

## CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA DOS CARVÕES GAÚCHOS VISANDO SEU APROVEITAMENTO NA INDÚSTRIA SIDERÚRGICA.

Hamilcar T.Vieira Júnior<sup>1</sup>, Carlos H. Sampaio<sup>1</sup>, Edison Thaddeu Pacheco<sup>1</sup> - Edson B. de Aguiar<sup>2</sup>

1 - LAPROM/CT – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Av. Bento Gonçalves, 9500 – caixa postal 15021. CEP 91501-970. Porto Alegre-RS

E-mail: [hamilcar.tavares@ufrgs.br](mailto:hamilcar.tavares@ufrgs.br)

2 - Companhia Riograndense de Mineração. Rua Botafogo, 610. CEP: 90.150-050. Porto Alegre-RS.

E-mail: [edson@crm.gov.br](mailto:edson@crm.gov.br)

### RESUMO

Estudos realizados indicam que os carvões do Rio Grande do Sul apresentam alta reatividade e um elevado teor de cinzas, tornando relevante novas rotas de beneficiamento e alternativas de utilização destes carvões. Este projeto busca caracterizar os carvões da jazida Leão (CRM – Cia Riograndense de Mineração), em aspectos físico-químicos e petrográficos, atentando principalmente, aos parâmetros tecnológicos necessários para utilização em PCI (*Pulverized Coal Injection*), nos quais se inserem: teores de cinza, enxofre, conteúdo de matéria volátil e carbono total, teores de álcalis e fósforo. Os principais objetivos estabelecidos neste estudo visam obter um produto nacional que possa substituir parte do carvão importado para uso em PCI. Na metodologia prevista neste estudo inserem-se: ensaios de beneficiamento em espirais e caracterização do produto gerado através de ensaios de afunda-flutua sobre os produtos da espiral, coletados simultaneamente para balanço de massa, após serem quarteados e pesados; Análise Imediata e Elementar; Análise Química, Poder calorífico e FSI dos produtos. O caráter inovador deste trabalho está pautado na inserção de novas rotas de beneficiamento para o carvão gaúcho, visando atender as exigências de mercado para injeção em altos-fornos (PCI).

PALAVRAS-CHAVE: carvão, beneficiamento, PCI (*Pulverized Coal injection*).

### ABSTRACT

Studies done in the field show that coals from Rio Grande do Sul have a high reactivity and high ash grade which indicates the importance of new routes of beneficiation and alternatives for using these coals. This project aims to characterize the coals from Jazida Leão (CRM – Cia Riograndense de Mineração) in physic-chemical and petrography aspects, paying special attention to the technologic parameters needed for the use in PCI (*Pulverized Coal Injection*), in which are inserted ashes grade, sulfur, contain of material volatile and carbon total, grades of alkalis and phosphorous. Its main objective is to find a national product, capable of to be used instead of part of the imported coal for PCI use. The proposed methodology includes the following analyses: tests of beneficiation by spirals and characterization of product generated through float and sink tests over products spiral, collected simultaneously for mass balance, after been quarter and weighted; immediate and elementary analyses, chemical analyses, calorific power and FSI of products. The innovator character of this study is in the insertion of new routes of beneficiation to the gaúcho coal, aiming to attend the market needs in blast furnace injection.

KEY WORDS: coal, beneficiation, PCI (*Pulverized Coal injection*)

## 1. INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo caracterizar os carvões da Jazida do Leão, em aspectos físico-químicos e petrográficos, atentando, principalmente, aos parâmetros tecnológicos necessários para utilização em PCI, nos quais se inserem: teores de cinza, enxofre, conteúdo de matéria volátil e carbono total, teores de álcalis e fósforo.

Ressalta-se principalmente a necessidade de avaliar as condições para blendagem com carvões importados, inserindo no mercado nacional uma matéria prima de custo inferior àquelas importadas. Outro fator importante se deve a minimização do impacto ambiental causado pela deposição desta fração nos rejeitos das minerações.

