



OPERAÇÃO DE *BLOW DOWN* DO ALTO FORNO 2 PARA REFRATAMENTO DO CORPO DO FORNO E SUBSTITUIÇÃO DOS FUROS DE GUSA¹

Sebastião Jorge Xavier Noblat²
Francisco Nóbrega de Aguiar²
Marcio José Mariano da Silva²
Marco Polo da Silva Peixoto³
Sandro Batista Junior⁴
Jose de Moraes Pereira⁴
Luis Henrique Ferreira de Souza⁴

Resumo:

O presente trabalho tem por objetivo apresentar as atividades desenvolvidas e o resultado operacional do *blow down* no Alto Forno 2 ocorrido em março de 2009 com a finalidade de entregar o forno para a realização da substituição do refratário do corpo e dos furos de gusa, a exemplo do ocorrido em novembro de 2000.

Palavras-chave: Reparo; Furo de gusa; Operação; Alto-forno.

OPERATION BLOW DOWN THE BLAST FURNACE 2 OF C.S.N TO REFRACTORY BODY AND REPLACEMENT OF TAP HOLES

Abstract

This paper aims to present the activities undertaken and results of operations of the blow down in the Blast Furnace 2 occurred in March 2009 in order to deliver the oven to make the replacement of the refractory body and the tap holes, such as the occurred in November 2000.

Key words: Repair; Tap holes; Operation; Blast furnace.

¹ Contribuição técnica ao 40º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas e 11º Seminário Brasileiro de Minério de Ferro, 19 a 22 de setembro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Engenheiro Especialista de Alto Forno – Gerência de Altos-Fornos da CSN

³ Engenheiro de Processo de Alto Forno – Gerência de Altos-Fornos da CSN

⁴ Técnico desenvolvimento especialista Alto Forno – Gerência de Altos-Fornos da CSN



1 INTRODUÇÃO

O Alto Forno 2 da CSN entrou em operação em fevereiro de 1991 com uma previsão de operar por 10 anos ou produzir 12 milhões de toneladas de gusa, na sua quinta campanha. Diversas foram as atividades desenvolvidas ao longo da atual campanha com o objetivo de prolongar a sua duração. Dentre as principais podemos citar a recomposição da espessura da parede do forno através de projeção de refratário à frio realizada em abril de 1997 e abril de 1998, o refratamento com tijolo refratário do corpo do forno e substituição dos furos de gusa, realizado em novembro de 2000 esta última com o objetivo de prolongar a campanha do forno até 2006. As intervenções realizadas em 1997 e 1998 ocorreram num período de 7 dias e 15 dias respectivamente, sem drenagem da salamandra e a realizada em 2000 com duração de 20 dias foi realizada a drenagem da salamandra. No período compreendido entre 2000 e 2006, algumas intervenções de menor monta com duração de até 60 horas foram realizadas através da projeção de refratário à quente na região entre a média cuba e a armadura fixa no topo, sempre com o objetivo de preservação da espessura do refratário do corpo e conseqüentemente da carcaça do forno.

A partir de meados de 2005 começou a ocorrer uma elevação mais acentuada da temperatura do cadinho na região localizada entre os dois furos de gusa. Devido a este fato, diversas atividades operacionais foram realizadas de modo a controlar a elevação destas temperaturas no cadinho. Em função deste quadro, começou a ser planejado e preparado uma nova intervenção no cadinho do forno, na mesma região realizada em 2000 e foi decidido que em função das intervenções que vinham sendo realizadas na parede do forno, realizar também a substituição parcial do refratário do corpo do forno. Este serviço foi programado para ser realizado em 2007, mas devido a condições de mercado, foi postergado até que em 29 de março de 2009 foi realizado a operação de *blow down* do forno para realização deste reparo.

Este é o escopo deste trabalho que apresenta as principais atividades para realização do *blow down*, bem como o resultado operacional obtido nesta atividade.

2 CARACTERÍSTICAS DO ALTO FORNO 2

O Quadro 1 apresenta as características do forno na atual campanha.

Quadro 1: Características físicas do AF2.

