

SEMINÁRIO SOBRE "UTILIZAÇÃO DE GÁS NATURAL NA SIDERURGIA"  
PROMOVIDO PELA SECRETARIA DE ESTADO DE CIÊNCIA TECNOLOGIA E  
MEIO AMBIENTE DE MINAS GERAIS - BELO HORIZONTE

Perspectivas de Utilização de Gás Natural  
para os Produtores Independentes

Eng<sup>o</sup> Sérgio W. G. Scherer  
Eng<sup>o</sup> Henrique C. Pfeifer

1. A injeção de gás natural no Alto Forno, a exemplo da injeção de finos de carvão ou de óleo combustível, visa principalmente diminuir o coeficiente de consumo de coque ou de carvão vegetal.

Sob o ponto de vista econômico se justifica quando o valor do combustível injetado, mais o custo do capital do equipamento de injeção, for inferior ao combustível substituído. Um possível acréscimo de produção, bem como o uso de frações que normalmente não são usados no processo, também devem contar positivamente a favor da injeção.

O gás natural ao ser injetado pelas ventaneiras se dissocia (coqueria) resultando numa diminuição da temperatura de chama.

Para compensar esta diminuição as seguintes alternativas podem ser empregadas:

- Secagem do ar de sopro
- Elevação da temperatura do ar de sopro
- Enriquecimento do ar de sopro com oxigênio

- 1.1. A secagem do ar de sopro elimina o excesso de umidade e a sua influência negativa na temperatura de chama. É conhecido que cada 1,0 g de umidade/Nm<sup>3</sup> causa queda na temperatura de chama de 5,8 °C, aumento no "coal rate" de 0,8 kg/t e menos produtividade de 0,2%. (1)

---

Eng<sup>o</sup> Mecânico e Metalúrgico Sérgio W. G. Scherer - Consultor da KTS  
Eng<sup>o</sup> Mecânico e Metalúrgico Henrique C. Pfeifer - Diretor Superintendente da KTS - Korf Tecnologia Siderúrgica Ltda.

1.2. A elevação do ar de sopro fica limitado, no caso do MAF pelo desempenho do glendon. Atualmente já se pode garantir glendons que aquecem o sopro do ar a  $900^{\circ}\text{C}$  (2) e há trabalhos visando atingir brevemente  $1000^{\circ}\text{C}$ . Considera-se que cada  $100^{\circ}\text{C}$  na temperatura de sopro diminui o "coal rate" em 15 kg/t e aumenta a produtividade em 5%. (1)

1.3. Enriquecimento do Ar de Sopro:

Num MAF são necessários cerca de  $14 \text{ Nm}^3 \text{ O}_2$  para elevar de 1% a percentagem de oxigênio no sopro. Cada 1% de aumento de  $\text{O}_2$  no sopro proporciona um aumento de cerca de  $54^{\circ}\text{C}$  na temperatura de chama (1).

2. Experiência Nacional em Injeção de Gás Natural em AF

Na CSN esta prática é usual. Segundo o Balanço Energético Global da CSN, apresentado em Seminário da ABM, em Vitória - ES de 24 a 26 de Agosto de 1993 (3), os resultados são:

	Injeção de GN em $\text{Nm}^3/\text{t}$ gusa	$\text{O}_2$ em $\text{Nm}^3$	Provável Influência Sopro
AF 3	38,8	36,5	3,0%
AF I e AF 2	43,5	28,0	1,3%
Média do AF	40,4	33,5	2,9

Na ocasião foi informado que o AF 3 atualmente está injetado 55 kg GN/t gusa (=  $71 \text{ Nm}^3 \text{ GN}$ ), com uma taxa de substituição de 1 kg GN = 1 kg coque. Estão injetando também  $19.000 \text{ Nm}^3 \text{ O}_2/\text{h}$ , que dará cerca de  $55 \text{ Nm}^3/\text{t}$  gusa e um enriquecimento do sopro de ar de cerca de 4,5%.

Maiores informações estarão sendo apresentadas neste Seminário pelo Eng<sup>o</sup> Sarchis da CSN, em seu trabalho "Injeção de Gás Natural em Alto Forno - Experiência da CSN".

