

PREPARAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE CARVÕES ATIVADOS DE RESÍDUOS DA INDÚSTRIA MOVELEIRA

Raphaelle Costa Melo (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Vitor de Cinque Almeida (Orientador).
E-mail: vcalmeida@uem.br.

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

Área e subárea: Ciências Exatas e da Terra/Química e Química Analítica

Palavras-chave: Partículas de média densidade; Pirólise; Materiais de Carbono.

RESUMO

A indústria moveleira é geradora de grandes quantidades de resíduos, dentre os quais incluem a serragem de partículas de média densidade (MDP), que frequentemente não possuem uma destinação final adequada. Visando agregar valor a este material, o presente projeto investigou seu potencial uso como precursor de carvões ativados (CAs) preparados a partir de métodos de ativações químicas usando H_3PO_4 ($\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$) e KOH (CA_{KOH}), e ativação física com CO_2 (CA_{CO_2}), os quais foram devidamente caracterizados por diversas técnicas e metodologia de análises. Os resultados mostram que CAs apresentam altos valores de rendimento e estabilidade térmica e com elevados valores de área superficial BET (S_{BET}). Os CAs preparados por ativação química apresentam mais altos valores de S_{BET} ($\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4} = 1063 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$, $\text{CA}_{\text{KOH}} = 864 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$) comparado a ativação física ($\text{CA}_{\text{CO}_2} = 508 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$). Os espectros de FTIR indicaram que o processo de carbonização e ativação promoveram a conversão de uma estrutura característica de material lignocelulósico a material constituído de essencialmente de carbono com alguns grupos funcionais. O pH_{pzc} indicou característica mais ácida para CAs preparados por ativação química ($\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ e CA_{KOH}) do que CA preparado pela ativação física (CA_{CO_2}). Os resultados confirmam que o resíduo de MDP é um precursor viável para a obtenção de CAs.

INTRODUÇÃO

A indústria moveleira faz parte de um setor de grande importância econômica e gera quantidades expressivas de resíduos, o qual inclui a serragem de painéis de partículas de média densidade (MDP). O descarte inadequado deste material em aterros sanitários representa um desafio ambiental, já que colas e resinas presentes em sua composição podem liberar substâncias poluentes no meio ambiente. Uma alternativa sustentável é o aproveitamento desse resíduo como precursor de carvões ativados (CAs). Os CAs são materiais constituídos essencialmente de carbono e que apresentam com principal característica elevada porosidade, podendo ser aplicados em diversos processos de adsorção. Ao longo dos anos, os CAs têm sido preparados a partir de fontes renováveis, incluindo alguns resíduos industriais, os quais não possuem uma disposição final ambientalmente adequada (Vargas et al., 2011). Nesse sentido, o uso de MDP como precursor de CA pode referir-se a um

processo sustentabilidade, ao mesmo tempo agregar valor a um resíduo industrial. Os CAs podem ser preparados por métodos de ativação física, utilizando gases como CO_2 e vapor de água em altas temperaturas, ou por ativação química, com agentes químicos como KOH e H_3PO_4 , (Rodríguez-Reinoso; Molina-Sabio, 1998). Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi preparar e caracterizar CAs a partir do resíduo de MDP, utilizando diferentes métodos de ativação, a fim de avaliar suas características texturais e químicas (Guo; Rockstraw, 2007).

