



# DESENVOLVIMENTO DE NOVA PRÁTICA DE MANUTENÇÃO PREDITIVA NO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE GASES<sup>1</sup>

Carlos Antônio Ribeiro<sup>2</sup>  
 André Luiz Magno Barroso<sup>3</sup>  
 Alarico Izidoro Nicolau<sup>4</sup>  
 Carlos Andrade Pinto<sup>5</sup>  
 Robson de Paula<sup>6</sup>

## Resumo

O presente trabalho foi desenvolvido a partir da redução de oferta de Gás de Aciaria (GLD), impactando no custo de geração da CTE 2. Esta contribuição técnica apresenta os resultados alcançados a partir da análise do comportamento do GLD, nas redes de distribuição em aço carbono. Este trabalho mostra como a técnica de termografia pode auxiliar na detecção e no diagnóstico de obstrução destas tubulações, bem como os critérios e metodologias, que devem ser adotados durante as inspeções e análise dos resultados. Mostra também, os resultados preliminares da primeira tentativa de limpeza da tubulação.

**Palavras-chave:** Distribuição; Utilidades; Termografia; Obstrução.

## DEVELOPMENT OF NEW PRACTICE OF PREDICTIVE MAINTENANCE IN THE GASES DISTRIBUTION SYSTEM

### Abstracts

This work was developed from the reduced supply of the Steel Plant Gas, impacting the cost of generation of the CTE2. This technical contribution, presents the results from the analysis of the behavior of the gas in the distribution networks made of carbon steel. This work shows how the technique of thermography can aid in the detection and diagnosis of obstruction of these pipes, criteria and methodologies, which should be adopted during the inspection and analysis of results. It also shows the preliminary results of the first attempt to clean the pipe.

**Key Words:** Distribution; Utilities; Thermography; Obstruction.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 31º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 25º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 17 a 20 de agosto de 2010, Foz do Iguaçu, PR

<sup>2</sup> Técnico de Desenvolvimento Especialista da Gerência Distribuição de Energéticos (GDE)

<sup>3</sup> Gerente da Gerência de Distribuição de Energéticos (GDE)

<sup>4</sup> Engenheiro Especialista da Gerência de Distribuição de Energéticos (GDE)

<sup>5</sup> Técnico de Manutenção da Gerência de Distribuição de Energéticos (GDE)

<sup>6</sup> Líder de Energéticos da Gerência de Distribuição de Energéticos (GDE)



## 1 INTRODUÇÃO

O GLD é o gás formado no interior do conversor, sendo composto de outros gases. 0,05% do carbono presente na carga do conversor fica retido no aço e o restante compõe o gás. Do volume de gás produzido no conversor, 10% são perdidos na queima primária e 10% são perdidos na reação com o ar atmosférico na boca do conversor.

A recuperação de gás se inicia e se encerra quando a concentração de CO atinge 40%, que corresponde a aproximadamente a 15% do tempo de sopro. Ou seja: o tempo de sopro (período de duração do ciclo de geração de CO) corresponde a cerca de 17 minutos e o volume recuperado se dá durante 11 minutos, pois o volume de GLD gerado nos 3 minutos iniciais (15% do tempo total) e nos 3 minutos finais da curva de recuperação são enviados ao bleeder. Este procedimento visa garantir não haver oxigênio no GLD no início da recuperação, bem como eliminar o GLD com baixo PCI, tanto no início como no final da curva de recuperação.

O mecanismo que controla a recuperação de GLD é uma válvula de 3 vias que opera on/off. O volume de gás perdido corresponde a 7,1% do volume total de gás recuperado, conforme Figura 1.

