

# MISTURADORA ESTÁTICA PARA CTE (CENTRAL TERMOELÉTRICA)

## SEÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE UTILIDADES <sup>(1)</sup>

*Osmar Vicente Sossai* <sup>(2)</sup>

*Carlos Alberto Puck* <sup>(3)</sup>

*José Roberto de Mello* <sup>(4)</sup>

### RESUMO:

Com a entrada em operação da nova área de produção da CST, o LTQ – Laminação de Tiras a Quente, foi instalado uma nova estação misturadora de gás, voltada para atender o forno de reaquecimento de placas.

Todo o projeto foi desenvolvido, tendo como base, as informações advindas do projeto de instalação da nova área de LTQ, onde se previa a instalação de um forno de re-aquecimento de placas com um perfil de consumo estável e com vazão de consumo da ordem de 47.000 Nm<sup>3</sup>/h de gás MG ( BFG + COG + GN ).

Após o start-up da área foi verificado que o perfil de consumo é variável, entre 3.000 Nm<sup>3</sup>/h e 45.000 Nm<sup>3</sup>/h, com picos instantâneos elevados.

Esta realidade colocava a estação misturadora em condições operacionais indesejadas e fora de suas especificações, que é de operar com vazão mínima de produção de MG de 30.000 Nm<sup>3</sup>/h. Diante deste fato, foi montada uma misturadora estática na CTE – Central Termoelétrica, com o objetivo de absorver a sobra de gás MG produzido na EMG – Estação Misturadora de Gás e não consumida pelo forno de reaquecimento do LTQ.

Desta forma passamos a operar com a EMG dentro de suas características de projeto, ou seja, produção de MG entre 30.000 Nm<sup>3</sup>/h e 53.000 Nm<sup>3</sup>/h ( 1 booster ).

---

<sup>(1)</sup> Trabalho a ser apresentado no Seminário Técnico da ABM – Florianópolis - SC - Brasil - 2004

<sup>(2)</sup> Supervisor de Distribuição de Utilidades do Departamento de Apoio Operacional da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Vitória – ES

<sup>(3)</sup> Controlador de Distribuição de Energia do Departamento de Apoio Operacional da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Vitória – ES

<sup>(4)</sup> Supervisor de Distribuição de Utilidades do Departamento de Apoio Operacional da Companhia Siderúrgica de Tubarão - CST - Vitória – ES

## **1.0 - INTRODUÇÃO:**

Acompanhando os planos de investimentos da CST, com a implantação da Laminação de Tiras a Quente – LTQ, a área de Utilidades teve a necessidade de investir na implantação de uma nova estação misturadora de gás, que além da garantia da qualidade dos gases misturados, foi necessário o investimento em novos equipamentos como os sopradores de gases que vão garantir a continuidade no fornecimento destes insumos.

### **DESCRIÇÃO DO PROCESSO DE MISTURA**

A finalidade deste sistema é adicionar uma mistura controlada de Gases Ricos ao gás BFG, de modo a se obter na saída da unidade, um Gás Misto (MG) com os requisitos de Poder Calorífico e de Índice de Wobbe conforme requeridos na Unidade de LTQ.

Serão utilizados como gases ricos, COG e GN disponíveis no limite de bateria. A utilização de GN no sistema, visa principalmente o controle do teor de H<sub>2</sub>S no MG (limitado a 500 mg/Nm<sup>3</sup>), devido ao teor deste contaminante no gás COG (de 700 a 2800 mg/Nm<sup>3</sup>).

A proporção de mistura de COG e GN no BFG será controlada, de modo a minimizar o consumo de GN neste sistema.

Como base deste controle será utilizado um analisador de Poder Calorífico e de Índice Wobbe (saídas independentes do analisador) que controlará, na forma de razão de vazão, a proporção requerida de gás BFG, o qual por sua vez controlarão a razão dos gases COG e GN para manter o poder calorífico dentro das características solicitadas.

