

CONHECIMENTOS ADQUIRIDOS COM AS EXPERIÊNCIAS E
ENSAIOS DE REATIVIDADE DO COQUE NA COSIPA (1)

Ulysses Martins Moreira Filho (2)
José Antonio Almeida (3)
Enio Almeida de Castro (4)

RESUMO

Uma síntese dos resultados obtidos quando das experiências com ensaio de reatividade do coque na COSIPA. São abordadas algumas experiências operacionais de matéria prima e modificação nas condições do ensaio.

-
- (1) Contribuição Técnica para ser apresentada no Seminário da COMIN/COMAP - Redução de Minério de Ferro e Matérias Primas, setembro de 1987 - Porto Alegre/RS
 - (2) Coordenador da Gerência de Metalurgia e Qualidade da COSIPA
 - (3) Assessor Técnico da Gerência de Metalurgia e Qualidade da COSIPA
 - (4) Supervisor da Gerência de Laboratórios da COSIPA

1 - INTRODUÇÃO

O ensaio de reatividade do coque é uma ferramenta nova para identificar os problemas de qualidade do coque. Os efeitos das variações na qualidade física já são por demais conhecidas. Há uma preocupação muito grande para se manter a uniformidade da qualidade física do coque.

As características próprias de cada carvão e a composição da mistura para propiciar bons resultados já é um assunto bastante desenvolvido.

Muitos dos efeitos do processo de coqueificação e manuseio do mesmo ainda não são de inteiro domínio e o reflexo destes na qualidade ainda estão sendo estudados.

2 - OBJETIVO

Mostrar os resultados de reatividade e resistência após a reação com coques obtidos em condições diferentes de coqueificação. São mostrados também alguns resultados de ensaios com modificações. Todos estes dados foram obtidos a partir da introdução do ensaio de reatividade de na COSIPA.

3 - DESENVOLVIMENTO

O trabalho é uma reunião de diversos ensaios e observações realizadas durante anos.

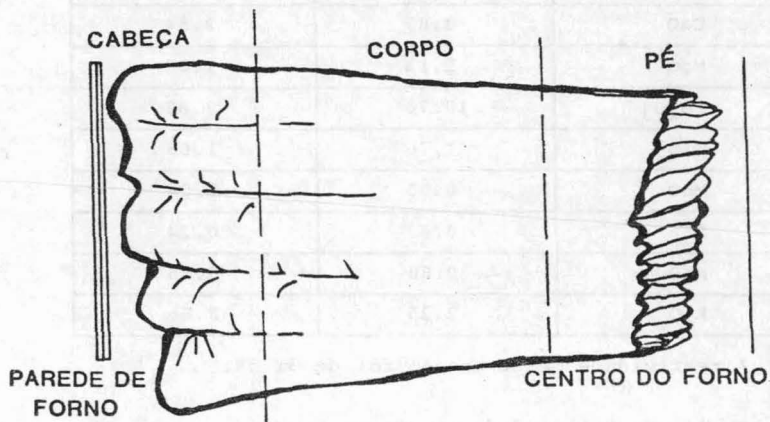
3.1 - Ensaio de Reatividade do Coque Feito com a Mesma Mistura em 3 Alturas Diferentes Dentro do Forno - "BOX-TEST"

Da amostra de mistura de carvões coletada para ensaios foram enchedas 3 latas e padronizada a densidade no interior das mesmas. Foi utilizado o padrão de trabalho para "Box-TEST". Estas 3 latas foram enforçadas no mesmo forno porém em alturas diferentes. Uma lata foi colocada na soleira e outra no centro do forno e a última 30 cm abaixo do nível da carga.

Após a coqueificação as latas foram recolhidas na rampa e o coque de cada uma delas analisado (Figura e Tabela 1).

3.2 - Ensaio de Reatividade no Mesmo Coque em Posições Diferentes

Foram selecionadas peças de coque coletadas na rampa. Estas peças foram quebradas e retiradas para ensaio conforme esguema:



Foram realizados os ensaios de cada um destes pontos e obtidos os seguintes resultados:

PONTOS	REATIVIDADE	RAR
Cabeça	27.8	62.0
Corpo	29.9	59.0
Pé	33.0	51.0
Média do Dia	31.2	56.8

3.3 - Modificações na Composição Química da Cinza do Coque Antes e Após o Ensaio de Reatividade

Da amostra preparada para o ensaio de reatividade foi separado uma parte homogênea e preparada para análise química das cinzas. O restante do material foi realizado o ensaio de reatividade e após o ensaio o referido coque foi preparado para análise química da cinza.