Volume Interno	1653 m ³
Diâmetro do Cadinho	9 m
Nº Ventaneiras	24 (tipo espiralada)
Nº Furos de Gusa	2 (defasagem entre furos de 45º)
Distribuição de Carga	Calha Paul Wurth
Carregamento	<ul style="list-style-type: none"> • peneiramento de sinter, minério e coque • transporte por correia • 2 silos paralelos de carga • 3 sondas eletro-mecânica de nível de carga • equalização do topo com gás semi limpo e nitrogênio
Regeneradores	<ul style="list-style-type: none"> • 3 unidades com camara de combustão interna; • temperatura de sopro = 1.100°C; • sistema de enriquecimento do ar soprado com O₂
Refrigeração	<ul style="list-style-type: none"> • placas de cobre na cuba, ventre e rampa; • <i>spray</i> no cadinho
Limpeza de Gás	<ul style="list-style-type: none"> • controle de pressão do topo - Sistema Bischoff (1,16 kg/cm²); • lavagem do gás – Venturi
Casa de Corrida	<ul style="list-style-type: none"> • 2 canais de gusa de 14 m • granulação de escória a céu aberto; • bica basculante de gusa furo de gusa nº 1; • sistema de despoeiramento com captação sobre os furos de gusa e bicas de carregamento de gusa
Injeção de Combustível	<ul style="list-style-type: none"> • sistema de injeção de gás natural; • sistema de injeção de carvão pulverizado com capacidade para 200 kg/t.

3 PLANEJAMENTO DO *BLOW DOWN*

O planejamento de *blow down* contemplou etapas que visaram garantir a estabilidade operacional ao longo das duas semanas que antecederam a parada do forno. O objetivo final do planejamento foi garantir a estabilidade operacional durante o processo de abaixamento da carga e o máximo esgotamento possível dos líquidos do cadinho. As fases contempladas no planejamento foram:

- **Limpeza da parede do forno** - Esta fase consiste em ajustar a distribuição de carga do forno de modo a elevar a temperatura da parede de modo a minimizar o risco de formação de cascão e a aderência de carga inativa na superfície da mesma. O procedimento utilizado segue o padrão utilizado na CSN, através da alteração na relação minério coque na região próximo a parede.
- **Estabilização operacional** - Esta fase, que consiste em operar o forno mantendo a estabilidade térmica e de marcha teve por objetivo manter a temperatura dos líquidos elevada no cadinho de modo a evitar a formação de cascão no cadinho garantindo assim o melhor escoamento possível durante a operação do forno, reduzindo a quantidade residual de líquidos (salamandra) no final da operação de abaixamento da carga. Desta forma teve-se como meta neste período a manutenção da temperatura do ferro gusa acima de 1.500°C.
- **Parada preparatória para interligação das utilidades** - vapor e nitrogênio (Figura 1) - O procedimento padrão de *blow down* na CSN estabelece a necessidade de inertização da atmosfera interna do forno durante o processo de abaixamento da carga até o nível das ventaneiras, com N₂ e vapor para

eliminar o risco de explosividade dos gases que com o abaixamento da carga tem seu poder calorífico elevado acentuadamente. Para tal foi programado uma semana antes ao *blow down* uma parada de aproximadamente 24 horas para instalação das alimentações de utilidades, uma sonda de nível manual de emergência (Figura 2), remoção do isolamento das três ventaneiras sobre os furos de gusa (Figura 3) e um sistema adicional de análise contínua dos gases produzidos (Figura 4).



Figura 1: Interligação de 4 tomadas de N2 e 4 tomadas de vapor para inertização dos gases com PCI enriquecido devido ao abaixamento de carga.

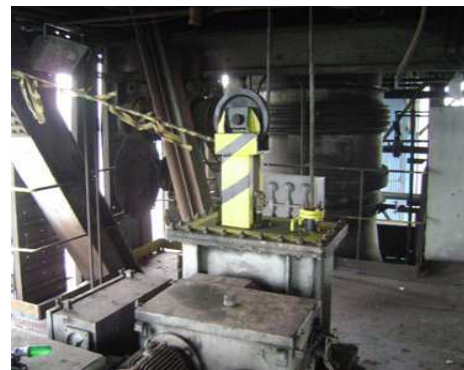


Figura 2: Instalação de sonda de nível manual pneumática de emergência com alcance de 25 metros.

