

UTILIZAÇÃO DE CARVÕES NÃO COQUEIFICÁVEIS  
 NA COMPANHIA SIDERURGICA DE TUBARÃO (CST) (1)

Carlos Alexandre Tucci (2)  
 Geraldo A. Vargas Filho (3)  
 José Marinaldo Veronez (4)  
 Luiz Afonso de Andrade (5)  
 Nivaldo Benedito Duarte (6)  
 Rubens de O. Barreiro (7)

RESUMO:

O uso em escala industrial de carvões não coqueificáveis, tem como objetivo a redução do custo do coque, por meio da participação na mistura a coqueificar de carvões menos nobres.

Os carvões consumidos na CST seguem uma sistemática de testes em Forno Piloto e em escala industrial, sendo estes resultados então classificados e analisados.

Até o presente momento já foram avaliados em Forno Piloto carvões de origem colombiana e sul africana, e no momento está sendo utilizado em escala industrial o carvão colombiano, não se observando durante este período nenhuma anormalidade operacional ou grandes alterações na qualidade do coque.

Este trabalho apresenta uma avaliação dos resultados operacionais e técnicos provenientes da utilização de carvões não coqueificáveis na CST.

---

(1) Contribuição Técnica ao Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias Primas (COMIM/COMAP) - Porto Alegre - 22 - 24/Set/87.

(2) Coordenador de Desenvolvimento e Padronização da Coqueria.

(3) Engenheiro Especialista em Carvão.

(4) Auxiliar Técnico de Coqueria.

(5) Chefe de Seção de Recebimento e Preparação de Carvão.

(6) Técnico Especialista em Desenvolvimento e Padronização da Coqueria.

(7) Técnico Especialista em Carvão.

## 1 - INTRODUÇÃO:

Visando a redução de custo do coque através da utilização de carvões menos nobres na mistura a coqueificar, a CST elaborou um processo de seleção, desenvolvimento e análise de novos carvões para a aquisição dos mesmos.

Durante este processo foram levantadas várias possibilidades dentre as quais a utilização de carvões que possuíssem características não coqueificáveis.

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados obtidos com a utilização desses tipos de carvões em escala piloto e industrial.

## 2 - DESENVOLVIMENTO:

### 2.1 - Considerações Iniciais:

A utilização em escala industrial de carvões considerados não coqueificáveis, tem como objetivo a redução do custo do coque e por consequência o custo final da placa, mantendo-se o coque com características compatíveis com as exigidas pelo Alto Forno.

Foi criado então para facilitar a aquisição destes carvões um procedimento de seleção que é apresentado na Fig. 01.

Em contato com os fornecedores foram solicitados para teste em escala piloto, amostras de carvões não coqueificáveis.

Até o momento já foram testados em escala piloto 02 carvões: O Optimum de origem sul africana e o El Cerrejon de origem colombiana, havendo outros para serem futuramente testados.

### 2.2 - Características dos Carvões Testados:

O carvão "El Cerrejon" foi apresentado pelos fornecedores com 03 diferentes características que variam com o tipo de Extração/beneficiamento. Os tipos com 1% e 6% de cinzas não foram testados industrialmente devido à falta de disponibilidade em larga escala na época em que foram realiza-

dos foram recebidas amostras para provas em escala

O tipo com 9% de cinza foi testado em escala piloto e industrial.

Outro tipo de carvão não coqueificável testado em escala piloto foi o "Optimum" que mesmo tendo sido aprovado para testes em escala industrial não foi utilizado devido a dificuldades de ordem comercial entre Brasil e África do Sul.

O quadro I apresenta as características físicas e químicas dos carvões testados.

A utilização do carvão "El Cerrejon" se mostrou bastante atrativa por motivos estratégicos de aquisição e transporte. Esse carvão é utilizado normalmente para a geração de vapor e segundo os fornecedores é a primeira vez que está sendo utilizado como componente de misturas a coqueificar; não sendo beneficiado, este carvão apresenta dispersão acentuada na cinza e granulometria ocorrendo não raro o aparecimento de pedras de teto e piso de mina sem contudo causar danos nos britadores de carvão da CST.

