



# TERMOGRAFIA APLICADA NA PRODUÇÃO DE FERRO GUSA NO ALTO-FORNO 1 DA ARCELORMITTAL TUBARÃO<sup>1</sup>

Aderaldo Calente<sup>2</sup>

## Resumo

Durante os preparativos e procedimentos da parada para manutenção do Alto-forno 1, ocorreu o retorno da carga metálica através dos sistemas de insuflação de ar quente. Provocando obstrução em vários conjuntos, evitando a passagem do ar quente, interrompendo a queima e, conseqüentemente, comprometendo a produção de gusa do alto-forno. Este ar é enriquecido termicamente nos regeneradores de ar até uma temperatura de aproximadamente 1.300°C. Após a saída dos regeneradores, o ar passa pela câmara de mistura, anel principal, cone redutor, curva superior, junta de expansão, joelho, algaraviz e, finalmente, nas ventaneiras, contribuindo diretamente no processo de redução metalúrgica da mistura da carga do alto-forno que formará o ferro gusa líquido. O retorno do gusa líquido para dentro dos conjuntos de insuflação provocou a obstrução em vários conjuntos. Após a inspeção termográfica nos 38 conjuntos de insuflação foi possível comparar os perfis térmicos dos componentes quando foram identificados 17 conjuntos com valores de temperatura abaixo dos valores normais de operação, indicando a ausência de fluxo de ar e, por conseguinte, indicação de obstrução. No trabalho são mostrados os termogramas com os perfis térmicos dos componentes em condição normal de operação e os termogramas com os perfis térmicos dos componentes obstruídos. Bem como, as fotografias dos componentes já substituídos, com a constatação da obstrução.

**Palavras-chave:** Termografia; Altos-fornos; Obstrução; Conjuntos de insuflação.

## THEMOGRAPHY APPLIED TO HOT METAL PRODUCTION IN THE BLAST FURNACE NO. 1 OF ARCELORMITTAL TUBARÃO

### Abstract

During the preparations and procedures for the stop for maintenance of the BF1, there was a return of the charge of the Blast Furnace through the hot air blowing system. This caused obstruction or clogging in several sets, preventing the hot air flow and stopping the burning and, as a consequence, adversely affecting the production of hot metal in the BF. The air-blowing sets are responsible for the supply of hot air for burning the material inside the BF. After the thermographic inspection in all the 38 air-blowing sets and in the main ring, the heat profiles of each component of the set (air pipe, pipe bend, expansion joint, upper curve and reducing cone) were compared with the heat profiles of components previously recorded, under normal operation condition. In this analysis, 17 sets were detected with heat values below the normal operation values, indicating absence of air flow and, consequently, obstruction.

**Key words:** Thermography; Blast furnace; Obstruction; Clogging; Air-blowing sets.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 66º Congresso Anual da ABM, 18 a 22 de julho de 2011, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Especialista de Engenharia de Manutenção da ArcelorMittal Tubarão.

## 1 INTRODUÇÃO

Durante os preparativos e procedimentos da parada para manutenção do Alto-forno 1, ocorreu o retorno da carga metálica através dos sistemas de insuflação de ar quente. O retorno do material ocorreu devido a uma queda da pressão no circuito de ar quente, provocando o fluxo inverso do gusa líquido do interior do alto-forno para a linha de ar quente (Figura 1).

