

## ANÁLISE DO MELHOR MÉTODO DE ATIVAÇÃO DE CARVÃO ATIVADO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR PARA ADSORÇÃO DE CORANTE TÊXTIL

Camila Cristina Teixeira<sup>1</sup>, Mateus Tomaz Neves<sup>2</sup>

**Resumo:** O Carvão pode ter ativação química ou física e sua estrutura pode ser micro, meso ou macroporosa, sendo a mesoporosa preferencial para adsorção de corantes têxteis. A finalidade desse estudo foi analisar de acordo com a literatura o melhor método de ativação/fabricação do carvão para adsorção de corantes têxteis através da análise dos valores de rendimento, volume de poros e área superficial. Após o levantamento de diferentes procedimentos experimentais constatou-se que o carvão ativado fisicamente obteve melhores resultados com mesoporosidade bem definida, elevado volume de poros e área superficial, porém, seu rendimento foi extremamente baixo aumentando seu custo e tornando seu uso inviável. O carvão ativado com ácido fosfórico apresentou-se com melhor método, pois obteve bons resultados comparado ao ativado com o de hidróxido de potássio, sua estrutura apresentou volume satisfatório de micro e mesoporos, seu rendimento foi cerca de 30% e sua área superficial foi cerca de 17 vezes maior que o carvão de KOH que apesar de apresentar rendimento semelhante seu volume de poros foi baixo. Nesse trabalho, foi levado em consideração apenas características físicas, sendo que as químicas variam de acordo com o corante a ser adsorvido. Assim, estudos se fazem necessários para definir a melhor aplicabilidade dos carvões e melhorias no processo produtivo.

**Palavras-chave:** Adsorção, avaliação, mesoporosidade, produção, sustentabilidade

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Química – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: camila.teixeiraofc@gmail.com

<sup>2</sup> Docente do curso de Engenharia Química – FAVIÇOSA/UNIVIÇOSA. e-mail: mateustneves@gmail.com

## Introdução

Os carvões ativados (CA) são materiais de grande importância, visto que se aplicam aos mais variados processos. Consiste em um material carbonáceo poroso que apresenta forma microcristalina, não grafitica, que foi beneficiado com a elevação de sua porosidade interna. Ele é caracterizado, principalmente, por possuir elevada porosidade, área superficial, características químicas de superfície alteráveis, com elevado grau de reatividade da mesma. Os processos que envolvem o seu uso cada vez mais eficazes e econômicos (REINOSO e SABIO, 1998).

A adsorção com o CA comercial tem elevado custo de operação, devido ao uso de percussores como madeira, carvão e casca de coco (SOARES, 2014). Uma alternativa é encontrar meios eficientes de utilização de resíduos agrícolas renováveis para a produção de CA como os resíduos da cana-de-açúcar que vêm se destacando, pois apesar do bagaço ser queimado para produção de energia a quantidade restante ainda é significativa, cerca de 40 a 30 % do total gerado. Conforme o levantamento oficial órgão do Ministério da Agricultura do Brasil (CONAB), a produção nacional de cana em 2008/2009 foi estipulada em cerca de 558 milhões de toneladas .

O CA tem diversas aplicações uma delas é a adsorção de corantes têxteis, como esses corantes geralmente são moléculas grandes, os carvões predominantemente mesoporosos são mais vantajosos nesse processo

Para produção de CA são necessárias duas etapas: a carbonização do precursor em atmosfera inerte e a ativação do material carbonizado. O processo de ativação consiste em submeter o material carbonizado a reações secundárias, visando à obtenção de um material poroso e com elevada área superficial, com a remoção de componentes como alcatrão, creosoto e naftas, além de outros resíduos orgânicos que possam obstruir os poros. A ativação pode ser química (consiste na desidratação do material celulósico durante a pirólise) ou física (gaseificação do carvão pela oxidação com vapor).

