

IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO NA ZONA DE COMBUSTÃO DOS ALTOS-FORNOS DA TERNIUM BRASIL*

Welder Gomes Gonçalves¹
Eustáquio Vieira Júnior²

Resumo

Os altos-fornos podem apresentar ocorrências de arrombamento e/ou avermelhamentos dos algaravizes, e esses têm como conseqüências: alto risco na integridade dos conjuntos joelhos/algaravizes, resultando em baixa segurança operacional; elevação brusca da temperatura interna dos algaravizes, causando avermelhamentos e/ou arrombamentos recorrentes por desgaste acentuado do revestimento refratário; necessidade de paradas emergenciais; necessidade de troca dos conjuntos de algaravizes por desgaste acentuado do perfil refratário. Uma possível causa relacionada com essas ocorrências pode ser a combustão no interior do algaraviz do carvão que foi injetado pelas lanças, causando desgaste do revestimento refratário e conseqüentemente avermelhamento e/ou arrombamento do conjunto. Para evitar esse tipo de ocorrência foi instalado sistema de monitoramento de fenômenos na zona de combustão. Esse sistema trabalha como complemento do diferencial de pressão dos algaravizes e o anel de vento. Nesse trabalho, são mostradas as características do sistema de monitoramento e suas particularidades e os resultados alcançados após a implantação dos sistemas no que se refere aos danos em conjuntos de sopro.

Palavras-chave: alto-forno; algaraviz; avermelhamento; monitoramento.

IMPLANTATION OF RACEWAY MONITORING SYSTEM IN TERNIUM BRAZIL BLAST FURNACES

Abstract

The blast furnaces can be present happenings of breakings and hot spots in blow pipes, and these situations have the consequences: high risks in the blow pipes assembly integrity, resulting in low safety operational conditions; abrupt increase in the blowpipes internal temperature, causing hot spots and breakings recurring per wear in refractory coatings; necessity of emergency stoppages; necessity to change the blowpipes assemblies per wear in refractory profile. One possibility of cause is related with these happenings can be the combustion in the interior of blow pipes of PCI that injected by lances, causing wear in the coating refractory and consequently hot spots and/or breakings in blowpipes assembly. To avoid the wear in refractory coating was installed the phenomena monitoring systems in raceway. This system works as a complement of differential pressure gadgets between the blowpipes and hot blast pipe. In this paper, it is showed the monitoring design characteristics, its particularities and the results reached after the systems installation in relation with damages in blowpipes assemblies.

Keywords: blast furnaces; blowpipes; hot spots, monitoring.

¹ Técnico Especialista de Processos, Gerência de Operação dos Altos-Fornos, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

² Engenheiro Metalurgista, Gerência de Operação dos Altos-Fornos, Ternium Brasil, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A usina siderúrgica da Ternium Brasil, no Rio de Janeiro-RJ, apresenta dois altos-fornos, estes Altos-Fornos [1] têm mesma capacidade produtiva, o Alto-Forno 1 e o Alto-Forno 2 entraram em operação em junho e dezembro 2010, respectivamente. Os Altos-Fornos da Ternium Brasil apresentam trinta e duas ventaneiras de 130 mm de diâmetro.

Nos meses de dezembro de 2016 e janeiro de 2017 tivemos cinco ocorrências de arrombamentos de algaravizes. Estas ocorrências estão relacionadas à queima do carvão pulverizado injetado pelas ventaneiras. Essas são obstruídas pela presença de material semi fundido alojado em suas frentes, a formação desse material semi fundido esta relacionada à instabilidade do processo e qualidade da matéria-prima. Com a obstrução das ventaneiras o carvão injetado retorna pelo conjunto de sopro e ao chegar no anel de vento segue o fluxo do ar quente soprado, indo para o interior do conjunto de sopro adjacente ao obstruído. O carvão ao entrar em contato com ar quente entra em combustão e causa o rompimento do algaraviz, pois o refratário não resiste à temperatura de combustão conforme figura 1.



Figura 1. Rompimento de algaraviz

No presente trabalho será apresentada uma das soluções encontradas para evitar que ocorram novamente esses acidentes operacionais que foi a instalação de câmeras e sistema de monitoramento de fenômenos na zona de combustão. São apresentadas as etapas de engenharia, planejamento e execução do projeto, assim como, as características e os resultados obtidos após a conclusão desse projeto.

As principais características dos Altos-Fornos da Ternium Brasil são mostradas na tabela 1.

