

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/351753066>

Síntese de carvão ativado fisicamente com vapor de água visando tratamento de efluentes industriais para fins de reúso

Chapter · May 2021

DOI: 10.36229/978-65-5866-085-9_CAP.18

CITATIONS

0

READS

56

6 authors, including:



Ricardo Francisco Alves

Universidade Federal da Paraíba

17 PUBLICATIONS 112 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



José Luiz Francisco Alves

Federal University of Santa Catarina

45 PUBLICATIONS 332 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Jean Constantino Gomes da Silva

Federal University of Santa Catarina

43 PUBLICATIONS 373 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Emmely Oliveira da Trindade

15 PUBLICATIONS 14 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Lignocellulosic residues as potential sustainable precursors for activated carbon production and the prospect of its application in environmental protection [View project](#)



Bioprospection of novel sustainable feedstocks for bioenergy production [View project](#)

Capítulo 18

Síntese de carvão ativado fisicamente com vapor de água visando tratamento de efluentes industriais para fins de reúso

Ricardo Francisco Alves

José Luiz Francisco Alves

Jean Constantino Gomes da Silva

Emmely Oliveira da Trindade

Guilherme Davi Mumbach

Rênio Felix de Sena

Resumo: O Brasil e as demais regiões áridas e semiáridas do mundo sofrem limitações em seu desenvolvimento urbano nos setores agrícolas e industriais, ocasionadas pela escassez da água. O reúso de águas, além de auxiliar na preservação das águas de melhor qualidade para o consumo humano, é também uma forma de mitigação de contaminação de corpos receptores. Nesse contexto, o carvão ativado pode ser utilizado tanto no tratamento de águas de abastecimentos domésticos, quanto para tratamento de águas residuais da atividade industrial. Atualmente busca-se diminuir o custo de produção do carvão ativado, assim, o uso de fontes renováveis apresenta grande atrativo devido ao seu baixo custo. Assim, o objetivo do presente estudo foi a utilização de resíduos provenientes da poda de arborização urbana a fim de sintetizar carvão ativado fisicamente com vapor de água e caracterizar sua estrutura porosa através de análise de adsorção de N₂ (g) a 77 K bem como o rendimento da produção do carvão ativado. Os resultados obtidos demonstraram que a utilização da poda da arborização urbana como precursor 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. Estes dados representam características promissoras para a utilização do precursor estudado para síntese de carvão ativado, assim, colaborando para sustentabilidade do meio ambiente. Além disso, o carvão ativado sintetizado contribuindo para redução da carga poluído em recursos hídricos no processo de tratamento de efluentes, bem como seu reúso.

Palavra-chave: carvão ativado, efluente industrial, reúso

1. INTRODUÇÃO

O Brasil e as demais regiões áridas e semiáridas do mundo sofrem com limitações em seu desenvolvimento urbano, bem como em setores agrícolas e industriais. Essas limitações são ocasionadas devido as características geográficas e topográficas que chegam a causar a escassez de recursos naturais essenciais, como a água, para tal desenvolvimento. 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 (KOROTTA-GAMAGE & SATHASIVAN, 2017; WONG *et al.*, 2018).

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 (WONG *et al.*, 2018). 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 adsortiva, operações com membranas e processos oxidativos avançados. Em meio aos vários adsorventes existentes o carvão ativado ganha destaque. Segundo Danish (2018) 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 renováveis e de baixo custo (IOANNIDOU & ZABANIOTOU, 2007; DANISH & AHMAD, 2018). 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 N₂ (g) a 77 K bem como o rendimento da produção do carvão ativado.

2. METODOLOGIA

2.1 COLETA DO PRECURSOR E PRODUÇÃO DOS ADSORVENTES

Inicialmente os resíduos da poda da arborização urbana, resíduos da *Adenanthera pavonina* (Figura 1), foram coletadas na região da grande João Pessoa, Estado da Paraíba. As amostras coletadas foram inicialmente submetidas a secagem por meio da exposição ao sol. Folhagens e galhos foram separados e cortados em tamanhos uniformes. O tamanho das amostras foi de aproximadamente 10 cm. Após a homogeneização, as amostras foram mantidas em uma estufa com temperatura controlada de 80 °C.

Figura 1 - Foto da poda da arborização urbana.



Para a ativação física, a amostra (galhos) devidamente homogeneizada foi submetida a uma temperatura de 1073 K (800 °C) com atmosfera de vapor de água e N₂ sob um fluxo constante de 15 L h⁻¹ e 0,8 kg h⁻¹, respectivamente. O nitrogênio é obtido a partir de uma câmara de armazenamento de nitrogênio líquido, isto conferia a ausência de agentes oxidantes atmosféricos e garantia a retirada de gases voláteis e semivoláteis eliminados durante a pirólise. O vapor de água utilizado para a produção do carvão ativado era produzido em uma caldeira elétrica acoplada ao forno, o qual era mistura na atmosfera de nitrogênio durante a síntese. 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, onde o carvão ativado obtido foi denominado CAF. 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 N₂ para pirólise da CHINO, adaptado à caldeira.



