

VII ENCONTRO NACIONAL DE TRATAMENTO DE MINÉRIOS E HIDROMETALURGIA

Centro de Convenções

Recife - Pernambuco

26 a 28 de novembro de 1980

TRABALHO TÉCNICO

" DEFINIÇÃO DO FLUXOGRAMA PARA O BENEFICIAMENTO DE CARVÃO A PARTIR DE TESTEMUNHOS DE SONDAJEM".

ELABORADO POR:

- Roberto Vasconcellos Nôvoa
Consultor do CEPED

- Sérgio Catão Aguiar
Engenheiro do CEPED

CEPED - Centro de Pesquisas e Desenvolvimento
Salvador - Bahia

I. INTRODUÇÃO

As características do carvão bruto necessárias para o estabelecimento do esquema de beneficiamento são essencialmente, as seguintes:

- a) tamanho ideal de britagem;
- b) curvas granulométricas do carvão britado;
- c) curvas de lavabilidade de cada fração granulométrica acima de 0,5 mm;
- d) estudos de flotação da fração 0,5 mm x 0 (ou lavabilidade se o carvão não for flotável);
- e) estudo de degradação do carvão e da desintegração do xisto durante o beneficiamento.

Estas características são mais comumente obtidas a partir de amostras de produção e, em alguns casos a partir de amostras de canal. As amostras de produção ou de canal são possíveis quando há acesso à camada de carvão; elas apresentam a vantagem de poderem ser de grande vulto (1 ou mais toneladas) e a desvantagem de apresentarem bem apenas a frente em lavra.

As amostras obtidas a partir de testemunhos de sondagem eram, até há alguns anos atrás, empregadas apenas para análise imediata e determinação do poder calorífico. As amostras de testemunhos de sondagem apresentam a vantagem de representar toda a área a ser minerada e a desvantagem de serem de pequeno vulto (alguns quilos).

II. HISTÓRICO

Desde 1955 a equipe de técnicos do Lavador de Capivari esgotou a possibilidade de obtenção de curvas de lavabilidade do carvão de Santa Catarina a partir de testemunhos de sondagem; contudo, estes estudos não foram conclusivos

devido, provavelmente, ao pequeno diâmetro dos testemunhos, 30 mm, e à má recuperação do carvão no processo de sondagem, à época.

Entretanto, três relatórios de investigações do U.S. Bureau of Mines R.I. 7608 de 1972, RI 7680 de 1972 e RI 7842 de 1974 mostraram ser possível obter alguns dados de lavabilidade e algumas outras características do carvão a partir de testemunhos de sondagem.

Em 1976, R. Nóvoa, do Lavador de Capivari, apresentou no 7º Congresso Internacional de Preparação de Carvão, em Sidney, o estudo das características de lavabilidade do carvão da camada Barro Branco, da Mina "A" da Carbonífera Próspera, distrito de Sangão, município de Criciúma-SC, a partir de 22 testemunhos de sondagem de 54 mm de diâmetro.

Ainda no mesmo Congresso A. Le Page e F. Pollard, do Australian Coal Industry Research Laboratories Ltd, apresentaram um estudo sobre a degradação do carvão e da desintegração do xisto durante o beneficiamento e as consequentes alterações das curvas granulométricas e densimétricas visando obter estas curvas a partir de testemunhos de sondagem.

Em 1979, no 8º Congresso em Donetz, A. Le Page e J. Sedgman apresentaram um estudo sobre os processos empregados na Austrália para obter, a partir de testemunhos de sondagem curvas granulométricas e densimétricas do carvão, levando em conta a degradação do carvão e a desintegração do xisto durante a preparação, visando a definição do esquema de beneficiamento.

Vemos, assim, que o estudo das características de lavabilidade do carvão, a partir de testemunhos de sondagem, necessárias ao estabelecimento do fluxograma de beneficia-

mento é relativamente recente.

Os estudos de maior profundidade são os realizados no Brasil e na Austrália, países que têm carvões cujo beneficiamento é mais difícil que o dos carvões americanos e europeus.

III. ESTUDOS REALIZADOS NO BRASIL

Em 1974, a Carbonífera Próspera S/A decidiu abrir uma nova mina na parte "A" da região de Sangão, município de Criciúma SC, com o objetivo de minerar cerca de 15 milhões de toneladas de carvão bruto na profundidade média de 100 m.

Para realizar o estudo de lavabilidade do carvão a ser minerado foram retirados 22 testemunhos de sondagem de 54 mm de diâmetro.

Os 22 testemunhos cobriram toda a área a ser minerada e por razões técnicas foram agrupados em 9 amostras que foram submetidas ao ensaio de afunda-flutua.

A partir dos resultados dos ensaios de afunda-flutua, foi possível compor as 9 amostras segundo as proporções das áreas que cada uma representava e obter uma curva de lavabilidade representativa da área.

Uma amostra de canal de grande vulto foi retirada em uma mina distante poucos quilômetros da área "A" do Sangão.

Comparou-se então os resultados de lavabilidade da amostra composta a partir dos testemunhos de sondagem com o da amostra de canal, chegando-se à conclusão que o carvão era da mesma qualidade.