Tabela 1. Principais características dos Altos-Fornos da Ternium Brasil

Itens	Unidade	AF
Volume interno	m ³	3284
Volume de trabalho	m ³	2775
Diâmetro do cadinho	m	12,0
Capacidade de produção	t/dia	7500
Número de ventaneiras	-	32
Número de furo de gusa	-	2
Topo	-	Topo sem cone
Sistema de granulação	-	INBA
Temperatura máxima de sopro	°C	1250
Sistema de refrigeração cuba, ventre e rampa	-	Stave-coolers
Sistema de refrigeração do cadinho	-	Jaqueta
Início das campanhas atuais	-	12/07/2010 e 16/12/2010

As ocorrências de arrombamentos em algaravizes nos altos-fornos antes das ações para mitigação são mostradas da tabela 2.

Tabela 2. Ocorrências dos algaravizes nos Altos Fornos da TERNIUM

Data	Equipamento
05/12/16	Alto-Forno 2
07/12/16	Alto-Forno 2
12/12/16	Alto-Forno 1
16/12/16	Alto-Forno 2

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Os materiais e equipamentos utilizados para o teste do sistema de detecção de fenômenos foram os fornecidos pela empresa detentora da tecnologia, e alguns outros componentes pertencentes TERNIUM. Os equipamentos da empresa fornecedora do sistema de detecção de fenômenos, oferecidos para os testes, foram:

- Equipamentos mecânicos, mostrados na figura 2:
 - válvula esférica Ø 1 ¼ in;

- componente com isolante térmico, e equipado com vidro de proteção resistente a temperaturas acima de 500°C e pressões até 8 bar, protegendo o equipamento acoplado à válvula das pressões e temperaturas internas do alto-forno. Neste dispositivo de proteção existem tomadas de ½ in para N₂, que permitem remover partículas depositadas no vidro que possam reduzir a visibilidade do sistema, e conseqüentemente, reduzir o desempenho do sistema de detecção. A pressão de N₂ deverá ser superior a 3 bar;
- Divisor de feixe óptico instalado no componente com isolante térmico, permitindo visualização da frente da ventaneira através da câmera simultaneamente a inspeção do operador na área de corrida. A visão do operador é protegida por lente azulada que mitiga a alta luminosidade do interior do alto-forno. A câmera é acoplada, verticalmente, no divisor de feixe óptico, sendo protegida por revestimento robusto que permite sua estabilidade durante a operação do alto-forno;
- A câmera tem resolução de 800 x 600 pixels, lente com comprimento focal de 20 a 100 mm, eficiência em temperaturas inferiores a 50°C. Em casos, de temperaturas ambiente superiores a esse patamar há a possibilidade de resfriamento da câmera por ar comprimido ou nitrogênio.

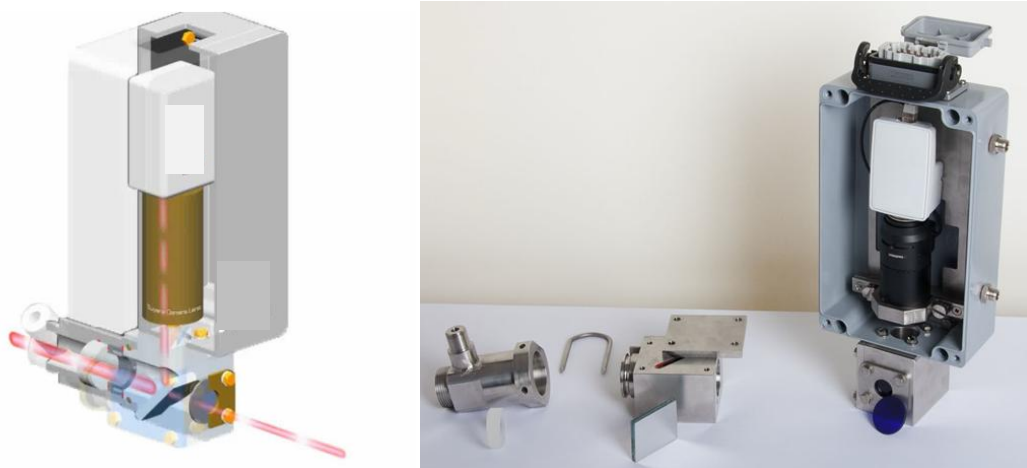


Figura 2. Equipamentos mecânicos utilizados no sistema de monitoramento de fenômenos.