MATERIAIS E MÉTODOS

A serragem de MDP foi fornecida por uma indústria moveleira localizada na cidade de Maringá-PR, levada ao laboratório, onde foi seca em estufa a 60°C e devidamente armazenada para estudos posteriores. O CA_{KOH} foi preparado a partir de processo de duas etapas, carbonização seguida de ativação. Para carbonização realizou um processo de pirólise, fazendo uso de forno mufla, submetendo certa quantidade do precursor em alta temperatura (500°C) sob fluxo de N_2 (100 mL/min) por 1,5 h. Em seguida, o material carbonizado obtido, foi impregnado com KOH (razão 1:1 m:m) e submetido ao um processo de pirólise a 700°C por 1,5 h e fluxo de N_2 (100 mL min^{-1}). O material obtido foi lavado inicialmente com solução de HCl ($0,1 \text{ mol/L}$) e água deionizada várias vezes até pH neutro. O $\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ foi preparado em um processo de uma etapa, no qual o precursor foi impregnado com H_3PO_4 (razão 1:1 m:v) e submetido à pirólise em temperatura de 300°C sob fluxo de N_2 por 3,0 h e de 500°C por 1,0 h. O material obtido foi lavado com solução de NaOH ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) e água deionizada até pH neutro. O CA_{CO_2} foi preparado em processo de duas etapas (carbonização-ativação). O precursor submetido a pirólise em temperatura de 500°C sob fluxo de N_2 (100 mL min^{-1}) por 2,0 h e, em seguida, ativado em temperatura de 800°C sob fluxo de CO_2 (100 mL min^{-1}) por 1,0 h. O material obtido foi lavado com água deionizada até pH neutro. Os materiais foram caracterizados mediante análise termogravimétrica (TGA), microscopia eletrônica de varredura (MEV), fisissorção de N_2 , espectroscopia de Infravermelho (FTIR) e o Ponto de Carga Zero (pH_{pcz}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os CAs sintetizados apresentaram bons rendimentos quando comparados a outros CAs reportados na literatura, apresentando valores de 18,42% para o CA_{KOH} , 48,64% para o $\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ e 20,85% para o CA_{CO_2} . As estabilidades térmicas dos CAs, material carbonizado e precursor foram avaliadas a partir das curvas de TG, as quais são apresentadas na Fig. 1a. O precursor MDP exibiu acentuada perda de massa entre $250\text{--}400^\circ\text{C}$ que é característica da decomposição da celulose e hemicelulose presentes em sua composição. O material carbonizado e os CAs (CA_{KOH} , $\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ e CA_{CO_2}) apresentam alta estabilidade térmica em altas temperaturas, sugerindo a remoção de material volátil e eficiência no processo de ativação. Adicionalmente, o $\text{CA}_{\text{H}_3\text{PO}_4}$ apresentou uma perda de massa característica acima de 550°C , atribuída à decomposição de grupos fosfato incorporados à sua estrutura.

