

## **PRODUÇÃO DE BRIQUETES A PARTIR DE CINZA DO BAGAÇO DE CANA DE USINAS DE AÇÚCAR E ÁLCOOL**

Anelise Passerine de Castro, Silvio Rainho Teixeira, Angel Fidel Vilche Peña, Mariana Pauline Tinós Hernandez, Fernanda Sayuri Yoshino Watanabe, Camila Oyama. Sub-Área Exatas - Engenharia Ambiental - Depto. de Física, Química e Biologia - Faculdade de Ciências e Tecnologia - Campus de Presidente Prudente.

A cinza de bagaço de cana é constituída principalmente de sílica (aproximadamente 70%), contendo também, carbono residual, óxidos de cálcio, potássio, sódio e magnésio (HERNANDEZ *et al.*, 1998).

Uma usina de álcool tem duas fontes de produção de carvão: a primeira é a chaminé onde os gases resultantes da queima do bagaço de cana são expelidos (“fly-ash”) e a segunda, a própria cinza vinda da parte inferior (cinza de grelha) da caldeira, onde se queima o bagaço para produzir o vapor de água utilizado na usina. No caminho para a chaminé é colocado um lavador de gases que coleta as partículas sólidas denominadas “fly-ash”, constituída de material fino, principalmente, carvão e material inorgânico (predominantemente quartzo). Esta cinza sai com alta concentração de umidade (~70%). Da parte inferior da caldeira, retira-se um material denominado “cinza de grelha”, material composto principalmente por areia (quartzo) e com pouco conteúdo de carvão.

Com as crescentes exigências ambientais entre elas, a proibição de liberação de partículas sólidas através das chaminés das indústrias, o volume de cinza coletada em um lavador de fumaça tende a crescer dia-a-dia. Uma das vantagens desse projeto é a redução das áreas ocupadas pelos depósitos destes resíduos, além da possibilidade de aproveitar este carvão, na forma de briquetes, para produção de calor. Na usina Alto Alegre (Presidente Prudente/SP) fornecedora do material que está sendo usado para fazer os estudos preliminares são produzidos, por ano, aproximadamente 18.000 Ton de cinza. Os ensaios preliminares mostraram que, deste total, aproximadamente 70 % é umidade. Do material sólido seco, aproximadamente 27 % é carvão e 73% é constituído de material inorgânico (quartzo, óxidos de Fe, Ca, K, etc). Portanto, resultarão aproximadamente 1500 Ton de carvão em pó (TEIXEIRA *et al*, 2006).

Atualmente a cinza contendo o carvão em pó é descartado na área onde é plantada a cana ou é enterrada em valas dentro da área da Usina. O carvão vegetal pulverizado apresenta várias opções de aproveitamento energético, sendo uma delas a queima na forma de briquetes (IPEF (1981), SBRT (2005), QUIRINO *et al*(1989))

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho é estudar a viabilidade do aproveitamento da cinza do bagaço de cana, a partir da separação do pó de carvão dos materiais inorgânicos, visando o seu aproveitamento para a produção de briquetes.

Segundo SBRT (2005), a densidade de briquetes de carvão é muito maior e pode alcançar um poder calórico de 3 a 5 vezes superior ao do carvão vegetal. Desta forma os briquetes podem ser aproveitados pela indústria ou para uso doméstico.

A técnica de briquetagem de carvão vegetal envolve, balanceamento granulométrico, mistura proporcional de aglomerante, compactação e secagem. O maior desafio para o trabalho com a cinza de bagaço de cana (fly-ash) é a separação dos materiais (carvão/inorgânicos).

Para uma unidade produtora de briquetes ser economicamente viável, três fatores são importantes: o custo do carvão em pó, o preço do aglutinante e a incidência de custos de capital. A Usina de Álcool já possui o carvão praticamente a custo zero, que é uma necessidade para justificar o investimento. Além disso, um dos aglutinantes usados é o melaço produzido na usina. O ligante que tem apresentado resultados mais efetivos é o amido (de milho), com concentração de 8 a 10% na mistura com carvão. O Brasil produz amido de mandioca que pode ser utilizado, sendo necessário, entretanto, fazer uma avaliação de custos dos possíveis aglutinantes para decidir qual é o mais adequado para o uso.

Segundo a publicação Balanço Energético Nacional (BEN, 2003), do Ministério de Minas e Energia – MME, o Brasil produziu 87,233 milhões de toneladas de bagaço de cana e 7,353 milhões de toneladas de carvão vegetal, em 2002. Segundo a FIESP/CIESP (2001), 2,38% do bagaço de cana é transformado em cinza. Se considerarmos que, aproximadamente, 27% da cinza é carvão, considerando a produção de bagaço do BEN-2003, serão produzidas mais de 500 mil toneladas de carvão (~10% da produção nacional de 2002) nas usinas de álcool/açúcar. Se de fato este material puder ser aproveitado como combustível, ele apresenta grande potencial como fonte alternativa para produção de energia, podendo atender parte da demanda interna ou podendo ser exportado.

Os briquetes poderão ser utilizados para produção de energia elétrica, além de outras aplicações alternativas como fonte de calor.

São três os componentes importantes na produção de briquetes: o carvão, o aglutinante e a pressão de briquetagem. Como já mencionado, a cinza de bagaço é uma mistura de produtos inorgânicos (principalmente quartzo) e carvão de diferentes granulometrias. Portanto, uma etapa a mais deve ser incluída no processo de briquetagem, ou seja, a separação do material orgânico do inorgânico.