Este estudo tinha algumas limitações e apresentava algumas vantagens. As limitações derivam do emprego, por razões econômicas, de testemunhos de sondagem de 54 mm de diâmetro. Com tal diâmetro não é possível realizar um estudo sobre o tamanho ideal de britagem; neste caso, a limitação não representou maior inconveniente, pois já há i números estudos sobre o tamanho ideal de britagem para a separação do refugo no carvão da camada Barro Branco, valor este que se situa em torno de 50 mm. Também devido ao diâmetro de 54 mm e ao pequeno peso dos testemunhos de sondagem (+ 8 kg) não foi possível realizar os ensaios de lavabilidade sobre o material britado a 1/2" (12,7 mm) que é o tamanho ideal de britagem para a separação do carvão metalúrgico. Os ensaios tiveram que ser realizados a uma dimensão menor 1/4" (6,35 mm).

Não se realizou nenhum estudo sobre a degradação do carvão e da desintegração do xisto durante o beneficiamento por se supor, com base em estudos anteriores, que este fenômeno não é importante para o carvão da camada Barro Branco.

A grande vantagem apresentada pelo estudo foi a obtenção de uma curva de lavabilidade representativa de toda a área a ser minerada. Esta curva foi obtida pela comparação entre a amostra composta a partir dos 22 testemunhos de sondagem e a amostra de canal retirada em área vizinha.

IV. ESTUDOS REALIZADOS NA AUSTRÁLIA

Os estudos realizados na Austrália estão apresentados, de forma resumida, nos citados trabalhos de A. Le Page e J. Sedgman, de 1979 e no estudo de A. Le Page e F. Pollard, de 1976.

Os aspectos principais destes trabalhos são:

a) obediência da distribuição granulométrica a lei de Rosin-Rammler.

Os autores conseguiram uma correlação entre os coeficientes de distribuição, n , e o H.G.I. (Índice de moagem Hardgrove) para os carvões australianos;

b) elaboração de um processo de sintetização da curva granulométrica, tendo em conta a degradação do carvão durante o beneficiamento;

c) avaliação dos efeitos da desintegração do xisto pela água;

d) comparação entre os resultados previstos a partir de testemunhos de sondagem de 60 mm ou de 150 mm com os resultados obtidos nos próprios lavadores;

e) desenvolvimento de processo contínuo de flotação em laboratório, a fim de obter dados mais condizentes com os obtidos nos circuitos industriais de flotação.

V. DETERMINAÇÃO DO TAMANHO IDEAL DE BRITAGEM

A determinação do tamanho ideal de britagem é bastante complexa a partir dos testemunhos de sondagem.

Creemos que os testemunhos de maior diâmetro atualmente em uso são de 200 mm e supomos que qualquer estudo de tamanho ideal a partir desses testemunhos deva ser de 100 mm x 0 ou menor a fim de evitar a influência do diâmetro do testemunho.

Como a retirada de testemunhos de 200 mm é muito cara, ela deve ser abandonada sempre que haja estudos anteriores da camada de carvão já definindo o tamanho ideal de britagem ou já definindo a faixa onde ele deve se situar. Este foi o caso do estudo sobre o carvão da mina "A" da camada Barro Branco; inúmeros estudos anteriores mostraram que, neste caso, o tamanho ideal da britagem para a separação do refugo é da ordem de 50 mm.

O limite de 200 mm dos testemunhos de sondagem e em consequência 100 mm para os estudos de britagem é uma limitação do processo de conhecimento das características do carvão a partir dos testemunhos de sondagem. Hoje em dia, salvo casos de carvão americano, extremamente fáceis de lavar, é raro encontrar-se esquemas de beneficiamento em que o carvão não seja todo britado a 100 mm ou menos.

VI. DETERMINAÇÃO DA CURVA GRANULOMÉTRICA E DAS CURVAS DE LAVABILIDADE DE CADA FRAÇÃO GRANULOMÉTRICA ACIMA DE 0,5 mm.

A determinação da curva granulométrica e das curvas de lavabilidade será realizada de forma diferente, conforme o carvão seja de fácil ou difícil degradação durante o beneficiamento.

Se o carvão for duro, cuja degradação no beneficiamento seja pouco importante, então o processo de determinação da curva de lavabilidade é o processo clássico, cuja norma francesa é a NF-M03-016. Este comumente é o caso do carvão da camada Barro Branco em Santa Catarina e deve ser o caso dos carvões de sub-solo de Leão-Butiá e Charqueadas no Rio Grande do Sul.

Se o carvão for degradável, será necessário empregar o processo desenvolvido pelos australianos para avaliar a

influência da degradação nas curvas granulométricas e densimétricas. Cremos que deve ser o caso do carvão de Candiota no Rio Grande do Sul.

VII. ESTUDOS DE FLOTAÇÃO PARA A FRAÇÃO 0,5 mm x 0

Os estudos de flotação do carvão 0,5 mm x 0, são normalmente realizados em pequenas células de laboratório. A. Le Page e J. Sedgman propõem um novo tipo de ensaio a fim de obter resultados mais aproximados com aqueles obtidos na operação industrial.

