

## MELHOR APROVEITAMENTO DE GCO ATRAVÉS DO RESTABELECIMENTO DO BOOSTER IHI<sup>1</sup>

Alarico Nicolau Izidorio Filho<sup>2</sup>  
Carlos Andrade Pinto<sup>3</sup>  
José Luciano dos Santos<sup>4</sup>

### Resumo

O presente trabalho mostra os resultados obtidos com o melhor aproveitamento do gás de coqueria aumentando a eficiência energética através do restabelecimento e melhorias implementadas no *booster* IHI. Estes boosters alimentam a UPV com gás de coqueria de alta pressão e abastecem com esta utilidade setores como o laminador de tiras a quente 2, sinterização, altos-fornos, aciaria e máquinas de corrida contínua. Trata-se assim de um equipamento vital para eficiência energética de produção de diversos produtos e sub-produtos do aço. A redução de distribuição de gás de coqueria de alta pressão implica no consumo de gás natural, utilidade esta, de elevadíssimo custo quando comparado ao gás de coqueria, implicando, portanto em elevação de custo de produção do aço.

**Palavras-chave:** GCO; Eficiência energética; Booster IHI

### BETTER USE OF COKE OVEN GAS THROUGH RESTABLISHMENT IHI COMPRESSOR

### Abstract

This paper shows the reached results with the coke oven gas using and the increasing energetic performance obtained through the repair and improvements in IHI compressor. IHI's compressors are responsible for filling the steel plant with high pressure coke oven gas. Plenty of process uses this utility: Rolling mill, blast furnace, sintering, steel mill and continuous casting. As showed IHI's compressor is a vital component of the steel production energetic performance. When the coke oven gas distribution decreases the steel plant must use natural gas, and this last utility is very pricy compared with coke oven gas. As conclusion the steel production costs increase a lot.

**Key words:** Coke oven gas; Energetic performance; IHI compressor.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 32º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 26º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 16 a 19 de agosto de 2011, Salvador, BA.

<sup>2</sup> Engenheiro de Desenvolvimento – Gerencia de Distribuição de Energéticos – GDE.CSN.

<sup>3</sup> Técnico Mecânico – Técnico da Gerência de Distribuição de Energético e Utilidades - GDE.CSN.

<sup>4</sup> Engenheiro de Desenvolvimento – Gerencia de Distribuição de Energéticos – GDE.CSN.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Sistema de Distribuição de Gás para UPV

O sistema de distribuição de gás de coqueria de alta pressão para UPV conta com um sistema de compressores centrífugos de quatro estágios conhecidos como *booster's* IHI. Estes boosters se encarregam de elevar a pressão de gás de coqueria de 450 mmca para aproximadamente 4.500 mmca.



Figura 1. Detalhe do booster IHI.

Abaixo encontram-se os dados de operação do *booster* IHI:

Tabela 1. Dados do *Booster* IHI

Vazão:	28 dam <sup>3</sup> /h
Pressão de sucção:	450 mmca
Pressão de descarga:	4500 mmca
Potência consumida:	650 kW

Detalhe do sistema de distribuição de gás de coqueria para UPV.

