https://eventos.utfpr.edu.br//sicite/sicite2019

Síntese de Carvão ativado a partir de resíduos têxteis

Synthesis of active carbon from textile waste

Márcia Caroline da Silva
marcia.2016@alunos.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

Taís Larissa Silva
taislarissas@gmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, Paraná, Brasil

RESUMO

A síntese de Carvão ativado (CA) vem sendo explorada a muitos anos. Com objetivo de produzir CA's a partir de fontes renováveis como a biomassa. O material precursor escolhido nesse estudo foi o resíduo gerado pela limpeza fina das fibras de algodão em uma fiação têxtil. Esse pó de filtro foi utilizado como precursor e através de ativação química com NaOH, seguida de pirólise lenta, foi sintetizado o CA. Os materiais resultantes dos processos foram caracterizados por análise termogravimétrica (TGA), microscopia eletrônica de varredura (MEV), área superficial (SBET). A análise textural, indicou que a área superficial do material corresponde a 431 m^2g^{-1}, sendo a distribuição de poros de característica mesoporosa. As imagens obtidas por MEV, mostram a formação de poros após o processo de pirólise, o qual ocorre depois do pré tratamento hidrotermal com NaOH.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduos industriais. Adsorção. Indústria Têxtil.

Recebido: 19 ago. 2019.
Aprovado: 01 out. 2019.

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

ABSTRACT

An activated carbon (CA) synthesis has been explored for many years. With the objective of producing CA's from renewable sources such as biomass. The precursor material was adapted to the method generated by the fine cleaning of cotton fibers in a textile spinning. This filter powder was used as a precursor and through the use of NaOH ceramics, followed by slow pyrolysis, the CA was synthesized. The metals obtained were characterized by thermogravimetric analysis (TGA), scanning electron microscopy (SEM), surface area (SBET). A textural analysis indicated that a surface area of the material corresponds to 431 m2g-1, being a porous distribution of mesoporous characteristic. The images were obtained by SEM,presenting a formation of processes after pyrolysis, which occurs after hydrothermal pretreatment with NaOH.

KEYWORDS: Industrial waste. Adsorption. Textile industry.

INTRODUÇÃO

A nível global, torna-se cada vez mais intenso o uso da água no processo industrial devido ao aumento constante do consumo (ALLEGRE, 2006). No segmento industrial têxtil, a água é o principal insumo utilizada como transporte de agentes químicos e corantes (BORGES et al, 2008), que após cumprir o seu papel é descartada na forma de efluente (águas residuais) (REMY, 2016). A geração diária de grandes volumes de águas residuais é uma problemática, uma vez que acarreta problemas ambientais e ainda pode afetar saúde pública (SILVA et al, 2018).

O efluente é composto por poluentes orgânicos e inorgânicos, que por sua vez podem se acumular ou formar subprodutos com maior grau de toxidade (ALLEGRE, 2006; KOYUNCU,2004; VANDEVIVERE, 1998). A quantidade e a composição dependem do tecido, do corante e dos auxiliares utilizados no processo (MATHEW,2019). De acordo com O'NEILL, a cor do efluente é resultado do processo de tingimento em que o corante não se fixa na fibra.

Dentre os meios de tratamento de efluente existentes, encontra-se o método da adsorção. Que se destaca devido a rapidez e alta eficiência no processo de remoção de corantes e metais pesados de soluções aquosas (HAN, et al., 2016). Sendo o carvão ativado (CA), o material mais eficiente dentro do processo de adsorção (HAN, et al., 2011), isso por ele possuir alto custo benefício (CHOMA et al, 2015; NOORIMOTHAGH et al, 2016).

O objetivo de estudo foi a utilização de resíduo proveniente da central de filtragem da fiação de algodão. Onde o material proveniente da limpeza do tambor de filtragem é separado mediante um ciclone (estação coletora de pó). Esse resíduo sólido que devido ao fluxo de ar dentro do ciclone vai de encontro a parede onde se separa do ar indo de modo espiralado para um saco onde é armazenado (TRUETZSCHLER, 2017). O resíduo contém pó e/ou fibras curtas. A síntese realizada foi por ativação química com a impregnação de NaOH e pirólise lenta. Para analisar as propriedades químicas dos CA's obtidos utilizou-se FTIR, TGA e MEV.

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, com um volume de 50 mL. 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^{-1}.