No início da utilização dos carvões de baixo ou nenhum poder coqueificante, modificou-se o procedimento para a composição das amostras no recebimento, visando obter um maior número de dados para permitir a melhor avaliação dos mesmos. A Figura 02 mostra a modificação efetuada nos procedimentos de composição da amostra.

Esse procedimento foi o adotado na descarga do carvão "El Cerrejon".

Após 30 dias de estocagem nos pátios notou-se o início de um processo de combustão espontânea nas laterais das pilhas, que foi contornada inicialmente com a remoção dos focos utilizando-se para isso uma pá carregadeira, posteriormente devido a necessidade de interrupção no consumo deste carvão foi necessária a compactação das pilhas.

Quando os carvões Optimum e El Cerrejon foram enforados individualmente em escala piloto não resultou como era de se esperar em coque com "pedras" maiores do que 50mm impos

sibilitando a realização de testes mecânicos. Entretanto esses carvões foram utilizados em misturas balanceadas resultando em coque de boa qualidade, conforme podemos observar nos quadros II, III e IV.

### 2.3 - Considerações Sobre o Teste Industrial:

O carvão "El Cerrejon" foi enforcado industrialmente a partir de 25/04/87 com participação de 4,5% na mistura, a seguir foi aumentada a sua participação gradativamente até um máximo de 10%. Nesse período também foi utilizado na mistura o carvão Black Water Soft (Austrália) sendo que a participação total dos carvões atingiu 15%. Durante o período de utilização desse carvão foram efetuadas medições de contração vertical da carga e acompanhamento da amperagem do motor do êmbolo da desenforadora. O quadro V apresenta os resultados dos testes em escala piloto e industrial, podendo-se observar que a utilização desse carvão "El Cerrejon" é plenamente viável desde que utilizado em misturas adequadas.

### 3 - CONCLUSÕES:

- a) A utilização de carvões não coqueificáveis se mostrou viável sem causar grandes transtornos operacionais e de qualidade.
- b) Em função dos resultados alcançados é possível a utilização de até 10% dos carvões não coqueificáveis testados, podendo no futuro serem utilizadas participações crescentes tendo como limite a qualidade do coque.
- c) A instalação de uma planta de beneficiamento poderá atenuar as dispersões observadas nas características do carvão "El Cerrejon", bem como poderá diminuir o percentual de cinzas do referido carvão.
- d) A combustão espontânea ocorrida nas pilhas é um motivo de preocupação devendo ser melhor analisada nos futuros recebimentos.

