

MANUTENÇÃO DOS FUROS DE GUSA DO ALTO FORNO 3 DA CSN ATRAVÉS DA TECNOLOGIA CORE & PLUG™ 1

Elton Silva Neves²

Pedro Coutinho da Silveira Sousa³

Alecir Lopes Saraiva Júnior⁴

Thiago Iwanaga Souza⁵

Paulo Renato de Oliveira Cordeiro⁶

Ezedequias Gomes Fernandes⁷

Taleb Talaat⁸

Resumo

Esse trabalho tem o objetivo de apresentar a manutenção dos reparos de furo de gusa do Alto Forno 3 CSN realizado em 2008 e 2009 através do método Core & Plug™ e Core & Cast™. No início de 2008 foram verificadas temperaturas elevadas e sinais de degradação dos blocos de carbono na região dos furos de gusa, então foi realizado um trabalho de sondagem refratária em conjunto com a empresa TRE Services para avaliação do revestimento. Com os resultados da sondagem realizada foi proposto e realizado o reparo dos furos de gusa denominado Core & Plug™ através da abertura das capelas no qual consiste em furar com uma serra copo a região do refratário degradado e instalar múltiplos plugs de carbono interligados para recompor a parede refratária. Como melhoria foi alterada a metodologia de reparo das capelas, sendo feito o reparo somente do miolo do concreto através da furação com serra copo evitando danificar os refratários de carbono do furo de gusa e paredes adjacentes reduzindo o tempo de reparo. Até o momento o reparo realizado atendeu as expectativas de desempenho proporcionando a segurança operacional e disponibilidade de produção do alto forno 3.

Palavras-chave: Refratários; Furos de gusa; Reparo Core & Plug™.

MAINTENANCE OF THE TAPHOLES ON CSN'S BLAST FURNACE 3 THROUGH CORE & PLUG™ TECHNOLOGY

Abstract

This work aims to present the maintenance of the tapholes of blast furnace 3 CSN held in 2008 and 2009 by the method Core & Plug™ and the Core & Cast™. At the beginning of 2008 were recorded high temperatures and signs of degradation of carbon blocks in the tapholes then was done work of core drilling in partnership with the company TRE Services for evaluation. Trough of the results of the core drilling was proposed and carried out the repair of tapholes called Core & Plug™ through the opening of the chapels in which consists remove refractory-degraded region with core bit and install multiple carbon plugs interconnected to recompose the refractory wall. As improvement has changed the methodology of repair of chapels being done the repair only the center of concrete through the core bit to avoid damaging the refractories tapholes and adjacent walls and reducing the time-to-repair. By the time the repair carried out has met the performance expectations providing operating safety and availability of production of blast furnace 3.

Key words: Refractories; Taphole; Repair Core & Plug™.

¹ Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Eng. Materiais, Eng. de Desenvolvimento de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

³ Engenheiro Mecânico, Gerente de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁴ Engenheiro Metalúrgico, Eng. de Manutenção de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁵ Engenheiro de Materiais, Eng. de Manutenção de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁶ Engenheiro Metalúrgico, Especialista de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁷ Engenheiro Civil, Engenheiro de Manutenção de Refratários da CSN. Volta Redonda, RJ, Brasil.

⁸ Engenheiro Materiais, Especialista de Refratários da TRE Services, Cranberry Township, Pennsylvania, Estados Unidos.

1 INTRODUÇÃO

Os altos fornos são os principais equipamentos para a contínua produção em uma siderúrgica e a parada dos mesmos por longo período para reparos, pode ocasionar grandes perdas financeiras para a empresa. A CSN possui dois altos-fornos, sendo o alto-forno 2 responsável por 30% da produção do gusa e produz 4100 ton/dia e alto-forno 3 responsável por aproximadamente 70% da produção de gusa produzindo 10200 ton/dia. O alto-forno 3 foi reformando em 2001 com a instalação de um cadinho novo com blocos grandes de carbono no fundo e parede e possui quatros furos de gusa. A Tabela 1 mostra as principais características de projeto.