3. Injeção de Gás Natural pelas Ventaneiras dos MAF - não há experiência no país. Quando houver disponibilidade de gás natural os produtores independentes deverão estudar a possibilidade de usá-lo numa taxa de substituição de  $1 \text{ Nm}^3 \text{ GN} = 1 \text{ kg}$  de carvão vegetal. (4)  
Na ocasião os seguintes aspectos terão de ser considerados:

- Investimento na instalação
- Economia de carvão vegetal
- Preço do GN, do O<sub>2</sub> e dos combustíveis alternativos
- Formas de compensar a diminuição da temperatura de chama (vide 1.1. - 1.2. - 1.3.)

O preço do GN será um fator importante. Não se conhece o preço do GN para Minas Gerais.

Nas regiões do país abastecidas com GN o preço no período 09/09/93 a 21/09/93, para o GN para distribuição domiciliar canalizada era de CR\$ 10.887,60/1.000  $\text{Nm}^3$ . Tomando-se o dólar médio do período conclue-se que é da ordem de US\$ 11,00/Gcal.

Para as concessionárias o preço era de 0,9374 deste valor e para fins petroquímicos de 0,6017.

#### 4. Conclusão:

4.1. Tecnicamente não há problemas para a injeção de GN pelas ventaneiras do MAF.

4.2. Economicamente só será possível conclusões quando forem conhecidos todos os parâmetros do preço do GN, preço de O<sub>2</sub>, investimentos, comparativo com a injeção de finos - etc.

4.2.1. Numa primeira aproximação não se afigura promissora, nas atuais condições, a injeção de GN pelas ventaneiras dos MAF's.

4.3. A alternativa de reforma do GN e a injeção do gás redutor resultante, em temperatura adequada, na cuba do MAF, constitui uma hipótese a ser oportunamente estudada acuradamente.

5. Adendo:

A siderurgia Altos Hornos de Zapla, de Jujuy - Argentina, utilizou a injeção de GN pelas ventaneiras de seu MAF nº V a carvão vegetal (5). Leve-se em consideração as diferenças entre a operação local e a Jujuy, principalmente no que se refere a minério de ferro.

O quadro 5.1. abaixo dá um resumo dos resultados lá obtidos.

QUADRO 5.1.

Carga Metálica	Sinter %	35	40	40	40	33	30
	Mineral calibrado %	65	60	60	60	67	70
	Recuperando kg/t arr.	23	45	48	67	38	-
Hierro en la carga %		53,4	52,5	52,6	52,9	52,5	52,4
Caudal de viento - Nm <sup>3</sup> /h x 10 <sup>3</sup>		20,4	22,8	22,1	22,9	19,6	19,9
Producción - Tn arr./24 hs		212,3	+ 7,0%	+ 1,5%	+ 0,4%	+ 0,9%	+ 1,3%
Consumo específico carbón vegetal kg/t arr.		1040	- 4,8%	- 4,8%	- 3,8%	- 6,7%	- 8,6%
Gas natural inyec. Nm <sup>3</sup> /Tn arrabio		-	12	21	27	32	40
Rel. reemplazo - kg carb/Nm <sup>3</sup> G.N.		-	4,17	2,38	1,48	2,19	2,25
Humedad en el viento gr./Nm <sup>3</sup>		12	9	11	7	16	14
Temp. de viento °C		620	700	720	685	835	755
Gas de tope	CO <sub>2</sub> %	10,5	8,8	9,1	8,3	9,9	10,2
	CO %	29,1	29,5	29,6	29,4	29,5	29,5
Volumen de escoria kg/t arrabio (calculado)		531	563	560	549	560	567
Arrabio	Si %	0,44	0,94	0,86	0,70	0,74	0,42
	P %	1,93	2,07	2,03	2,12	1,81	2,05
Indice de Basicidad CaO/SiO <sub>2</sub>		0,83	0,71	0,72	0,77	0,76	0,85
Temperatura de llama °C		1886	1935	1918	1895	1958	1884
Días		31	10	30	31	10	31

## *BIBLIOGRAFIA:*

- (1) - *Coal and Coke - Technical Exchange Session - International Iron and Steel Institute - Bruxelas Abril 1988*
- (2) *Glendons KTS*
- (3) *XV Seminario sobre Balanços Energeticos Globais e Utilidades - Divisão Técnica de Energia da ABM - Vitória - ES 24 a 26/08/93.*
- (4) *Publicação Manual de Recomendações sobre Conservação de Energia na Indústria Metalúrgica - IPT/SP 1990*
- (5) *Resultados de la Injeccion de Gás Natural en un Alto Horno a Carbon Vegetal - ILAFA Altos Hornos 82.*

1950  
1951  
1952

1953  
1954  
1955

1956  
1957  
1958

1959

1960  
1961