- Equipamentos Elétricos, TI e aplicativos
 - Cabo cat.6 FK UTP 4PX23AWG VM CM (cabo de rede), conectando a câmera à fonte de energia e conversor de mídia (este cabo foi isolado termicamente por manta isolante devido sua exposição a altas temperaturas na área de corrida);

- Cabo óptico MM04F FIBERLAN (fibra óptica);
- Conversores de mídia que converte as informações transmitidas por cabo de rede para fibra óptica e de fibra óptica para cabo de rede. Foi necessária a utilização de fibra óptica, porque a distância entre a Área de Corrida dos Altos-Fornos e a sua Sala de Controle é superior a 100m, e para esta distância a transmissão de dados por cabo de rede não é eficiente;
- Computador para transmitir as imagens geradas pela câmera.

O aplicativo de visualização oferecido pelo fornecedor verifica, automaticamente, se a câmera está conectada ou não. Este aplicativo, ainda permite a visualização de todas as frentes das ventaneiras em uma mesma tela conforme figura 3, existindo a possibilidade de seleção de cada frente de ventaneira para visualização ampliada. O módulo de cálculo da zona de combustão permite estimar a temperatura de chama da ventaneira selecionada, dimensões da zona de combustão e aspectos cinéticos da ventaneira. Este módulo de cálculo estimativo, que ainda não está disponível para operação, é de propriedade do fornecedor do sistema, sendo que suas fórmulas internas não foram disponibilizadas para a Ternium. Espera-se que este módulo apresente resultados próximos aos obtidos pelo sistema de automação já existente, de acordo com as informações de outras instalações realizadas pelo fornecedor.

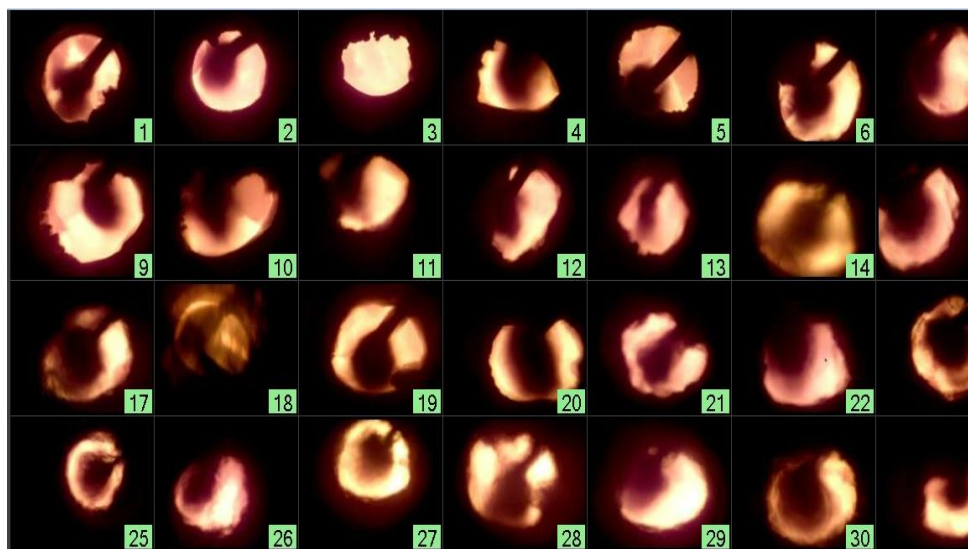


Figura 3. Visualização da zona de combustão na sala de controle dos altos-fornos

O aplicativo de detecção de fenômenos oferecido pelo fornecedor de acordo com tabela 3, através de sistema de reconhecimento de anomalias, detecta:

- bloqueio da frente das ventaneiras;

- deslocamento de ventaneiras por descida de cargas inativas/despreparadas;
- vazamentos de água em ventaneiras (furos);
- movimentações das lanças de injeção e interrupção de injeção de carvão.

O aplicativo detecta estes fenômenos por meio de dados históricos que gera alarmes, conforme a tabela 3, para verificação e atuação dos operadores da sala de controle, e permite também a análise de tendências através de função específica existente. As imagens geradas pelo sistema são armazenadas por um período de sete dias para possibilitar busca de informações a fim de analisar as causas de ocorrências durante a operação do alto-forno.

Tabela 3. Exemplos de alarmes detectados pelo sistema

ALARME	DESCRIÇÃO DO ALARME	RESOLUÇÃO DO ALARME	SIMULAÇÃO DO ALARME
Luminosidade baixa	Luminosidade na ventaneira abaixo do limite de alarme	Verificar status ventaneira	Fechar válvula de visualização
		Verificar ajuste da lente da câmera	
		Verificar se a válvula da câmera está aberta	
Ventaneira bloqueada	Ventaneira bloqueada ou válvula fechada	Verificar ventaneira	Fechar válvula de visualização
		Configurar zona de interesse	
	Caso a imagem esteja preta na região de interesse o alarme é acionado	Verificar se válvula da câmera está fechada	
Falha na injeção	Verifica status da injeção do pci	Verificar status da injeção on/off	Editar regiões de interesse para áreas mais claras
	O padrão esperado é preto (carvão), caso o software detecte luz nesta região o alarme é acionado	Verificar entupimento de lança	
		Verificar ajuste da região de interesse de injeção	
Falha na lança	Alarme relacionado a lança de injeção	Ajustar região de interesse verificar	Editar regiões de interesse para