Tabela 1. Principais características do Alto Forno 3 da CSN

Início Operação	Mar/76
Fabricante	NKK – VAI
Campanha	3ª Campanha – AGO/2001
Volume interno	4.237 m ³
Distribuição de carga	Calha rotatória (Paul Wurth).
Regeneradores	4 unidades com Câmara de Combustão Externa.
Sistema de refrigeração	Staves
Controle de pressão do topo	Sistema Bischoff.
Casa de corrida	4 furos de gusa.
Ventaneiras	38
Diâmetro de cadinho	13,5m

O plano de manutenção refratária das capelas dos furos de gusas até 2007 consistia em realizar a demolição do concreto velho com uma máquina pneumática de alto impacto e depois verter um concreto novo. Durante essas manutenções foi observado a degradação dos blocos de carbono em frente as capelas no qual estava aumentando os danos a cada reparo, sendo substituído o carbono degradado pelo concreto e próximo de ultrapassar a abertura da capela. O reparo do concreto das capelas era realizado a cada 6 meses e era o caminho crítico das manutenções preventivas, pois demandava o tempo de 37 a 40 horas.

Em 2008 observou-se o aumento da frequência de paradas não programadas no alto forno 3 para reparo das capelas devido a queda dos concretos⁽¹⁾ pois apresentava muito vazamento de gás no concreto devido as trincas existentes e temperaturas elevadas na região com a degradação dos blocos de carbono. A Figura 1 mostra o vazamento de gás e condições do refratário dos furos de gusa.



Figura 1. (a) Vazamento de gás na região das capelas; (b) condições do refratário dos furos de gusa observados durante manutenção das capelas.

A CSN contratou a empresa TRE Services para avaliar as condições do furo de gusa, parede do cadinho e elaborar um plano em conjunto para atingir a campanha de projeto do alto forno, 20 anos.

A TRE recomendou a CSN que interrompesse a prática de reparos das capelas utilizando a máquina pneumática de alto impacto para demolição do concreto, pois apesar de ser uma prática muito comum nas siderúrgicas não é o mais recomendável em situações semelhantes ao alto forno 3 da CSN, onde a área da abertura da capela é muito maior que os projetos convencionais. A Tabela 2 compara o tamanho da abertura da capela do alto forno 3 com alguns altos fornos da América com tamanho e capacidade similares.

Tabela 2. Comparativo dos tamanhos de capelas

Alto Forno	Largura da capela (m)	Altura da capela (m)	Área da capela (m ²)
CSN AF3	1.22	1.42	1.73
Gary 14	0.81	1.09	0.87
AM IN7	0.81	1.03	0.83
SNA L	1.06	1.06	0.89

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Com objetivo de avaliar a possibilidade de realizar o reparo dos furos de gusa, tendo como ponto de acesso a abertura das capelas, foi realizado um plano de sondagem de 8 furos ao redor de cada furo de gusa para avaliar a espessura residual da parede de carbono remanescente. A Figura 2 mostra os pontos de sondagem ao redor dos furos de gusa.

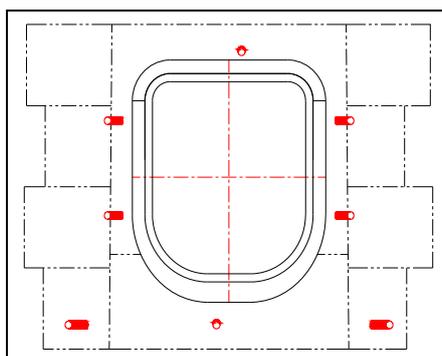


Figura 2. Plano de sondagem refratária realizado em fevereiro de 2008 em cada furo de gusa.

Com base nos resultados das sondagem realizadas foi desenvolvido um plano de ação com objetivo de preservar o material remanescente e identificar os reparos necessários para alcançar a campanha até 2021.

Seguindo as premissas da CSN de priorizar a integridade física de todos os envolvidos, a duração de reparo no menor tempo possível devido as condições de mercado favorável em 2008 decidiu-se realizar o reparo externo pelo método de Core & PlugTM e Core & CastTM entre os anos de 2008 e 2009 e criar um plano de extensão para atingir a campanha de projeto até 2021.