A proporção admissível de COG será definida a partir dos dados de análise do gás COG rotineiramente efetuados na Coqueria. Estes dados, teor de H<sub>2</sub>S, PCI e densidade, serão introduzidos de forma manual em tela específica no Sistema Supervisorio sendo transferidos automaticamente ao sistema de controle.

Da mesma maneira serão introduzidos dados de PCI e densidade dos gases BFG e GN que serão utilizados pelo sistema de controle. No caso do gás MG os dados de análise serão utilizados somente como referência, já que os valores para controle serão os do analisador.

O controle do suprimento de MG, será efetuado através do controle da pressão na linha de MG, que será utilizado como “master” do controle de vazão de BFG.

Os Boosters Ebara, operarão na filosofia 1+1 (1 ventilador em operação + 1 de reserva) e serão acionados através de motores de média tensão.

## OBJETIVO DO CONTROLE.

Controlar o poder calorífico da mistura e a pressão de distribuição.

O controle da Estação de Mistura de Gases-EMG foi montado para fornecer o Gás Misto (MG) para o LTQ com as seguintes especificações:

Poder Calorífico Inferior (PCI)	= 2.600Kcal / Nm <sup>3</sup>
Índice de Wobbe (WI)	= 12,8 MJ/N m <sup>3</sup>
Pressão	= 1.200 mm H <sub>2</sub> O

## Limites máximos de contaminantes:

H <sub>2</sub> S limite máximo	= 500 mg / Nm <sup>3</sup>
Alcatrão + SS	= 10
BTX	= 10.000
C <sub>10</sub> H <sub>8</sub>	= 179
NH <sub>3</sub>	= 500
HCN	= 500
S orgânico	= 500

## REVENDO CONCEITOS.

### PODER CALORÍFICO INFERIOR - PCI

É a quantidade de energia térmica liberada na combustão de uma determinada quantidade de combustível, descontada a energia térmica necessária para vaporização da água presente na combustão.

### ÍNDICE DE WOBBE

O índice de Wobbe representa o calor fornecido quando um gás é queimado a uma pressão constante. O calor fornecido é então diretamente proporcional à área do orifício e ao número de Wobbe. Desta forma, se dois gases diferentes possuem o mesmo número de Wobbe, eles irão produzir igual quantidade de calor e produtos de combustão e irão requerer a mesma quantidade de ar de combustão, podendo desta forma ser utilizado no mesmo queimador.

$$IW = PCI / (S_g)^{0,5}$$

onde,  $S_g$  = densidade do gás em relação ao ar

O Gás misto consiste na mistura de 03 gases, sendo:

### BFG – Gás de Alto Forno.

PCI	= 830 Kcal/Nm <sup>3</sup>
Densidade	= 1,341 Kg/Nm <sup>3</sup>
Temperatura	= 28 °C
Vazão mínima	= 26.500 Nm <sup>3</sup> /h

Vazão máxima = 35.500 Nm<sup>3</sup>/h  
Pressão = 600 mmCA

### COG – Gás de Coqueria.

PCI = 4.500 Kcal/Nm<sup>3</sup>  
Densidade = 0,394 Kg/Nm<sup>3</sup>  
Temperatura = 40 °C  
Vazão mínima = 10.500 Nm<sup>3</sup>/h  
Vazão máxima = 25.500 Nm<sup>3</sup>/h  
Pressão = 500 mmCA

### GN – Gás Natural.

PCI = 8.900 Kcal/Nm<sup>3</sup>  
Densidade = 0,775 Kg/Nm<sup>3</sup>  
Temperatura = 28 °C  
Vazão máxima = 6.800 Nm<sup>3</sup>/h  
Pressão = 9,0 Kgf/cm<sup>2</sup>

### PODER CALORÍFICO DA MISTURA DE GASES

Para se conseguir o gás especificado acima é necessário calcular a proporção necessária de cada gás na mistura. Na tabela abaixo são mostradas algumas alternativas de mistura possíveis.

