

# EVOLUÇÃO DA TECNOLOGIA DE CANAIS DE CORRIDAS NA CST ESTABILIZANDO A OPERAÇÃO DOS ALTOS – FORNOS<sup>1</sup>

*Alamar Kasan Duarte<sup>2</sup>  
Jorge Adelino Faria<sup>3</sup>  
José Antonio Pereira Novaes<sup>3</sup>  
Marcelo Bernadino B. Leite<sup>4</sup>  
Paulo Roberto Ribeiro da Silva<sup>5</sup>  
Marco Antônio Munhão<sup>6</sup>  
Roberto da Cruz Júnior<sup>7</sup>*

## **Resumo**

Este trabalho mostra as principais atividades desenvolvidas entre 2002 a 2006 na melhoria da tecnologia, controle e manutenção refratária dos canais de corrida dos Altos-Fornos da CST, que estão permitindo a obtenção de longas campanhas de operação, com o máximo de segurança operacional. Mostra ainda os resultados, os métodos para a preparação dos projetos dos canais e o planejamento da manutenção que possibilitaram aumentar a disponibilidade dos canais de corrida para operação, melhorar os índices de segurança operacional e reduzir o consumo de refratários com estabilidade operacional dos Altos-Fornos.

**Palavras-chave:** Canais de corrida; Manutenção; Altos-fornos.

## **THE EVOLUTION OF REFRACTORY TECHNOLOGY IN CST CASTHOUSES WITH BETTER BLAST-FURNACES OPERATIONAL STABILITY**

### **Abstract**

This paper shows the main activities developed in CST Blast-Furnace casthouses, between 2002 and 2006, regarding new refractory technologies, with better controls and improved trough lining maintenance, with longer campaign and maximum operational safety. A new project for the Blast-Furnace 1 troughs and a long action plan for Blast-Furnace 2 troughs maintenance have increased the lining availability for operation, improved a safer operational condition and reduced specific refractory consumption.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 62º Congresso Anual da ABM – Internacional, 23 a 27 de julho de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Membro da ABM, Gerente de Projetos Especiais da Magnesita S.A., Contagem, MG.*

<sup>3</sup> *Gerente do Alto Forno da CST, Vitória, ES*

<sup>4</sup> *Coordenador de Canais, Magnesita S.A., Vitória, ES.*

<sup>5</sup> *Gerente de Contrato, Magnesita S.A., Vitória, ES.*

<sup>6</sup> *Supervisor de Canais, magnesita S.A., Vitória, ES.*

<sup>7</sup> *Membro da ABM, Especialista de Altos Fornos, CST, Vitória, ES.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os Altos-Fornos da CST – Arcelor - Mittal Brasil produzem cerca de 14.400 t/d de gusa líquido com elevada produtividade (AF1: 2,40 t/d/m<sup>3</sup> – VI e AF2: 2,45t/d/m<sup>3</sup> – VI) e qualquer interferência na operação de esgotamento, gerada por acidentes ou redução da disponibilidade dos canais de corrida, leva a uma instabilidade operacional. Em função disto, em 2002, o contrato de refratários com a MSA foi implementado com uma nova forma de gerenciamento, investimentos e controle, visando reduzir a variabilidade operacional na casa de corrida.

Para se alcançar os resultados objetivados foi necessário incrementar tecnologicamente alguns itens, tais como, o desenvolvimento de um novo projeto de canais, mais seguro (maior monitoramento) e com menor consumo de refratário, visando eliminar acidentes de vazamentos de gusa e escoria no Alto-Forno 1. Para o Alto-Forno 2 foi elaborado um projeto visando reduzir o tempo de manutenção dos canais e aumentar a sua campanha, aumentando a sua disponibilidade para produção, muito importante em sua performance e também para a vida útil do cadinho.

A Tabela 1 abaixo mostra a descrição dos canais de corrida e dos Altos-Fornos da CST.