Segundo Talaat,⁽²⁾ o conceito do método Core & PlugTM consiste em furar com uma serra copo a região do refratário degradado, retirar através da abertura da capela e instalar múltiplos plugs interligados feitos de carbono microporo para restaurar a parede refratária no interior da carcaça na área do furo de gusa ou do cadinho. Para os reparos em 2008 foi projetado a instalação de sete plugs refratários medindo 610 mm de diâmetro x 914 mm de profundidade e dois plugs refratários medindo 229 mm de diâmetro x 610 mm de profundidade. O conceito também inclui blocos de grafite no formato da capela e concreto refratário instalado dentro da capela conforme mostra a Figura 3.

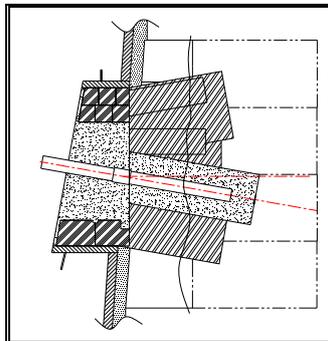


Figura 3. Conceito Core & PlugTM utilizado no reparo em 2008.

Segundo Talaat,⁽²⁾ o método Core & CastTM consiste em furar com uma serra copo a região do refratário degradado, retirar através da abertura da capela e preencher com concreto conforme ilustrado na Figura 4. Esse conceito não foi desenvolvido para ser um reparo permanente, e sim para ser um reparo temporário que ajuda a preservar o refratário ao redor dos furos de gusa.

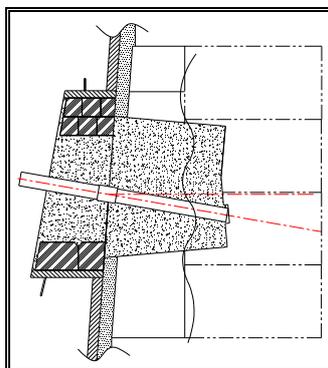


Figura 4. Conceito Core & CastTM utilizado no reparo em 2008.

Com objetivo de disseminar o conhecimento para todos os colaboradores que irão executar o reparo pelo método de Core & PlugTM e Core & CastTM foi construído uma área de treinamento com uma réplica da capela do alto forno de modo que

todas equipes pudessem treinar o passo a passo a ser executado diversas vezes. A Figura 5 mostra a estrutura montada para treinamento.



Figura 5. Área de treinamento do Reparo Core & Plug™ e Core & Cast.

Além do treinamento prático foi realizado treinamento teórico em sala de aula de modo que todas as dúvidas fossem esclarecidas.

3 RESULTADOS

O plano de sondagens refratário foi realizado ao redor dos quatro furos de gusa ao longo das paradas para manutenções do alto forno. Com base nos resultados das sondagens refratárias verificou-se que a parede refratária estava com um residual de 800 mm e somente as regiões do interior do furo de gusa estavam degradadas e precisavam de reparo para dar continuidade da campanha com segurança operacional e pessoal. A Figura 6 mostra os testemunhos de sondagem ao redor do furo de gusa 3.