Gas Misto GM	COG %	BFG %	GN %	PCI Kcal/N m <sup>3</sup>	IW (*) Kcal/N m <sup>3</sup>	BTX mg /Nm <sup>3</sup>	H2S mg /Nm <sup>3</sup>
GM10	10	72	18	2.650	2.796	3.500	280
GM15	15	69	16	2.672	2.862	5.250	420
<b>GM20</b>	<b>20</b>	<b>67</b>	<b>13</b>	<b>2.613</b>	<b>2.835</b>	<b>7.000</b>	<b>560</b>
GM25	25	64	11	2.635	2.905	8.750	700
GM30	30	61	09	2.657	2.977	10.500	840

### COMO SÃO CONTROLADOS O PODER CALORÍFICO E O ÍNDICE DE WOBBE DA MISTURA?

O controle automático é feito da seguinte forma:

1. Com Base nos valores do PCI dos gases BFG, COG e GN, o controlador (PLC) calcula a proporção necessária de cada gás para se obter a mistura dentro das especificações de PCI e IW.

2. Como existem diferentes proporções para se obter a especificação desejada, o controlador busca duas condições prioritárias:
  - Concentração de H<sub>2</sub>S menor que 500 ppm;
  - Menor consumo possível de GN.

## **E QUANDO O PODER CALORÍFICO DE CADA GAS (BFG, COG E GN) VARIAR?**

Se o poder calorífico dos gases que compõem a mistura variar, é claro que a mistura dos gases também irá ter as especificações de PCI e IW modificadas. Para solucionar este problema, a Estação de Mistura de Gases está equipada com um moderno CALORÍMETRO EM LINHA que mede continuamente os valores de PCI, IW e DENSIDADE do MG.

Estas medições são utilizadas para fazer a correção da proporção dos gases, usando-se a vazão de COG para controle do PCI e vazão de BFG e GN para controle do IW

## **COMO ATENDER ÀS VARIAÇÕES DE CONSUMO DO FORNO DO LTQ?**

As variações no consumo de MG pelo forno de reaquecimento do LTQ são ajustadas automaticamente, medindo-se a pressão do gás misto na rede e alterando-se a abertura e fechamento da válvula de entrada de BFG.

Na seqüência, o controle de relação ajusta automaticamente as vazões de COG e GN nas proporções corretas fornecendo a vazão demandada de MG.

Para melhorar a resposta do controle, a vazão de MG também é utilizada atuando como elemento antecipativo no comando de abertura e fechamento da válvula de BFG.

## **RESTRICÕES NO CONTROLE AUTOMÁTICO**

A vazão mínima com que o Booster de MG pode operar é de 30.000 Nm<sup>3</sup>/h. Desta forma, caso o forno do LTQ consuma abaixo deste valor, as alternativas operacionais criadas pela operação de distribuição de utilidades são:

### **PRIMEIRA MELHORIA ( APROVEITAMENTO )**

- Queimar o excedente nas caldeiras CTE, misturado ao BFG.

Considerando a vazão mínima do booster em 30.000 Nm<sup>3</sup>/h e que a média horária de consumo do LTQ no ano de 2003 foi de 16.700 Nm<sup>3</sup>/h, esta alternativa representa uma possibilidade de aproveitamento de 13.300 Nm<sup>3</sup>/h de MG a um PCI de 2700 Kcal/Nm<sup>3</sup>, nas caldeiras da CTE.

A vazão de MG aproveitada de 13.300 Nm<sup>3</sup>/h nas caldeiras representam 13,05 MW de energia produzida nos geradores da CTE.

(\*) Na tabela 1 e gráficos abaixo pode ser visualizado o aproveitamento energético desta melhoria.

Tabela 1 – Demonstrativo energético da EMG em 2003.