Esta proposta merece um estudo aprofundado pelos especialistas de flotação a fim de se chegar a um ensaio que permita prever os resultados industriais.

No caso do carvão não ser flotável ou apresentar má flotação, há necessidade de se realizar um ensaio de lavabilidade da fração 0,5 mm x 100 mesh ou 0,5 mm x 200 mesh a fim de prever os resultados do tratamento desta fração em ciclones a água (water-cyclones).

VIII. ESTUDOS DA DEGRADAÇÃO DO CARVÃO E DA DESINTEGRAÇÃO DO XISTO DURANTE O BENEFICIAMENTO.

No caso de carvões facilmente degradáveis pela água, será necessário empregar o processo desenvolvido pelos australianos a fim de avaliar a percentagem de finos provenientes da degradação do carvão e da desintegração do xisto durante o beneficiamento e, eventualmente, prever uma retirada da fração 200 mesh x 0 antes da flotação.

Este é o caso dos carvões australianos e deve ser o caso do carvão de Candiota.

IX. ESCOLHA DO FLUXOGRAMA DE BENEFICIAMENTO A PARTIR DAS CARACTERÍSTICAS DETERMINADAS ANTERIORMENTE.

O conhecimento do tamanho ideal de britagem é fundamental para estabelecer o circuito básico do beneficiamento. Se o tamanho ideal for 100 mm ou pouco abaixo, deveremos ter três circuitos, um de grossos, um de finos e outro de ultra-finos; no caso de carvões americanos extremamente fáceis de lavar é comum haver um só circuito com jigues, abrangendo 100 mm x 0.

O conhecimento da curva granulométrica do carvão britado, considerado o efeito da desintegração do xisto se for o caso, permite a divisão mais conveniente entre o circuito de grossos, geralmente carvão acima de 12,7 mm, o circuito de finos (12,7 mm x 0,5 mm) e o de ultrafinos (abaixo de 0,5 mm).

O conhecimento das curvas de lavabilidade de cada fração granulométrica permite o cálculo do rendimento provável do beneficiamento de cada fração nos diferentes aparelhos disponíveis (meio denso, jigues, mesas vibratórias, etc.)

Atualmente, é prática comum a simulação por computador, dos resultados possíveis do beneficiamento a partir da curva de lavabilidade e da curva de partição que é uma característica de cada aparelho para determinada faixa granulométrica.

Assim não há necessidade de ensaios em plantas piloto a fim de se prever resultados com aparelhos conhecidos.

O conhecimento dos estudos de flotabilidade do carvão, da degradação do carvão e de desintegração do xisto são fundamentais para prever os resultados da flotação, o circuito de ultrafinos e o circuito de recuperação de água.

X. CONCLUSÕES

A obtenção das características necessárias ao estabelecimento do fluxograma de beneficiamento de um carvão a partir de testemunhos de sondagem apresenta vantagens e limitações em relação ao processo clássico de obtenção a partir de amostras de produção.

Naturalmente, qualquer estudo a partir de testemunhos de sondagem somente tem sentido se a recuperação dos testemunhos for praticamente total.

As vantagens são:

- a) possibilidade do estudo independente da lavra da camada;
- b) menores custos;
- c) maior representatividade;
- d) possibilidade de prever variações dos rendimentos durante o tempo de exploração da mina.

As limitações são:

- a) restrições a um estudo completo do tamanho ideal de britagem devido aos diâmetros dos testemunhos;
- b) necessidade de prever a inclusão de estereis provenientes do teto e do piso em função do método de mineração a ser empregado;
- c) menor confiabilidade nos dados relativos aos circuitos de ultrafinos, devido à dificuldade de reproduzir corretamente em laboratório os fenômenos de degradação do carvão e de desintegração do xisto a partir de testemunhos de sondagem;
- d) a dificuldade de estabelecer resultados confiáveis para a flotação de carvão a 0,5 mm x 0.

304

Carvão. A. T. trabalhos sobre flotação de carvão em escala de laboratório e piloto

B I B L I O G R A F I A

- Nóvoa, R. V. - 1976 - Evaluation of Washability Characteristics of a Brazilian Coal Seam. Barro Branco. Assessed from Drill Cores - VII Congresso Internacional de Preparação de Carvão. Sidney - 1976.
- Le Page, A. J. and Sedgman, J. B. - 1976 - Correlation of Exploration and Plant Washability Data a Seam From the Bowen Basin. Area Number One - ACIRL - PR.76-7 - February, 1976.
- Sedgman, J. B. - 1976 - The Use of Coal Bore Core Samples for the Prediction of Comercial Washers Yields - New South Wales Institute of Technology - May - 1976.
- Le Page, A. J. and Polland, F. - 1976 - Methods for Providing Reliable Data for Coal Preparation Plant Design - VII Congresso Internacional de Preparação de Carvão - Sidney - 1976.
- Le Page, A. J. and Sedgman, J. B. - 1979 - Optimization of Coal Preparation Design Based on Exploration Data - VII Congresso Internacional de Preparação de Carvão - Donetz - 1979.