**Tabela 1.** Descrição dos Altos-Fornos e canais de corrida da CST – Arcelor - Mittal Brasil.

	AF1	AF2
Volume inteiro (m <sup>3</sup> )	4415	1550
Volume útil (m <sup>3</sup> )	3707	1374
Quantidade de ventaneiras	38	22
Quantidade de furos	4	2
Diâmetro de cadinho(m)	14	08
Sistema de refrigeração	Stave cooler	Stave cooler
Tipo de Topo	Duplo cone (CCF)	P W
Tipo de canal	Fixed Trough	Free Suspended Trough
Comprimento do canal principal (mm)	23.000	16.500
Sistema de refrigeração	Natural	Natural
Classificação de refratário	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiC-C	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -SiC-C

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Novo Conceito de Contrato de Refratários na Área dos Altos-fornos

A partir de 2002 foi implementado o contrato de refratários na área da casa de corridas com a MSA usando um novo conceito, objetivando reduzir a variabilidade da operação da casa de corrida, buscando aumentar a estabilidade operacional dos Altos-Fornos, conforme demonstra o fluxo da Figura 1.



**Figura 1.** Fluxo conceitual da redução da variabilidade operacional da casa de corrida dos Altos-Fornos.

Todo este conceito foi implementado na revisão do contrato, onde a busca de melhoria contínua foi difundida, gerando um fortalecimento na parceria através da busca de novas soluções e tecnologias, deixando de se ter a visão de apenas fornecer refratários.

A nova política de contrato está fundamentada nos seguintes fatores, descritos abaixo:

- Avaliar o valor percebido pelo desempenho dos refratários nos Altos-Fornos, com foco na performance operacional, custo e consumo específico.
- Manter o desenvolvimento de novas tecnologias.
- Manter o planejamento de projetos e testes, visando reduzir o consumo de refratários, com distribuição de bônus / ônus financeiro em função da performance alcançada dos projetos testados e implantados.
- Aumentar a flexibilidade de troca de informações técnicas com empresas bench-marks na área de refratários para Alto-Forno.
- Manter contrato de longo prazo na área de refratários.

## 2.2 Novo Conceito de Projeto para os Canais do Alto-forno 1

Os projetos de canais de corrida devem ser eficientes na função de separar gusa e escória, em reduzir o consumo específico de refratários e em acompanhar as solicitações operacionais da casa de corrida (térmicas e mecânicas), visando evitar deformações da carcaça ou desgastes localizados do revestimento refratário, reduzindo a possibilidade de acidentes na casa de corrida que comprometam o desempenho do Alto-Forno.

De forma a acompanhar este conceito de redução da variabilidade na operação de esgotamento, devido aos problemas gerados pelos canais, foi desenvolvida uma nova tecnologia de canal principal de maior desempenho que está fundamentada nos seguintes fatores, descritos abaixo.

- O projeto refratário foi desenvolvido com um aumento do isolamento térmico do canal, visando reduzir a temperatura de carcaça. Esta alteração pode levar a um acréscimo no consumo de refratário, quando não compensada com melhorias na geometria do canal, que tem uma grande influência no consumo específico.
- O projeto mecânico da carcaça e do revestimento refratário foi desenvolvido através de estudos de simulação térmica do revestimento (Figura 2), visando reduzir o efeito da temperatura na dilatação da carcaça e do refratário.

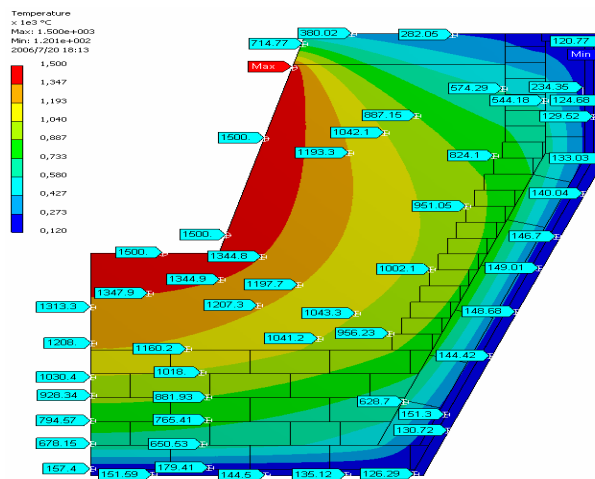
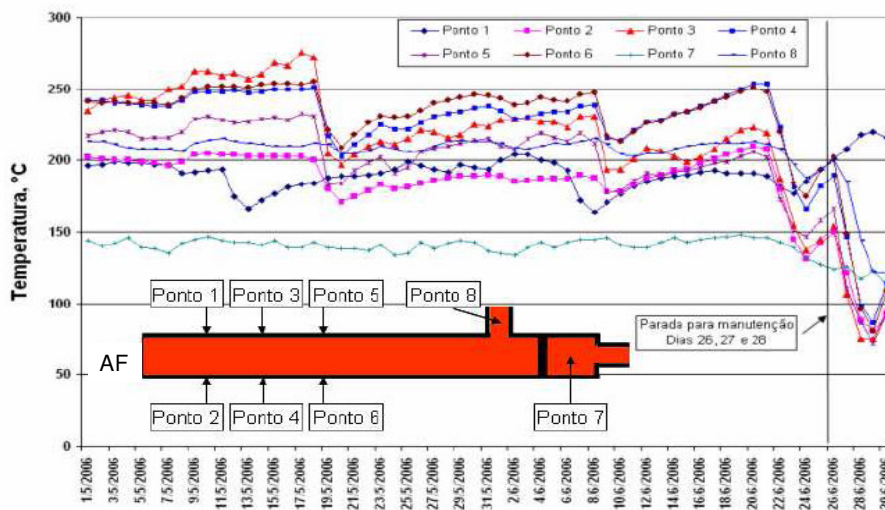