Mês	BFG no MG (gcal/h)		COG no MG (gcal/h)		MG produzido (gcal/h)		MG p/ CTE (gcal/h)		BFG de MG na CTE (gcal/h)		COG de MG na CTE (gcal/h)		MG p/ LTQ (gcal/h)		MG p/ Torre (gcal/h)		BFG / COG %
	P	R	P	R	P	R	P	R	R	R	P	R	P	R	P	R	
2003																	
Jan	13,1	13,1	66,1	56,6	79,2	69,8	10,3	30,7	5,8	24,9	55,1	28,6	0,0	11,0			0,23
Fev	12,5	14,2	63,0	64,4	75,5	78,5	22,0	27,3	4,9	22,4	47,4	35,1	98,0	17,2			0,22
Mar	13,7	14,1	70,6	68,0	84,3	82,0	30,0	22,7	3,9	18,8	45,6	44,9	14,0	22,8			0,21
Abr	9,7	12,2	59,1	59,4	68,7	71,7	19,1	18,1	3,1	15,0	31,3	38,8	16,8	18,4			0,21
Mai	14,0	12,6	69,7	60,7	83,7	73,4	11,7	9,8	1,7	8,1	12,3	15,8	8,0	1,9			0,21
Jun	12,4	14,0	74,3	69,5	86,8	83,6	32,8	27,6	4,6	23,0	34,4	44,4	22,4	5,4			0,20
Jul	12,7	13,3	77,0	66,4	89,7	79,6	42,2	29,4	4,9	24,5	47,4	54,4	0,0	0,3			0,20
Ago	11,8	13,5	72,0	65,1	83,8	78,6	36,3	29,6	5,1	24,5	47,9	57,2	0,0	0,2			0,21
Set	14,7	12,2	77,0	71,1	91,6	83,3	32,2	23,8	3,5	20,3	57,4	66,5	0,0	0,9			0,17
Out	11,1	13,3	61,0	58,3	72,1	76,5	16,0	26,0	4,5	19,8	55,7	47,8	0,4	2,5			0,23
Nov	13,2	14,0	73,3	63,4	86,4	83,0	26,2	29,6	5,0	22,6	60,2	53,3	0,4	0,0			0,22
Dez	13,3	14,4	73,3	65,1	86,4	82,1	25,5	27,3	4,8	21,6	60,2	54,9	0,0	0,0			0,22
Md	12,7	13,4	69,7	64,0	82,4	78,5	25,4	25,2	4,3	20,5	46,2	45,1	13,3	6,7			0,21

Gráfico 1 – Balanço de MG em 2003.