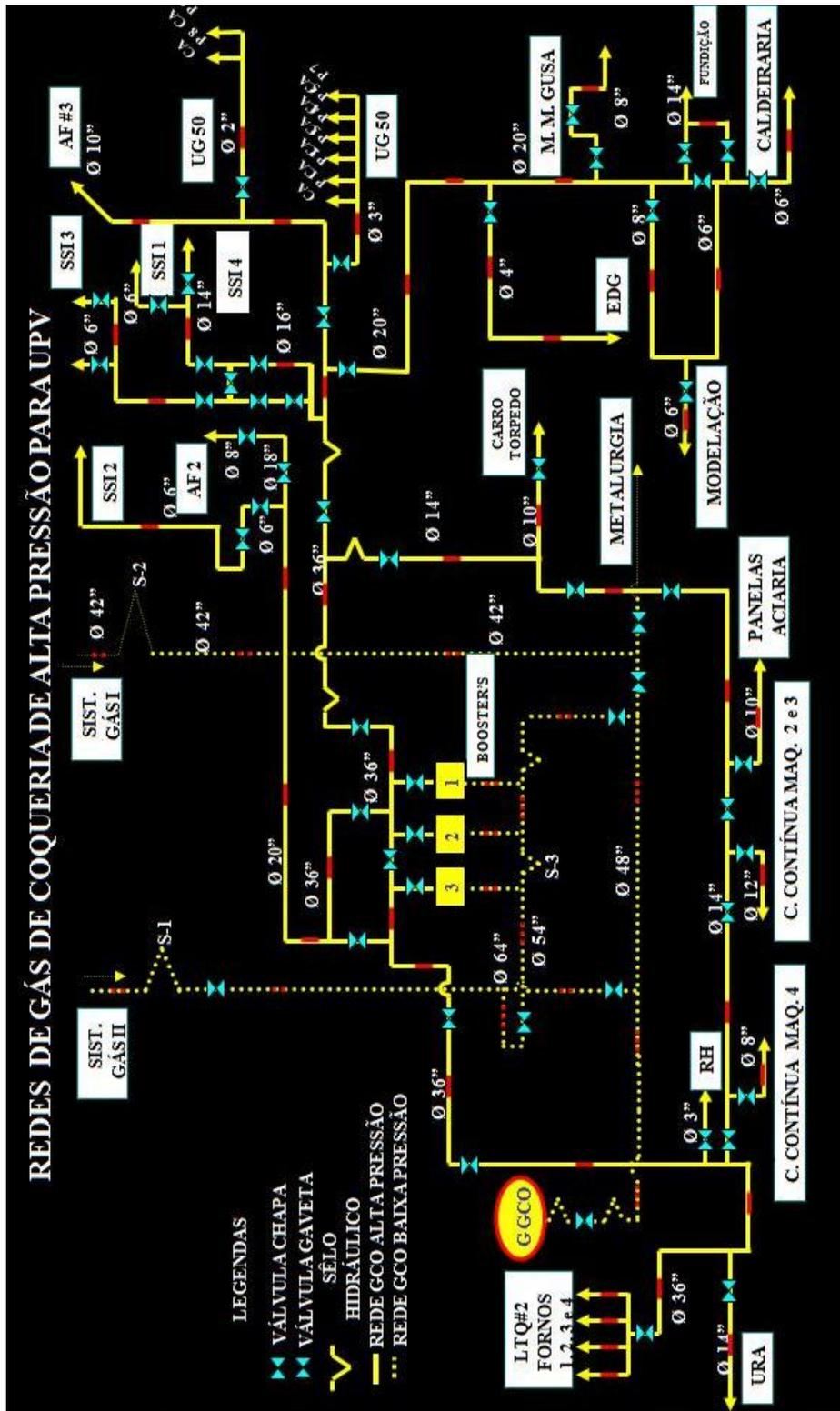


Figura 2. Distribuição de GCO para UPV.

## 1.2 Importância do *Booster* IHI

O *booster* IHI é de fundamental importância para o sistema de distribuição de gás pois realiza o abastecimento com gás de coqueria de alta pressão para processos vitais da UPV, dentre os quais cita-se:

- laminador de tiras a quente 2;
- sinterização;
- altos-fornos;
- aciaria; e
- máquinas de corrida contínua.

Portanto, para o completo aproveitamento do gás de coqueria torna-se necessário que este equipamento esteja funcionando conforme projeto e que o mesmo abasteça as áreas acima com gás de coqueria, reduzindo assim custos de produção quando comparado com o mesmo custo, porém com a utilização de gás natural.

## 2 MELHORA DA PERFORMANCE DO *BOOSTER* IHI

Visando o aumento de absorção de gás de coqueria pelos consumidores finais alguns trabalhos foram realizados no *booster* IHI.

### 2.1 Compra de Rotores Originais

Foram adquiridos dois rotores de fabricação japonesa (Ishikawajima).