COMPONENTES	ANTES DO ENSAIO	APÓS ENSAIO
SiO ₂	51.14	52.42
Al ₂ O ₃	28.58	28.95
CaO	3.07	2.84
MgO	1.13	1.03
Fe ₂ O ₃	10.78	9.88
TiO ₂	1.70	1.68
MnO	0.05	0.04
S	0.63	0.24
NaO	0.66	0.65
K ₂ O	2.25	2.66

A reatividade deste ensaio foi de 31.5%.

3.4 - Ensaio de Reatividade com Coque Poroso

Durante 14 dias foram selecionados e separados coque poroso da a mostra destinada aos ensaios normais. Este material defeituoso(±1,0%) do total amostrado foi acumulado e feito o ensaio de reatividade.

%		
Tipo	Reatividade	Rar
Poroso	43.0	34.1
Média Período	30.6	58.6

Este material poroso é caracterizado basicamente por esponjas e resíduos do pé.

3.5 - Resultados do Ensaio de Reatividade com Tempo de Coqueificação Diferente

Propositalmente foi deixado de desenformar um forno da bateria nº 3. O tempo de super coqueificação estimado foi de 3,30 horas.

Este material foi ensaiado e comparado com o resultado obtido na média diária.

Tipo	%	
	Reatividade	Rar
> "Stat Time"	27.6	64.2
Média Diária	31.2	57.4

3.6 - Ensaio de Reatividade com o Coque de Outras Empresas do Grupo "SIDERBRÁS"

Durante o período de implantação do ensaio de reatividade houve uma série de problemas técnicos referentes ao próprio ensaio.

Estes problemas foram solucionados gradativamente e algumas das soluções ficaram como técnica de trabalho desenvolvida por nosso Laboratório. Após este período as outras empresas do grupo "SIDERBRÁS" solicitaram alguns ensaios do coque de sua fabricação. São feitas comparações com o coque produzido na COSIPA no mesmo período.

EMPRESAS	LOCAL	REATIVIDADE	RAR
A	PADRÃO	26.2	62.0
A	NORMAL	27.3	59.4
COSIPA	NORMAL	30.7	56.8
B	BIA II	39.7	30.5
	BIA IV	29.0	54.9
COSIPA	NORMAL	31.0	56.1
C	ESTOQUE	34.9	-
COSIPA	ESTOQUE	31.6	-

3.7 - Ensaio de Reatividade com Coque Apagado com Maior Tempo de Extinção

Por alguma razão técnica ou parada dos Altos Fornos o coque produzido é estocado. Para evitar problemas de incêndio nas pilhas o coque a ser estocado é apagado com maior quantidade d'água.

Durante um longo período foi feito um acompanhamento no coque es toque COSIPA consumido no Alto Forno I e os dados de reatividade esta vam sempre maiores que o da produção do mesmo período.

Para verificar quais as razões do aumento da reatividade foram feitos ensaios do coque logo após o apagamento e após a estocagem. Pa ra melhor caracterizar, foram feitos ensaios de reatividade e porosi dade.

TIPO	LOCAL	%			
		H ₂ O	REAT.	RAR	POROSO
Apagado com > Tempo Extinção	Baia	9.6	35.8	-	51.4
"	Recuperação	11.4	34.8	-	-
Apagado Normalmente	Rampa	3.4	31.9	57.3	49.8

3.8 - Ensaio de Reatividade a 950°C

Muito se tem escrito sobre a influência da super coqueificação na qualidade do coque e especificamente nos valores de reatividade. O tempo de super coqueificação é necessário para manter a uniformidade da qualidade. O tempo mínimo de super coqueificação deve ser rigoroso pois depende dele a estabilidade do produto e da própria bateria.

O gráfico 1 mostra a evolução da qualidade do coque (DI) quando é aumentado o tempo de super coqueificação e o gráfico 2 mostra a evolu ção da qualidade quando aumenta-se a temperatura média.

Para se pesquisar a influência da super coqueificação na reativi dade do coque e na resistência após a reação, foi feito um acompaña mento durante 39 dias e não foi possível estabelecer uma correlação entre a super coqueificação e reatividade ou resistência após reação.

Procurou-se então uma explicação sobre a dificuldade em manter uma correlação entre os dois parâmetros bem definidos.