Dessa forma, por meio do presente trabalho objetiva-se avaliar segundo a literatura o melhor método de fabricação/ativação de carvão ativado ecologicamente correto e de baixo custo a partir de resíduos do bagaço de cana para ser utilizado em adsorção de corante têxtil. Esse processo incluirá análise de rendimento, volume de poros formados, área superficial específica e classificação da estrutura porosa de acordo com seu diâmetro.

### **Material e Métodos**

Para a avaliação do melhor método de ativação de produção de carvão ativado a partir de bagaço de cana de baixo custo, foram analisados estudos realizados por Soares (2014) e Jaguaribe, Santos e Albuquerque (2012). Soares analisa a ativação química com hidróxido de potássio e ácido fosfórico, enquanto Jaguaribe, Santos e Albuquerque utilizaram a ativação física.

Para a ativação química com KOH o bagaço foi tratado e granulado, pirolisado para então ser ativado através da impregnação com KOH em reator com atmosfera inerte de  $N_2$  obtendo o carvão (CAa). Similarmente ao processo de ativação com KOH, a ativação com  $H_3PO_4$  ocorreu, diferenciando apenas pela ausência de pirólise primária do pó de bagaço, sendo impregnado com  $H_3PO_4$  e submetido ao reator ocorrendo assim a carbonização e ativação em uma única etapa, após o processo de lavagem obteve-se o carvão (CAb).

A ativação física ocorreu através da injeção de vapor de água superaquecido, o bagaço seco e granulado foi pirolisado previamente em forno seguido da ativação ocorreu em forno com fluxo de vapor produzido por uma caldeira acoplada, após 80 min de ativação obteve-se o carvão (CAc).

Para a verificação da estrutura cristalina do CAa e CAb, foi utilizada a Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV que fez o estudo morfológico e a Volumetria de Nitrogênio, para verificar o volume de poros e área específica dos CAs. Já a Caracterização do CAc ocorreu em um Microporosímetro, empregando nitrogênio a

77K obtendo as medida da área superficial e característica porosa do carvão ativado.

Os carvões obtidos foram analisados através dos valores de rendimento, formato das isotermas de adsorção descritas pela IUPAC e pelo método BJH através da distribuição de volume de poros (em forma de gráficos), verificando o volume poroso para cada diâmetro de poros, determinando assim se o material é meso ou microporoso.

## Resultados e Discussão

As isotermas de adsorção de N<sub>2</sub> (77K) obtidas com os carvões ativados são mostradas na Figura 1.

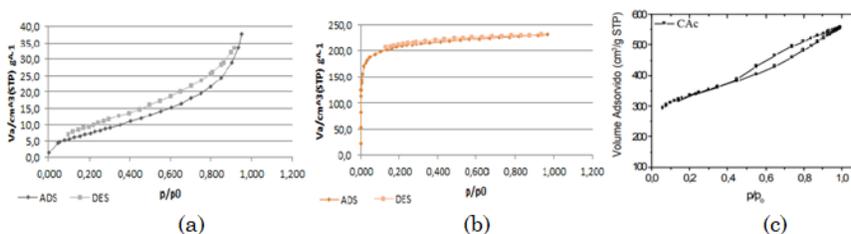


Figura 1. Isotermas de adsorção/dessorção para os carvões (a)CAa, (b)CAb e (c) CAc

Através da Figura 1, pode-se constatar que o carvão ativado CAa apresentou uma isoterma com forma aproximada do tipo IV, de acordo com a classificação da IUPAC (União Internacional de Química Pura e Aplicada), típica de materiais com a presença de mesoporos. Já o carvão ativado CAb apresenta uma isoterma aproximadamente do tipo I, típica de materiais microporosos. Enquanto o carvão CAc começou a adquirir o formato do tipo II, indicando a transição para uma estrutura macroporosa, ocorrendo então, uma maior incidência de poros com diâmetros entre 2,5 e 100 nm.

