PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ADSORVENTE A PARTIR DA MADEIRA DE PODA DE EUCALIPTO

Matheus Leonardo Gomes da Silva; Giovanna Amaral Jorge Correia Guedes; Carolaine de Oliveira Lima Silva; Jean Heliton Lopes dos Santos; Luciano Costa Almeida; Marta Maria Menezes Bezerra Duarte.

Departamento de Engenharia Química, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco. Rua Prof. Arthur de Sá, S/N, Cidade Universitária, Recife – PE, CEP - 50740-521. Emails: matheus.leonardo@ufpe.br e marta.duarte@ufpe.br

Resumo/Abstract

RESUMO – A madeira do eucalipto, por ser um material versátil, tem apresentado uma demanda cada vez maior, tendo como consequência o aumento da quantidade de resíduo sólido gerado devido a poda. Deste modo, são avaliadas formas de reaproveitar este material, como é o caso do seu uso como precursor no preparo de adsorvente. Sendo assim, este trabalho tem como objetivo preparar e caracterizar o carvão ativado a partir da madeira de poda do eucalipto. A adsorção/dessorção de N2 indicou estrutura entre micro e mesoporosa, além da presença do fenômeno da histerese não fechada. Pela espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier foram constatados grupos ligados a anéis aromáticos além de picos referentes a estiramentos de P=O ou P=OOH, já pela análise termogravimétrica foi verificada uma perda de 60% de massa entre 400 e 800ºC e o pH do ponto de carga zero foi igual a 7,4

*Palavras-chave: reaproveitamento, resíduo, carvão ativado*

ABSTRACT -. Eucalyptus wood, being a versatile material, has shown an increasing demand, resulting in an increase in the amount of solid waste generated due to pruning. Thus, ways of reusing this material are evaluated, as is the case of its use as a precursor in the preparation of adsorbent. Therefore, this work aims to prepare and characterize activated charcoal from eucalyptus pruning wood. The adsorption/desorption of N2 indicated a structure between micro and mesoporous, in addition to the presence of the phenomenon of non-closed hysteresis. By spectroscopy in the infrared region with Fourier transform, groups linked to aromatic rings were found, in addition to peaks referring to P=O or P=OOH stretching, while thermogravimetric analysis verified a loss of 60% of mass between 400 and 800ºC and the pH of the point of zero charge was equal to 7.4

*Keywords: reuse, waste, activated carbon*

## Introdução

O eucalipto, amplamente cultivado mundialmente, possui um crescimento veloz, gerando assim biomassa para as mais diversas aplicações (1). Dentre as aplicações, a madeira da poda pode ser utilizada na preparação de materiais adsorventes para remoção de contaminantes de meios aquosos (2). Esta aplicação é uma prática viável, uma vez que biomassas tem a vantagem de ser de fonte renovável e os resíduos são reincorporados na cadeia produtiva, o que possibilita o uso de um resíduo para tratar outro resíduo (3). Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo produzir e caracterizar adsorvente a partir de madeira de poda de eucalipto por meio de ativação ácida de forma a contribuir com a discussão ambiental no reaproveitamento de resíduos.

## Experimental

Para obter o carvão, a madeira de poda de eucalipto foi carbonizada em fornos metálicos (de chão) e com fonte de aquecimento interna (autotérmicos) com um tempo de queima de 4 h a 500ºC. O carvão assim preparado foi gentilmente cedido pela Elephant Indústria Química Eireli. Para ativação, frações de 20 g do carvão, dispostas em materiais refratários foram tratadas com H3PO4 (85%, VETEC) na proporção de 5:3 (p/V). A mistura foi levada a mufla (QUIMIS-Q318M21) em rampa de aquecimento de 10°C·min-1, a 100°C/30 min., 200°C/1 h e 350°C/1 h. Visando remover o ácido residual o adsorvente foi lavado com solução de NaHCO3 a1%, (VETEC) até pH 6 e 7. Por fim, o material foi lavado com água destilada e seco em estufa (Splabor; SP-100) à 105ºC por 24 h, este adsorvente foi classificado na granulometria de <0,9mm e foi denominado de Eu.CA.

A técnica de adsorção/dessorção de N2 foi realizada com aquecimento do adsorvente a 120ºC sob vácuo por 6 h em equipamento Quantachrome (NOVA-2000). A área superficial especifica foi calculada numa pressão relativa (P/P0) entre 0 e 0,3, pelo método de Brunauer, Emmett e Teller (BET). Na etapa de dessorção, foram obtidos o diâmetro do poro, a partir do método de Banet, Joyner e Halenda (BJH). Os grupos funcionais presentes na superfície do adsorvente foram avaliados pelo Espectroscopia na Região do Infravermelho por Transformada de Fourier (FT-IR) empregando a técnica de ATR em espectrômetro (Perkin Elmer - Spectrum 400), na faixa entre 4000 e 500 cm-1 e resolução de 4 cm-1. A fim de avaliar a degradação térmica do material foi realizado o estudo termogravimétrico em termobalança (Netzsch, STA 449 F3 Júpiter) em atmosfera inerte com fluxo de N2 (100 mL∙min-1), a uma taxa de aquecimento de 20ºC∙min-1 em um intervalo de 25 a 800ºC. Por fim, o método do pHPCZ foi realizado com 0,1 g do Eu.CA em 25 mL de água destilada em pH 2 a 10, sob agitação de 300 rpm na mesa agitadora (IKA K130 control) por 24 h a 25 ± 2°C. Os pH foram ajustados utilizando NaOH ou HCl (0,1 mmol·L-1), e um pHmetro (AKSO, AK103).

