

Sessão — da 01/08/77

BENEFICIAMENTO DE CARVÃO DA CAMADA BARRO BRANCO

Professor

JOÃO BATTISTA BRUNO

RESUMO

Neste trabalho são apresentados os resultados do Beneficiamento de Carvões de Santa Catarina, utilizando-se processos gravimétricos e flotação, onde se obtém um teor de cinzas da ordem de 14% e enxofre analisando 1,4% no produto final.

ABSTRACT

In this paper the results of the dressing of coal ores from Santa Catarina by the use of gravimetric and flotation processes are presented.

The content of 14% of ashes and 1.4% of sulfur is observed in the final product.

SUMÁRIO

1.0 — Introdução

2.0 — Estudo Mineralógico

2.1 — Formas de Ocorrência

2.2 — Percentagem de Minerais Presentes

2.3 — Propriedades dos Minerais Presentes

2.4 — Análise Granulométrica

2.5 — Condições Operacionais

2.6 — Grau de Liberação

3.0 — Beneficiamento

3.1 — Preparação

3.2 — Concentração

3.3 — Justificativa do Método

4.0 — Balanço de Massas

5.0 — Conclusões

Bibliografia

1.0 — INTRODUÇÃO

Os autores pretendem, com este trabalho, realizar um estudo para obtenção de um carvão coqueificável, a partir do carvão proveniente da Camada de Barro Branco (Santa Catarina), utilizando, para isto, processos clássicos de concentração, visando melhorar os níveis existentes ou sejam 18% de cinzas e 1,5% de enxofre.

O enxofre está, quase sempre, presente como impurezas no carvão, chegando a teores de 15% em nossos jazimentos carboníferos, e, sua remoção por tratamentos mecânicos depende grandemente da forma pela qual ocorre. Para a maioria dos mercados consumidores, o enxofre no carvão é tido como um constituinte indesejável.

Durante a combustão, ele contribui para a formação de depósitos de cinzas, que diminuem a capacidade dos aparelhos e levam à formação de produtos corrosivos, além de ser um agente poluidor. Ainda, contamina o produto final: na indústria siderúrgica, cerca de 60% do enxofre inicial está contido no produto acabado, sendo difícil sua remoção.

O conhecimento da forma pela qual ocorre o enxofre no carvão é básica no desenvolvimento do melhor método para sua remoção. Ele não ocorre na forma elementar, mas sim, em três formas combinadas, as quais são: (1) combinado com as substâncias orgânicas do carvão; (2) combinado com o ferro, como pirita ou marcasita; (3) combinado na forma de sulfato de cálcio e de ferro. Essas três formas são, comumente, designadas como orgânica, piritosa e sulfatosa.

O enxofre orgânico é distribuído através de substâncias do carvão, contido em sua estrutura, conseqüentemente ele não é, usualmente, removido por processos mecânicos convencionais.

O enxofre piritoso no carvão está presente como mineral pirita ou marcasita, ambos têm a mesma composição química (FeS_2), porém diferentes estruturas físicas.

O tamanho e distribuição da pirita afetam grandemente, a quantidade a ser removida do carvão, por métodos convencionais de concentração. A pirita finamente disseminada é praticamente irremovível, nesse tipo de concentração a que nos propusemos realizar.

O enxofre sulfato, em carvões recentes, é menor do que 0,05%, e provém da oxidação da pirita e marcasita quando submetidas à intemperização pela água. Em nossos carvões, este teor chega até 0,4%, não sendo problemática sua remoção por processo hidromecânico, devido à sua solubilidade em água.

As outras espécies mineralógicas que contribuem para a formação de cinzas são, em nosso carvão: calcita e folhelhos. A calcita não é, propriamente, um grave problema, pois, se conseguíssemos na forma de fluxo nos processos siderúrgicos. Os folhelhos são constituídos de 60 a 70% de material inorgânico (argila, silicatos e aluminatos) e 40 a 40% de material orgânico, o qual é um inconveniente para um carvão coqueificável, pois este material, sendo carbonoso e o responsável pelo maior teor de matérias voláteis, deve ser removido, pelo menos, aos teores limites da aparelhagem de coqueificação, no que tange à expansão do carvão durante a manufatura do coque. O material inorgânico, que produz grande aumento de cinzas nos fornos siderúrgicos, deve ser reduzido a teores menores que 16%, para que não acarretem diminuição sensível na capacidade desses fornos.