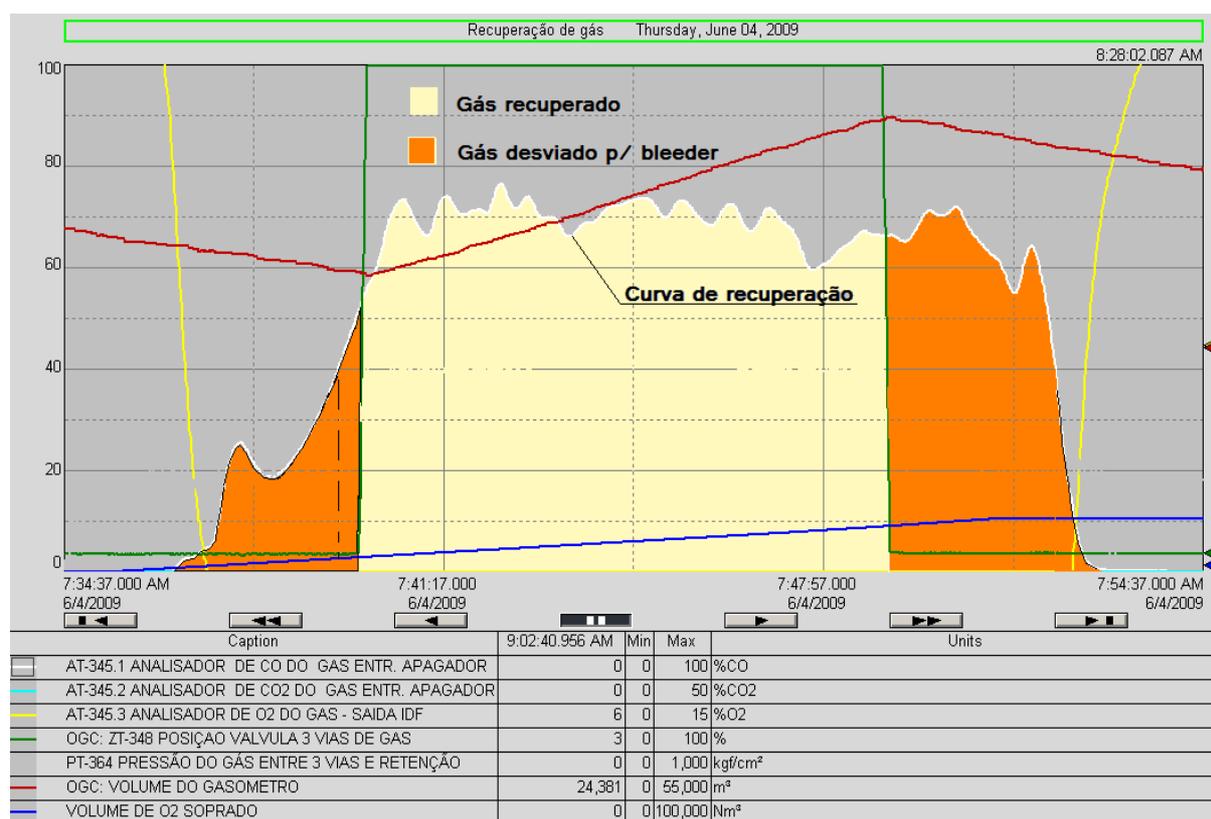


Figura 1 – Recuperação teórica de GLD.