Utilizando o método de distribuição de volume de poros BJH foi possível verificar o volume poroso presentes para cada diâmetro de poros e determinar se o material é meso ou microporoso. Conforme descrito na Figura 2.

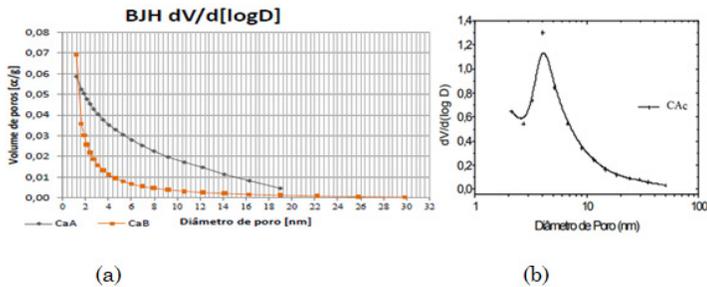


Figura 2. Distribuição de poros pelo método BJH (a) carvões CAa e Cab (b) carvão CAC

No carvão CAa houve uma grande faixa de distribuição de poros, variando o diâmetro entre 2 e 20 nm (mesoporoso), sua estrutura apresenta, em média, baixo volume total de poros. Para o carvão ativado Cab, nota-se que a maioria dos poros estão distribuídos na faixa de 1 a 4 nm, mostrando que o material possui estrutura, em sua maior parte, de micro e mesoporosidade. Já o carvão CAC, apresenta estrutura mesoporosa bem definida, porém, ainda existe um elevado percentual de microporos conforme observado na figura 1(c).

Devido ao baixo volume de poros adquiridos CAa possui área superficial específica de 29,8 cm<sup>2</sup>/g considerada baixíssima comparado a área obtida pelos carvões Cab com 510,8 m<sup>2</sup>/g e CAC que obteve valor entre 1200 e 1100 m<sup>2</sup>/g, conforme estimado em gráfico apresentado na pesquisa do autor. O rendimento médio de produção em relação à massa inicial de bagaço dos carvões CAa e Cab foram em cerca de 30%, já o CAC obteve 5,9% de rendimento.

## Conclusões

A melhor estrutura de carvão obtida foi constatada no carvão ativado fisicamente (CAc) com mesoporosidade bem definida, volume agradável de microporos e elevada área superficial. Porém, devido ao seu baixo rendimento e seu custo de produção que requer a fabricação do carvão para posterior ativação com água superaquecida a temperaturas acima de 500°C, torna seu uso proibitivo.

O carvão CAb apresentou maior área superficial específica com predominância de micro e mesoporos, resultado cerca de 17 vezes maior que o CAa. Este fato pode ser justificado pela ausência de agente desidratante para promover a criação de poros durante a primeira pirólise. Devido suas características físicas, seu processo de fabricação necessitando apenas de uma única pirólise e rendimento adquirido de 30%, o carvão CAb mostrou-se como a melhor opção de utilização. Porém, também devem ser avaliadas características químicas de acordo com o material a ser adsorvido como pH que pode causar forças eletrostáticas de atração ou repulsão entre os solutos iônicos e o adsorvente causando certa interferência no processo.

Dessa forma, estudos se fazem necessários na busca de melhorias de produção do carvão CAa e CAc, e de acordo com as características de cada corante a ser adsorvido.

## Referências Bibliográficas

INTERNATIONAL UNION PURE APPLIED CHEMISTRY. **Handbook**. Columbus, v. 54, p. 2201. 1982.

REINOSO, F. R; SABIO, M. M. **Textural and chemical characterization of microporous carbons**. Advances in Colloid and Interface Science, Seattle, v. 76/77, p. 271- 294, July 1998.

SOARES, L. A. **Síntese, Ativação e Caracterização De Carvão Obtido a Partir Do Bagaço De Cana-De-Açúcar e Avaliação**

**Da Capacidade De Adsorção.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal – RN, 2014.