## Resultados e Discussão

Os resultados obtidos para caracterização do carvão de eucalipto ativado com H3PO4 (Eu.CA) estão apresentadas na Figura 1.

**Figura 1.** Caracterização do Eu.CA. A) Adsorção/dessorção de N2, B) Espectros de FT-IR, C) Análise termogravimétrica e D) pHPCZ



A partir da Figura 1A) nota-se que a isoterma do Eu.CA se assemelha a curva do tipo 1b, indicando estrutura entre micro e mesoporosa e alta afinidade entre adsorvente-N2, conforme classificação da *International Union of Pure and Applied Chemistry* – IUPAC (4). Também pode ser observar o fenômeno de histerese não fechada que segundo (5), em isotermas à baixa temperatura, pode ser associado à condensação capilar em estruturas de mesoporos. Estas ocorrem por fatores como: pouca rigidez do material, a afinidade do gás com a superfície heterogênea do Eu.CA e ao potencial de adsorção da parede nos poros. A partir da aplicação dos métodos de BET e BJH, foram obtidos o valor do volume do poro de 0,188 cm3.g-1, da área superficial de 289 m2.g-1 e diâmetro médio do poro de 2,61 nm.

Conforme o espectro de FT-IR apresentado na Figura 1B, pode-se verificar uma banda próximo a 1700 cm-1 associada ao estiramento da ligação C=O, indicando a presença de grupos carbonila. A banda, na faixa de 1600 cm-1, pode indicar estiramentos de anéis aromáticos. Já o pico observado na região de 1200 cm-1, indica o estiramento de P=O, ligados a hidrogênio, ou de P=OOH (6).

A partir da Figura 1C pode-se constatar que o material apresentou dois estágios de decomposição térmica, sendo um deles abaixo de 200ºC, com perda de 15%, podendo ser atribuída a perda de umidade (7). Pode-se observar ainda, que o maior % de perda de massa ocorreu entre 400 e 800ºC, em torno de 60%. Por fim, como pode ser observado na Figura 1D, o pHPCZ do Eu.CA foi de7,4. Esse valor pode ser atribuído a lavagem do material com solução de bicarbonato de sódio.

## Conclusões

Com base nos resultados deste trabalho, foi possível constatar que o preparo do carvão ativado, a partir de madeira de poda de eucalipto apresentou uma estrutura entre micro e mesoporos, com o FT-IR apresentou grupos referentes a anéis aromáticos e grupos P=O ou P=OOH, na análise termogravimétrica apresentou um maior percentual de perda entre 400 e 800 °C na faixa de 60% e por fim o pHPCZ foi de 7,4 em decorrência da lavagem do material.

## Agradecimentos

Ao Programa de Recursos Humanos (PRH) da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) em especial ao PRH 30.1 por todo suporte financeiro, ao CNPq, FADE/UFPE.

## Referências

1. Zhang, Y., & Wang, X. Geographical spatial distribution and productivity dynamic change of eucalyptus plantations in China. **Scientific reports**, *11*(1), 19764. 2021
2. Ioannis Anastopoulos, Muthanna J. Ahmed, Esam H. Hummadi,Eucalyptus-based materials as adsorbents for heavy metals and dyes removal from (waste)waters,**Journal of Molecular Liquids**,Volume 356,2022.
3. ALMEIDA N.P;SANTOS K.G. Chemical Engineering Laboratory teaching using Project-based learning approach: gas adsorption using banana peel. **Research, Society and Development**, n.3,p.184932716,2020.
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, p. 1051-1069, 2015.
5. Qi, L.; Tang, X.; Wang, Z.; Peng, X. Pore characterization of diferente types of coal from coal and gas outburst disaster sites using low temperature nitrogen adsorption approach. **International Journal of Mining Science and Tecnology**, V. 27, n. 2, p. 371-377, 2017.
6. HAN, Q.; WANG, J.; GOODMAN, B.A.; XIE, J.; LIU, Z. High adsorption of methylene blue by activated carbon prepared from phosphoric acid treated eucalyptus residue. **Powder Technology**,v.366, p.239-248, 2020.
7. Araújo, C.S.T.; Almeida, I.L.S.; Rezende, H.C.; Marcionilio, S.M.L.O.; Léon,J.J.L.; Matos, T.N. Elucidation of mechanism involved in adsorption of Pb(II) onto lobeira fruit (Solanum lycocarpum) using Langmuir, Freundlich and Temkin isotherms. **Microchemical Journal**, v.137, p.348-354,