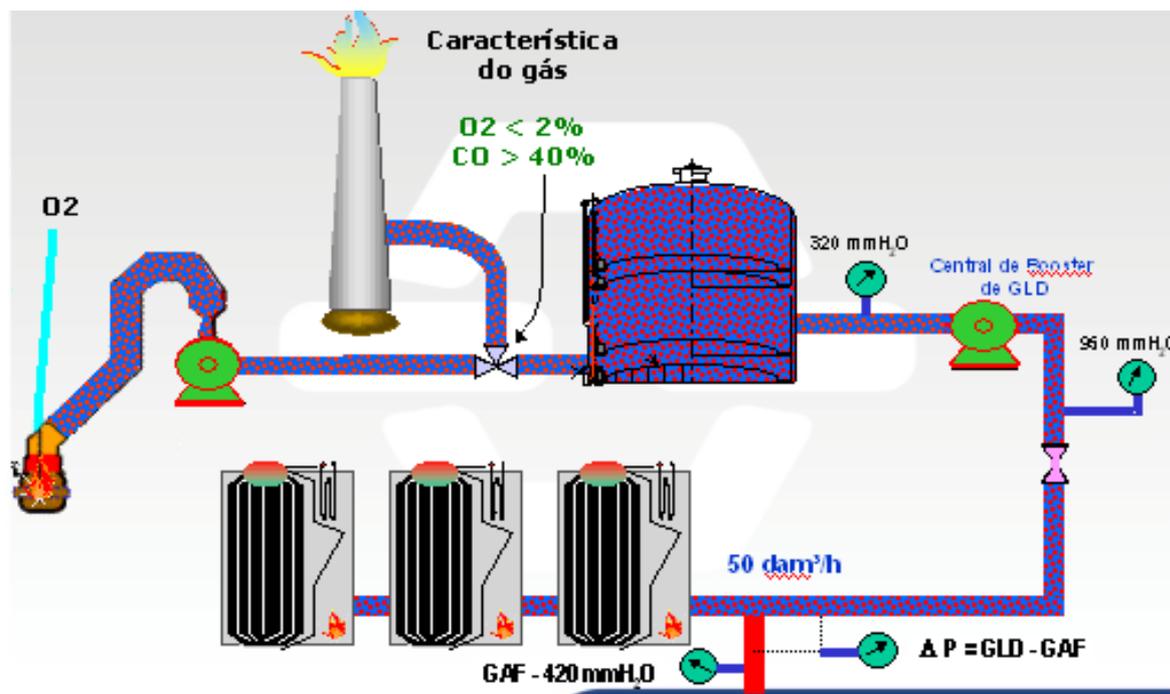


Figura 2 - Fluxo do processo de geração e distribuição.

## 2 MATERIAL E MÉTODO

O fluxo do gás no sistema de exaustão carrega particulado que pode se depositar na rede. O resíduo depositado no interior da tubulação tende a ocupar os espaços dificultando a passagem do gás e causando transtornos com a perda de capacidade de escoamento. Os gases siderúrgicos possuem temperatura elevada e desta forma trocam calor com a tubulação. A técnica de preditiva usada a termovisão é baseada na análise das diferenças de temperatura ao longo das tubulações. Como resíduos se alojam nas redes e se acumulam em locais de menor velocidade do fluido, é possível identificar por diferença de temperatura as regiões onde ocorrem estes acúmulos pois estas partes da tubulação ficam mais frias podendo ser identificado a obstrução.

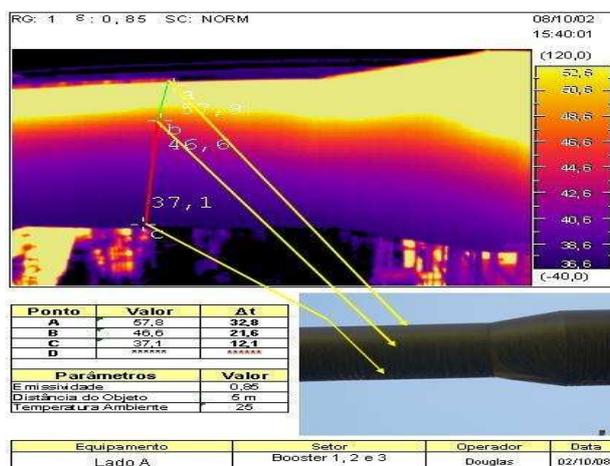


Figura 3 – Foto da tubulação obstruída.

A termografia deve ser realizada a partir de uma visada do mesmo nível da tubulação pois os resíduos, geralmente mais pesados, tendem a se depositar na parte inferior das tubulações, gerando uma diferença de temperatura na seção



transversal do tubo. Esta informação é importante para avaliação do comprometimento dos trechos retos. Para a realização das medições em redes em altura poderá ser utilizado andaimes ou plataformas móveis. Previamente deve ser feito uma inspeção onde será realizado o mapeamento térmico, a fim de identificar o recurso necessário. A distancia do instrumento à tubulação deve ser considerada de forma a possibilitar uma boa leitura da temperatura.

Após a detecção de uma área com temperatura baixa com relação as demais regiões será registrada uma imagem onde constará o ponto de menor temperatura; temperatura ambiente, emissividade e distância do equipamento inspecionado em relação ao Termovisor.

O relatório é elaborado através das informações e dados fornecidos acompanhado de toda a inspeção, juntamente com os termogramas coloridos e fotos digitais que indicam as regiões com diferenças de temperaturas.



Figura 4– Executando termografia em tubulação em altura.

## 2.1 Equipamentos Empregado

Termovisor Nec San-ei Instrumentos, LTd.  
Máquina digital Sony Cyber Shot

## 2.2 Análise De Resultados Termográficos

Diferenças de temperaturas e os locais onde foram detectadas podem representar um possível acúmulo de resíduos e de acordo com imagem termográfica pode-se avaliar a criticidade da obstrução.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1. Caracterização Do Problema

- Redução da vazão de GLD para a Central Termoelétrica – CTE 2

Em Janeiro de 2008 foi verificada uma queda gradativa na vazão de consumo de GLD na Central Termoelétrica.



