

## Síntese de carvão ativado a partir de resíduos da produção de fios de algodão.

## Synthesis of activated carbon from cotton yarn production wastes

**Márcia Caroline da Silva**

[marcia.2016@alunos.utfpr.edu.br](mailto:marcia.2016@alunos.utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Apucarana, Paraná, Brasil.

**Taís Larissa Silva**

[taislarissas@gmail.com](mailto:taislarissas@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Apucarana, Paraná, Brasil.

### RESUMO

A utilização de resíduos industriais têxteis como precursores para síntese de carvão ativado surge como uma nova alternativa para a mitigação de impactos ambientais. Nesse estudo, o resíduo gerado pela limpeza fina das fibras de algodão em uma fiação têxtil, o pó de filtro foi utilizado como material precursor e através de ativação química com NaOH, seguida de pirólise lenta, foi sintetizado o carvão ativado (CA). Os materiais resultantes dos processos foram caracterizados por análise termogravimétrica (TGA), microscopia eletrônica de varredura (MEV), área superficial SBET) e  $\text{pH}_{\text{pcz}}$ . Através da análise de  $\text{pH}_{\text{pcz}}$ , foi obtido o valor de 7,4, que sugere que o pH da superfície do material possui caráter levemente básico; a análise textural indicou que a área superficial do material corresponde a  $429 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ , sendo a distribuição do tamanho dos poros de característica mesoporosa. As imagens obtidas por MEV mostram a formação de poros após o processo de pirólise, antecedido pelo pré tratamento hidrotermal com NaOH.

**PALAVRAS-CHAVE:** Resíduos industriais, remediação industrial, indústria têxtil.

### ABSTRACT

The use of industrial textile residues as precursors for the synthesis of activated carbon appears as a new alternative for mitigation of environmental impacts. In this study, the residue generated by the fine cleaning of cotton fibers in a textile spinning mill, the filter micro dust was used as precursor material and by activated chemical with NaOH, followed by slow pyrolysis, activated carbon (AC) was synthesized. The materials obtained from the processes were characterized by thermogravimetric analysis (TGA), scanning electron microscopy (SEM), surface area SBET) and  $\text{pH}_{\text{pcz}}$ . Through the  $\text{pH}_{\text{pcz}}$  analysis, the value of 7.4 was obtained, which suggests that the surface pH of the material has a character close to the neutral; the textural analysis indicated that the surface area of the material corresponds to  $429 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ , being the pore size distribution of mesoporous characteristic. The SEM images show the formation of pores after the pyrolysis process, preceded by the hydrothermal pretreatment with NaOH.

**KEYWORDS:** Industrial waste, industrial remediation, textile industry.

**Recebido:** 31 ago 2018.

**Aprovado:** 04 out 2018.

#### Direito autorial:

Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



## INTRODUÇÃO

Corantes e pigmentos são amplamente empregados em indústrias do setor têxtil e grande parte está presente nos efluentes gerados nos processos (ROBINSON, 2001). Nesses efluentes estão presentes diversos tipos de aditivos, corantes e resíduos de fibras. Essa heterogeneidade é complexa e exige meios específicos para evitar impactos ambientais (DE COSTA et al., 2015).

Existem vários métodos disponíveis de tratamento de efluentes como coagulação, floculação, separações por membrana, processos de oxidação avançada (POAs), adsorção, entre outros. Quando comparado a outros métodos, a adsorção se destaca devido à simplicidade, rapidez e alta eficiência na remoção de corantes a partir de soluções aquosas, empregando principalmente carvões ativados (HAN, et al., 2016).

Os carvões ativados (CAs) são amplamente utilizados em aplicações industriais sendo considerados os materiais mais eficientes em processos de adsorção (HAN, et al., 2011). Os CAs são eficazes em remover compostos orgânicos e metais pesados em água (Park et al., 2007) por conta de sua grande área superficial e porosidade bem desenvolvida, apresentando alta capacidade de adsorção (HAN, et al., 2016; NEWCOMBE et al., 1993). Contudo, os CAs ainda são considerados caros, tornando seu uso inviável em operações de larga escala (BEDIN et al., 2016), uma vez que grande parcela é preparada a partir de precursores de fontes não renováveis e relativamente caras, influenciando diretamente no seu custo final (MARTIN, et al., 2003).