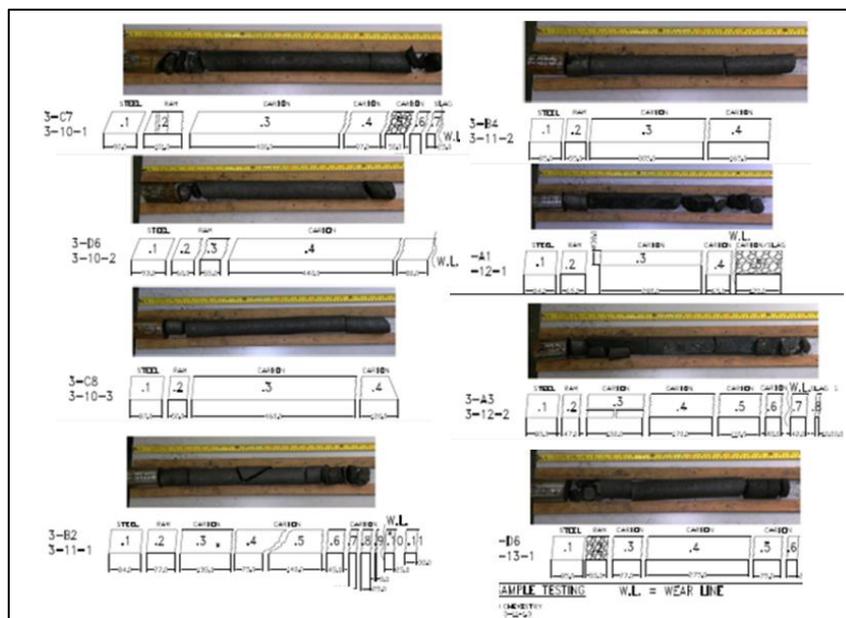


Figura 6. Amostras de sondagem ao redor do furo de gusa 3.

No período de quinze dias antes do reparo todas as equipes programadas para a execução da atividade realizaram treinamento com os equipamentos de furação, demolição, montagem dos plugs e tijolos de grafite conforme ilustrado na Figura 7. Esse treinamento possibilitou cumprir o cronograma estabelecido e nenhuma ocorrência de acidente durante a execução da atividade.



Figura 7. Treinamento dos colaboradores a) Equipamentos de furação b) Montagem dos tijos de grafite na capela.

No mês de outubro de 2008 foi realizado o reparo Core & Plug nos furos de fuga 2 e 3 que apresentavam um maior desgaste refratário segundo as inspeções e sondagens realizadas e o Core & Cast nos furos de gusa 1 e 4 sendo provisório até 2009. As principais etapas do Core & Cast são:

- instalar os dispositivos de furação;
- realizar furos de 610 mm de diâmetro no refratário degradado;
- demolir e limpar a região a ser preenchida com concreto;
- instalar tijolos de grafite de baixo ferro na capela; e
- concretar a capela.

A Figura 8 ilustra algumas etapas do processo Core & Cast.