2.0 — ESTUDO MINERALÓGICO

2.1 — FORMA DE OCORRÊNCIA

Foram determinados os seguintes minerais e espécies mineralógicas.

— Carvão: grãos negros brilhantes, entremeados com bandas foscas. Alguns envolvidos por uma tênue película de calcita.

— Calcita: películas aderidas ao carvão e liberadas em frações menores.

— Pirita: grãos liberados e grãos pequenos entremeados no carvão em frações grosseiras e liberados em frações menores.

— Folhelho: é uma rocha cujos componentes apresentam orientação bem definida e a disposição em camadas laminares, desfazendo-se em folhas, porém sem apresentar metamorfismo sensível.

2.2 — PERCENTAGEM DOS MINERAIS PRESENTES

Para a determinação da percentagem, em peso, dos minerais presentes, foram utilizados:

— Amostrador Jones — com a finalidade de se obter uma amostra bem representativa do minério bruto.

— Lupa binocular

— Papel milimetrado

— Contador de pontos

Fração	Carvão	Pirita	Calcita	Folhelho
+ 3,5	70	20	—	10
3,5 x 4	70	20	—	10
4 x 8	70	25	—	15
8 x 10	65	25	—	5
10 x 14	70	25	—	5
14 x 20	60	25	5	10
20 x 28	70	20	5	5
28 x 35	70	20	5	5
— 35	70	20	5	5

2.3 — PROPRIEDADES DOS MINERAIS PRESENTES

MINERAL	DENSIDADE	DUREZA MOHS
Carvão	1,25—1,50	2,0
Pirita	5,10—6,00	6,5
Calcita	2,70—3,00	3,0
Folhelho	1,50—2,50	Friável

O minério apresentou a seguinte análise média:

ENXOFRE	%
Orgânico	0,875
Piritoso	11,274
Sulfato	0,213
Total	12,362

Cinzas = 53%

Umidade natural = 5,6%

* Carbono fixo = 40,2%

* Poder Calorífico superior = 5550 cal/g

* Os valores mencionados são bibliográficos.

2.4 — ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

FRAÇÃO	% RETIDA	% ACUMULADA
+ 6	22,10	22,10
6 x 8	15,20	37,30
8 x 10	7,50	44,80
10 x 14	14,80	59,60
14 x 20	14,70	74,30
20 x 28	7,30	81,60
28 x 35	3,70	85,30
35 x 48	7,80	93,10
— 48	6,90	100,00

2.5 — CONDIÇÕES OPERACIONAIS

- 1 — Peneiras série Tyler, abertura segundo 2
- 2 — Material lavado e seco em estufa, a 200°C, durante 2 horas
- 3 — Utilizou-se 2,70 kg de material (carvão lavado)
- 4 — Tempo de peneiração: 20 minutos
- 5 — Aparelho utilizado: RO-TAP
- 6 — Material foi anteriormente fragmentado no britador de mandíbulas, com set de 1/2".

2.6 — DETERMINAÇÃO DO GRAU DE LIBERAÇÃO DA PIRITA NO CARVÃO

FRAÇÃO	% L
+ 6	20
6 x 8	30
8 x 10	60
10 x 14	80
14 x 20	85
20 x 38	95
28 x 35	99
35 x 48	100
— 48	100

O grau de libertação de cada fração determinado com auxílio do microscópio, papel milimetrado e contador de pontos.

A amostragem representativa foi obtida com auxílio do amostrador Jones.

Fórmulas utilizadas

1 — Fração

$$\% 1 = \frac{\% \text{ partículas livres de pirita}}{\% \text{ total de pirita na fração}} \times 100$$

2 — Produto

$$L = \frac{Y P L}{Y P}$$

Onde Y = teor de pirita em cada fração

1 = grau de liberação da respectiva fração

P = % retida na peneira correspondente

3.3 — JUSTIFICATIVA DO MÉTODO

Tentamos, com esse fluxograma, seguir um processo clássico de beneficiamento para o carvão proveniente das minas da Cia. Nacional de Mineração Barro Branco.