Figura 2. Simulação térmica do revestimento do canal.

- Posicionamento da carcaça com pequena elevação, em relação ao piso da casa de corrida, permitindo a saída do ar quente do ambiente de clausura em que os canais estão instalados.
- Aumento do monitoramento através de termopares inseridos em vários pontos da carcaça e em placas de cobre colocadas entre o revestimento de trabalho e o revestimento permanente nas áreas críticas do canal, visando aumentar a segurança operacional (Figura 3).



**Figura 3.** Monitoramento da carcaça do canal com termopares.

### 2.3 Aumento da Disponibilidade dos Canais no Alto-forno 2

O Alto-Forno 2 possui dois canais de corrida e durante a parada de um deles para manutenção refratária, ocorre redução da injeção de massa nos furos de gusa, gerando dificuldades no controle do esgotamento de gusa/escória, diminuição do comprimento dos furos de gusa com perdas no ritmo da produção devido a redução do Volume de ar soprado no AF. A redução do tempo de manutenção e o aumento da campanha dos canais, buscando aumentar a sua disponibilidade para a produção, são muito importantes para o desempenho do Alto-Forno.

De forma a aumentar a disponibilidade dos dois canais de corrida para a produção, visando reduzir o tempo de operação do Alto-Forno com apenas um canal, foi elaborado um plano de ação entre a CST e a MSA nos últimos 6 (seis) anos, baseado nos seguintes pontos principais:

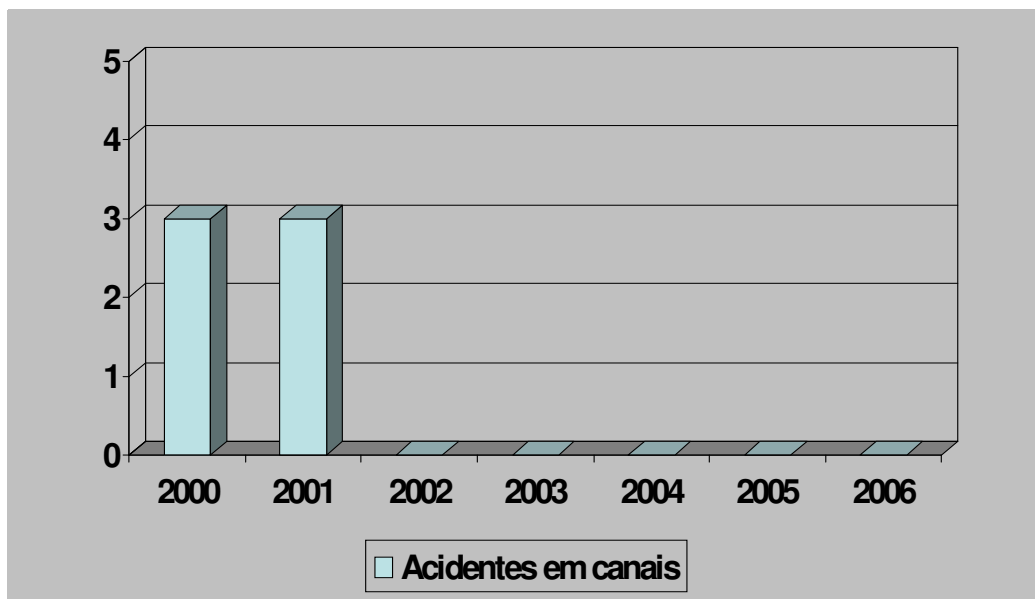
- Busca de um processo de resfriamento mais rápido;
- Mecanização do corte visando trabalho a quente;
- Uso de molde único visando redução no seu tempo de montagem;
- Reparações à quente via “shotcreting” ou tecnologias alternativas para se aumentar as campanhas dos canais;
- Uso da técnica de secagem convectiva;
- Implantação de reuniões preparatórias para elaboração do cronograma com as atividades / responsabilidades de cada projeto, seja da CST ou da MSA;
- Reunião periódicas entre a CST e a MSA para analisar os acertos e avaliar os desvios .