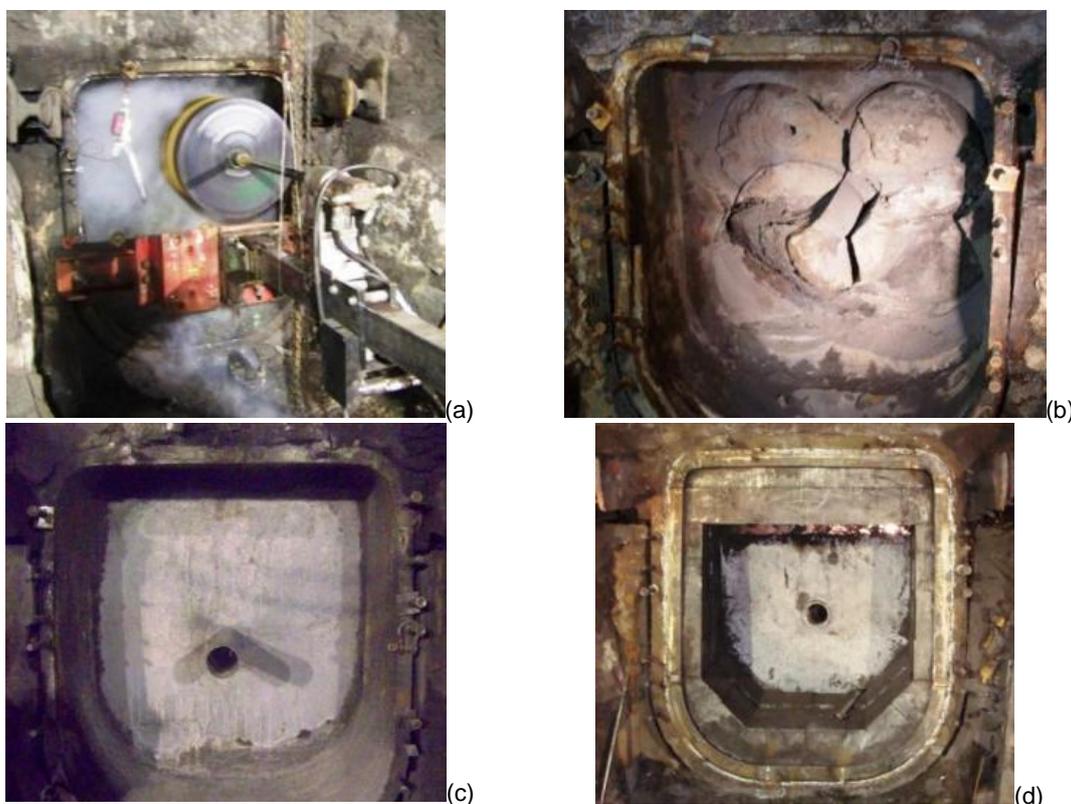


Figura 8. Etapas do método Core & CastTM a) Furação com serra copo b) Demolição do refratário degradado c) Concretagem do furo de gusa d) Instalação de tijolos de grafite ao redor da capela.

Nos furos de gusa 2 e 3 foram realizados os reparos com a metodologia Core & Plug™ no qual foram projetados a utilização de sete plugs de 610 mm de diâmetro e um plug com diâmetro de 229 mm. As principais etapas desse método são:

- instalar os equipamentos de furação;
- realizar furo de 610 mm de diâmetro central;
- demolir o concreto do furo manualmente;
- instalar plugs de carbono;
- repetir o processo para todas outras posições;
- instalar tijolos de grafite de ao redor das capelas; e
- concretar interior das capelas.

A Figura 9 ilustra as principais etapas do Core & Plug™.



Figura 9. Etapas do método Core & Plug™ a) Montagem do dispositivo de furação b) Furo central com diâmetro de 610 mm c) Instalação de plugs de carbono micropo intertravados d) montagem de tijolos de grafite ao redor da capela.

No ano de 2009 foram realizados o Core & Plug nos furos de gusa 1, 4 e 3, pois esse apresentou uma pequeno afastamento do plug inferior e aproveitou-se a parada longa e corrigido. Além disso, com as informações da inspeção visual da região lateral a capela durante o reparo realizado em 2008 foi planejado e executado a substituição dos tijolos laterais das cada capela dos furos de gusa 1, 4 e 3, que já estavam bem desgastados.

Como melhoria foi instalado uma estrutura metálica de aço inox no interior da capela com objetivo de reduzir o impacto do canhão no concreto refratário, ilustrado na Figura 10.



Figura 10. Estrutura de aço inox instalada no interior de cada capela.

Para manutenção das capelas está sendo realizado o reparo somente do miolo do concreto a cada 8 meses, através da furação de serra copo (Figura 11), e o reparo geral, troca de todo concreto e estrutura metálica a cada 24 meses. Esse novo método diminuiu o tempo do reparo deixando de ser atividade crítica das manutenções, evita danos no carbono a frente do furo de gusa e também nos refratários adjacentes da parede.



Figura 11. Reparo somente do miolo do concreto da capela.

Com as ações implementadas não verificou-se temperaturas elevadas na região dos furos de gusa, nem paradas de emergência para recompor o refratário da capela.

4 CONCLUSÃO

O reparo dos furos de gusa através do método Core & Plug realizado nos anos de 2008 e 2009 atendeu as expectativas da CSN pois propiciou uma maior segurança operacional do alto forno, disponibilidade para produção com o curto reparo realizado sem a necessidade de correr a salamandra. As paradas não programadas para manutenções das capelas em emergência deixaram de ocorrer e não são mais a atividade com caminho crítico durante as paradas para manutenção.

A CSN continuará trabalhando no plano de extensão da campanha do cadinho para atingir a campanha de projeto de 20 anos.

REFERÊNCIAS

- 1 SILVA, F. L. M; AGUIAR, F.N; FERNANDES, E. G; MAGALHÃES, J. B. O. **“Net increase in time to produce, with actions for improvement in the tap hole spool blast furnace 3 CSN”** In: 66º ABM International Congress, São Paulo – SP, Brazil, 2011.
- 2 TALAAT, T. **“Blast Furnace 3 Taphole Repairs: Core & Cast™ and Core & Plug™ Method”** Volta Redonda – RJ, Brazil, 2011.