Novos materiais vêm sendo utilizados como precursores de carvão ativado com os objetivos concomitantes de agregar valor aos resíduos industriais e agrícolas e também reduzir os custos com a produção de CA. A indústria têxtil é grande fornecedor de materiais precursores, haja vista a imensa gama de produtos e processos existentes. Neste trabalho, foram coletados resíduos do processo de fiação, oriundos da última limpeza fina das fibras, o qual contém fibras, pó e fragmentos vegetais. Tal resíduo é denominado pó de filtro.

O objetivo deste trabalho de pesquisa foi utilizar o pó de filtro da fiação de algodão como precursor para produção de carvão ativado, utilizando como agente ativante NaOH através de pré tratamento hidrotermal em condições específicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O material precursor (pó de filtro) foi obtido a partir de uma indústria de fiação têxtil, localizada na cidade de Maringá, no estado do Paraná. Foram inseridos 4,00 g de pó de filtro em um reator hidrotermal. O reator de aço inoxidável, com tampa rosqueável, possui um recipiente de teflon® em seu interior e age nos materiais através do calor e pressão gerados. Após, foi adicionado NaOH em uma concentração de 0,01 M L<sup>-1</sup>. O mesmo foi vedado e colocado em estufa a uma temperatura de 150°C por um tempo de 4 horas, obtendo-se assim um material impregnado com NaOH. Após o reator arrefecer, o mesmo foi aberto e o material retirado de seu interior. Foi usada uma peneira comum para retirar o excesso de solução. Após, o material foi levado à estufa para secar por 12 horas. Posteriormente, o material foi colocado em um reator de

aço inoxidável com tampa removível com furos para entrada de ar para então ser submetido a um processo de pirólise lenta em forno mufla, com fluxo de gás  $N_2$  de  $100 \text{ mL min}^{-1}$  e taxa de aquecimento de  $5 \text{ }^\circ\text{C min}^{-1}$ .

No patamar 1, o material foi aquecido desde a temperatura ambiente até  $300 \text{ }^\circ\text{C}$ , onde manteve-se nessa temperatura constante por 2 horas. Já no segundo patamar, a temperatura foi elevada para  $500 \text{ }^\circ\text{C}$ , onde se manteve nessa temperatura constante por 1 hora. Por fim, na última etapa, ocorreu o resfriamento de  $500 \text{ }^\circ\text{C}$  até a temperatura ambiente.

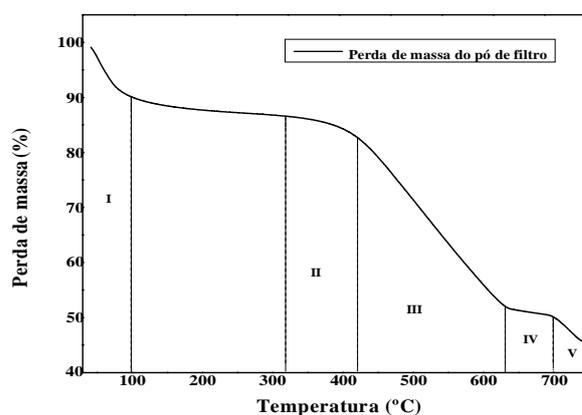
O material resultante foi lavado com água destilada até que o pH da solução atingisse 7,0. Então, o material foi seco na estufa à  $80 \text{ }^\circ\text{C}$  por 24 h e devidamente armazenado para análises posteriores. O rendimento do material foi obtido por gravimetria, de acordo com a massa inicial do precursor e a massa final do material resultante após a lavagem.