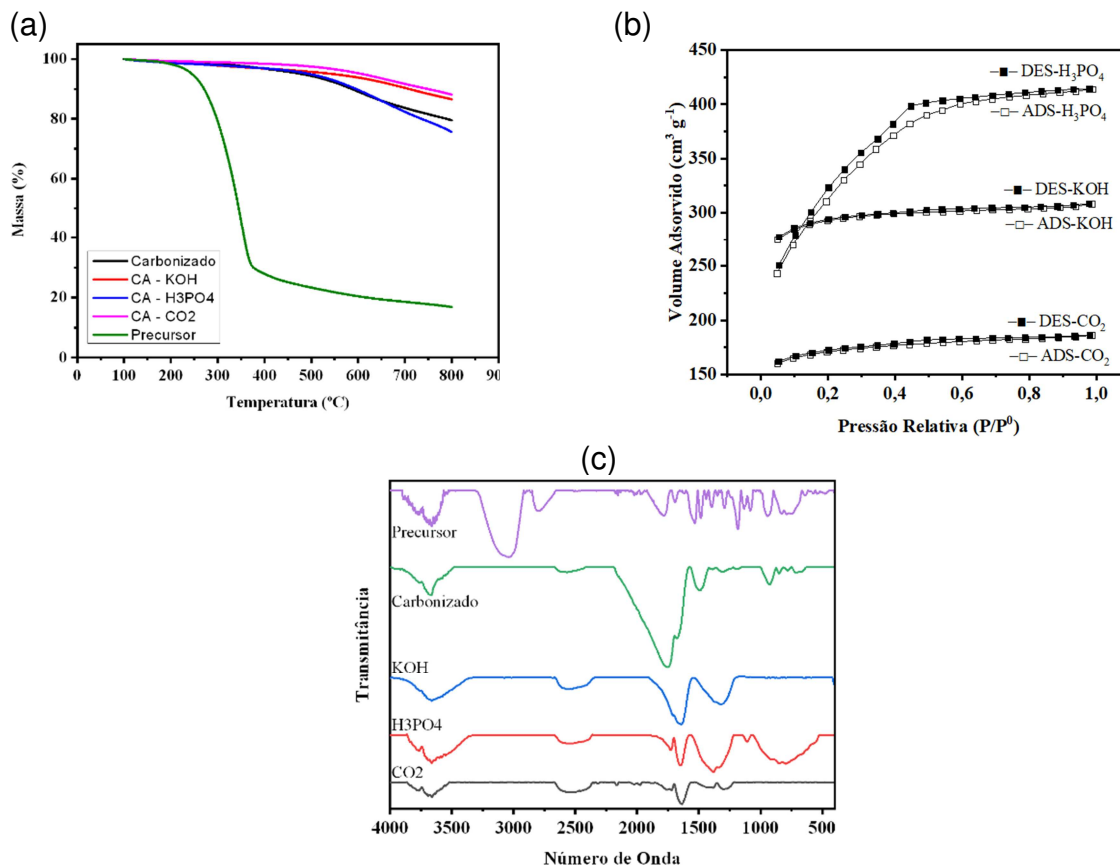


Figura 1– Curvas de TG do precursor, material carbonizado e CAs (a); isotermas de adsorção e dessorção de N₂ (b); espectros de FTIR (c).

As isotermas de adsorção e dessorção de N₂ (Fig. 1b) apresentaram perfil de isoterma, de acordo com classificação da IUPAC, do tipo IV (a) para CA_{H3PO4} e histerese de uma combinação características do Tipo H2(b), pela dessorção acentuada e quase vertical em pressões relativas intermediárias, com o Tipo H4, sugerido pelo platô de adsorção em altas pressões. Esses dados sugerem uma estrutura porosa mista de microporos e mesoporos. Por outro lado, os CA_{KOH} e CA_{CO2}, ambos apresentaram histerese do Tipo I(a), sem presença de histerese, que é característica de materiais microporosos, com distribuição estreita de poros. As propriedades texturais apresentaram valores elevados de área superficial BET (S_{BET}) de 864, 1063 e 508 m² g⁻¹ para o CA_{KOH}, CA_{H3PO4} e CA_{CO2}, respectivamente, indicando um maior desenvolvimento de poros para os CAs preparados a partir de ativação química. Os espectros de FTIR dos materiais (precursor, material carbonizado, CAs) são mostrados na Fig. 1c. De acordo com os espectros, é possível observar, quando comparando com o espectro do precursor, que os processos de carbonização e ativações promoveram a conversão da estrutura da biomassa, compostas por materiais lignocelulósico, em estruturas mais simples,

constituídas de átomos de carbono com alguns grupos funcionais (Puziy et al., 2002).

CONCLUSÕES

O resíduo de serragem de MDP demonstrou ser um precursor viável na preparação de CAs de elevadas áreas superficiais BET. A ativação com ácido H_3PO_4 foi a que apresentou os mais altos valores de rendimento (48,64%) e S_{BET} ($1063,4 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$), com características de meso e microporosidade. Os métodos de ativação química levam a a obtenção de CAs com característica ácida de superfície. A pesquisa destaca que a escolha do agente ativante é fundamental para determinar as propriedades do CA final. Essa capacidade de modular as características dos carvões é importante para direcioná-los a futuras aplicações ambientais, como adsorventes de contaminantes.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) pelo suporte estrutural, ao CNPq pela bolsa de Iniciação Científica e à Fundação Araucária pelo apoio à pesquisa no estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

- GUO, Y.; ROCKSTRAW, D. A. Activated carbons prepared from crushed coconut shells: A comparison of chemical and physical activation. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 79, n. 1-2, p. 194-201, 2007.
- PEREIRA, M. F. R.; SOARES, S. F.; ÓRFÃO, J. J. M.; FIGUEIREDO, J. L. Adsorption of dyes on activated carbons: influence of surface chemical groups. **Carbon**, v. 41, n. 4, p. 811-821, 2003.
- PUZIY, A. M.; PODDUABNAYA, O. I.; MARTÍNEZ-ALONSO, A.; SUÁREZ-GARCÍA, F.; TASCÓN, J. M. D. Characterization of the structure of phosphoric acid-activated carbons. **Carbon**, v. 40, n. 9, p. 1493-1505, 2002.
- RODRÍGUEZ-REINOSO, F.; MOLINA-SABIO, M. Activated carbons from lignocellulosic materials by chemical and/or physical activation: an overview. **Carbon**, v. 36, n. 11, p. 1651-1661, 1998.
- VARGAS, A. M. M. et al. Preparation and characterization of activated carbon from a new raw lignocellulosic material: Flamboyant (*Delonix regia*) pods. **Journal of Environmental Management**, v. 92, p. 178-184, 2011.