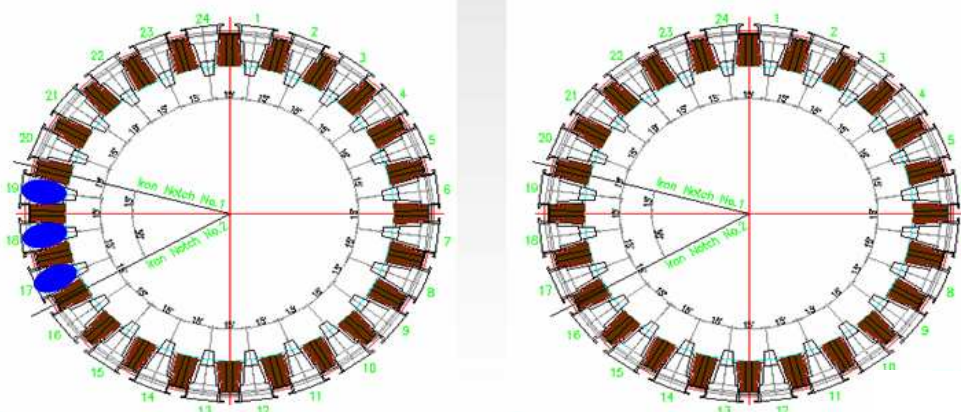


Figura 3: Remoção do isolamento das três ventaneiras sobre os furos de gusa.



Figura 4: Sistema adicional de análise contínua dos gases do topo produzidos durante o abaixamento de carga.

- **Operação de abaixamento da carga** - Consiste na atividade de abaixamento da carga até o nível das ventaneiras. A conclusão desta atividade foi planejada para estar concluída após obtenção de nenhuma atividade de coque em 70% todas as ventaneiras não adjacentes.
- **Esgotamento do cadinho** – O procedimento padrão na CSN para intervenção interna do cadinho preconiza a necessidade de realizar a corrida da salamandra durante o processo de abaixamento da carga. Para tal foi elaborado um procedimento específico para garantir a máxima drenagem do ferro gusa residual no cadinho. O planejamento utilizado para a corrida da salamandra seguiu o mesmo procedimento e local de vazamento utilizado em novembro de 2000 (Figura 5);

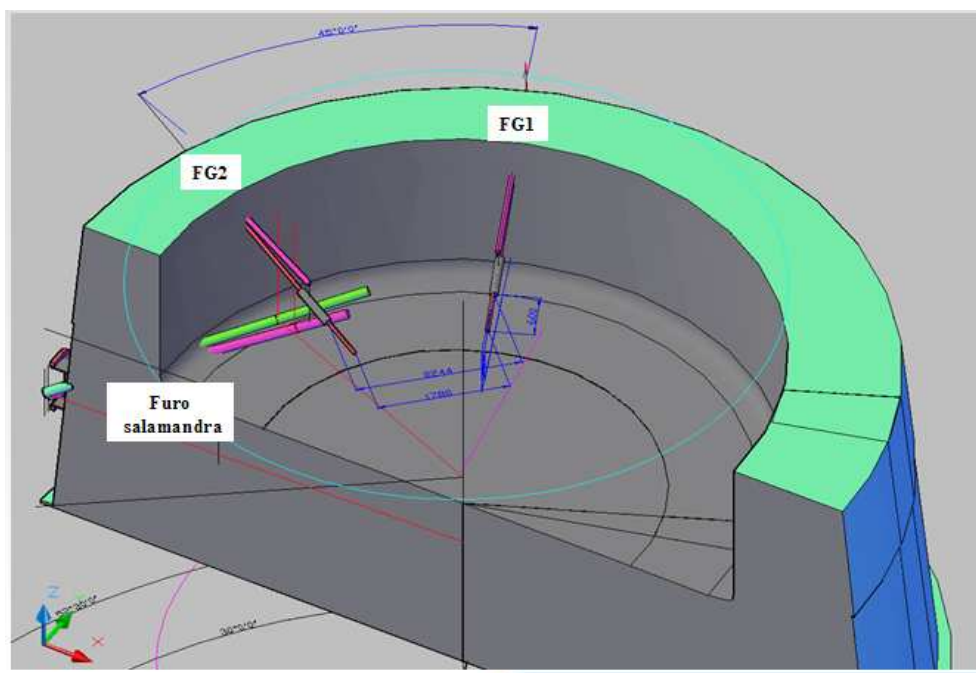


Figura 5: Local de vazamento utilizado em novembro de 2000 e março de 2009.