Este estudo está sendo desenvolvido pela CRM – Companhia Riograndense de Mineração – em parceria com o LAPROM – Laboratório de Processamento Mineral da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Separação Granulométrica

Separação granulométrica do material na fração adequada para realizar os ensaios de beneficiamento em espiral.

### 2.2 Ensaios de beneficiamento

Ensaios na espiral, para verificar a percentagem de sólidos na polpa, o volume de alimentação e as variações nos *spliters*.

### 2.3 Caracterização do Produto

Ensaios de afunda-flutua sobre os produtos da espiral (carvão lavado, mistos e rejeito) coletados simultaneamente para balanço de massa, após serem quarteados e pesados.

### 2.4 Análise química do carvão concentrado

Matéria volátil, carbono total, FSI, HGI, teor de cinza, enxofre total e poder calorífico.

## 3. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A separação granulométrica do material ROM foi realizada nas frações entre 4,00 e < 0,0105 mm, buscando ser o mais representativo possível do comportamento *in situ* deste depósito (tabela I, figura 1).

Tabela I. Resultado da separação granulométrica.

Mina do Leão - CRM				
ROM - Espiral				
Separação Granulométrica				
Gran. (mm)	Retido (g)	%	% Acumulado	% Passante
4,000	0,00	0,00	0,00	100,00
2,000	30,00	0,83	0,83	99,17
1,690	23,00	0,64	1,47	98,53
1,410	145,00	4,01	5,47	94,53
1,000	303,00	8,38	13,85	86,15
0,840	374,00	10,34	24,19	75,81
0,420	958,00	26,48	50,67	49,33
0,297	472,00	13,05	63,72	36,28
0,250	254,00	7,02	70,74	29,26
0,177	151,00	4,17	74,91	25,09
0,149	90,00	2,49	77,40	22,60
0,105	177,20	4,90	82,30	17,70
> 0,0105	640,25	17,70	100,00	
Total	3617,45	100,00		

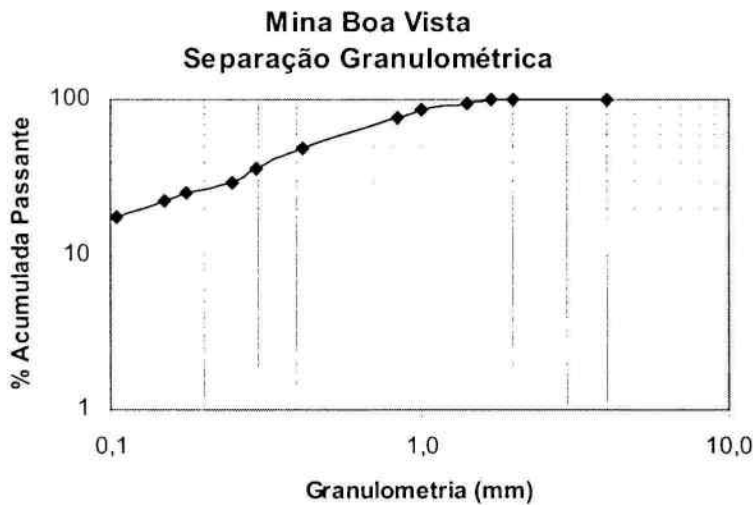


Figura 1. Curva log-log da separação granulométrica.

Os ensaios em espirais foram realizados em planta piloto (espiral *Humphrey*) situada no LAPROM – Laboratório de Processamento Mineral da Universidade federal do Rio Grande do Sul. Esse equipamento está acoplado a um tanque com misturador de capacidade total de 300 litros.

Ao total foram realizados 6 ensaios de beneficiamento de carvão ROM previamente selecionado no intervalo granulométrico de  $-2,00$  mm a  $+0,104$  mm. Os percentuais de sólidos em polpa utilizados nestes ensaios fixaram-se em 25 % devido aos bons resultados obtidos em estudos anteriores. Os *spliters* posicionaram-se a uma distância da coluna central de 6 cm e 12 cm. A tabela II representa a média dos resultados obtidos.

