



## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

### **SÍNTESE DE CARVÃO ATIVADO FISICAMENTE COM VAPOR DE ÁGUA VISANDO TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS PARA FINS DE REÚSO**

Ricardo Francisco Alves (1); José Luiz Francisco Alves (2); Jean Constantino Gomes da Silva (3); Emmely Oliveira da Trindade (4); Rênnio Felix de Sena (5)

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia de Materiais – [ricardo\\_alves\\_francisco@hotmail.com](mailto:ricardo_alves_francisco@hotmail.com)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química – [zeluiz\\_alves@hotmail.com](mailto:zeluiz_alves@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba, Centro de Energias Alternativas e Renováveis – [jean.constant@hotmail.com](mailto:jean.constant@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Química – [emmelyquimica@gmail.com](mailto:emmelyquimica@gmail.com)

<sup>5</sup> Universidade Federal da Paraíba, Departamento de Engenharia Química – [rennio@ct.ufpb.br](mailto:rennio@ct.ufpb.br)

#### **1. INTRODUÇÃO**

O Brasil e as demais regiões áridas e semi-áridas do mundo, já sofrem limitações em seu desenvolvimento urbano nos setores agrícolas e industriais, ocasionadas pela escassez da água. Águas com qualidade inferior, como esgotos domésticos, águas de drenagens agrícolas, águas salobras e águas residuárias industriais, devem ser consideradas fontes alternativas de captação para usos menos restritivos.

O reúso de águas, além de auxiliar na preservação das águas de melhor qualidade para o consumo humano é também uma barreira contra a contaminação dos corpos receptores e uma forma de redução de custos sendo que em várias regiões tem-se adotado a cobrança pela utilização deste recurso. Portanto, torna-se crescente a preocupação dos consumidores industriais em reduzir o volume de água utilizada. Neste contexto, o reúso de água no processo produtivo torna-se uma das metas a ser alcançada.

Existem vários processos de tratamento de águas residuárias, pode-se citar a filtração adsorptiva, operações com membranas e processos oxidativos avançados. Em meio aos vários adsorventes existentes o carvão ativado ganha destaque. Segundo Couto (2014) carvão ativado é um material adsorvente largamente utilizado tanto no tratamento de águas de abastecimentos domésticos e industrial.

Tendo a perspectiva do desenvolvimento sustentável busca-se diminuir o custo de produção do carvão ativado, logo uma alternativa é a utilização de precursores de fontes





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

renováveis e de baixo custo. Em decorrência dessa problemática o objetivo do presente estudo foi sintetizar carvão ativado fisicamente com vapor de água sintetizado a partir da poda da arborização urbana, ou seja, a partir de matérias-primas de baixo custo e buscando dar um destino sustentável e econômico para esses resíduos que muitas vezes são descartados de maneira inadequada. Além disso, caracterizar a estrutura porosa do carvão ativado através de análise de adsorção de  $N_2$  (g) a 77 K bem como o rendimento da produção do carvão ativado.

### **2. METODOLOGIA**

#### **2.1. Produção dos adsorventes**

Inicialmente os resíduos da poda da arborização urbana, mas especificamente resíduos da *Adenantha pavonina*, ver Figura 1, proveniente da região da grande João Pessoa, Estado da Paraíba foram submetidas à exposição ao sol, para eliminação da umidade. Houve a retirada das folhagens e os galhos restantes foram devidamente cortados em tamanhos uniformes com cerca de 10 cm cada, em seguida mantidas em estufa.



Figura 1: Foto da poda da arborização urbana.

Para a ativação física, a poda foi submetida a uma temperatura de 1073 K (800 °C) com vapor de água e  $N_2$  constante de 15 L/h para manter o sistema inerte, onde o carvão ativado obtido foi denominado CAF. A ativação física consistiu em pesar 100 g da poda da arborização urbana que estava na estufa e colocá-la no forno, ver Figura 2. O





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

vapor de água, proveniente de uma caldeira elétrica acoplada ao forno, sendo mantido com fluxo constante de  $0,8 \text{ kg h}^{-1}$ . Ao término da ativação o forno foi desligado e o reator foi resfriado por transferência de calor por convecção forçada, até atingir a temperatura ambiente. Neste momento, o fluxo de nitrogênio é desligado e o carvão ativado produzido é colocado na estufa.