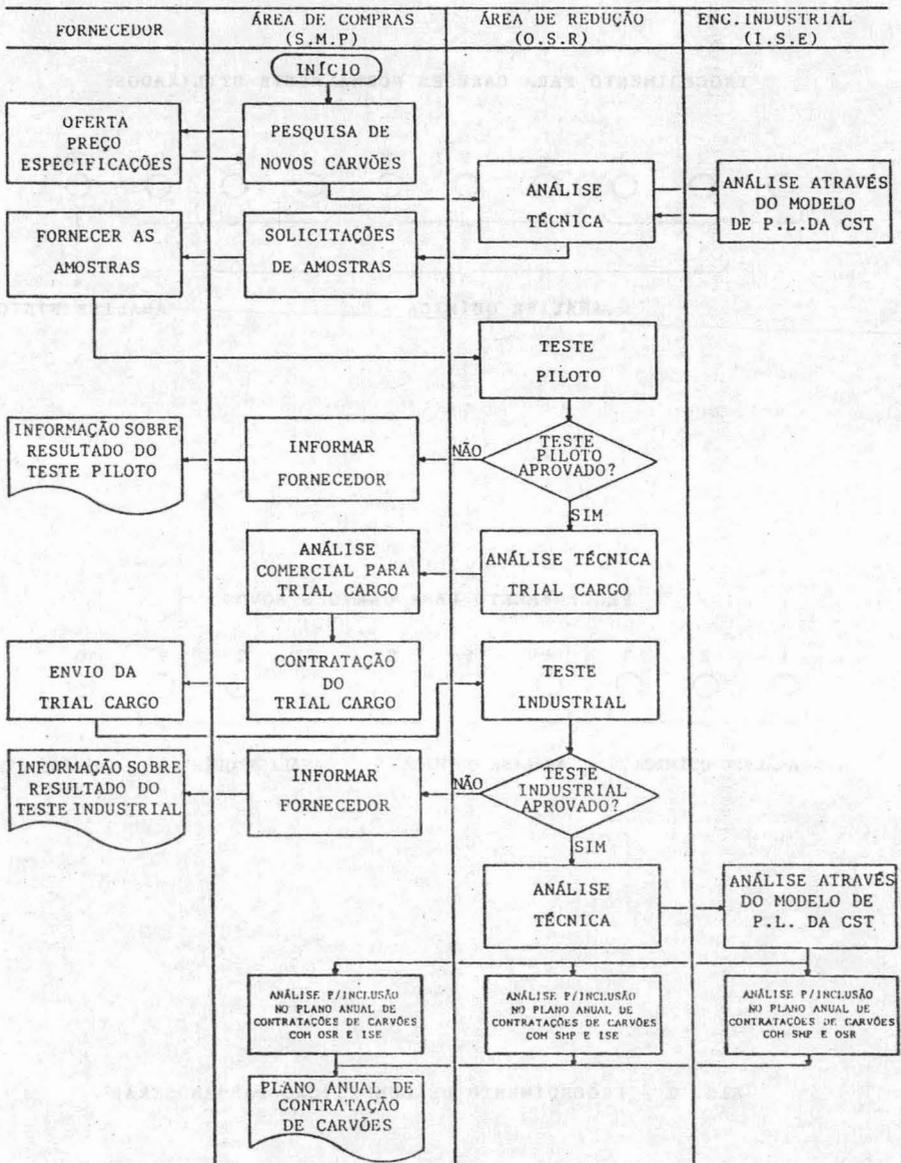
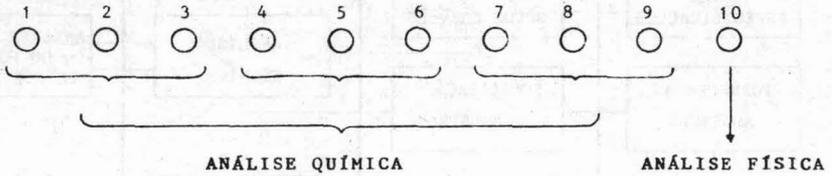


FIGURA 01 - PROCESSO DE DESENVOLVIMENTO E ANÁLISE DE NOVOS CARVÕES.

## PROCEDIMENTO PARA CARVÕES NORMALMENTE UTILIZADOS



## PROCEDIMENTO PARA CARVÕES NOVOS

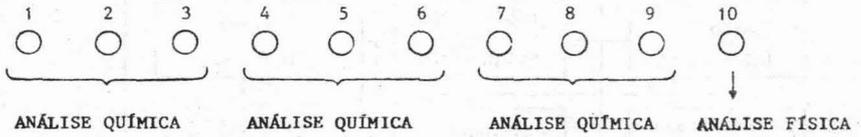


FIG. 2 - PROCEDIMENTO DE COMPOSIÇÃO DAS AMOSTRAS

QUADRO I - CARACTERÍSTICAS DOS CARVÕES ( ESCALA PILOTO E INDUSTRIAL )

CARVÃO	SIGLA	ORIGEM	CUSTO FOBT (US\$)	CINZA (%)	MAT. VOLATIL (%)	ENXOFRE (%)	REFLEC (%)	HEAT (%)	ENRIES (%)	FLUIZ 30-15 (%)	DILAT. RUHR (%)	HGI	FS1	TM	CONTR. PRESSÃO		D <sub>30</sub> D <sub>15</sub> (%)	FORM DAS PAREDES (%)	TEMPO COULIF (h)	
															(%)	(Kg/cm <sup>2</sup> )				
E L  C E R R E J O N	I	CE	COL.	-	7,99	36,80	0,56	-	-	-	0	- 5	48,7	1,5	-	38,3	0,031	...	1.045	25:00
	II	CE	COL.	34,50	8,89	36,01	0,90	0,58	75	25	0	- 32	51,1	2,0	11,2	- 0 - - 0 - - 0 -	- 0 - - 0 -	- 0 - - 0 -	- 0 - - 0 -	
	III	CE	COL.	-	1,09	39,88	0,54	-	-	-	0	- 43	49,4	1,0	-	*	0,038	...	1.050	24:50
OPTIMUM	OP	AFS	-	10,69	33,06	0,58	0,72	64	36	0	- 17	42,8	1,0	-	27,0	0,043	...	1.048	28:25	

