deste trabalho, ao se poder fazer uso do desperdício da indústria corticeira na criação de diversos produtos que podem ser usados na indústria Têxtil e do Vestuário. Desta forma, este trabalho evidenciou que a moda e a tecnologia devem estar em sintonia permanente, para propiciar aos designers e criadores a utilização de materiais singulares que normalmente seriam descartados ao meio ambiente.

Créditos.

Os autores agradecem o programa **CsF - CNPq** e a Fundação **CAPES**, pelas bolsas de doutorado 202539/2011-3 e BEX0978/12-4, respectivamente. Gostaríamos também de agradecer ao Projeto n^o 2011/19280 ("COLTEC"), FCT e FEDER-COMPETE financiamento Pet-C/CTM/UI0264/2011.

Referencias

CARNEIRO, N.; SOUTO A. P.; SILVA, E.; MARIMBA, A.; TENA B.; FERREIRA, H.; MAGALHÃES, V. Dyeability of corona-treated fabrics. **Journal of Society of Dyers and Colouristic**. Vol.117, p. 298-302, 2001.

CARNEIRO, N.; SOUTO, A. P.; FORSTER F.; PRINZ, E. Continuous and semi-continuous treatment of textile materials integrating corona discharge. **Patent in internationalization phase (2004) /patent number PCT/PT2004/000008**.

CHENG, S.Y.; YUEN, C.W.M.; KAN, C.W.; CHEUK, K.K.L.; DAOUD, W.A.; LAM, P.L.; TSOI, W.Y. Influence of atmospheric pressure plasma treatment on various fibrous materials: performance properties and surface adhesion analysis. **Vacuum**, n.º 84, p. 1466-1470, 2010.

CORDEIRO, N. M. A. Fracionamento da cortiça e caracterização dos seus componentes. Estudo de possibilidades de valorização da suberina. **Tese de doutorado**. Universidade de Aveiro, 1998.

FEGHALI, M. K. **As engrenagens da moda**. Rio de Janeiro: Ed. SENAC, 2001.

FONSECA, F. M. A., et. al. Crescimento e qualidade da cortiça potencialidades da microdesintometria. In: III Congresso Florestal Nacional, Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, 15 a 17dez. 1994. **Anais do III Congresso Florestal Nacional**. Universidade de Trás-os Montes e Alto Douro, Figueira da Foz (Portugal), 1994. p. 267-271.

KELLER, M.; RITTER A.; REIMANN, P.; THOMMEN, V.; FICHER, A.; HEGEMANN, D. Comparative study of plasma-induced and wet-chemical cleaning of synthetic fibers. **Surface & Coatings Technology**, Vol. 200, Edição 1-4, p. 1045-1050, out 2005.

OLIVEIRA, F. R.; ERKENS, L.; FANGUEIRO, R.; SOUTO, A. P. Surface modification of banana fibers by DBD plasma treatment. **Plasma Chemistry and Plasma Processing Processing**, Vol.32, p.259-273, 2012.

OLIVEIRA, F. R.; FERNANDES, M.; CARNEIRO, N.; SOUTO, A. P. Functionalization of wool fabric with phase-change materials microcapsules. **Journal of Applied Polymer Science**, Vol. 128, p.2638–2647, 2013.

PEREIRA, H.; COSTA A. Evolução recente da indústria de cortiça. Centro de Estudos Florestais, Instituto Superior de Agronomia, **Universidade Técnica de Lisboa**, Lisboa, 2002.

PEREIRA, H.; COSTA, A. Caracterização e Análise de Rendimento da Operação de Traçamento na Preparação de Pranchas de Cortiça para a

Produção de Rolhas. EFN, Lisboa. Portugal 51. **Silva Lusitana**, Vol. 12, n.º1, p. 51-66, 2004.

RECH, S. R. **Moda: por um fio de qualidade**. Florianópolis: UDESC, 2002.

SCHMIDT, A. Cortiça e artigos de cortiça. **Banco de Fomento Nacional**. Lisboa, 1983.

CARMO, S. N.; OLIVEIRA, F. R.; SILVA, E. A. A.; STEFFENS, F.; SOUTO, A. P. Functionalization of Cork Agglomerate Composite with PCM Microcapsules after DBD Plasma Treatment. In: 13th Autex World Textile Conference, 22 a 24mai. 2013. **Anais do 13th Autex World Textile Conference**. Dresden (Alemanha), 2013. Paper n.º 204. ISBN 978-3-86780-342-7

YOLDAS, S.; MEHMET, S.; KUTLAY, S.; SECKIN, E.; ALI, G. Effect of the low and radio frequency oxygen plasma treatment of jute fiber on mechanical properties of jute fiber/polyester composite. **Fiber and Polymers**, Vol. 11, n.º 8, p.1159–1164, 2010.