Após a utilização dos processos gravimétricos, constatou-se uma diminuição não satisfatória, para os teores de cinzas e enxofre, especialmente para a fração abaixo de 100 malhas. Daí, o circuito de flotação visto na Figura II. Flotou-se sempre o carvão, devido à sua maior flotabilidade, e, em consequência, um custo de reagentes menor.

3.0 - BENEFICIAMENTO

3.1 - FLUXOGRAMA DA PREPARAÇÃO DO MINÉRIO

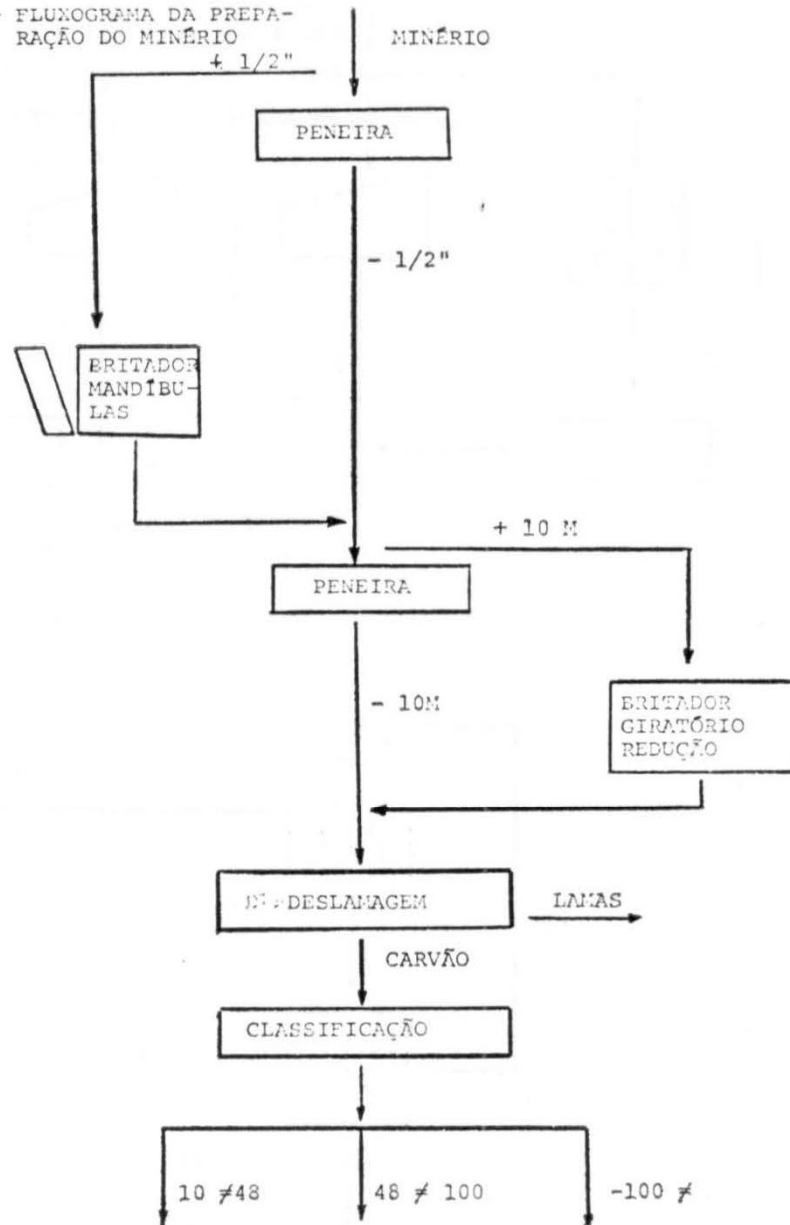


FIGURA I

3.2 - FLUXOGRAMA DE CONCENTRAÇÃO

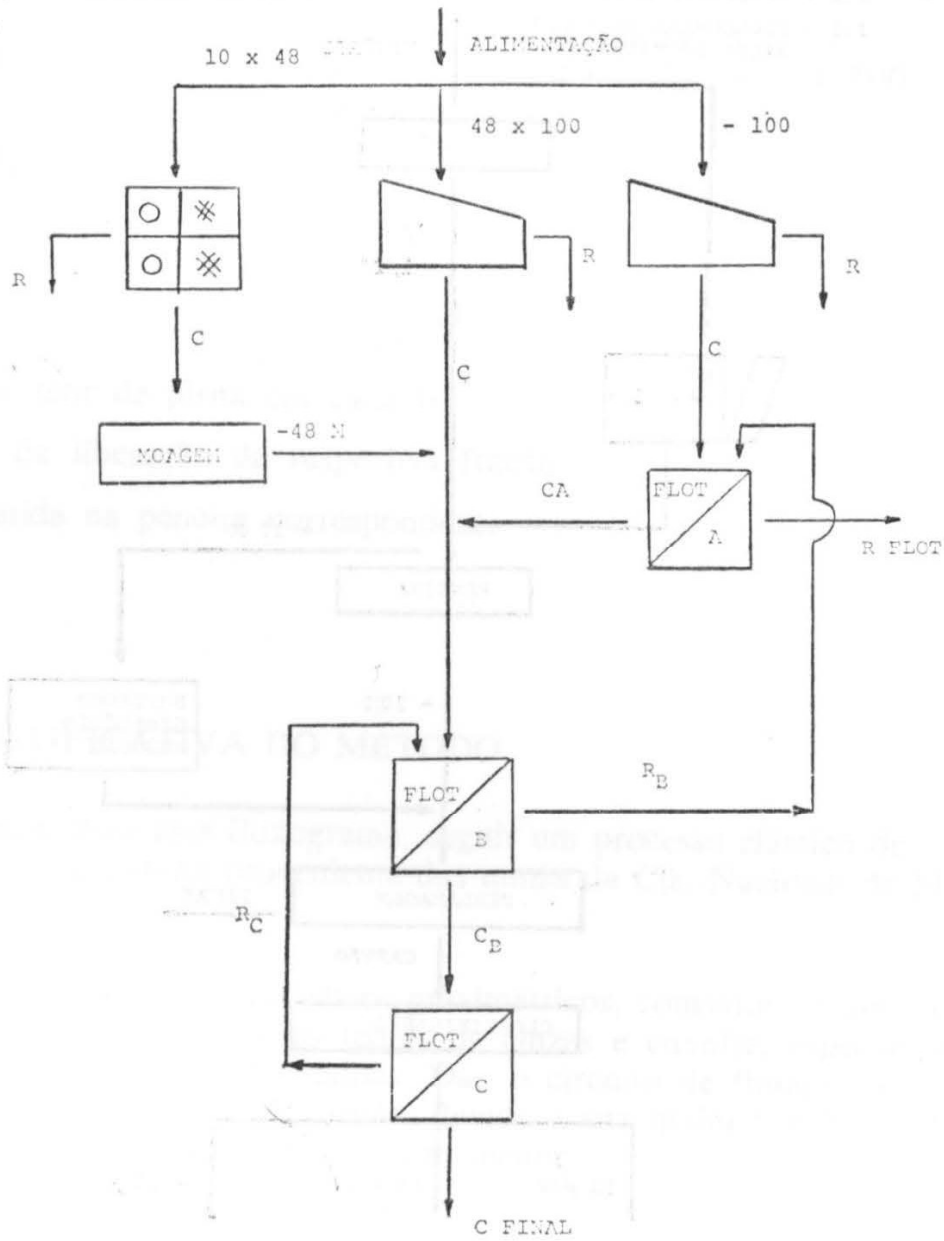


FIGURA II

Foram testados para o circuito de flotação, diversas condições, com variações de tipos de reagentes, quantidade, tempo, pH e após a realização de 9 (nove) testes em cada etapa de flotação, as que apresentaram os melhores resultados foram as condições abaixo:

- 15% de sólidos na polpa
- 0,030 Kg/ton de Metil-Isobatyl-Carbinol
- 0,100 Kg/ton de Fuel Oil
- 0,250 Kg/ton de CaO
- 0,100 Kg/ton de Na_2CO_3
- 0,050 Kg/ ton de $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$