( - 0 - ) NÃO FOI REALIZADO ENFORNAMENTO COM 100%

( ... ) NÃO FOI POSSIVEL REALIZAR D<sub>15</sub><sup>30</sup>

( \* ) NÃO FOI POSSIVEL REALIZAR A MEDIDA

QUADRO II

CARVÃO = EL CERREJON  
 PROCEDÊNCIA = COLÔMBIA  
 FORNECEDOR = CARBOCOL

TESTE EM ESCALA PILOTO

CARVÃO \ MISTURA (%)	I	II	III	IV	V	
EL CERREJON	100,0	20,0	10,0	10,0	8,5	
BEATRICE	-	15,0	15,0	-	-	
BECKLEY	-	-	-	13,5	18,0	
BALMER	-	5,0	10,0	-	-	
FORDING	-	-	-	9,0	-	
JENKINJONES	-	10,0	15,0	12,0	12,0	
FIRST MAJA	-	10,0	10,0	21,0	20,0	
SANTA CATARINA	-	20,0	20,0	6,0	7,0	
CLINCHFIELD	-	20,0	20,0	18,5	19,0	
GERMAN CREEK	-	-	-	10,0	15,5	
CINZA DO COQUE (%)	1,76	8,36	9,05	8,83	8,70	
"S" DO COQUE (%)	0,48	0,69	0,67	0,62	0,68	
DI <sup>30</sup> / <sub>15</sub> (%)	-	92,0	93,8	94,4	94,4	
REND. CARVÃO/COQUE (%)	-	73,5	75,6	76,0	75,0	
PRESSÃO (KG/CM <sup>2</sup> )	0,038	0,050	0,030	0,028	0,035	
TEMP. FINAL COQUE (°C)	1.050	1.025	1.030	1.030	1.020	
TEMP. PAREDES (°C)	1.050	1.048	1.048	1.048	1.048	
TEMPO COQUEIFICAÇÃO (h)	24:50	19:00	18:50	18:35	18:25	
CONTRACÇÃO (%)	-	6,6	6,6	6,6	6,6	

QUADRO III

CARVÃO = EL CERREJON  
 PROCEDÊNCIA = COLÔMBIA  
 FORNECEDOR = CARBOCOL

TESTE EM ESCALA PILOTO

CARVÃO \ MISTURA (%)	I	II	III			
EL CERREJON	100,0	10,0	5,0			
BEATRICE	-	15,0	15,0			
BALMER	-	10,0	7,0			
JENKINJONES	-	15,0	16,0			
FIRST MAJA	-	20,0	20,0			
SANTA CATARINA	-	10,0	14,0			
CLINCHFIELD	-	20,0	17,0			
FORDING	-	-	6,0			
CINZA DO COQUE (%)	9,99	9,90	10,78			
"S" DO COQUE (%)	0,46	0,66	0,63			
DI 30 (%)	-	92,9	93,0			
DI 15 (%)	-	92,9	93,0			
REND. CARVÃO/COQUE (%)	49,9	74,2	75,7			
PRESSÃO (KG/CM²)	0,031	0,042	0,040			
TEMP. FINAL COQUE (°C)	880	1.010	1.000			
TEMP. PAREDES (°C)	1.045	1.050	1.050			
TEMPO COQUEIFICAÇÃO (h)	25:00	18:35	18:35			
CONTRAÇÃO (%)	38,3	5,5	5,5			