Tabela II. Média dos ensaios com 25% de sólidos e 75% de água.

Produto	Recuperação (%)	% Cinza	% Enxofre total ( $S_T$ )
Alimentação	100,00	43,80	1,28
<b>Leves</b>	<b>73,46</b>	<b>12,21</b>	<b>0,74</b>
Rejeito	26,54	59,84	2,69

Os ensaios de afunda-flutua foram realizados com misturas de líquidos densos, a saber: xilol ( $0,8$  g/cm<sup>3</sup>), percloroetileno ( $1,7$  g/cm<sup>3</sup>) e bromofórmio ( $2,8$  g/cm<sup>3</sup>), nas densidades que variaram de  $-1,3$  g/cm<sup>3</sup> a  $+2,4$  g/cm<sup>3</sup>, com intervalo constante de  $0,1$  g/cm<sup>3</sup>. Da massa proveniente de cada intervalo de densidades foi extraída uma alíquota, após quarteamento, para análises de teores de cinzas, umidade e enxofre total. A tabela III apresenta os resultados obtidos.

Tabela III. Resultado do ensaio de afunda-flutua do produto e análises de cinza – espiral.

Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	Flutuado (g)	% Flut.	% Flut. Acum.	% Cinza (b.seca)
-1,3	580,21	17,01	17,01	9,85
-1,4	488,00	14,31	31,32	9,89
-1,5	637,54	18,69	50,02	15,84
-1,6	458,00	13,43	63,45	20,88
-1,7	397,00	11,64	75,09	29,10
-1,8	299,34	8,78	83,87	35,66
-1,9	78,65	2,31	86,17	41,47
-2,0	112,50	3,30	89,47	46,09
-2,1	69,82	2,05	91,52	56,62
-2,2	58,39	1,71	93,23	65,45
-2,3	48,00	1,41	94,64	71,55
-2,4	39,55	1,16	95,80	73,26
>2,4	143,25	4,20	100,00	80,16
Total	3.410,25	100,00		

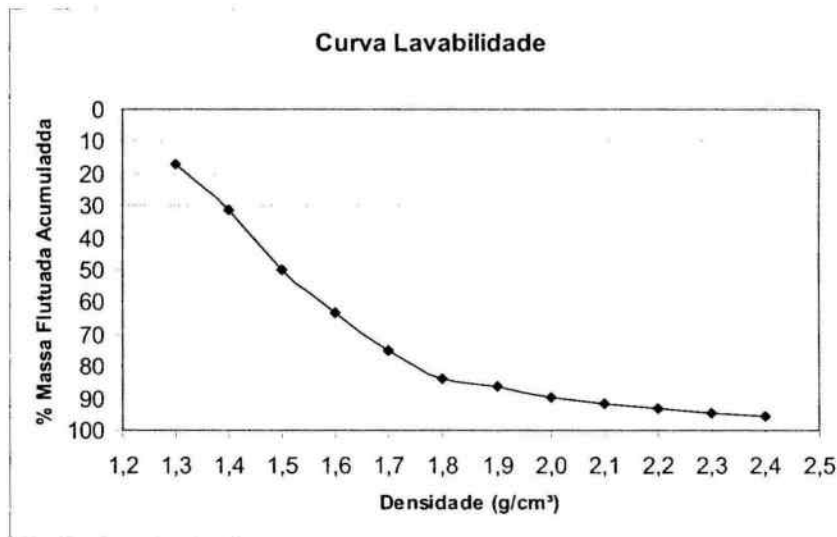


Figura 2. Curva de Lavabilidade produto espiral.

As análises químicas do concentrado têm a finalidade de caracterizar os parâmetros necessários utilizados na comparação do carvão importado (PCI) com o carvão nacional. A tabela IV apresenta os resultados obtidos.