RESULTADOS DA FLOTAÇÃO

FLOT	pH	S		CINZAS		T(mm)
		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	
A	10,0	11,40	6,30	52,99	30,36	4,5
B	10,2	6,25	2,50	38,69	20,76	5
C	9,3	2,50	1,40	20,76	14,03	3

OBS.: Testes com 200 g de material em célula DENVER-MODEL-D1

CONCENTRADO FINAL (C_F)

	PIRITOSO	SULFATO	ORGÂNICO	TOTAL
S %	0,602	0,035	0,763	1,40
CINZAS %	—	—	—	14,03

MÉTODOS DE ANÁLISES QUÍMICAS

- 1) TEOR DE CINZAS: segundo método ASTM-D-271
- 2) TEOR ENXOFRE ORGÂNICO: diferença entre o total e a soma dos teores sulfato e piritoso
- 3) TEOR DE ENXOFRE PIRITOSO E SULFATO: segundo o método desenvolvido por Powell Alfre R. — The Analysis of the Sulfur Forms in Coals, adotado pelo U. S. Bureau
- 4) TEOR DE ENXOFRE TOTAL: foi determinado pelo método de Eschka

4.0 — BALANÇO DE MASSAS

	Peso (g)	% Peso	% Cinzas	% S
ALIMENTAÇÃO	2271,0	100,00	49,	12,36
MIN. DESLAMADO	2078,0	91,50	—	—
CONC. JIGUE	1067,0	46,98	45,87	6,30
CONC. MESA(1)	350,0	15,41	39,18	6,04
CONC. MESA(2)	446,0	19,64	52,99	11,04
REJ. GRAVIMET.	215,0	9,47	—	—
CONC. FINAL	1222,3	53,82	14,03	1,40
REJ. FLOTAÇÃO	640,7	28,21	89,61	19,30

5.0 — CONCLUSÕES

Tomando por base os resultados concluímos que obtivemos uma boa recuperação do carvão (53%) com teor de cinzas razoável (14%) e um excelente resultado em relação ao enxôfre (1,40%).

O material apresentou uma relativa refratariedade aos processos gravimétricos e um excelente resultado nos tratamentos por flotação onde o fuel oil mostrou-se um influente ativador.

Tendo em vista os resultados obtidos no tratamento por flotação, estamos estudando a aplicação do processo no carvão pré-lavado (28% a 30% cinzas) empregando análise de Plaket e Burman que determinam as condições ótimas de flotação por meio estatístico onde, provavelmente melhores resultados serão obtidos para o concentrado final.

Finalmente, dada a baixa granulometria do produto obtido, serão estudados processos de aglomeração do carvão.

BIBLIOGRAFIA

- (1) *Recursos Minerais do Brasil* — Abreu, Sylvio Fróes.
- (2) *Política de Produção e Consumo do Carvão Nacional* — Baptista, Benjamim Mário.
- (3) *Metodologia para Estudo e Análise do Carvão Brasileiro* — Bittencourt, Menour C.
- (4) *The Cleaning of Coal* — Chapman, Mott.
- (5) *Froth Flotation* — Fuerstenan, D.W.
- (6) *Geologia do Carvão no Brasil* — Machado, Eurico Rômulo.

- (7) *Industrialização dos Rejeitos Piritosos do Carvão de Santa Catarina* — Montenegro, Danilo.
- (8) *Coque para Consumidores sem Produção* — Morais, Cláudio Ferreira.
- (9) *Beneficiamento de Carvões do Sul do Brasil* — Nóvoa, Roberto Vasconcellos.
- (10) *Regiões Carboníferas dos Estados do Sul* — Oliveira, Euzébio Paulo.
- (11) *Carvão Nacional* — Rocha, Domingos Fleury.
- (12) *Coal Preparation* — Seeley, W. Mudd.
- (13) *Ore Dressing* — Taggart.
- (14) *Princípios de Tratamento de Minérios* — Trajano, Roberto Borges.
- (15) *O Problema do Carvão Catarinense* — Veiga, Oswaldo Pinto.
- (16) *Eletrosiderurgica do Carvão Catarinense* — Comissão Executiva do Plano do Carvão Nacional.
- (17) *The Analysis of Sulfur Forms in Coal* — U.S. Bureau of Mines — n.º 8301 (1955).