Tabela 2. Custos *spare parts*

	PO 4500476485	PO 4500596887
Valor do pedido	R\$ 1.259.552,69	R\$ 1.762.907,30
Prazo para fabricação após colocação da PO	22 meses	20 meses
Tempo total do processo	35 meses	25 meses
Data da entrega do rotor na CSN	Junho de 2008	Junho de 2009

### 2.2 Reparo dos Rotores do *Booster* IHI-2

Paralelo ao item 2.1 – compra de rotores originais, foram reparados os impelidores do *booster* IHI-2 de forma a se aproveitar o gás de coqueria enquanto não se tinha disponível os rotores originais. Foram eliminadas trincas através de furos nas pás do impelidor e também usinadas as regiões de maior desgaste.



Figura 3. Detalhe do reparo do impelidor *booster* IHI-2.

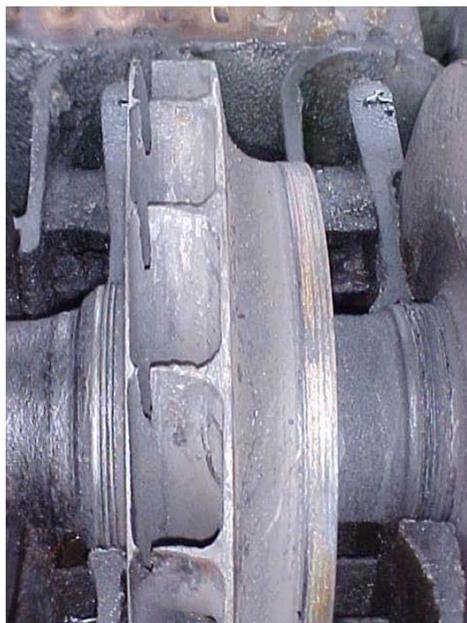
### 2.3 Reparo do *Booster* IHI-3

Também em paralelo à compra dos rotores originais foi realizado o reparo do *booster* IHI-3. O objetivo foi dar uma maior sobrevida aos impelidores por meio de uma aplicação de resina visando uma maior sobrevida do rotor. Também foi feita a substituição do eixo do conjunto girante.

Após a aplicação da resina o *booster* IHI-3 funcionou por oito meses, porém permitiu que o *booster* IHI-1 fosse reparado em paralelo maximizando o consumo de GCO enquanto este último era reparado.



**Figura 4.** Detalhe de reparo do *booster* IHI-3.



**Figura 5.** Rotor IHI-3 (fim de vida).

## 2.4 Reparo do *Booster* IHI-1

Foi realizada a troca do impelidor do segundo estágio em 2005. Foi substituído o impelidor do terceiro estágio por um impelidor do segundo estágio entre 12/2006 a 07/2007. Isto possibilitou o reparo definitivo do *booster* IHI-3 e a utilização do gás de coqueria em parâmetros próximos aos normais durante todo período de reparo deste último.



Figura 6. Detalhes do reparo do *booster* IHI-1.

## 2.5 Reparo Definitivo do *Booster* IHI-3

Desenvolvido junto a Turbocare (empresa do grupo Siemens), engenharia e fabricação de oito impelidores na fábrica de Hengelo-NE. Também na unidade de Hengelo-NE foram realizados os testes de rotação de alta velocidade conhecidos como *spin test* que têm por objetivo garantir a performance estrutural mecânica dos impelidores em operação.

Na Turbocare Brasil foram realizadas a engenharia e fabricação do eixo, diafragmas, Inlet Guide Vane (válvula palheta) e mancais.

Todos os desenhos de fabricação e especificação de materiais foram fornecidos à CSN.

## 2.6 Aquisição de Dois Rotores com a Turbocare

Foram adquiridos oito impelidores da Turbocare (PO 4500631889) no valor de R\$ 1.553.303,70. Estes impelidores foram utilizados para o reparo definitivo do

booster IHI-3 e representaram uma possibilidade de fornecimento paralela ao rotor original com duas vantagens: menor preço e menor prazo de entrega.



Figura 7. Detalhes construção do rotor e acompanhamento *spin test*.



Figura 8. Detalho do reparo da carcaça.

## 2.7 Reparo do *Booster* IHI-1

O IHI-1 ficou parado de 29/04/2008 à 12/05/2008 (14 dias). Retirado o impelidor do segundo estágio (trincas) e colocado impelidor do primeiro estágio do IHI-3. Prejuízo minimizado para 14 dias.



