

## 145 - APROVEITAMENTO DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR NA PRODUÇÃO DE CARVÃO ATIVADO

Gilberto C. Gonçalves<sup>1</sup>; Elisabete S. Mendes<sup>1</sup>; Nehemias C. Pereira<sup>1</sup>; José Carlos Sousa<sup>2</sup>.

### RESUMO

O bagaço de cana-de-açúcar excedente, gerado pela agroindústria sucroalcooleira, apresenta-se como um resíduo com grande potencial energético e industrial. Este trabalho teve como objetivo a preparação e caracterização de carvões ativados (C.A.) a partir do bagaço de cana, usando-se melaço de cana-de-açúcar como material aglomerante e CO<sub>2</sub> como agente de ativação. O bagaço seco e o melaço foram misturados em diferentes relações mássicas bagaço:melaço de 1:0 a 1:2, pelletizados, carbonizados em atmosfera inerte a 850°C por 1 hora e, então, submetidos a ativação a 850°C, sob fluxo de 75 mL·min<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub> por 30 min. Com a variação na relação mássica bagaço:melaço foi possível produzir C.A. com áreas superficiais específicas de até 450 m<sup>2</sup>·g<sup>-1</sup>, com predominância de micro e mesoporos, nas condições ora empregadas. Além de apresentarem características de bons adsorventes, os C.A. possuem um baixo custo de produção devido às matérias-primas estarem disponíveis em abundância na usina.

Palavras-chave : **bagaço de cana-de-açúcar, carvão ativado, resíduo da agroindústria.**

### INTRODUÇÃO

O Brasil apresenta-se como o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, com uma produção superior a 317 milhões de toneladas na safra 2002/2003, que corresponde a 24% da produção mundial de cana-de-açúcar. No processamento da cana-de-açúcar, após a extração do caldo, é gerado uma grande quantidade de bagaço, subproduto das usinas sucro-alcooleiras. A aplicação mais imediata deste bagaço é como combustível para o aquecimento das caldeiras da própria usina, que consome de 60 a 90 % do total gerado. O excedente acaba tornando-se um resíduo com grande potencial energético e industrial. Nas últimas décadas tem sido relatados vários processos e produtos que utilizam o bagaço como matéria-prima, como por exemplo, a geração de eletricidade, produção de papel e celulose, produção de etanol, ração animal, fertilizantes, etc. (CAMARGO, 1990). Outra possibilidade de aproveitamento do bagaço é na produção de C.A., eficientes adsorventes amplamente utilizados em indústrias químicas e na própria usina, como descolorante na produção de açúcar branco. O bagaço apresenta-se como

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Engenharia Química  
Av. Colombo, 5790 - Bloco D-90 - CEP 87020-900 - Campus Universitário, Maringá - PR - Brasil  
e-mail: [gilbertocg@deq.uem.br](mailto:gilbertocg@deq.uem.br)

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Física  
Av. Colombo, 5790 - Bloco G56 - CEP 87020-900 - Campus Universitário, Maringá - PR - Brasil

uma matéria-prima economicamente atrativa e disponível em abundância, de tal forma que os C.A. produzidos tornam-se uma alternativa aos adsorventes carbonáceos comerciais existentes (BERNARDO et al., 1997, AHMEDNA et al., 2000).

Este trabalho teve como objetivo a preparação e caracterização de materiais carbonosos ativados a partir do bagaço, usando melação de cana-de-açúcar como material aglomerante e CO<sub>2</sub> como agente de ativação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizadas amostras de bagaço e melação de cana-de-açúcar cedidas pela usina de álcool e açúcar Alto Alegre (Colorado-PR). O bagaço foi peneirado a 10 mesh (1,68 mm), secado a 105°C por uma hora, misturado a diferentes quantidades de melação e a mistura foi seca a 105°C, por 1 hora. As relações bagaço:melação variaram de 1:0 a 1:2. Cada mistura foi transferida para um cilindro de aço e prensada por 1 min. Os *pellets* apresentaram 1,0 cm de diâmetro e 0,5 cm de altura.

Em uma primeira etapa, em um reator de quartzo inserido num forno elétrico tubular horizontal, os *pellets* foram pirolisados sob fluxo de 150 mL·min<sup>-1</sup> de N<sub>2</sub> com rampa aquecimento de 14°C·min<sup>-1</sup> até a temperatura de 850°C, permanecendo por 1 hora nesta temperatura. Em uma segunda etapa, no mesmo forno, os *pellets* carbonizados foram ativados sob fluxo de 75 mL·min<sup>-1</sup> de CO<sub>2</sub>, à temperatura de 850°C, durante 30 min. Os *pellets* ativados foram moídos e classificados em diâmetros de partículas entre 1,19 e 2,00 mm.

Na primeira etapa, para cada amostra preparada, calculou-se o percentual em massa da obtenção de materiais carbonizados (rendimento de pirólise). Na segunda etapa, calculou-se o percentual de redução em massa (*burn-off*) devido ao processo de ativação. Já o rendimento total representa o percentual em massa de C.A. produzidos, relativamente à massa inicial.