QUADRO IV

CARVÃO = OPTIMUM  
 PROCEDÊNCIA = ÁFRICA DO SUL  
 FORNECEDOR = GENCOR

TESTE EM ESCALA PILOTO

CARVÃO \ MISTURA (%)	I	II	III	IV	V
OPTIMUM	100,0	15,0	10,0	7,0	5,0
BEATRICE	-	16,0	16,0	15,0	15,0
JENKINJONES	-	13,0	13,0	16,0	16,0
CLINCHFIELD	-	16,0	18,5	-	17,0
BLACKWATER	-	-	-	15,0	-
FORDING	-	7,0	7,0	-	6,0
GERMAN CREEK	-	8,0	8,0	12,0	7,0
FIRST MAJA	-	13,0	13,0	21,0	20,0
SANTA CATARINA	-	12,0	14,5	14,0	14,0
CINZA DO COQUE (%)	14,08	11,05	11,47	10,93	10,51
"S" DO COQUE (%)	0,57	0,68	0,69	0,69	0,70
DI <sub>30</sub> (%)	-	92,7	93,0	94,3	93,2
DI <sub>15</sub> (%)	41,4	74,7	75,5	75,1	76,4
REND. CARVÃO/COQUE (%)	41,4	74,7	75,5	75,1	76,4
PRESSÃO (KG/CM <sup>2</sup> )	0,043	0,040	0,016	0,058	0,040
TEMP. FINAL COQUE (°C)	1.055	995	1.000	995	1.010
TEMP. PAREDES (°C)	1.048	1.051	1.050	1.049	1.054
TEMPO COQUEIFICAÇÃO (h)	28:25	20:15	19:15	19:25	18:45
CONTRAÇÃO (%)	27,0	7,7	7,7	7,7	7,7

QUADRO V

CARVÃO = EL CERREJON  
 PROCEDENCIA = COLOMBIA  
 FORNECEDOR = CARIBOCOL

## TESTE EM ESCALA PILOTO

CARVÕES	MISTURA (%)		I	II			
EL CERREJON			15,0	10,0			
BECKLEY			16,0	16,0			
JENKINJONES			13,0	13,0			
CLINCHFIELD			16,0	16,0			
FORDING			7,0	7,0			
GERMAN CREEK			8,0	10,0			
FIRST MAJA			13,0	13,0			
SANTA CATARINA			12,0	13,0			
PEAK DOWNS			-	3,0			
CINZA DO COQUE (%)			10,01	10,42			
"S" DO COQUE (%)			0,66	0,69			
DI 30 (%)			94,6	93,8			
DI 15							
REND. CARVÃO/COQUE (%)			76,9	75,7			
PRESSÃO (KG/CM <sup>2</sup> )			0,042	0,035			
TEMP. FINAL COQUE (°C)			1.020	1.000			
TEMP. PAREDES (°C)			1.041	1.051			
TEMPO COQUEIFICAÇÃO (h)			18:35	18:45			
CONTRAÇÃO (%)			6,0	5,5			

## TESTE EM ESCALA INDUSTRIAL

CARVÕES	MISTURA (%)							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	
EL CERREJON	4,5	5,0	7,3	9,0	8,0	3,0	10,0	
FIRST MAJA	25,8	-	-	-	-	-	25,0	
BUCHANAN	16,0	13,0	13,0	14,0	-	-	-	
JENKINJONES	19,0	15,0	15,1	-	-	-	-	
SANTA CATARINA	10,0	8,0	9,8	8,0	6,0	6,0	3,0	
BLACWATER SOFT	10,0	10,0	7,4	4,5	7,0	7,0	-	
GERMAN CREEK	8,2	10,0	13,8	11,5	13,0	-	-	
FORDING	-	24,0	20,4	29,5	33,0	36,2	-	
CLINCHFIELD	-	-	13,2	12,8	8,0	10,0	3,0	
CURRAGH	-	-	-	11,0	14,0	16,4	-	
NORWICH PARK	-	-	-	-	11,0	8,6	8,5	
BEATRICE	-	-	-	-	-	12,8	8,0	
BALMER	-	-	-	-	-	-	19,5	
GOOHYELLA	-	-	-	-	-	-	9,0	
BLUE CREEK	-	-	-	-	-	-	-	
ROWLAND	-	-	-	-	-	-	-	
CINZA (%)	8,09	8,08	8,08	8,07	8,07	8,11	7,74	
MATÉRIA VOLÁTIL (%)	25,21	25,40	25,40	25,43	25,52	25,01	25,73	
ENXOFRE (%)	0,799	0,784	0,787	0,754	0,733	0,702	0,555	
REFLECTÂNCIA (%)	1,22	1,20	1,20	1,24	1,27	1,32	1,17	
FLUIDEZ (1.0g DDPM)	2,713	2,953	2,768	2,671	2,639	1,795	2,708	

DI<sub>15</sub> APÓS TRATAMENTO