- **Colocação do fogo na carga e blow out** - O planejamento desta última atividade anterior à liberação do forno para a equipe de engenharia, consiste no acendimento do gás sobre a carga (coque residual) remanescente no cadinho depois de completado a operação de descida da carga até o nível das ventaneiras e retirada do forno de operação.

4 RESULTADOS OBTIDOS

A realização das atividades seguiu rigorosamente o cronograma inicial com excessão da atividade de manutenção do nível térmico do forno elevado que sofreu influência da parada não programada ocorrida pela elevação da temperatura do cadinho.

4.1 Limpeza da Parede

Conforme planejado, foram efetuadas algumas alterações na distribuição de carga do forno de modo a manutenção em níveis elevados da temperatura da parede. A Figura 6 apresenta o número de pontos na parede do AF2 com temperatura abaixo de 100°C (formação de carga inativa), e a Figura 7 apresenta a parede do forno limpa e livre de carga inativa (cascões).

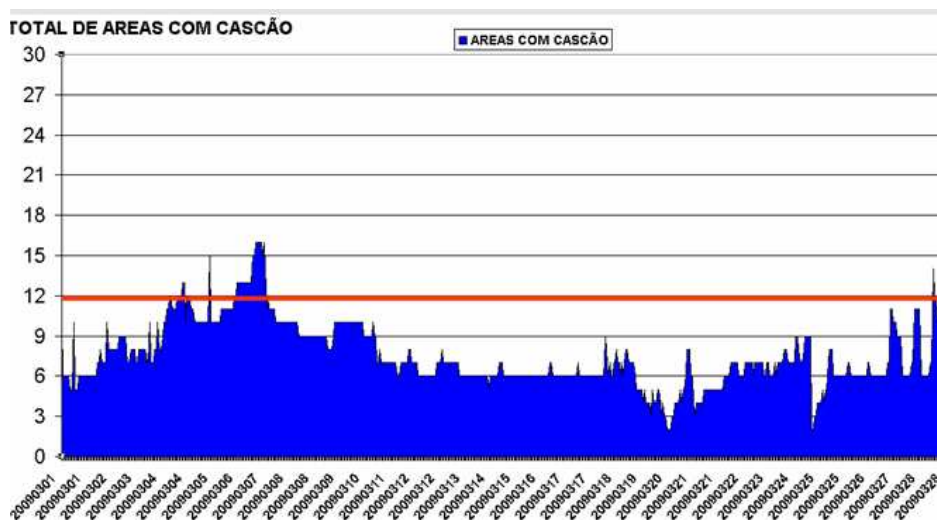


Figura 6: Número de pontos na parede do AF2 com temperatura abaixo de 100°C ao longo do mês de março de 2009.

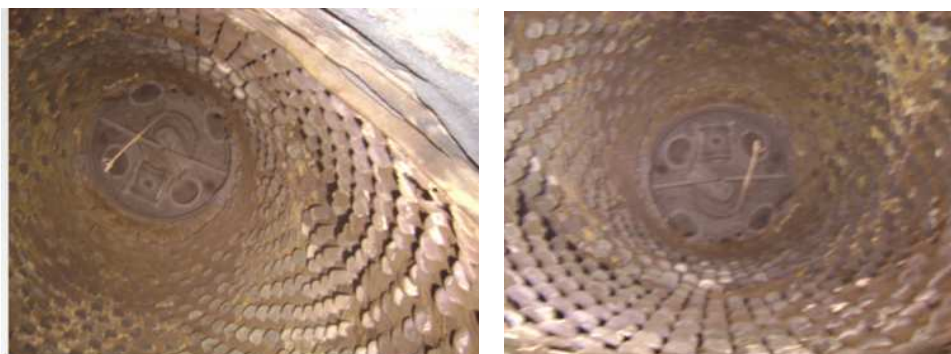


Figura 7: Parede do forno vista da região das ventaneiras para o topo, limpa e livre de carga inativa (cascões).