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. Em seguida, 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 mL min^{-1} e taxa de aquecimento de 5 ˚C min^{-1}.

O material foi aquecido desde a temperatura ambiente até 300 ˚C, onde manteve-se nessa temperatura por 2 horas. A seguir, a temperatura foi elevada para 500 ˚C, onde se manteve nessa temperatura por 1 hora. Por fim, na última etapa, ocorreu o resfriamento de 500 ˚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 °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) e análise textural (área superficial S_{BET}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

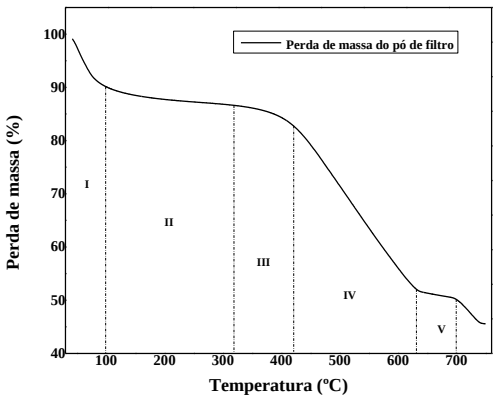
ANÁLISE CENTESIMAL

A análise foi realizada de acordo com o Standart Test, e o procedimento foi realizado em duplicata. A média do teor de carbono fixo do material precursor foi de 1,29% e as cinzas 8,9 %.

ANALISE TERMOGRAVIMÉTRICA

A Figura 1 expressa a perda de massa sofrida pelo material precursor. É possível observar que a primeira perda corresponde à perda de água biossorvida (Silva, et al., 2018). A segunda e terceira perdas podem estar relacionadas a processos de degradação, como desidratação, decomposição e despolimerização de anéis cíclicos de glicose (Roman e Winter, 2004). O quarto e quinto estágios de perdas de massa correspondem à degradação e remoção de materiais voláteis mais estáveis presentes no material (Rosas et al., 2009).

Figura 1: Perda de massa.

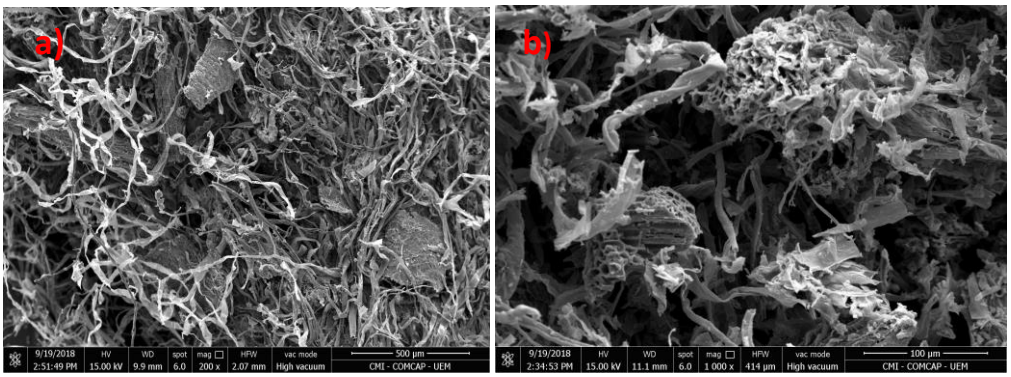


Fonte: Autoria Própria.

MICROSCOPIA ELETRÔNICA DE VARREDURA

É possível observar na Figura 2 (a) que tanto as fibras presentes no pó de filtro quanto os fragmentos de casca estão íntegros, o que reflete na baixa área superficial do mesmo. Após os processos de tratamento hidrotermal e de pirólise lenta, verifica-se a ruptura das fibras, provocando poros, bem como a formação de cavidades nos fragmentos de cascas, favorecendo a maior área superficial do material.

Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura do pó de filtro sem tratamento (a) e do carvão ativado do pó de filtro (b).



Fonte: Autoria Própria.

ANÁLISE TEXTURAL (SBET) E VOLUME DE POROS

A maior área superficial observada na Tabela 1, para o material CA (carvão ativado), corresponde à formação de poros já observada das imagens de MEV, provocadas pela combinação do reagente NaOH com as temperaturas selecionadas para pirólise lenta. O pó de filtro após tratamento hidrotermal (PF HT), embora apresente área superficial SBET menor, possui certa capacidade de adsorção em virtude dos poros formados durante o tratamento HT. Não foram inseridos os dados do PF bruto por não apresentar area superficia durante análise. A Figura 3 apresenta a estreita distribuição de diâmetro de poros, a qual demonstra que o material possui característica majoritariamente mesoporosa (de 2 a 50 nanometros). O tamanho dos poros determinará o tipo de molécula a ser adsorvido posteriormente.