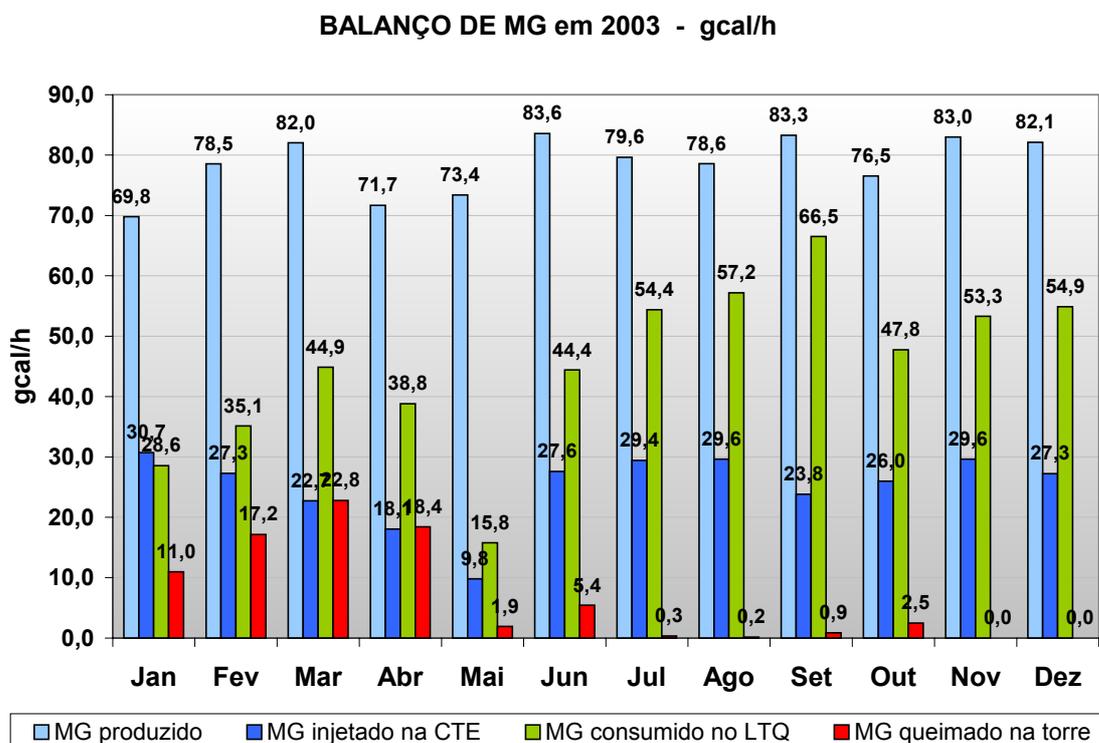


Gráfico 2 – Injeção de MG no BFG da CTE em 2003.