- Utilizar o P&D da MSA para pesquisar o comportamento dos refratários usados nas condições operacionais da CST;
- Conscientização de todas as equipes de manutenção da casa de corrida sobre as necessidades operacionais do Alto -Forno e a contribuição de cada um para o sucesso da manutenção.

### 3 RESULTOS OBTIDOS

#### 3.1 Resultados Obtidos no Alto-Forno 1

Conforme Figura 4<sup>(1,2)</sup> os resultados mostraram que os acidentes de canais foram zerados após a implantação das melhorias de controle e do novo projeto de canal, Isto levou a melhoria no desempenho do Alto-Forno e em condições operacionais mais seguras para as pessoas.



**Figura 4.** Numero de acidentes nos canais do Alto-forno 1.

Um resultado adicional alcançado com a execução deste plano de ação foi a redução em 33,14 % no consumo específico total de refratários em canais de corrida, passando de 1,0403 kg/t de gusa em 2002 para 0,6955 kg/t em 2006 conforme Figura 5.<sup>(1,2)</sup>

### CONSUMO ESPECÍFICO TOTAL DE REFRAATÓRIOS DOS CANAIS DO AF 1

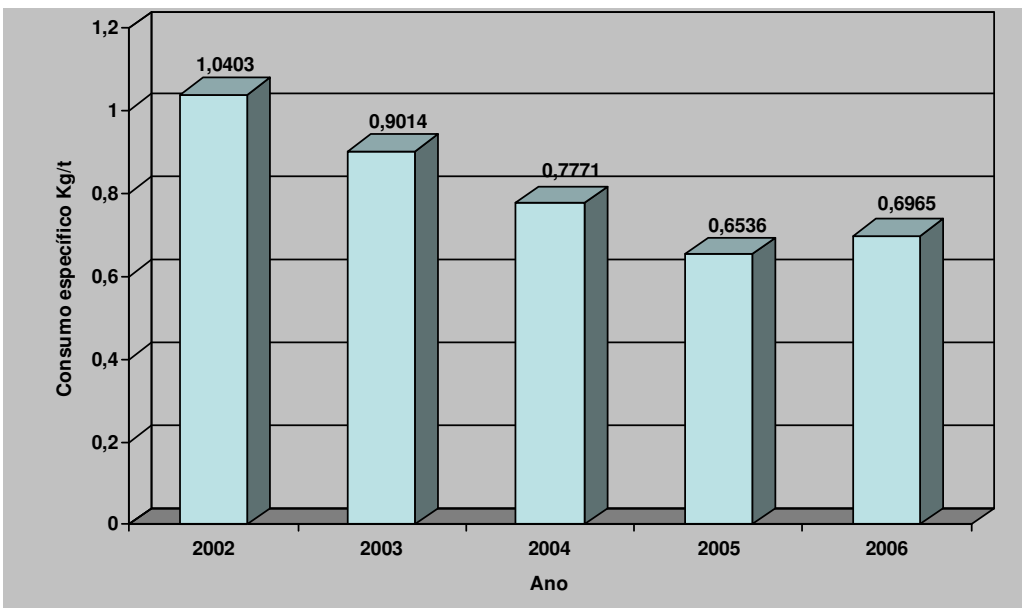


Figura 5. Consumo de refratários de canais do Alto-forno 1.