Figura 9. Reparo do *booster* IHI-1.

### 3 RESULTADOS FINANCEIROS

#### 3.1 Redução de Custos de Aquisição e Fabricação (*Spare Parts*)

Na Tabela 3 encontram-se os resultados financeiros obtidos unicamente com economia de manutenção. As reduções de custos foram possíveis com desenvolvimento de *spare parts* com a Turbocare.

**Tabela 3.** Custos desenvolvimento *spare parts*

Gastos	
Compra dos dois rotores da IHI	(R\$ 3.022.459,00)
Reparo do <i>Booster</i> IHI-2	(R\$ 325.000,00)
Reparo do <i>Booster</i> IHI-3 (resina)	(R\$ 92.000,00)
Reparo do IHI-1 (1º - Utilizado impelidor do 2º estágio sucateado)	(R\$ 360.000,00)
Compra dos oito impelidores da Turbocare (PO 4500631889)	R\$ 1.553.303,70
Reparo do <i>Booster</i> IHI-3 (definitivo – PO 4500630781)	(R\$ 1.150.000,00)
Reparo do IHI-1 (2º Utilizando impelidor do 1º estágio do IHI-3)	(R\$ 298.340,00)
Total: R\$ (6.801.102,70)	

Ganhos	
Aquisição dos dois impelidores da Turbocare	R\$ 1.469.156,00
Desenvolvimento / Compra dos Diafragmas - <i>Booster</i> IHI-3	R\$ 570.000,00
Desenvolvimento / Compra da válvula Palheta - <i>Booster</i> IHI-3	R\$ 280.000,00
Compra de Diafragma (2 conjuntos) - <i>Booster</i> IHI-1 e 2	R\$ 1.040.000,00
Compra de válvula Palheta (3 conjuntos) - <i>Booster</i> IHI-1, 2 e reserva	R\$ 840.000,00
Total: R\$ 4.199.156,00	

#### 3.2 Custo Reparo IHI-1

Tempo: 14 dias

Consumo de GN: (8 à 14 dam<sup>3</sup>/h)

Preço do GN: R\$ 790,00

Custo(1):  $8 \times 24 \times 14 \times R\$ 790,00 = (R\$ 2.123.520,00)$

#### 3.3 Redução de Custo com Utilização IHI-1 e IHI-3 com Reparo Paliativo

##### 3.3.1 Redução de custo IHI-1

Tempo: 180 dias (tempo mínimo “hoje” para adquirir um rotor)

Consumo de GN (8 à 14 dam<sup>3</sup>/h)

Preço do GN: R\$ 790,00

Custo (2):  $8 \times 24 \times 180 \times R\$ 790,00 = R\$ 27.302.400,00$

### 3.3.2 Redução de custo IHI-3

Os mesmos valores são aplicáveis para utilização do IHI-3 operando com reparo paliativo. Assim tem-se:

Custo(3):  $8 \times 24 \times 180 \times R\$ 790,00 = R\$ 27.302.400,00$ .

### 3.4 Resumo dos Custos Totais

Abaixo segue o quadro resumo com todos os ganhos relativos as atitudes tomadas no tocante a reparo, utilização de *booster's* com reparo paliativo e aproveitamento de gás de coqueria.

**Tabela 4.** Resumo dos custos totais

Item	Valor
Custos com <i>spare parts</i>	(R\$ 2.601.946,00)
Custos com não utilização IHI-1	(R\$ 2.123.520,00)
Economia com utilização IHI-1	R\$ 27.302.400,00
Economia com utilização IHI-3	R\$ 27.302.400,00
Total: R\$ 49.872.637,00	

## 4 CONCLUSÃO

O trabalho mostrou as diversas estratégias de manutenção e reparo dos *booster's* IHI ao longo do desenvolvimento e aquisição dos *spare parts* e reparo definitivos e como estas estratégias influenciaram de forma significativa na maximização da utilização de gás de coqueria gerando sólidos resultados financeiros para CSN.

Esta maximização do uso de GCO também influenciou no custo dos diversos consumidores desta utilidade, permitindo aos mesmos produzir com menor custo unitário devido a não utilização de GN.