	O alarme é acionado, caso detecte luz na região de interesse da lança	lança	áreas mais claras
--	---	-------	-------------------

O projeto proporcionou os seguintes ganhos intangíveis:

- Evitar a ocorrência de explosões através da interrupção das injeções de combustíveis auxiliares, pelos operadores da sala de controle dos altos-fornos, através da visualização da frente da ventaneira e pelo alarme gerado pelo sistema de detecção de fenômenos;
- Evitar a combustão de combustíveis auxiliares no interior dos algaravizes mediante o corte imediato das injeções ao se verificar anormalidades nas ventaneiras;
- Melhor percepção visual de fenômenos na região frontal das ventaneiras e zona de combustão;
- Possibilidade de supervisão e controle de características das injeções auxiliares de forma constante;
- Melhor assertividade nas ações de controle mediante entendimento mais claro dos aspectos internos dos altos-fornos;
- Aumento da segurança operacional, devido à redução dos riscos de explosões e à redução da frequência de exposição ao risco do operador responsável pela inspeção visual.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a implementação do sistema TPDS (Tuyere Phenomena Detection System), não ocorreram arrombamentos ou avermelhamentos de algaravizes. O sistema de monitoramento apresenta as evidências das ocorrências na região da zona de combustão. Na figura 4, é apresentada a imagem destas evidências com o seu respectivo histograma.

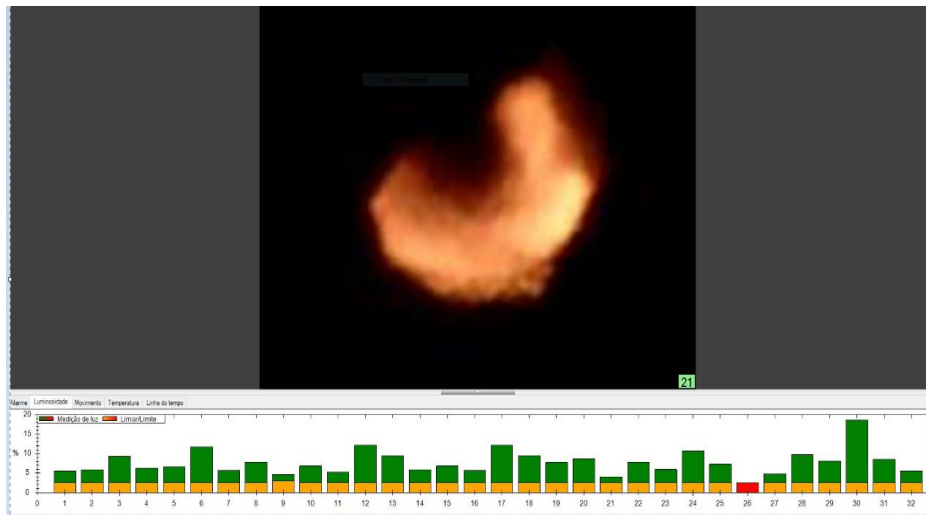


Figura 4. Imagem da zona de combustão e histograma de ocorrências

4 CONCLUSÃO

De posse das informações e análises dos resultados do TPDS pode-se concluir que este sistema de detecção de fenômenos nas ventaneiras: é uma ferramenta de grande importância na operação dos altos-fornos, e apresenta grande efetividade para reduzir os problemas enfrentados pelos altos-fornos da TERNIUM no que tange os arrombamentos e avermelhamentos de algaravizes.

Para os altos-fornos da TERNIUM, é de extrema necessidade, existir mecanismos que evitem os avermelhamentos e arrombamentos de algaravizes, visto que estas ocorrências acarretam diversos transtornos para a produção, e redução da vida útil dos altos-fornos. Portanto, este sistema de detecção de fenômenos é totalmente aconselhável para assegurar a integridade dos equipamentos, reduzindo as suas paradas de emergência, e contribuindo para a preservação dos mesmos que é de grande importância para a Ternium.

REFERÊNCIAS

- 1 BABICH, A.; SENK, D.; GUDENAU, H.W.; MAVROMMATIS, K.TH. – Ironmaking Textbook – Aachen: RWTH; 2008.