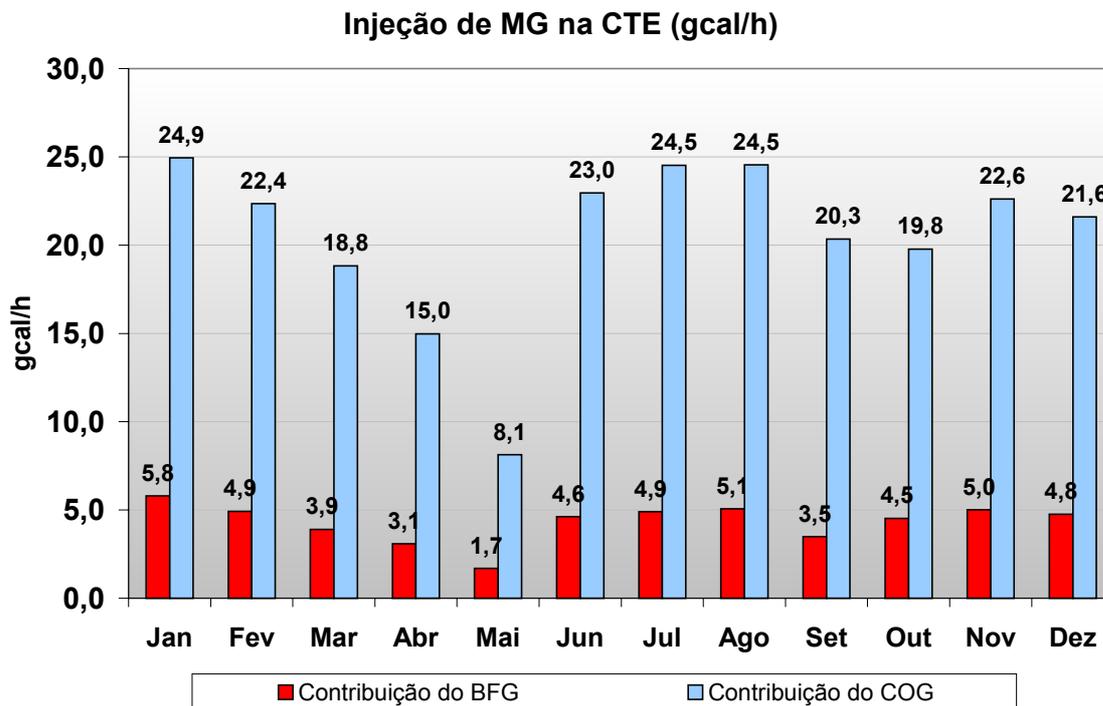
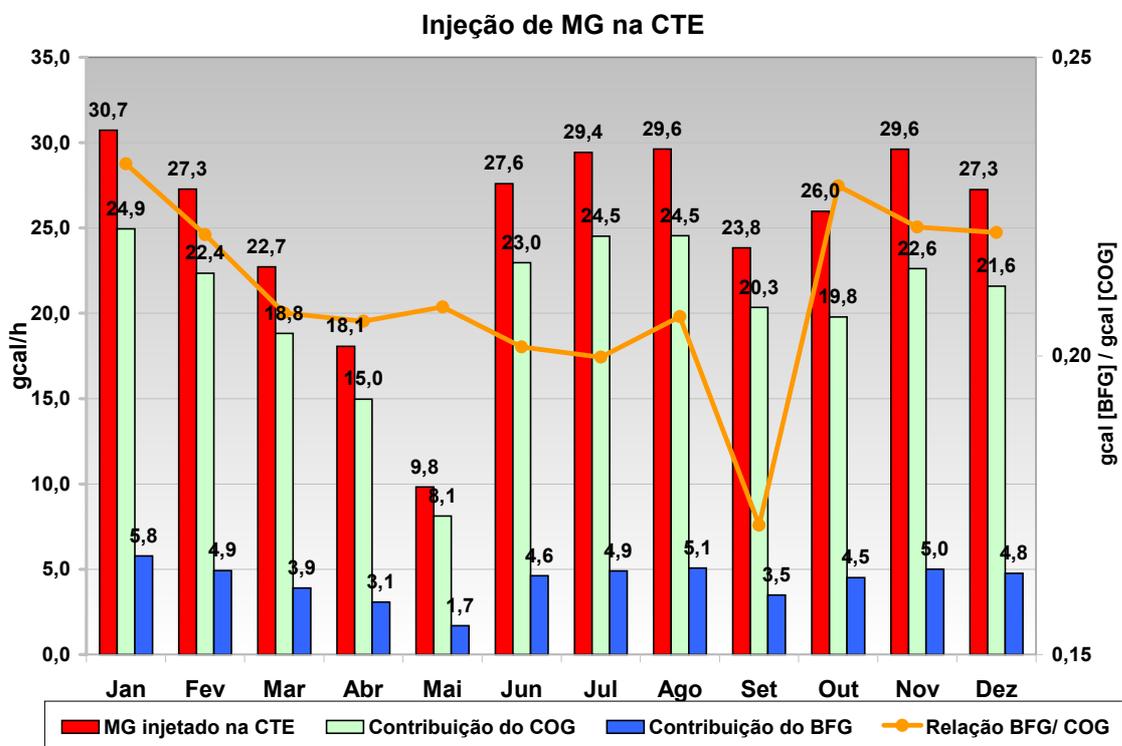


Gráfico 3 – Injeção de MG no BFG da CTE em 2003.



## **SEGUNDA MELHORIA ( SEGURANÇA )**

- Queimar o excedente na Torre de Queima de MG.

Quando o LTQ reduz o seu consumo abaixo de 30.000 Nm<sup>3</sup>/h, com o aumento da pressão da rede, automaticamente a válvula de descarga da Torre de MG abre e queima o excedente de gás MG, na faixa de 3.000 a 30.000 Nm<sup>3</sup>/h. Isto somente acontece se a pressão da rede atingir o SET-POINT de abertura da torre ( SP = 1600 mmCA ).

A queima do gás excedente da EMG na CTE é decidido pelo operador de controle de distribuição de utilidades, após aviso verbal ao operador de controle das caldeiras da CTE, é setado uma vazão (através de um controlador de vazão), de MG acertada entre as operações da CTE e Combustíveis, e o controlador de vazão processa a injeção de acordo com uma rampa ( vazão x tempo ), de forma a garantir que o PCI do BFG das 04 caldeiras não tenha variações bruscas e nem ultrapasse o valor de 1100 Kcal/Nm<sup>3</sup>.