Tabela IV - Análise comparativa entre os carvões PCI importados / carvão concentrado da Mina do Leão

Análises	Carvão PCI		Carvão Leão
	Valor Mínimo (%)	Valor Máximo (%)	(média) (%)
Matéria volátil (b.s.)	10	40	31
Carbono total (b.s.)	68	-	72
FSI (b.s.)	-	3	1
HGI	44	-	56
Teor de cinzas (Cz b.s.)	-	13	12
Enxofre total (St b.s.)	-	1,8	0,8
Poder calorífico (PC b.s.)	6.000 kcal/kg	-	7.024 kcal/kg

Obs: HGI: "Hardgrove Grindability Index" (índice de moabilidade); FSI: "Free Swelling Index"; b.s. base seca

#### 4. CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas análises se pode concluir que: os índices de FSI, HGI e PC são compatíveis para uso como carvão PCI sendo melhorados substancialmente com o beneficiamento; o conteúdo de matéria volátil está de acordo com os parâmetros exigidos para PCI; os teores de cinza e enxofre estão compatíveis para uso em PCI dentro dos intervalos estabelecidos de recuperação mássica; as recuperações mássicas obtidas são significativas devido à qualidade do produto (carvão PCI) almejado; os teores de carbono, hidrogênio e nitrogênio estão compatíveis para uso em PCI; os ensaios na espiral mostraram ser relevantes para recuperação mássica da fração fina, justificando o aproveitamento econômico desta fração.

Os finos de carvão identificados como efluentes de um processo de beneficiamento são normalmente acumulados em bacias de decantação, passando a condição de rejeitos da planta de beneficiamento e sem valor econômico. A possibilidade de produzir um carvão utilizável na injeção de alto forno, nas empresas siderúrgicas, substituindo uma parcela do carvão importado por carvão nacional, torna relevante o estudo desenvolvido até o momento.

Os estudos desenvolvidos corroboram alguns trabalhos já desenvolvidos do uso de carvões gaúcho para injeção em altos-fornos, sendo relevante à continuidade da pesquisa em novas rotas de beneficiamento visando aprimorar o produto aqui proposto (carvão nacional PCI).

#### 5. AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi realizado como apoio da FAPERGS / FINEP, instituições que não mediram esforços para facilitar o desenvolvimento da pesquisa.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AC.F; KALKREUTH, W. Estudo da utilização de carvões gaúchos no processo de injeção de carvão pulverizado em altos-fornos. 14th Seminário de Aciaria do IAS, 2003 – San Nicolas – Argentina.

E. T. Pacheco, C. F. Duarte, R. Bagatini, C. H. Sampaio; Estudos para utilização de espirais concentradoras no circuito de finos do lavador da Mina Boa Vista – CRM. XXI ENTMMME – Encontro Nacional de Tratamentos de Minérios e Metalurgia Extrativa – Natal-RN, novembro 2005

OSÓRIO, E.; GOMES, M de L. I. ; VILELA, AC.F; KALKREUTH, W.; Avaliação das propriedades de misturas de carvões gaúchos e importados para PCI. XXXIII Seminário de Redução de Minério de Ferro, Ouro Preto, 2003.

OSÓRIO, E.; GOMES, M de L. I. ; VILELA, AC.F, Estudos preliminares da viabilidade técnica da utilização de carvões gaúchos para PCI. IXXXII Seminário de Redução de Minério de Ferro, Vitória, 2002.

Norma ASTM D 3177 – Método padrão para determinação do enxofre total.

Norma NBR 8738 – Ensaio densimétrico (afunda-flutua) no carvão mineral.

Norma NBR 8289 – Determinação do teor de cinza no carvão mineral.

Norma NBR 8293 – Determinação do teor de umidade no carvão

Sampaio, C.H. e Tavares, L.M.M.; Beneficiamento Gravimétrico -- Uma Introdução aos processos de concentração mineral e reciclagem de materiais por densidade; 2005; pp 378 – 410.