Figura 5 - Vazão de Consumo de GLD de Jan a Dez/08.

Os valores medidos indicavam uma redução no consumo de GLD de 40 para 27,8 dam<sup>3</sup>/h, na CTE-2. Afetando o custo da energia (elétrica, vapor e ar soprado) e impactando no consumo de GN de 14 para 17,1 dam<sup>3</sup>/h na CTE-2.

### 3.2 Causas Prováveis

- Boosters com baixo rendimento;
- válvula de emergência da saída dos Boosters avariada;
- instrumentos de medição vazão com avarias;
- obstrução interna do Gasômetro; e
- redes obstruídas .

### 3.3 Análise das Causas Prováveis

#### 3.3.1 Boosters com baixo rendimento

- Abertura para inspeção das câmaras de compressão;
- limpeza e inspeção dos rotores;
- limpeza dos dampers; e
- verificação da malha de controle de vazão.

Após as intervenções o problema permaneceu.

#### 3.3.2 Válvula de emergência da saída dos Boosters avariada

- Inspeção interna.

Após as intervenções o problema permaneceu.

#### 3.3.3 Instrumentos de medição vazão com avarias

- Aferição e calibração dos manômetros ;
- aferição dos transmissores; e
- aferição dos termômetros.

Após as intervenções o problema permaneceu.

#### 3.3.4 Obstrução interna no Gasômetro de Gás de Aciaria

- Inspeção interna no Gasômetro; e
- inspeção drenos do Gasômetro.

Após as intervenções o problema permaneceu.



### 3.3.5 Obstrução da rede – Central Boosters de Gas OG até a Central Termoelétrica – CTE 2.

- Uso da termografia na detecção de obstrução de tubulação.

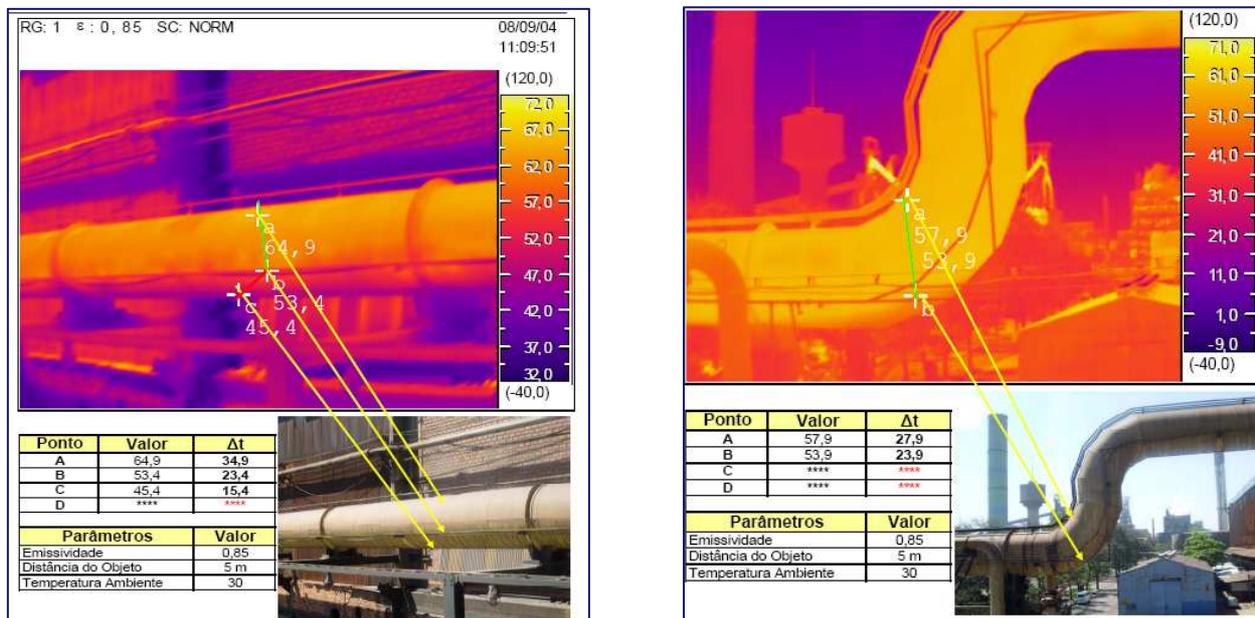


Figura 6 – Tubulação entre a central de booster e a CTE.