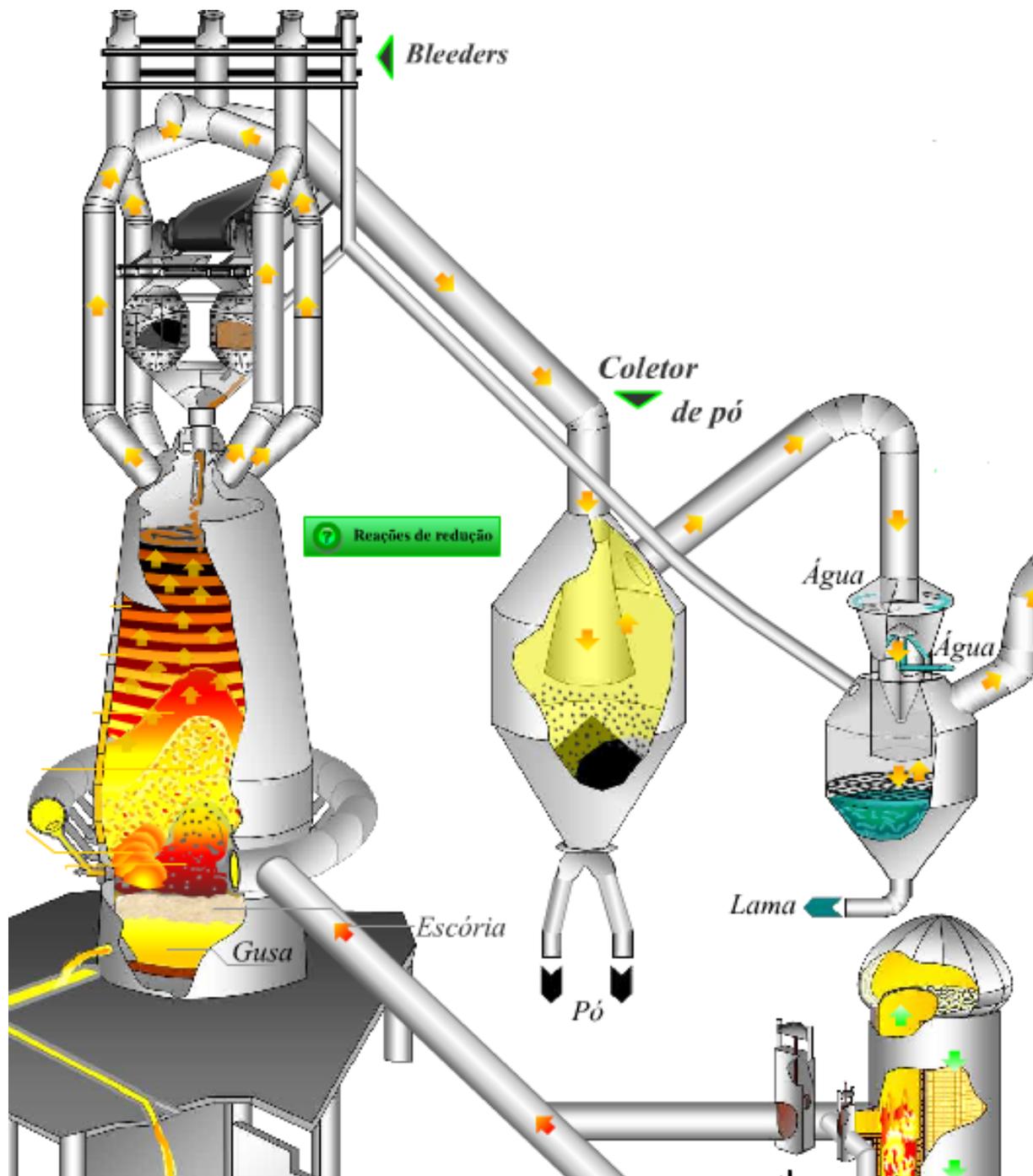
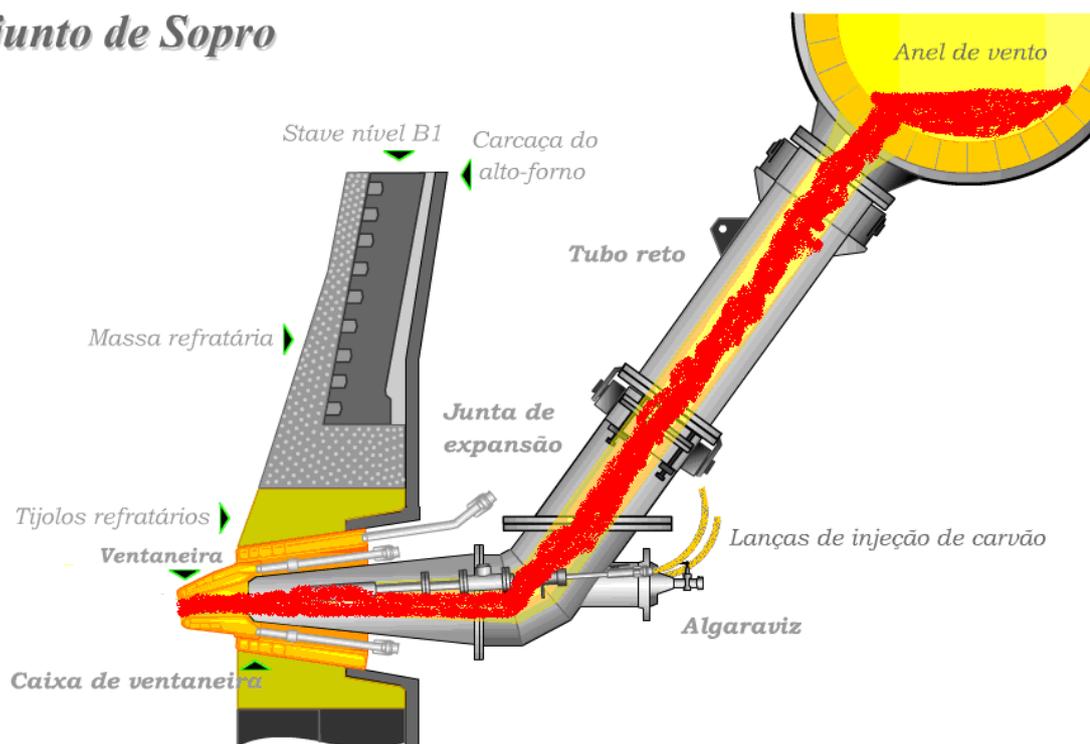