4.2 Estabilização Operacional

Este procedimento seguiu o planejado tendo sido realizado alterações no mix de combustíveis, composição da carga metálica e elevação do nível térmico acima de 1.500°C visando melhorar e garantir uma estabilidade de marcha. O resultado dessas alterações podem ser observadas nos gráficos das Figuras 8, 9 e 10.

TEMPERATURA GUSA MARÇO 2009

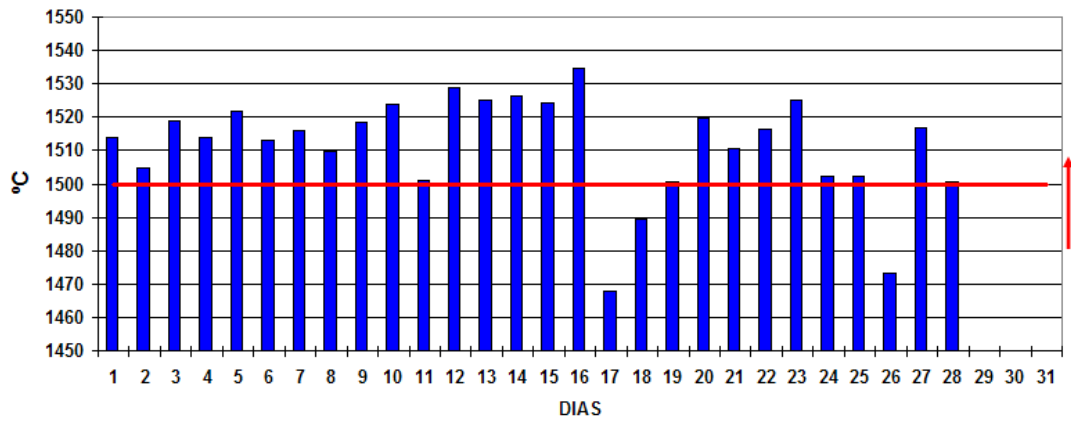


Figura 8: Elevação do nível térmico acima de 1500°C ao longo do mês de março de 2009.

FUEL RATE ALTO FORNO 2 - MARÇO 2009

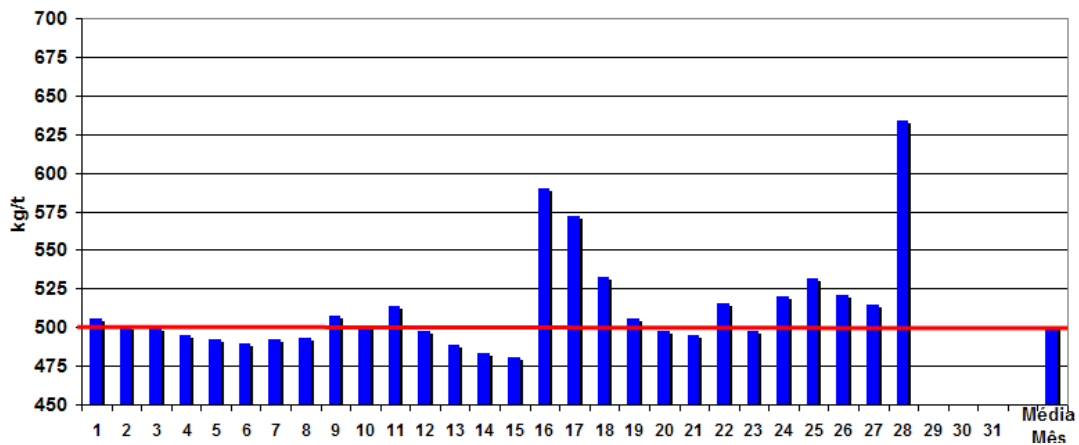
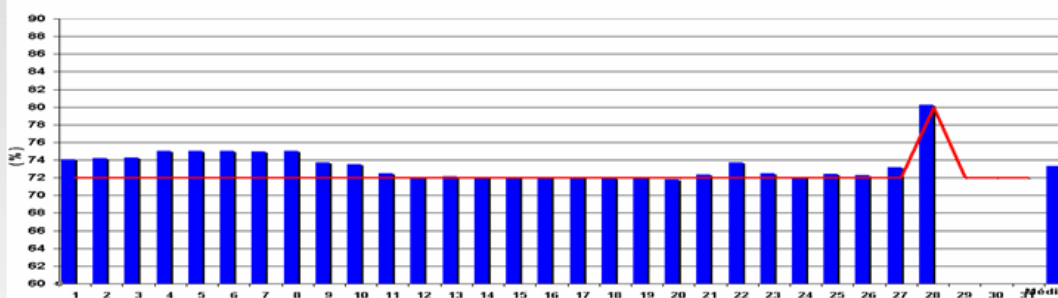


Figura 9: Alterações no mix de combustíveis, ao longo do mês de março de 2009.