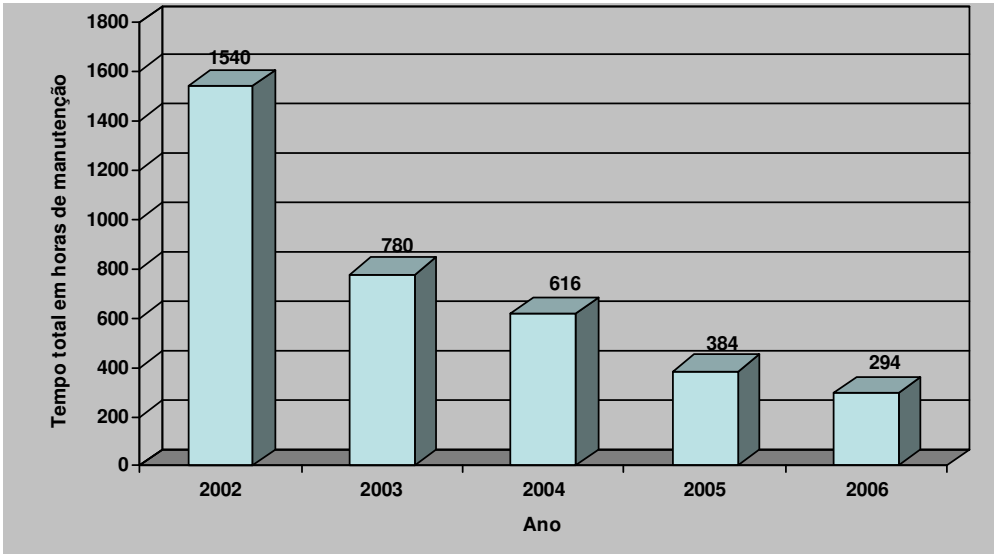
### 3.2 Resultados Obtidos no Alto-forno 2

As atividades desenvolvidas com os novos investimentos em equipamentos, em cada fase do processo de manutenção refratária dos canais do Alto-Forno 2, reduziram o tempo de manutenção de 110 horas em 2002 para 56 horas em 2006 (Tabela 2), propiciando um aumento no tempo de disponibilidade dos canais de corrida para produção, conforme demonstra a Figura 6.

Tabela 2. Fases da manutenção refratária dos canais do Alto-Forno 2<sup>(1,2)</sup>

ITEM	Fase	2002	2006
		Tempo total (h)	Tempo total (h)
1	RESFRIAMENTO	24	2
2	DEMOLIÇÃO	42	20
3	CONCRETAGEM	20	22
4	SECAGEM	24	12
TEMPO TOTAL DE MANUTENÇÃO DE CANAIS -AF2		110	56

#### EVOLUÇÃO DO TEMPO DE MANUTENÇÃO DE CANAIS DO AF 2 ANUAL



**Figura 6.** Evolução do tempo total de manutenção de canais no Alto-forno 2<sup>(1,2)</sup>

Novas tecnologias de reparações a quente e a melhoria do material refratário aumentaram as campanhas dos canais principais de 50 dias (120.000 t de gusa) em 2002 para 123 dias (233.000 t de gusa) obtidos no ano 2006, propiciando uma redução de 32,33 % no consumo específico total de refratários em canais de corrida, que passou de 0,9399 kg/t de gusa em 2002 para 0,6360 kg/t em 2006 conforme Figura 7.