## **TERCEIRA MELHORIA ( SEGURANÇA )**

Instalação de válvula de bloqueio ( ON/OFF) na rede de alimentação de BFG para misturadora de gases do LTQ.

A misturadora de gases ( BFG, COG e GN ) projetada para atender a área de LTQ da CST, apresenta uma situação operacional perigosa na condição de parada, que é a diferença de pressão existente entre os gases BFG e COG, gases primários de mistura, onde acontece a contaminação do gás COG por BFG devido a sua pressão ser maior que a pressão do COG em +- 100 mmCA.

### **Problemas operacionais causados pela falta da válvula**

- Necessidade de selagem do selo hidráulico da rede para toda parada da estação;
- Esta operação somente é feita pelo operador de campo no local;
- Se a parada não for programada, o operador deverá ser deslocado de outra atividade para a realização do selo hidráulico;
- Elevação do consumo de água industrial para realização do selo hidráulico;
- Quando o selo é desfeito, gera o condensado no poço do selo que é coletado pelo caminhão limpa fossa, aumentando assim a sua rotina de trabalho;
- Perda de tempo para a realização do selo +- 20 minutos;
- Perda de tempo para a retirada do selo quando da partida da estação +- 20 minutos;
- Contaminação do COG por BFG, caso haja atraso na realização do selo hidráulico da rede de BFG.

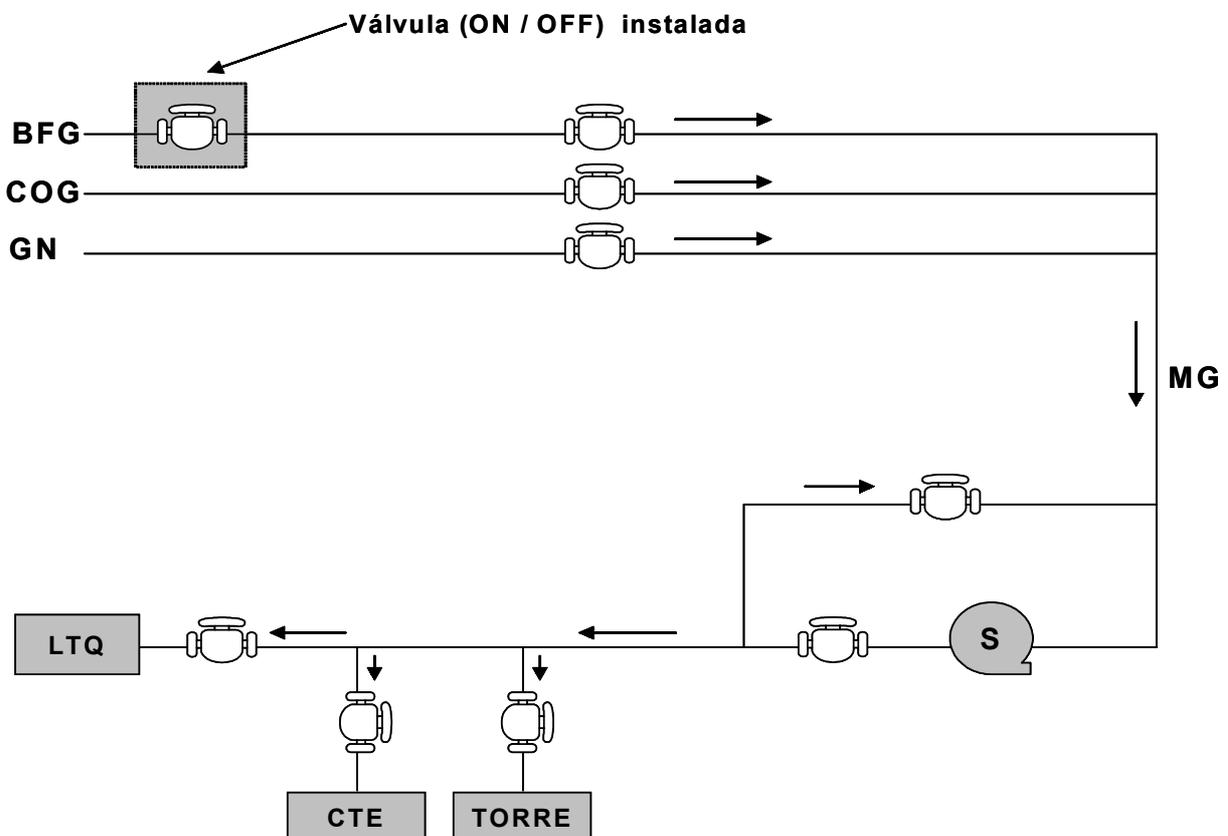
## Benefícios da instalação da válvula.