As caracterizações dos C.A. foram realizadas usando-se as isotermas de adsorção física de N<sub>2</sub> (77 K), obtidas em um adsortômetro Quantachrome, modelo NOVA-1200. As áreas superficiais específicas foram calculadas segundo o método BET, as áreas de microporos e as áreas externas (meso e microporos) e foram determinadas pelo método t e as distribuições dos tamanhos dos poros foram calculada pelo método BJH.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os valores obtidos para os rendimentos de pirólise, *burn-off* e rendimento total para as amostras dos C.A. preparados com diferentes relações mássicas bagaço:melaço são apresentados Tabela 1. Pode-se perceber que, com o aumento de melaço na mistura, ocorre um pequeno aumento no rendimento da pirólise. Os valores médios dos rendimentos totais encontrados para as diferentes relações mássicas bagaço:melaço estão muito próximos dos observados na literatura (PENDYAL et al., 1999). A amostra CA1:1,5 apresentou rendimento total superior às demais amostras mas apresentou *burn-off* discrepante, deixando em evidência a amostra CA1:0,5 com rendimento igual à média.

Tabela 1 Rendimento de pirólise, *burn-off* e rendimento total dos C.A. preparados com diferentes relações mássicas bagaço:melaço.

Amostra (bagaço:melaço)	Rendimento Pirólise (%)	<i>Burn-Off</i> (%)	Rendimento Total (%)
CA1:0,0	24,20	16,35	20,24
CA1:0,5	27,22	15,37	23,04
CA1:1,0	27,56	18,56	22,44
CA1:1,5	29,01	13,72	25,03
CA1:2,0	28,40	21,32	22,35
<b>Média</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>23</b>
<b>Desv. Pad.</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Os resultados das análises estruturais dos C.A. são apresentados na Figura 1, onde pode-se observar o comportamento as áreas superficiais específicas e a distribuições de volumes de poros com a adição de melaço na preparação dos C.A.

Observou-se que uma pequena adição de melaço propiciou um aumento na área superficial específica, onde a amostra CA1:0,5 apresentou  $456 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ , que foi a maior obtida. A partir do observado para a amostra CA1:0,5, com o acréscimo de melaço na preparação dos pellets, verificou-se uma diminuição da área superficial específica. Constatou-se que o principal responsável pela área superficial total são os microporos, contribuindo com mais de 93% da área total verificada. Observou-se, na distribuição de volume de poros, que com o acréscimo de melaço ocorreu um aumento no volume de microporos, acompanhado de uma redução nos volumes de macro e mesoporos.

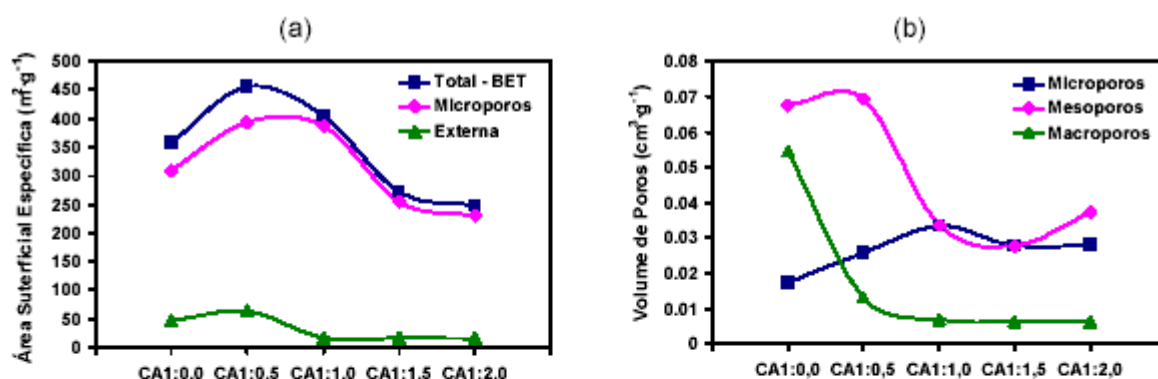


Figura 1 Caracterização superficial dos CA produzidos com diferentes relações bagaço:melaço: (a) Área Superficial Específica, (b) Distribuição de Volume de Poros.

Com base nestes resultados, podemos concluir que a utilização do bagaço de cana como precursor e melaço de cana como material aglomerante na produção de C.A. torna-se uma alternativa interessante para o aproveitamento do excedente de resíduo sólido gerado pela agroindústria sucroalcooleira.

Um possível emprego desses C.A. poderia ser a decoloração de soluções açucaradas na própria usina, visando a produção de açúcar de melhor qualidade. Além de apresentarem características de bons adsorventes, os C.A. possuem um baixo custo de produção devido ao fato de as matérias-primas estarem disponíveis em abundância na usina.

#### LITERATURA CITADA

- AHMEDNA, M., MARSHALL, W.E., RAO, R.M., 2000, "Granular Activated Carbons From Agricultural By-Products: Preparation, Properties, and Application in Cane Sugar Refining", Louisiana State University Agricultural Center, Bulletin Number 869, 56 págs.
- BERNARDO, E. C., EGASHIRA, R., KAWASAKI, J., 1997, "Decolorization of Molasses' Wastewater Using Activated Carbon Prepared From Cane Bagasse", *Carbon*, v. 35, n. 9, pp. 1217-1221.
- CAMARGO, C. A., 1990, "Conservação de Energia na Indústria do Açúcar e do Alcool", Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 796p.
- PENDYAL, B., JOHNS, M.M., MARSHALL, W.E., et al., 1999, "The Effect of Binders and Agricultural By-Products on Physical and Chemical Properties of Granular Activated Carbons", *Bioresource Technology*, v. 68, pp. 247-254.