CONSUMO ESPECÍFICO TOTAL DE REFRAATÓRIOS DOS CANAIS DO AF 2

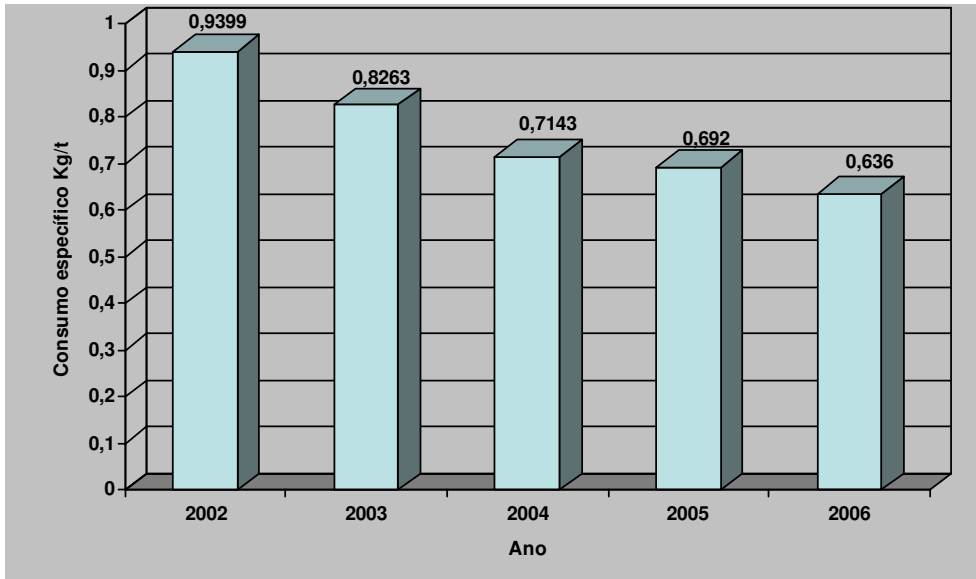


Figura 7. Consumo de refratários de canais do Alto-forno 2.

3.3 Redução do Consumo de Gás Natural nas Casas de Corrida do AF1 e AF2

A implantação do sistema de aquecimento convectivo no lugar da chama direta nos revestimentos dos canais não só aumentou a sua disponibilidade para a operação, mas também possibilitou uma redução de 60 % no consumo total de gás natural nos Altos-Fornos conforme demonstra a Figura 8.

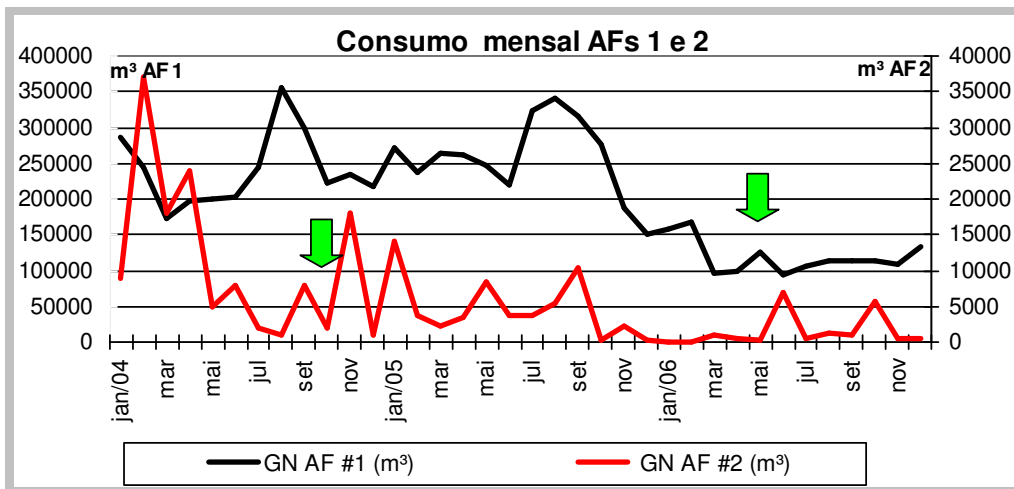


Figura 8. Consumo de gás natural nos Altos-fornos 1 e 2 da CST.

## **4 CONCLUSÕES**

A consolidação da gestão de performance no contrato de fornecimento de materiais refratários aplicados nos equipamentos dos Altos-Fornos 1 e 2 da CST a partir de 2002, possibilitou a redução da variabilidade na operação da casa de corrida, reduzindo o consumo específico de refratários, aumentando a segurança operacional e aumentando a disponibilidade dos canais para a produção . A busca de melhoria contínua tem sido uma constante no relacionamento entre fornecedor e cliente, fortalecendo a parceria existente entre as duas empresas.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 DUARTE, A.K.; FARIA, J.A.; NOVAES, J.A.P.; LEITE, M.B.B.; MUNHÃO, M.A.; SILVA, P.R.R.; PASSOS, R.L.; CRUZ JÚNIOR, R. - Uso de Aquecimento Convectivo em Canais de Corrida de Altos-Fornos na CST - XXXV Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias Primas da ABM– 30 de Agosto a 2 de Setembro de 2005 – Florianópolis, SC, Brasil.
- 2 DUARTE, A.K.; FARIA, J.A.; NOVAES, J.A.P.; LEITE, M.B.B.; MUNHÃO, M.A.; SILVA, P.R.R.; CRUZ JÚNIOR, R. – Aumento na disponibilidade dos canais de corrida do Alto-Forno 2 da CST – 5ª. Conferência de Redução do IAS – 7 a 10 de Novembro de 2005 – San Nicolas, Argentina.