Foi encontrada uma explicação muito importante no desenvolvimento do ensaio de reatividade.

O ensaio de reatividade padronizado é executado numa temperatura a 1.100°C . O coque a ser ensaiado é submetido a esta temperatura durante 60 minutos em presença de N_2 antes de ser colocado o gás CO_2 para reagir. Ocorre que os 60 minutos em presença de N_2 a 1.100°C pode perfeitamente dar a estabilidade que não foi conseguida durante a fabricação do referido coque. Portanto o ensaio de reatividade não caracteriza bem os defeitos oriundos de falta da super coqueificação.

Para a complementação deste raciocínio foram realizados ensaios de reatividade durante 90 dias na condição normalizada e numa condição proposta. A condição proposta é a diminuição da temperatura de 1.100°C para 950°C . A modificação da temperatura para 950°C traria o benefício de fazer o ensaio abaixo da temperatura de super coqueificação a qual foi submetido o coque (Tabela 2).

4 - CONCLUSÕES

Há ainda um vasto caminho a ser seguido no conhecimento exato dos parâmetros que influe na reatividade e na resistência após a reação do coque.

Os assuntos aqui abordados são coletâneas de experiências durante os anos. Destas podemos tirar algumas lições importantes na fabricação do produto.

O ensaio de reatividade com o coque proveniente de "BOX-TEST" deve ser usado com reserva, visto que dependendo da posição em que é colocado os resultados são diferentes. Além disto nenhum dos resultados foi semelhante a média da produção.

Numa mesma peça de coque os resultados foram significativamente diferentes. Na cabeça do coque, onde o coque recebe maior gradiente térmico, o resultado da reatividade foi menor e o pé do coque onde é menor o gradiente térmico além de mais poroso o resultado foi maior. Em ambos os casos houve correspondência nos valores de resistência após a reação. Estes resultados nos sugere estudar ainda mais os efeitos da super coqueificação na homogeneização da qualidade. Havendo maior tempo de super coqueificação ocorrerá menos diferenças entre o pé e a cabeça e conseqüente melhoria da qualidade.

Referente a análise química das cinzas antes e após o ensaio de reatividade mostrou algumas diferenças, no entanto a maior expectativa era com os álcalis ($\text{NaO} + \text{K}_2\text{O}$) e estes não modificaram. A maior parte dos trabalhos falam da grande influência dos álcalis na reativi

dade no entanto a não ser que eles sejam apenas catalizadores, eles não participaram da reação.

O coque obtido com tempo de super coqueificação maior apresentou resultados de reatividade e resistência após a reação melhores, portanto foi produzido um coque de melhor homogeneidade.

Os resultados de ensaio do coque da empresa "A" apresentaram melhores resultados devido a esta empresa trabalhar com o tempo de super coqueificação maior que 120 minutos. Os resultados do coque da bateria 2 da empresa "B" foi muito ruim e este material foi trazido na época de crise de um dos Altos Fornos. O coque da empresa "C" não pode ser comentado por ter sido apagado com excesso d'água.

O coque apagado com maior quantidade d'água apresentou resultados diferentes. Foram feitos ensaios de porosidade e o coque apagado com mais água tinha maior porosidade e pode ser esta a razão do aumento da reatividade.

É importante que se continue a pesquisa da temperatura ideal para o ensaio de reatividade. Se de um lado a temperatura de 1.100°C parece não atender aos problemas de avaliação da super coqueificação é no entanto a temperatura ideal para avaliar o produto no Alto Forno.

REFERÊNCIAS

- Influência da condição de coqueificação na qualidade do coque.
. KANSAI NETSUKAGAKU KENKYUSHO e outros.
- COKE CIRCULAR 1981
. NAKAMURA e outros.
- Mudança na composição durante a coqueificação.
. Centro de Estudo Siderúrgico do Laboratório Técnico - NSC
. YOSHIHISA SAKURAI e MITSUHIRO SAKAWA