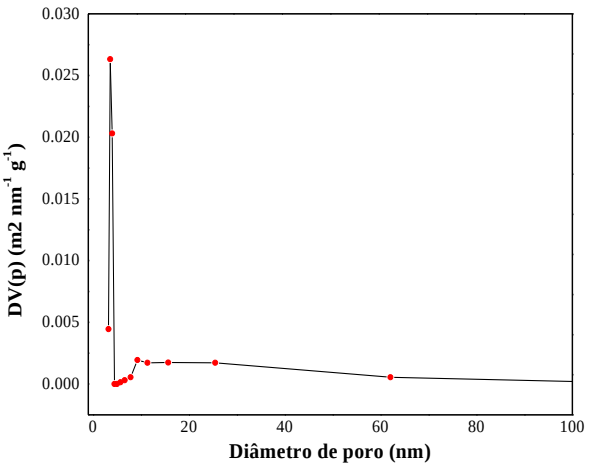
Tabela 1. Área superficial SBET e volume de poros

Material	S_{BET} m^2 g^{-1}	V_t (cm^3 g^{-1})	APS* (nm)	Vmeso† (cm^3 g^{-1})	Vmicro$^{\theta}$(cm^3 g^{-1})
PF HT	157	0,208	5,290	0,164	0,039
CA c/ 0,01M NaOH	431	0,283	2,625	0,099	0,169

*Average pore size
† Obtido pelo método BJH
$^{\theta}$ Obtido pelo método α-plot

Fonte: Autoria Própria.

Figura 3: Distribuição de poros.



Fonte: Autoria Própria.

CONCLUSÃO

A partir dos resultados pode-se concluir que o carvão ativado obtido a partir do pó de filtro de indústrias de fiação apresentou bons resultados, qualificando-o a ser aplicado com sucesso em processos de adsorção. O tratamento hidrotermal condicionou o material para sua boa performance, evitando assim o uso excessivo de reagentes tradicionalmente observados na produção de carvão ativado e gerando muitos efluentes líquidos. Por se tratar de um resíduo sólido sem destinação específica, classificamos como uma excelente alternativa a produção de carvão ativado pelo método descrito acima.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a UTFPR pelo apoio financeiro ao projeto, e a todos os servidores.

REFERÊNCIAS

ALLEGRE, C. et al. Treatment and reuse of reactive dyeing effluents. **Journal of Membrane Science**, v. 269, n. 1-2, p. 15-34, 2006.

CHOMA, Jerzy et al. Adsorption properties of activated carbons prepared from waste CDs and DVDs. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 3, n. 4, p. 733-742, 2015.

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, 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.

KOYUNCU, Ismail; TOPACIK, Dincer; YUKSEL, Ebubekir. Reuse of reactive dyehouse wastewater by nanofiltration: process water quality and economical implications. **Separation and purification Technology**, v. 36, n. 1, p. 77-85, 2004.

MATHEW, Mary Lidiya et al. Low–cost multilayered green fiber for the treatment of textile industry waste water. **Journal of hazardous materials**, v. 365, p. 297-305, 2019.

O'NEILL, Cliona et al. Colour in textile effluents–sources, measurement, discharge consents and simulation: a review. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental & Clean Technology**, v. 74, n. 11, p. 1009-1018, 1999.

REMY, Nathalie; SPEELMAN, Eveline; SWARTZ, Steven. Style that's sustainable: A new fast-fashion formula. **McKinsey & Company**, p. 1-6, 2016;

VANDEVIVERE, Philippe C.; BIANCHI, Roberto; VERSTRAETE, Willy. Treatment and reuse of wastewater from the textile wet-processing industry: Review of emerging technologies. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology: International Research in Process, Environmental AND Clean Technology**, v. 72, n. 4, p. 289-302, 1998

RIBEIRO, Valquíria A. S. Tratamento de efluente de lavanderia industrial de jeans por fotocatálise heterogênea aplicando catalisadores em suspensão e imobilizado. **Tese (doutorado)** – Universidade Estadual de Maringá. Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, 2015.