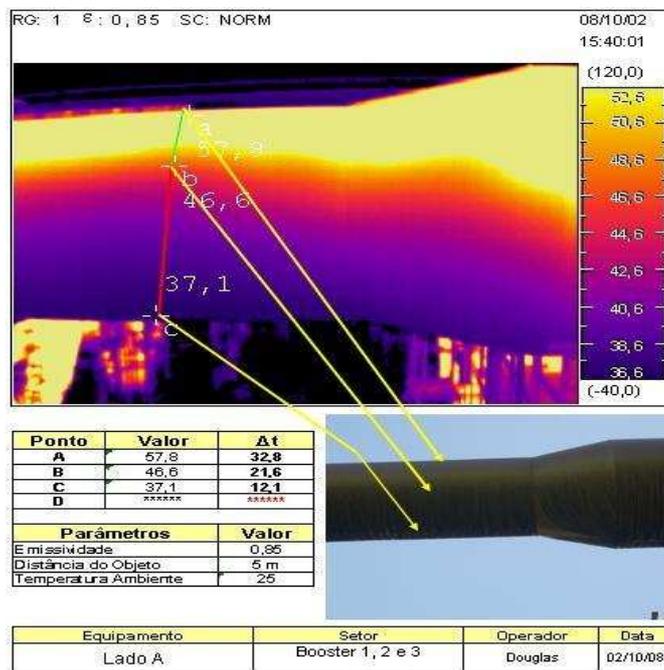


Figura 7 – Tubulação do travessão da central de booster.



Figura 8 – Obstrução da tubulação.

A partir dos relatórios da termografia foi possível identificar os locais e o nível de obstrução. Priorizamos os trechos a serem desmontados e executamos a limpeza das tubulações.

### 3.3 Resultado Alcançado

Após as intervenções de desobstrução das tubulações o problema permaneceu, porém a pressão na saída do Gasômetro de OG ficou negativa conforme mostra a tabela da Tabela 1.

Tabela 1 – Tabela de vazão e pressão dos boosters

06/11/2008	Testes realizados com Booster's selado							
JAQUES	FAN - 1	FAN - 2	FAN - 3	FAN - 1 e 2	FAN - 1 e 3	FAN - 2 e 3	FAN - 1,2,3	
Vazão	30,91	23,94	29,19	37,18	38,11	37,02	41,07	dam <sup>3</sup> /h
Pressão	560a570	500a520	550a560	640a660	670	638	664	mmH2O
	FAN - 1	FAN - 2	FAN - 3	FAN - 1 e 2	FAN - 1 e 3	FAN - 2 e 3	FAN - 1,2,3	
Pressão no Bosster	800	950	650	900/900	950/750	800/700	900/800/750	mmH2O
Pressão saída Antigo	570a600	510a530	560a570	650	675	750	700	mmH2O
Pressão saída Novo	570a600	510a530	560a570	650	675	680	700	mmH2O
Pressão GAF 2.1	440	421	414	435	419	443	427	mmH2O
Pressão GAF 2.3	426	473	438	446	429	437	422	mmH2O
Pressão saída GGOG	113,6	177,9	125	58,5	-49,9	9,9	-49,9	mmH2O

Na Tabela 1 podemos observar um papel sendo sugado pelo pressão negativa na saída do gasômetro onde deveríamos ter uma pressão positiva de 350 mmH2O, o que nos levou a inspecionar a saída do gasômetro de OG.



Figura 9 – Tubulação de entrada do Gasômetro de OG.

### 3.4 Solução Proposta

- Inspeccionar a saída do gasômetro de OG, abrindo a tubulação de saída do Gasômetro e acessando o Gasômetro de OG.



Figura 10 - Tubulação de saída do Gasômetro.