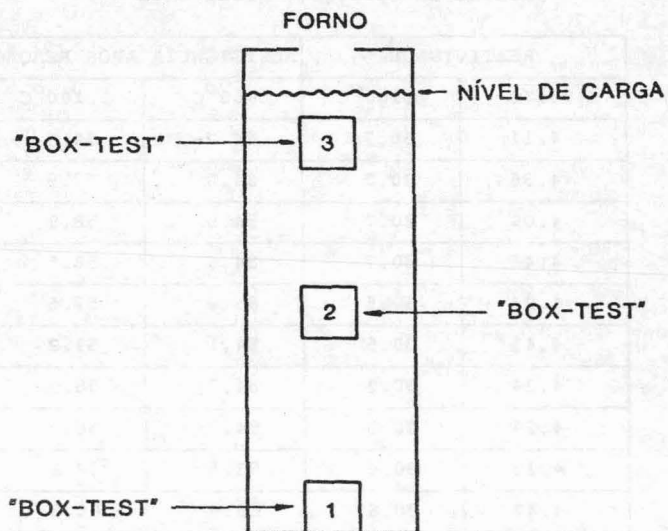


Tabela 1

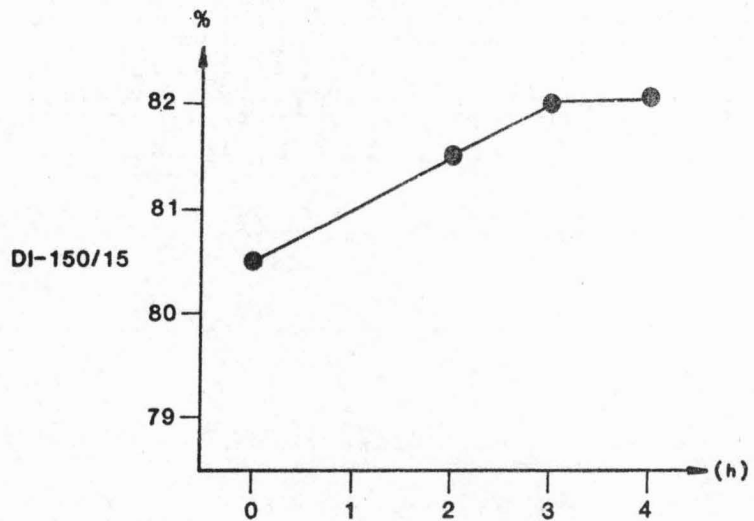
PONTOS	REATIVIDADE	EAR	RAR
1	38.7	85.8	46.9
2	40.8	83.2	48.3
3	39.1	84.4	45.8
Média Dia	30.0	86.4	56.9

Tabela 2

Ensaio de Reatividade e Resistência Após
Reação em Condições Diferentes

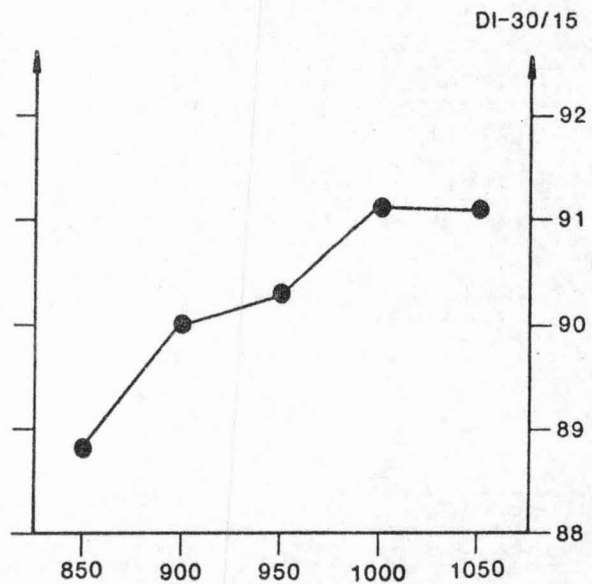
	REATIVIDADE		RESISTÊNCIA APÓS REAÇÃO	
	950°C	1.100°C	950°C	1.100°C
	4.11	30.7	84.7	59.3
	4.36	30.7	84.0	57.9
	4.09	30.7	84.5	58.9
	4.48	30.7	84.6	58.5
	4.22	30.5	85.0	57.5
	4.41	30.5	84.1	59.2
	4.34	30.2	84.7	58.9
	4.29	30.5	84.7	58.7
	4.23	30.6	83.5	58.9
	4.42	30.6	85.9	60.3
	4.65	30.5	85.0	60.4
	4.72	30.3	83.1	60.5
	4.79	30.8	83.0	59.8
	4.70	30.5	84.8	59.1
	4.68	-	-	-
\bar{x}	4.43	30.55	84.27	59.13
σ	0.22	0.15	0.87	0.85

GRÁFICO-01



SUPER COQUEIFICAÇÃO -(h)

GRÁFICO-02



TEMPERATURA