Figura 1 – Circuito de ar quente.

## 2 A IDENTIFICAÇÃO DOS COMPONENTES ATINGIDOS

Havendo a suspeita de que o fluxo inverso do gusa líquido teria penetrado pelas ventaneiras, percorrido os algaraviz, joelhos, juntas de expansão, tubos retos, cones redutores e anel principal conforme a Figura 2 foi realizado o monitoramento termográfico em todos os algaraviz, joelho e junta de expansão, dos 38 conjuntos de insuflação, objetivando identificar os componentes obstruídos pelo gusa já solidificado. Os tubos retos e cones redutores não foram monitorados devido a dificuldades de acesso visual.

### Conjunto de Sopros



**Figura 2** – Conjunto de insuflação de ar quente.

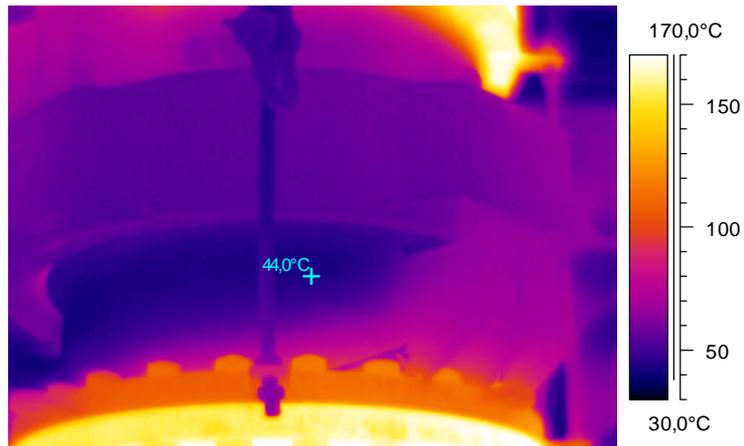
Após o monitoramento termográfico os valores de temperatura foram tabulados, conforme a Tabela 1.