% SINTER NA CARGA AF2 - MARÇO 2009



% HEMATITA NA CARGA AF2 - MARÇO 2009

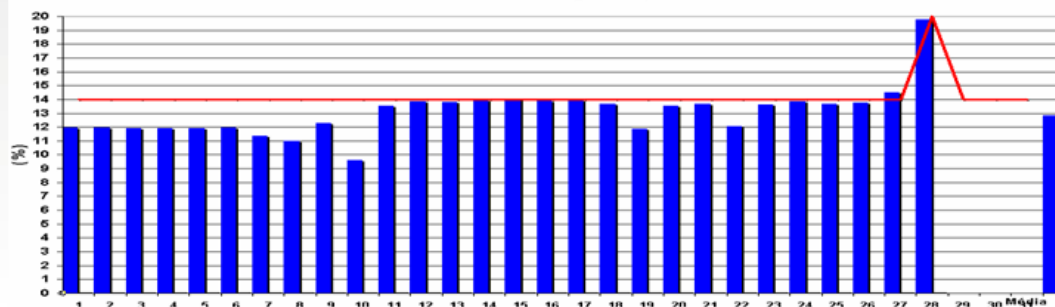


Figura 10: Alterações no mix de composição da carga metálica, ao longo do mês de março de 2009.

4.3 Operação de Abaixamento da Carga

A operação de abaixamento da carga para *blow out*, com carga atingindo o nível das ventaneiras, já foi realizada em diversas ocasiões nos altos-fornos da CSN e seguiu um padrão de procedimento que assegura o aporte de energia necessário a realização da operação, cuidados especiais com o controle de temperatura, oxigênio e hidrogênio dos gases gerados e controle da estabilidade na descida da carga, visando garantir a segurança operacional e o cumprimento ao cronograma estabelecido. Os gráficos das Figuras 11, 12 e 13 apresentam a evolução da vazão de sopro realizada x programada, pressão da base x pressão máxima calculada para não haver fluidização da carga e análise do gás de topo ocorridos durante o abaixamento de carga para o *blow down*.

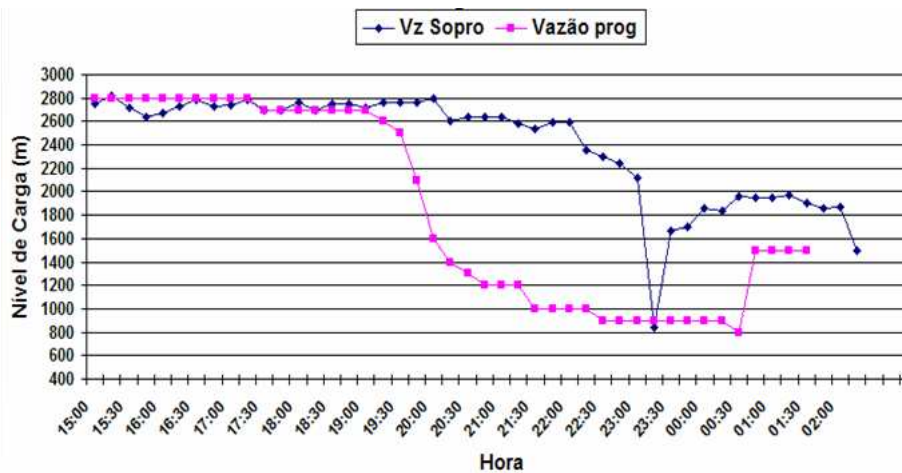


Figura 11: Evolução da vazão de sopro realizada x programada durante o Abaixamento de carga em março de 2009.