Figura 2: Forno-reator tubular de leito fixo com rampa de aquecimento digital em atmosfera de  $\text{N}_2$  para pirólise da CHINO, adaptado á caldeira.

### 2.2 Caracterização do adsorvente

#### 2.2.1. Rendimento

Após o processo de confecção, o carvão ativado foi levado à estufa a  $110 \text{ }^\circ\text{C}$  para secar e, posteriormente, pesado para determinar o rendimento do carvão produzido, sendo calculado através da razão entre a massa final do carvão e a massa inicial do precursor multiplicado por 100.

#### 2.2.2. Propriedades texturais: Isotermas de adsorção de nitrogênio

Os carvões preparados foram caracterizados por adsorção/dessorção de  $\text{N}_2$  a  $77 \text{ K}$ , utilizando o instrumento da MICROMERITICS, modelo ASAP 2020.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

A isoterma de adsorção de nitrogênio do carvão ativado proveniente da poda da arborização urbana CAF, é apresentada na Figura 3. A forma da isoterma de adsorção fornece informações qualitativas preliminares sobre o mecanismo de adsorção e da estrutura porosa do carvão ativado (MEDEIROS, 2008).

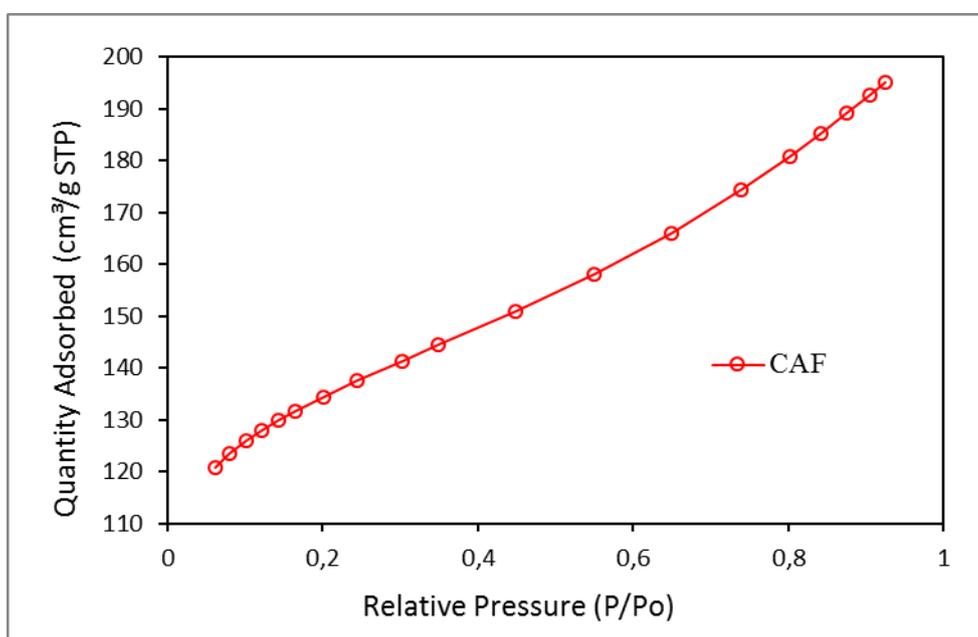


Figura 3: Isotermas de adsorção do carvão ativado CAF.

O carvão ativado fisicamente CAF apresentou, de acordo com a classificação IUPAC, uma isoterma do tipo II que é muito comum no caso de adsorção física, e corresponde à formação de multicamadas (MEDEIROS, 2008). O CAF apresentou uma capacidade de adsorção de gás  $N_2$  adsorvido (120 a  $195 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$ ).





## SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO

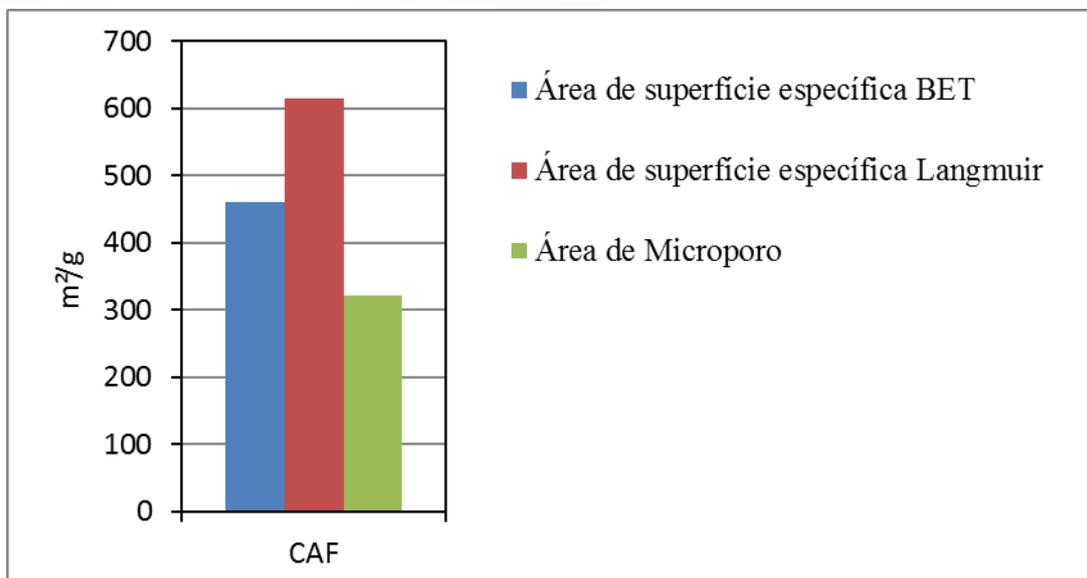


Figura 4: Áreas superficiais e de microporo do CAF.

O carvão ativado fisicamente (CAF) possui área de superfície específica ( $461 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  BET e  $615 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$  Langmuir) e o seguinte resultado para o volume e área de microporos,  $0,149 \text{ cm}^3 \text{ g}^{-1}$  e  $322 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ , respectivamente, obtendo um rendimento de 19,4 %.

#### 4. CONCLUSÕES

A produção de carvões ativados utilizando-se a poda urbana de árvore (especificamente a *Adenantha pavonina*) mostrou-se ser eficiente propiciou a síntese de um carvão com elevada capacidade adsorptiva, elevada área BET e Langmuir, e satisfatórios valores de área e volume de microporos.

Os resultados obtidos comprovam que a utilização do precursor estudado para síntese de carvão ativado se torna uma excelente alternativa de baixo custo capaz de colaborar para sustentabilidade do meio ambiente. Possuindo grande potencial de aplicabilidade desse carvão ativado sintetizado dentro do processo de tratamento de efluentes para fins de reúso por meio do processo de adsorção, contribuindo para diminuição da poluição hídrica.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS





## **SOBRE ÁGUA NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO**

COUTO, J. M. de S. *Estudos de tratabilidade do efluente da indústria petroquímica com vistas ao reuso*. 2014, 98f. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos. Rio de Janeiro-RJ.

MEDEIROS, L. L. *Remoção de cobre (II) de soluções aquosas por carvões ativados de bagaço de cana-de-açúcar e endocarpo de coco da baía isentos de tratamentos químicos superficiais*. 2008, 99p. Tese de Doutorado, Universidade Federal da Paraíba, Programa de Pós-graduação em Química. João Pessoa-PB.

### **6. AGRADECIMENTOS**

Agradecimentos ao programa PIBIC/CNPq e UFPB pela concessão da bolsa de Iniciação Científica e aos membros do Laboratório de Carvão Ativado (LCA) da UFPB pelo apoio durante a execução do trabalho.