**Tabela 1.** Temperatura dos Conjuntos de insuflação das 38 Ventaneiras (°C)

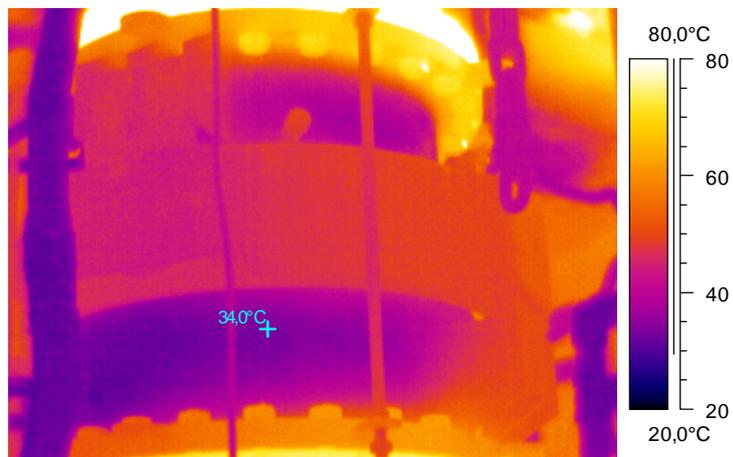
Nº do conjunto	Junta de expansão	Joelho	Algarviz
1	65	340	340
2	50	320	340
3	35	175	40
4	40	105	35
5	35	120	50
6	35	90	50
7	40	140	35
8	35	150	200
9	35	300	350
10	35	345	340
11	35	360	360
12	50	300	390
13	50	330	320
14	100	300	300
15	50	130	50
16	50	60	40
17	40	105	50
18	50	150	50
19	50	150	60
20	40	140	35
21	50	140	60
22	50	90	55
23	55	150	40
24	60	300	360
25	70	300	360
26	40	310	360
27	70	330	370
28	40	340	370
29	35	340	360
30	50	120	110
31	50	150	120
32	40	315	350
33	40	330	370
34	60	340	360
35	50	310	340
36	80	330	350
37	50	315	350
38	40	330	340

As Figuras 3, 4 e 5 são a fotografia e os termogramas típicos das juntas de expansão, em uma condição normal de operação e na condição de obstrução.


**Figura 3** – Junta de expansão.



**Figura 4** – Junta de expansão em uma condição de fluxo normal.

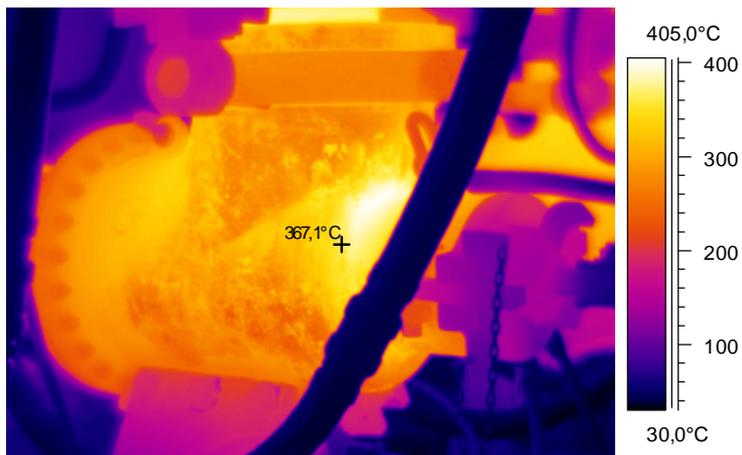


**Figura 5** – Junta de expansão com obstrução no fluxo.

As Figuras 6, 7 e 8 são a fotografia e os termogramas típicos dos joelhos, em uma condição normal de operação e na condição de obstrução.