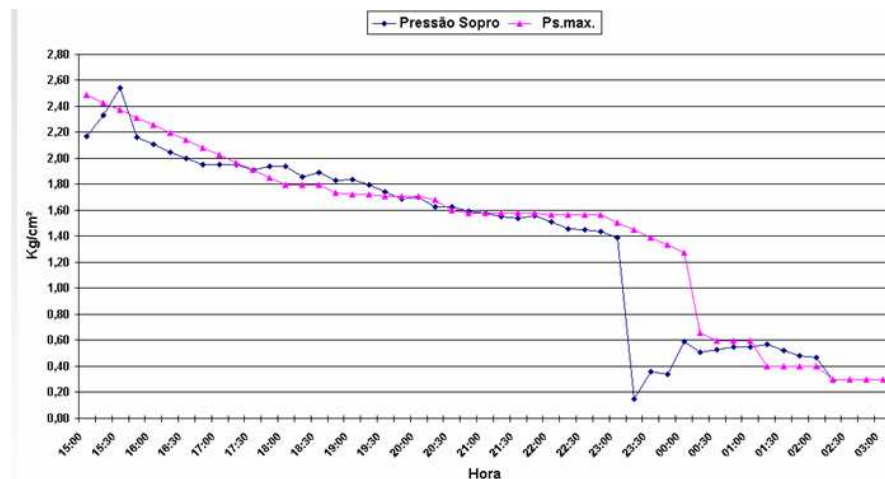


Figura 12: Evolução da pressão da base x pressão máxima calculada para não haver fluidização da carga durante o abaixamento de carga em março de 2009.

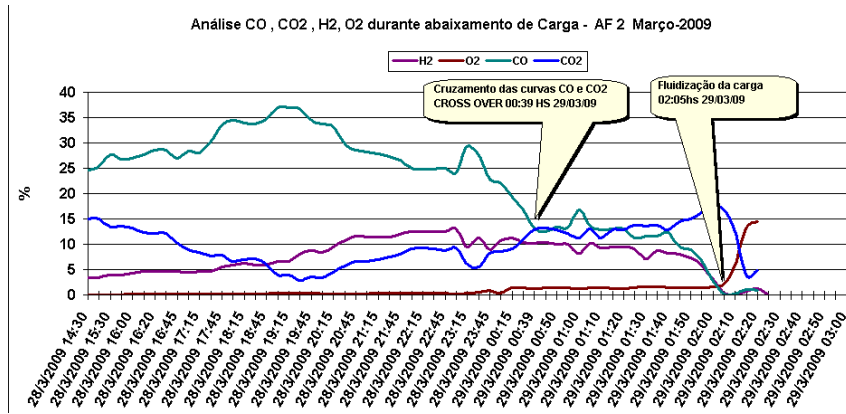


Figura 13: Análise do gás de topo ocorridos durante o abaixamento de carga em março de 2009.

4.4 Corrida da Salamandra

O início do vazamento da corrida da salamandra com oxigênio começou a ocorrer com a sonda de carga registrando 23 m e o seu vazamento ocorreu entre 23h40 de 28/03/09 e 01h25 de 29/03/09 num total de 235 t retirada (Figura 14).

O *blow out* foi considerado as 02h23 de 29/03/09 com as 24 ventaneiras sem nenhuma combustão de coque.

Após o *blow out* foi realizado a operação de colocação do fogo na carga através dos algaravizes (Figura 15), após o qual o forno foi liberado para a obra.



Figura 14: Vazamento da corrida da salamandra para *blow down* em março de 2009.



Figura 15: Fogo na carga em um mini Homem morto após *blow down* do AF2 em 2009.



5 CONCLUSÃO

Todas as atividades previstas foram realizadas de acordo com o planejamento; A operação de abaixamento da carga, bem como a de corrida da salamandra foram coroadas de pleno êxito;

Mais uma vez o quadro técnico da CSN entrega o alto-forno para uma obra com sua parede completamente limpa, a carga distribuída no nível das ventaneiras afastada das mesmas em aproximadamente 1,5 m ao redor de todo o forno, permanecendo apenas um mini homem morto de altura inferior a 2 m no centro do cadinho, como pode ser observado na foto em anexo, o sucesso do *Blow Down* contribuiu de forma decisiva para reduzir o tempo de limpeza do forno e conseqüentemente o tempo da obra.