2.2 CARACTERIZAÇÃO DO ADSORVENTE

2.2.1 RENDIMENTO

Após a síntese, o carvão ativado foi levado à estufa a 110 °C para secagem e, posteriormente, pesado a fim de determinar o rendimento. O rendimento foi calculado através da razão entre a massa final do carvão e a massa inicial em base seca (Eq. 1).

$$\text{Rendimento} = 100 \times \left(\frac{m_{\text{final}}}{m_{\text{inicial}}} \right)$$

Eq. 1

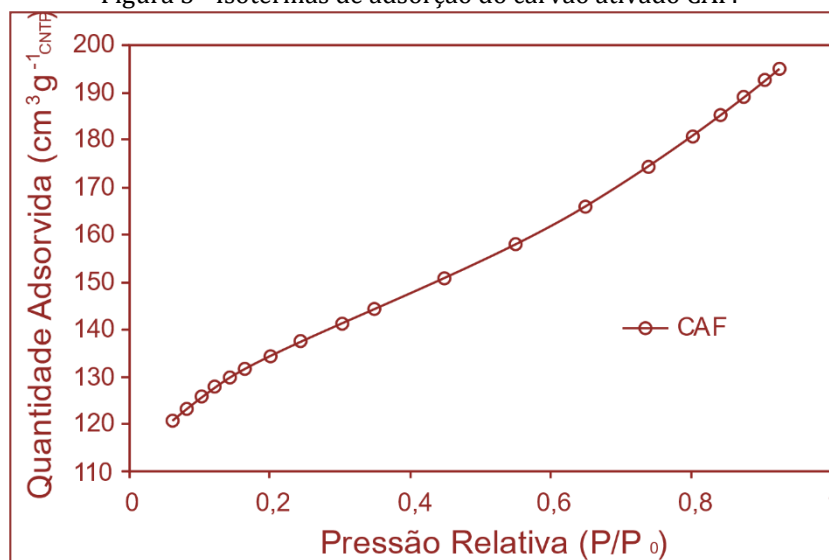
2.2.2 PROPRIEDADES TEXTURAIS: ISOTERMAS DE ADSORÇÃO DE NITROGÊNIO

Os carvões preparados foram caracterizados por adsorção/dessorção de N_2 a 77 K, utilizando o instrumento da MICROMERITICS, modelo ASAP 2020. A partir dos dados pode-se calcular a área superficial e volume de poros no carvão ativado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

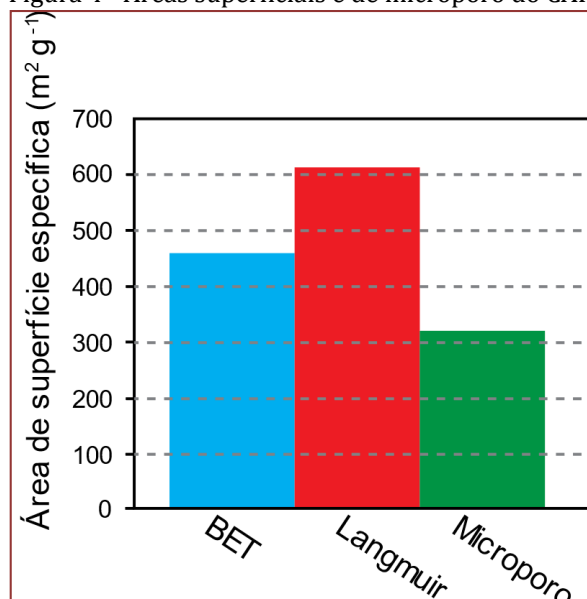
A isoterma de adsorção de nitrogênio obtida para o carvão ativado proveniente dos resíduos de poda da arborização urbana (CAF), é apresentada na Figura 3. O perfil apresentado na isoterma de adsorção para CAF fornece informações preliminares sobre o mecanismo de adsorção e da estrutura porosa do carvão ativado.

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 (THOMMES *et al.*, 2015). O CAF apresentou uma capacidade de adsorção de gás N_2 adsorvido (120 a 195 $cm^3 g^{-1} CNTP$).

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 *Adenanthera 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.

REFERÊNCIAS

- [1] DANISH, M.; AHMAD, T. A review on utilization of wood biomass as a sustainable precursor for activated carbon production and application. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 87, p. 1–21, 2018. [s.n.]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.003>.
- [2] IOANNIDOU, O.; ZABANIOTOU, A. Agricultural residues as precursors for activated carbon production—A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 11, n. 9, p. 1966–2005, 2007. [s.n.]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2006.03.013>.
- [3] KOROTTA-GAMAGE, S. M.; SATHASIVAN, A. A review: Potential and challenges of biologically activated carbon to remove natural organic matter in drinking water purification process. *Chemosphere*, v. 167, p. 120–138, 2017. [s.n.]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.09.097>.
- [4] THOMMES, M.; KANEKO, K.; NEIMARK, A. V.; OLIVIER, J. P.; RODRIGUEZ-REINOSO, F.; ROUQUEROL, J.; SING, K. S. W. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, v. 87, n. 9–10, 2015. [s.n.]. <http://dx.doi.org/10.1515/pac-2014-1117>.
- [5] WONG, S.; NGADI, N.; INUWA, I. M.; HASSAN, O. Recent advances in applications of activated carbon from biowaste for wastewater treatment: A short review. *Journal of Cleaner Production*, v. 175, p. 361–375, 2018. [s.n.]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.059>.