Para caracterização do precursor, utilizaram-se as técnicas de análise centesimal, avaliando o teor de carbono fixo, cinzas e análise termogravimétrica (TGA). Para o CA obtido, foi realizada microscopia eletrônica de varredura (MEV), análise textural (área superficial  $S_{BET}$ ) e  $\text{pH}_{\text{pCZ}}$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os teores de umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo identificados no material foram respectivamente: 8,3%, 81,45%, 8,9% e 1,29. Os materiais voláteis do carvão são os materiais liberados em alta temperatura e na ausência de ar (atmosfera inerte). É uma mistura de hidrocarbonetos de longas e curtas cadeias e hidrocarbonetos de enxofre. As cinzas correspondem ao teor de material inorgânico presente no material, que pode ser comprovada analisando o gráfico de TGA (análise termogravimétrica) do pó de filtro (Figura 1). O rendimento do CA obtido em relação à massa do precursor foi de 13,75%.

Figura 1 – Gráfico



Fonte: Autoria própria (2018).

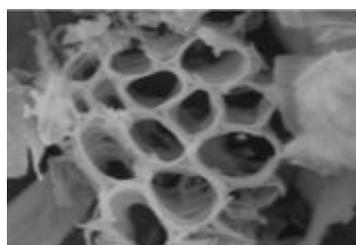
A primeira perda de massa até  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  corresponde à presença de umidade no material (ZHANG et al., 2006). A segunda perda de massa a partir de  $400 \text{ }^\circ\text{C}$ , pode ser atribuída à decomposição de celulose (fragmentos vegetais e fibras de algodão) presentes no pó de filtro (LI et al., 2011), a qual corresponde à

aproximadamente 35% da massa inicial. A estabilidade da massa do material a partir da temperatura de 700 °C, correspondente a cerca de 7% da massa do material, pode ser atribuída à presença de material inorgânico no pó de filtro, o que corrobora com o valor identificado na análise centesimal.

### PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E TEXTURAIIS

Ao observar a micrografia obtida a partir de microscopia eletrônica de varredura, é possível observar a formação de poros no material, promovida pela ativação com NaOH seguida do processo de pirólise lenta (Figura 2). A área superficial obtida foi de 429 m<sup>2</sup>g<sup>-1</sup>, tendo o material apresentado distribuição do tamanho dos poros com características mesoporosas.

Figura 2 – MEV

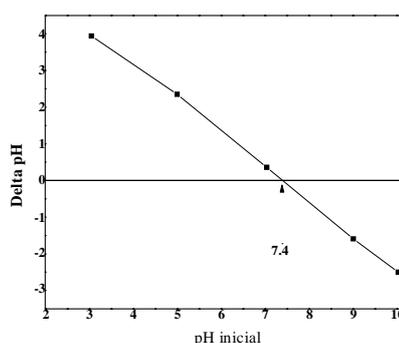


Fonte: Autoria própria (2018).

A estrutura de poro é um importante fator para materiais adsorventes alcançarem altas capacidades de adsorção. No entanto, se o poluente alvo não possui afinidade com a superfície do adsorvente, o processo não é favorável. Assim, é entendido que a superfície química é tão importante quanto a elevada porosidade (Smith et al., 2009).

O pH<sub>PCZ</sub> determina o intervalo linear de sensibilidade do pH, indicando o tipo de centros ativos e a capacidade de adsorção da superfície. A metodologia usada para determinar o pH<sub>PCZ</sub> assume que as espécies H<sup>+</sup> e OH<sup>-</sup> são íons determinantes de potencial, os quais reagem de acordo com a mudança de potencial na interface carbono-água devido a variação da concentração de espécies ácidas e básicas, em força iônica constante (Bedin et al., 2016). A Figura 3 mostra o gráfico e o valor de pH<sub>PCZ</sub> do CA obtido.