- Operação mais segura quando da parada da estação misturadora;
- Maior agilidade para o controlador do sistema em partir e parar a estação sem que haja a necessidade de atuação do operador de campo;
- Maior agilidade no atendimento ao consumidor quando da partida da estação;
- Garantia de não contaminação do gás COG por BFG;
- Segurança operacional das áreas consumidoras de COG de alta pressão;
- Economia de água industrial gasto para fazer o selo;
- Economia de mão de obra do operador de campo;
- Economia do caminhão limpa fossa na coleta do condensado gerado.

## Segurança e agilidade operacional.

- Garantia de não contaminação do gás COG por BFG;
- Em caso de parada / desarme do consumidor, com conseqüente parada da estação misturadora, o controlador do sistema de distribuição de combustíveis possa realizar todas as operações sem que haja a necessidade de deslocamento do operador de campo para auxiliá-lo.

## FLUXOGRAMA



# STATIC MIXER CTE

## DISTRIBUTION OF UTILITIES SECTION (1)

*Osmar Vicente Sossai (2)*

*Carlos Alberto Puck (3)*

*José Roberto de Mello (4)*

### SUMMARY:

With the beginning in operation of the new area of production of the CST, the LTQ - Lamination of hot straps, the area of utilities has projected, developed and mounted a new mixer of gas station, with the objective of attending the reheating oven plates. All the project was developed, having as base, information that come from the project of instalation of the new area of LTQ, where it was foreseen instalation of an oven of reheating of plates with a steady profile of consumption and outflow of consumption of the 47.000 order of Nm<sup>3</sup>/h of gas MG (BFG +COG + GN). After the start-up of the area, it was noticed that the consumption profile is variable, between 3.000 Nm<sup>3</sup>/h and 45.000 Nm<sup>3</sup>/h, with instantaneous peaks of the 12.000 order of Nm<sup>3</sup>/h. This reality placed the mixer station in operational conditions undesired and out of its specifications, that is to operate with an outflow minimum of production of 30.000 MG of Nm<sup>3</sup>/h. Facing of this fact, a static's mixer in the CTE was mounted - Thermoelectrically Central, with the objective of absorbing the surplus gas MG produced in the EMG - Mixer station of Gas and not consumed by the reheating oven of the LTQ. This way we start to operate following the EMG characteristics of the project, that is, production of MG between 30.000 Nm<sup>3</sup>/h and 53.000 Nm<sup>3</sup>/h (1 to booster).

- 
- (1) Work to be presented in the Seminary Technician of the AMB – Florianopolis - SC - Brazil - 2004
  - (2) Supervisor of Center of Utilities of the Department of Operational Support of the Siderúrgica Company of Tubarão - CST - Vitória - ES - Brazil
  - (3) Controlling of Distribution of Energy of the Department of Operational Support of the Siderúrgica Company of Tubarão - CST - Vitoria – ES - Brasil
  - (4) Supervisor of Center of Utilities of the Department of Operational Support of the Siderurgica Company of Tubarão - CST - Vitória – ES - Brasil