**Figura 6** – Joelho.



**Figura 7** – Joelho em uma condição de fluxo normal.

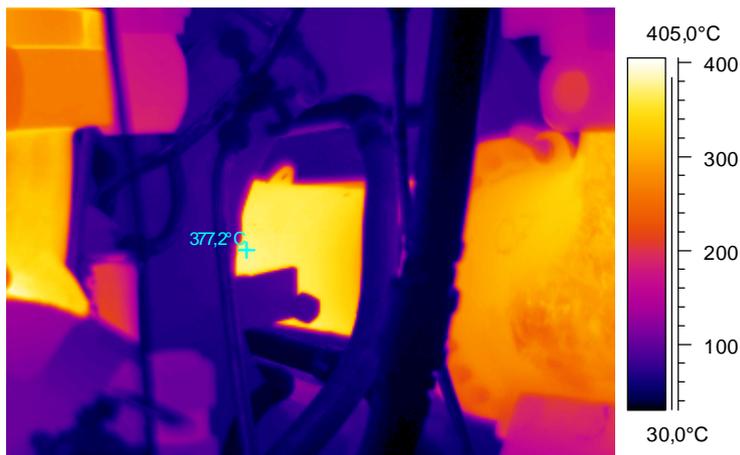


**Figura 8** – Joelho com obstrução no fluxo.

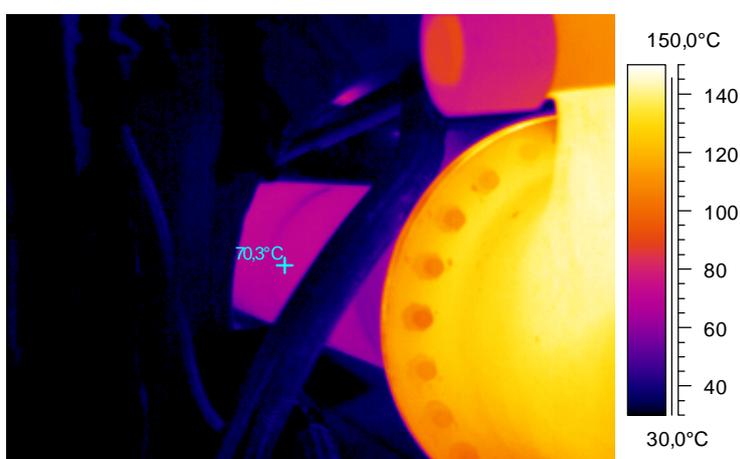
As Figuras 9, 10 e 11 são a fotografia e os termogramas típicos dos algaraviz, em uma condição normal de operação e na condição de obstrução.



**Figura 9** – Algaraviz.



**Figura 10** – Algaraviz em uma condição de fluxo normal.



**Figura 11** – Algaraviz com obstrução no fluxo.

Os termogramas dos componentes na condição normal de operação foram resgatados de um banco de dados.

### 3 A ELIMINAÇÃO DO DEFEITO

Após a análise dos valores de temperatura da Tabela 1 e comparando os termogramas, foi possível diagnosticar que:

- a) De um total de 38 conjuntos de insuflação de ar quente, havia 17 conjuntos necessitando de intervenção para verificar e sanar a obstrução de fluxo.
- b) Baseando-se nos valores de temperatura encontrada nos joelhos e algaraviz, os conjuntos de insuflação n° 3, 4, 5, 6, 7, 8, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 30 e 31 apresentam obstrução no fluxo de ar quente.
- c) As juntas de expansão foram desconsideradas na análise pois, em virtude do isolante térmico utilizado, estas apresentam pequenas variações de temperatura o que proporcionaria erros no diagnostico.
- d) Durante a execução dos trabalhos para eliminar a obstrução foi verificado que alguns componentes não ofereciam condições de desobstrução e por isso foram substituídos (Figuras 12, 13, 14 e 15).



**Figura 12** – Joelho obstruído.



**Figura 13** – Junta de expansão obstruída.



**Figura 14** – Algaraviz obstruído.



**Figura 15** – Ferro gusa retirado durante a desobstrução.

#### 4 CONCLUSÃO

Confirmando as expectativas, em alguns conjuntos foi necessária a intervenção nos componentes comprometidos até a conexão com o anel principal.



Com o emprego da termografia foi possível identificar, de forma rápida e pontual, todos os conjuntos de insuflação obstruídos e, conseqüentemente, agilizar a manutenção e o retorno da operação do alto-forno, minimizando a perda de produção e os custos de material e mão de obra.

A posse de um banco de dados com termogramas dos conjuntos foi essencial para a análise e comparação com os termogramas dos conjuntos obstruídos.

## REFERENCIAS

- 1 CALENTE, Aderaldo: **Relatório Termográfico dos Sistemas de Insuflação de ar quente do Alto Forno 1**. ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES Brasil.
- 2 Manual de operação do Alto Forno 1. Kawasaki Steel Corporation. Japão, 1983.