FINOS DE CARVÃO QUIMICAMENTE ATIVADOS COM H_2SO_4 E ADSORÇÃO DO CORANTE AZUL DE METILENO

Higor V. Silva (PIBIC/CNPq/FA/UEM); Lucas H.S. Crespo (PG); André L. Cazetta (Coorientador); Vitor C. Almeida (Orientador). E-mail: vcalmeida@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Maringá, PR.

Área e subárea do conhecimento: Ciências Exatas e da Terra / Química / Química Analítica.

Palavras-chave: carvão ativado; sustentabilidade; reaproveitamento.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo produzir carvão ativado (CA) a partir de finos de carvão vegetal por ativação química com H_2SO_4 e avaliar seu potencial na adsorção de azul de metileno (AM). O material apresentou área superficial específica (S_{BET})de 362 m^2 g^{-1}, com estrutura porosa composta por microporos e mesoporos. As análises de DRX, Raman e FTIR indicaram uma estrutura predominantemente amorfa e modificações estruturais e químicas após a ativação. Os estudos cinéticos demonstraram rápida adsorção do AM nos primeiros min, com tendência ao equilíbrio após aproximadamente 30 min. Assim, o CA produzido apresentou características favoráveis à adsorção, demonstrando potencial como alternativa sustentável para o aproveitamento de resíduos e tratamento de efluentes.

INTRODUÇÃO

O crescimento das atividades industriais, urbanas e agrícolas tem intensificado a geração de resíduos e efluentes, aumentando os riscos de contaminação dos recursos hídricos. Nesse contexto, o carvão ativado (CA) destaca-se como um importante adsorvente devido à sua elevada área superficial e porosidade. A utilização de finos de carvão vegetal como precursor apresenta-se como uma alternativa sustentável, pois valoriza um resíduo que já passou pelo processo de carbonização, reduzindo custos e consumo energético. A ativação química com H_2SO_4 pode promover o desenvolvimento da estrutura porosa e potencializar a capacidade de adsorção do material. Assim, a produção de CA a partir desses resíduos para a remoção do corante azul de metileno (AM) representa uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes e para o aproveitamento sustentável de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

O precursor consiste em finos de carvão de granulometria de 250 µm do processo de produção de carvão vegetal (*Eucalyptus)*, o qual e foi fornecido por uma empresa de Maringá - PR. A caracterização textural do material foi realizada por análise de fisissorção de N_2, utilizando o método BET para determinação da área superficial específica (S_{BET}) e das características porosas do adsorvente. O estudo cinético foi realizado utilizando soluções de AM com concentração inicial de 30 mg L^{-1} e 5 mg L^{-1}, submetidas à agitação constante por períodos de 2,5 a 240 min na presença de 25 mg de CA. O estudo de equilíbrio foi realizado para avaliar a capacidade de adsorção do material em diferentes concentrações do AM, variando de 3 mg L^{-1} a 100 mg L^{-1} com tempo fixo de 120 min, determinando a relação entre a quantidade adsorvida e a concentração do adsorbato em equilíbrio. A difração de Raios X (DRX) foi empregada para avaliar a estrutura cristalina do material e identificar possíveis fases presentes após a ativação química com H_2SO_4, enquanto a espectroscopia Raman foi utilizada para investigar as características estruturais do material carbonáceo, permitindo avaliar seu grau de desordem e a presença de domínios grafíticos. A espectroscopia no infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) foi realizada para identificar os grupos funcionais presentes na superfície do material e verificar possíveis modificações químicas decorrentes da ativação, bem como os sítios ativos envolvidos no processo de adsorção.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A isoterma de adsorção–dessorção de N_2 Figura 1 (a), com uma área superficial específica (S_{BET}) de 362 m^2 g^{-1}. Apresenta características de uma isoterma do tipo IV, com um ciclo de histerese do tipo H3, indicando a presença de mesoporos associados a estruturas de poros em forma de fenda. O FTIR indica a ausência da região próxima de 3400 cm^{-1} que pode ser associada às vibrações de estiramento de grupos hidroxila (O–H), enquanto as bandas observadas na região de aproximadamente 1600 cm^{-1} podem estar relacionadas às vibrações de estiramento de ligações C=C presentes em estruturas aromáticas. A região mais intensa entre aproximadamente 1200 e 1000 cm^{-1} está associada principalmente às vibrações de grupos oxigenados, como C–O e C–O–C, presentes em estruturas lignocelulósicas ou na superfície do material carbonáceo. O DRX apresenta ausência de halos, o que indica uma estrutura amorfa esperada de materiais carbonáceos além de concomitar com o Raman. As bandas D (~1350 cm^{-1}) e G (~1580 cm^{-1}), características de materiais carbonáceos. O aumento da intensidade dessas bandas após a ativação indica modificações estruturais e maior desenvolvimento de sítios ativos, características favoráveis para processos de adsorção.