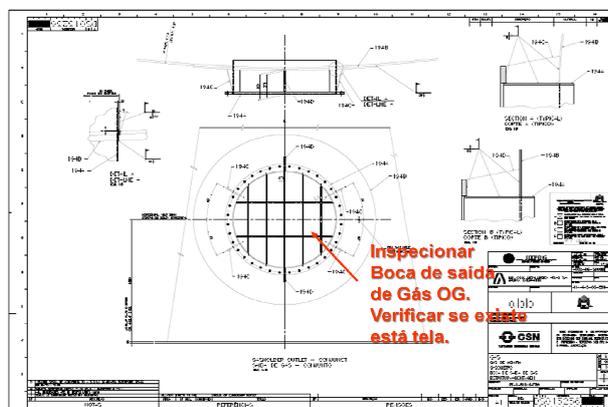


Figura 11 – Desenho da saída do Gasômetro.



### 3.5 Resultado Final

Após a abertura da tubulação de saída do gasômetro foi possível verificar a obstrução do gasômetro, executado a limpeza na saída do Gasômetro e após a limpeza foi constatado a recuperação da vazão de gás para CTE 2.

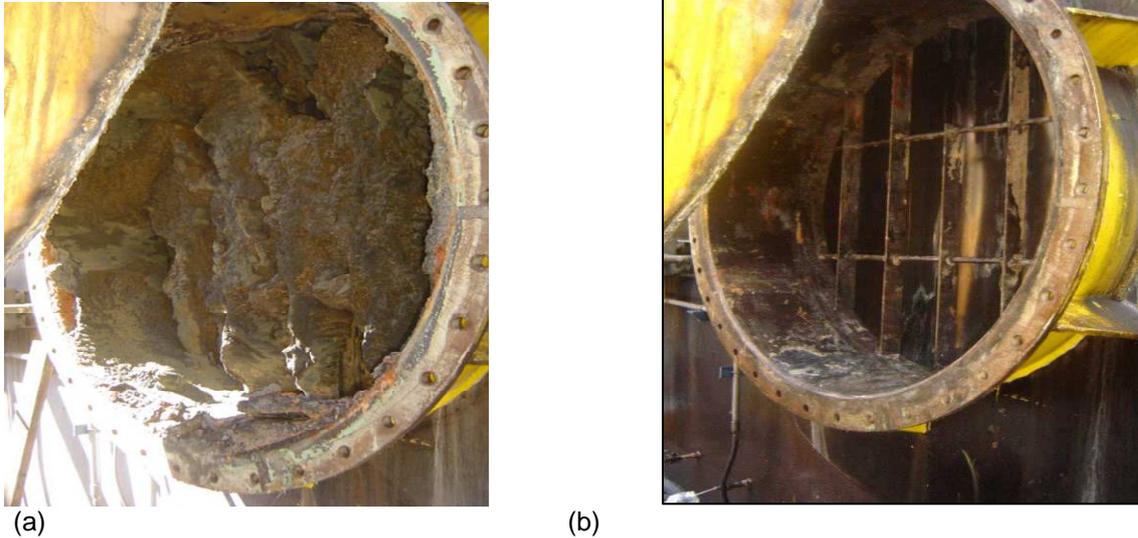


Figura 12 – (a) Obstrução na saída do Gasômetro; (b) saída do Gasômetro desobstruída.