Figura 3 – Gráfico de pH<sub>PCZ</sub>



Fonte: Autoria própria (2018)

A superfície do material será carregada positivamente em soluções com valores de pH mais baixos do que o  $pH_{PCZ}$  e negativamente carregada para valores de pH acima de  $pH_{PCZ}$  (Čerović et al., 2007). Essa característica é fundamental para a posterior seleção das moléculas a serem adsorvidas.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Resíduos do processo de fiação foram pré-tratados por meio de tratamento hidrotermal com NaOH para posterior pirólise, para obtenção de carvão ativado (CA). O material obtido pelo processo apresentou área superficial de  $429 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ , com característica mesoporosa. O  $pH_{PCZ}$  obtido foi 7,4, tendo caráter levemente básico. Essa informação é de grande importância para determinação das moléculas a serem adsorvidas. As próximas etapas do trabalho de pesquisa consistem em aplicar o material obtido para avaliar sua performance como adsorvente.

#### REFERÊNCIAS

AMIN, Heba et al. Treatment of textile waste water using H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>/UV system. *Physicochemical Problems of Mineral Processing*, v. 42, p. 17-28, 2008.

BEDIN, Karen C. et al. KOH-activated carbon prepared from sucrose spherical carbon: Adsorption equilibrium, kinetic and thermodynamic studies for Methylene Blue removal. *Chemical Engineering Journal*, v. 286, p. 476-484, 2016.

CRINI, Gregorio. Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: a review. *Bioresource technology*, v. 97, n. 9, p. 1061-1085, 2006.

DE COSTA, Patrícia D.; FURMANSKI, Luana M.; DOMINGUINI, Lucas. Produção, caracterização e aplicação de carvão ativado de casca de nozes para adsorção de azul de metileno. *Revista Virtual de Química*, v. 7, n. 4, p. 1272-1285, 2015.

HAN, Hekun et al. Removal of cationic dyes from aqueous solution by adsorption onto hydrophobic/hydrophilic silica aerogel. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects*, v. 509, p. 539-549, 2016.

HU, Yu-Na et al. The adsorption of toluenediamine from the wastewater by activated carbon in batch and fixed bed systems. *Desalination*, v. 279, n. 1-3, p. 54-60, 2011.

HU, Zhonghua; SRINIVASAN, M. P.; NI, Yaming. Novel activation process for preparing highly microporous and mesoporous activated carbons. *Carbon*, v. 39, n. 6, p. 877-886, 2001.

HU, Enling et al. Regeneration and reuse of highly polluting textile dyeing



effluents through catalytic ozonation with carbon aerogel catalysts. **Journal of cleaner production**, v. 137, p. 1055-1065, 2016.

Ji, Changwei et al. Reducing HC emissions from a gasoline engine at the starting conditions through activated carbon adsorption. **Applied Thermal Engineering**, v. 112, p. 124-132, 2017.

Li, Wen-Hong et al. Preparation and utilization of sludge-based activated carbon for the adsorption of dyes from aqueous solutions. **Chemical Engineering Journal**, v. 171, n. 1, p. 320-327, 2011.

MARTIN, Maria J. et al. Activated carbons developed from surplus sewage sludge for the removal of dyes from dilute aqueous solutions. **Chemical Engineering Journal**, v. 94, n. 3, p. 231-239, 2003.

NEWCOMBE, Gayle; HAYES, Rob; DRIKAS, Mary. Granular activated carbon: importance of surface properties in the adsorption of naturally occurring organics. **Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects**, v. 78, p. 65-71, 1993.

PARK, Hyun Gyu et al. Activated carbon-containing alginate adsorbent for the simultaneous removal of heavy metals and toxic organics. **Process Biochemistry**, v. 42, n. 10, p. 1371-1377, 2007.

ROBINSON, Tim et al. Remediation of dyes in textile effluent: a critical review on current treatment technologies with a proposed alternative. **Bioresource technology**, v. 77, n. 3, p. 247-255, 2001.

ZHANG, Zhendong et al. Synthesis of ordered small pore mesoporous silicates with tailorable pore structures and sizes by polyoxyethylene alkyl amine surfactant. **Microporous and mesoporous materials**, v. 90, n. 1-3, p. 23-31, 2006.