A primeira parte do trabalho é dedicada à pesquisa das técnicas mais apropriadas para separar o carvão da parte inorgânica existente na cinza. A análise visual e usando peneiras mostra que o carvão se apresenta de duas formas: escamas pequenas, que inicialmente flutuam e podem ser mecanicamente separadas, e uma parte muito fina que sedimenta junto com o material inorgânico. Foram realizados vários testes para separação da fração fina da areia, sem obtenção de sucesso.

Como o carvão não apresenta plasticidade foram estudados alguns aglutinantes para dar plasticidade ao material, de modo que o carvão pudesse ser compactado. O aglutinante mais utilizado comercialmente é o amido de milho. Porém, devido à abundância de amido de mandioca no Brasil, seu uso apresenta-se como mais economicamente viável.

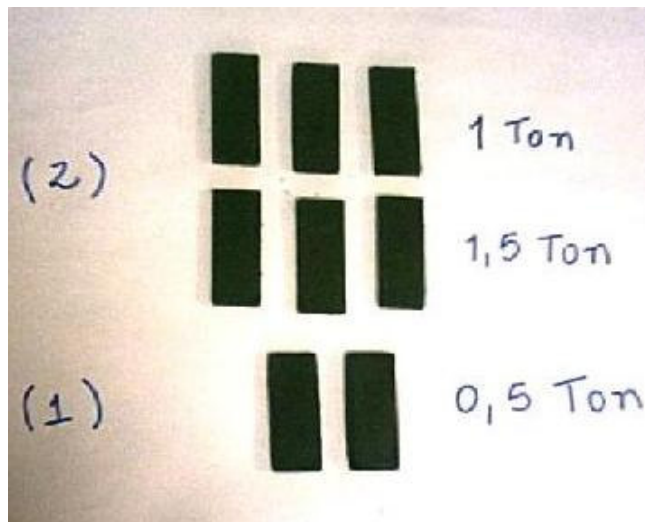
A pressão é o terceiro parâmetro importante na produção de briquetes. Para conseguir a adesão necessária, uma combinação de carvão, aglutinante, umidade e pressão devem ser pesquisadas. Nos estudos iniciais deste trabalho foi utilizada uma prensa Hidráulica manual com capacidade de até 20 Ton e uma matriz para produção de corpos de prova cerâmicos retangulares. Existem outras opções que deverão ser testadas futuramente: maromba usada pela indústria cerâmica e prensas de briquetagem.

Devido à dificuldade em separar o carvão fino da cinza, foram selecionadas algumas frações com baixa concentração de areia para os ensaios de prensagem e forma de adicionar o aglutinante (fécula de mandioca comercial). Vários ensaios para misturar o aglutinante (~10% em peso) com o pó de carvão foram realizados. Dois apresentaram os melhores resultados: (1) misturar o pó de carvão seco com amido, colocar umidade (~15% em peso), secar naturalmente, umedecer novamente e prensar e (2) misturar o pó de carvão seco com amido, colocar umidade (~15% em peso), aquecimento durante a mistura (para homogeneização e diminuição da umidade) e prensagem (**Figura 1a**). Os corpos de prova apresentaram: forma regular, boa resistência mecânica (não esfarela) e não liberavam partículas finas (não sujavam as mãos) durante o manuseio (**Figura 1b**).

A porcentagem de cinza, após a queima dos briquetes, é um dos parâmetros importantes para determinar sua utilização em indústrias ou em outras atividades industriais. Por isso, na próxima etapa do trabalho, serão realizados estudos de queima controlada, usando análise termogravimétrica (TGA), para determinar as porcentagens de umidade, voláteis e cinzas. Análise termo-diferencial (DTA) e calorimetria (DSC) serão usadas para determinar o poder calórico do material que compõem o briquete.



(a)



(b)

**Figura 1:** (a) Prensa manual com a matriz e (b) briquetes prensados, método (1) e método (2). No primeiro método é acrescentado ao carvão a umidade e o amido, secando-o naturalmente para a prensagem. No método dois, a umidade e o amido são adicionados ao carvão e levados ao pré-aquecimento para posterior prensagem.

## Referências Bibliográficas

1. BRASIL. Ministério das Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional (BEN-2003)*;
2. FIESP/CIESP, Relatório: *Ampliação da Oferta de Energia Através de Biomassa*, [www.fiesp.com.br/relatório\\_dma.pdf](http://www.fiesp.com.br/relatório_dma.pdf), setembro (2001).
3. HERNÁNDEZ, J. F. M.; B. idendorf, M. Gehrke, H. Budelmann, *Use of wastes of the sugar industry as pozzolana in lime-pozzolana binders: study of the reaction*, *Cement and Concrete Research* 28(11) 1525-1536 (1998).
4. IPEF – Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Circular técnica nº 138. *Carvão Vegetal pulverizado como opção Energética*. Outubro de 1981.
5. QUIRINO, W. F. OKINO, E.Y.A. - *Aspectos Técnicos da Briquetagem do carvão vegetal no Brasil*. Laboratório de Produtos Florestais - Ministério do Interior (LPF – MI). Brasília, 1989.
6. SBRT/MCT – Sistema Brasileiro de Respostas Técnica, TECPAR, Resposta Técnica: *Fabricação de carvão em pellets a partir do capim elefante*. Março de 2005.
7. TEIXEIRA, S. R., A. S. SOUZA, G. T. A. SANTOS, F. B. COSTA, N. V. J. ALVES. *Efeito da incorporação de cinza de bagaço de cana em uma massa cerâmica, para fabricação de telhas, do município de Presidente Epitácio – SP*, Anais do VIII Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Fortaleza CE, 17 a 22 de setembro de 2006.