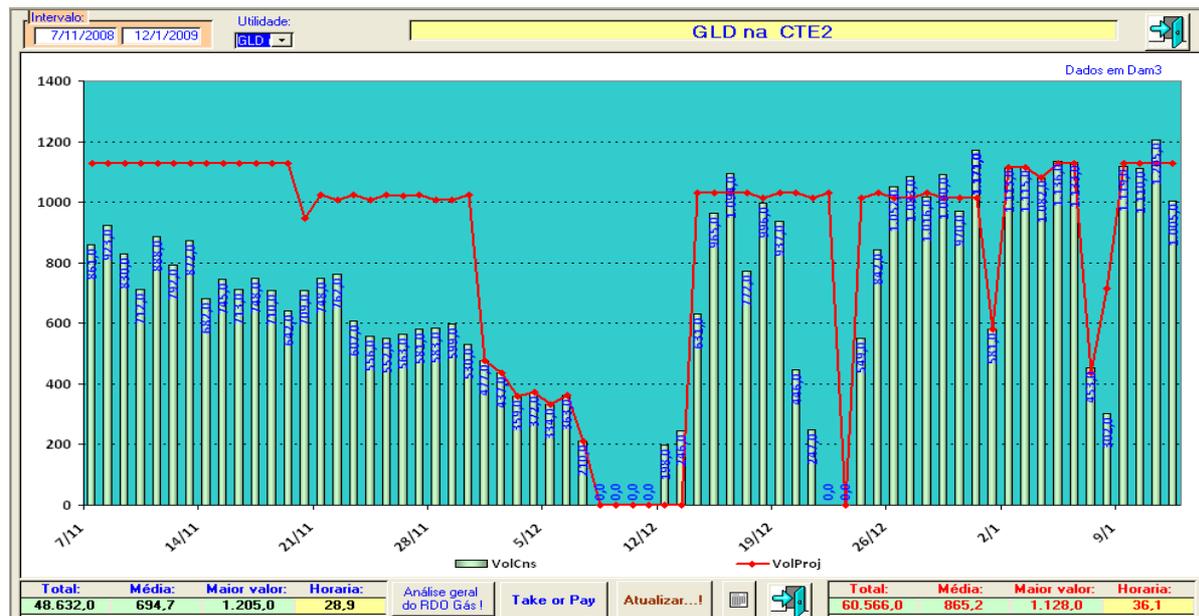
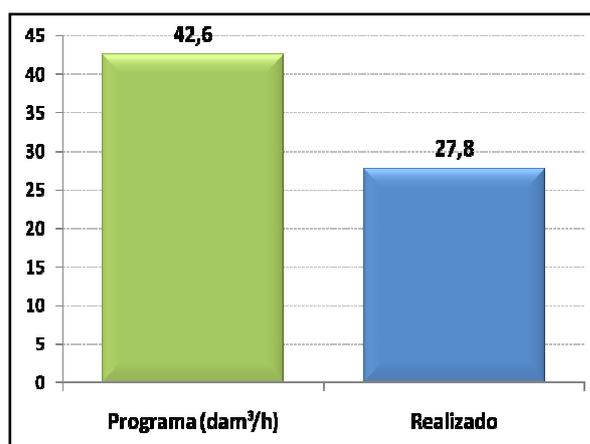
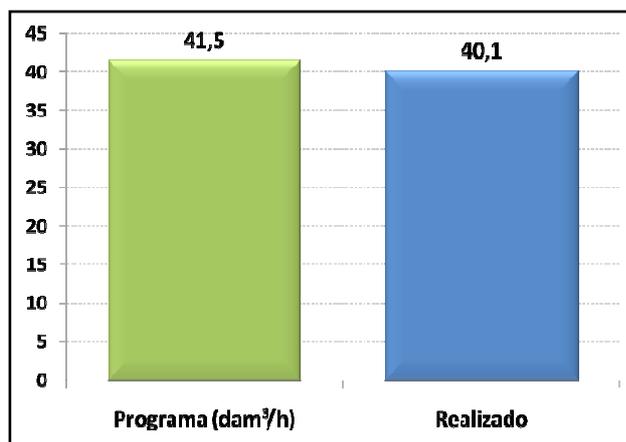


Figura 13 - Vazão de Consumo de GLD antes e após intervenção.

## 4 BALANÇO ECONÔMICO

Mediante os resultados obtidos, esta contribuição técnica representou para a Empresa sob o dimensional custo, com a prática da termografia o ganho pela redução de GN na CTE#2.



Diferença entre as vazões realizadas = 12,3 dam³/h

12,3 dam³/h de GLD equivalem a aprox. uma economia de 3,1 dam³/h de GN

3,1 dam³/h a menos de GN projeta uma economia de aprox:  $3,1 \times 24 \times 365 \times 637 \Rightarrow R\$ 17.000.000,00$

\* Preço médio de distribuição do GN em 2008  $\Rightarrow R\$ 637,00 / \text{dam}$

## 4 CONCLUSÃO

A inspeção termográfica permitiu a localização de problemas na CBGOG e atualmente não existem limitações para fornecimento de GLD para a CTE-2.

A recuperação da capacidade nominal da central de booster de GLD só foi possível com a prática da termografia em redes de gás.

O aproveitamento dos gases siderúrgicos para redução dos custos de produção é um fator diferencial e primordial para as siderúrgicas integradas.

A prática da termográfica em redes de gás se mostra como um fator de evolução da manutenção alinhado com o objetivo da empresa de redução dos custos de produção.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 Contribuição Técnica ao XXII Encontro de Produtores e Consumidores de Gases de agosto de 2007, Vitória – ES, Brasil Autor Aderaldo Calente, Técnico Eletro mecânico. Especialista em termografia. Departamento de Engenharia da ArcelorMittal