a)

b)

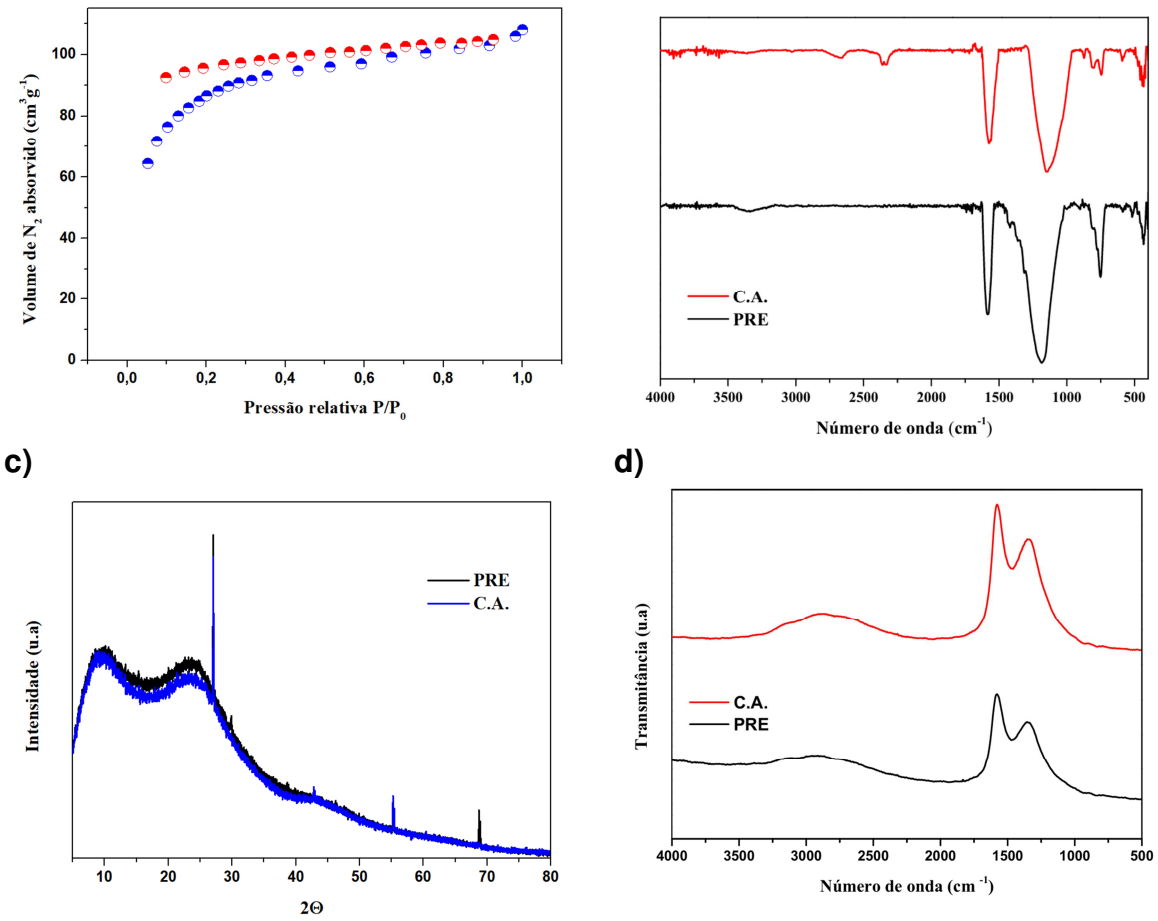


Figura 1 – (a) Isotermas de adsorção e dessorção de N_2 (b) Espectroscopia Infravermelho no com transformada de Fourrier (c) Difração de Raios X e (d) Espectroscopia Raman.

A Figura 2 (a) apresenta a cinética do CA, a adsorção ocorreu de forma rápida nos primeiros minutos, com aumento de Qt até cerca de 30 minutos. Após esse período, os valores tendem a se manter próximos do equilíbrio. O estudo de equilíbrio indica que maiores concentrações do adsorvato favorecem sua adsorção pelo material. Em concentrações mais elevadas, o aumento de Qe torna-se mais expressivo, sugerindo uma maior ocupação dos sítios de adsorção.

a) **b)**

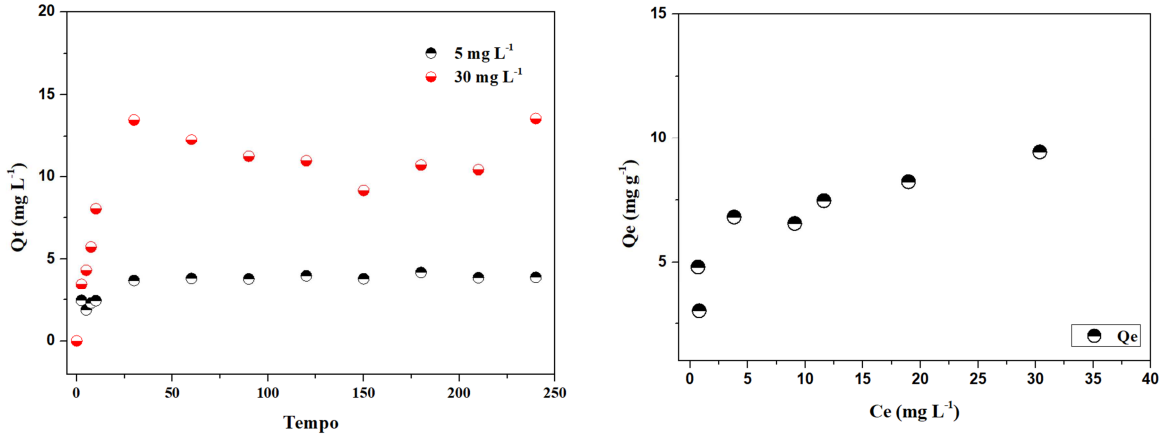


Figura 2 – (a) Cinética e (b) Equilíbrio de adsorção do AM sobre o CA.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que os finos de carvão vegetal podem ser utilizados como precursor para a produção de CA com características favoráveis à adsorção. A ativação com H_2SO_4 promoveu modificações estruturais e o desenvolvimento da porosidade, resultando em um material com potencial para a remoção de azul de metileno e para aplicação no tratamento de efluentes.

AGRADECIMENTOS

Ao apoio financeiro da CAPES, CNPq e Fundação Araucária; e ao COMCAP-UEM.

REFERÊNCIAS

GONZÁLEZ-GARCÍA, P. Activated carbon from lignocellulosics precursors: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 82, p. 1393–1414, 2018.
KARAGÖZ, S.; TAY, T.; UCAR, S.; ERDEM, M. Activated carbons from waste biomass by sulfuric acid activation. Bioresource Technology, v. 99, n. 14, p. 6214–6222, 2008.
THOMMES, M. et al. *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, p. 1051–1069, 2015.