

# Utilização de gás natural na siderurgia

**Promoção:** Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Minas Gerais

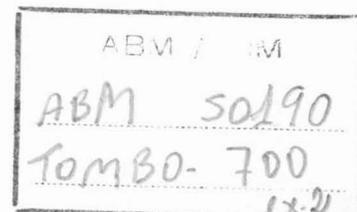
**Apoio:** ABM - Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais  
Seção Regional de Minas Gerais

SINDIFER - Sindicato da Indústria do Ferro do Estado  
de Minas Gerais

SME - Sociedade Mineira de Engenheiros

**Coordenação geral:** Ronaldo Santos Sampaio  
CVRD/SECTMA/ABM-MG

Belo Horizonte, 29 de setembro de 1993



---

# **INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS**

## **CONSIDERAÇÕES ECONÔMICAS**

CEMIG

**GASMIG**

W

---

# RESUMO

- 1. Benefícios e custos quantificados**
- 2. Caso das siderúrgicas não-integradas a carvão**
- 3. Caso das siderúrgicas integradas a coque**
- 4. Conclusões**

---

INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS



---

# INJEÇÃO DE GN EM ALTOS-FORNOS

## Benefícios

	Integrada A Coque	Não_Int C.Vegetal
• Economia de coque/carvão vegetal	0	0
• Aumento de produtividade	0	0
• Aumento do poder calorífico do GAF	0	
• Qualidade do gusa	0	
• Otimização da produção fab.oxig.	0	

## Custos

• Custo do Gas Natural	0	0
• Custo do Oxigênio	0	0

---

# INJEÇÃO DE GN EM ALTO-FORNO DE USINAS NÃO INTEGRADAS A CARVÃO VEGETAL

## Parâmetros Básicos:

- Capacidade do alto-forno..... 200 t/dia
- Taxa de injeção..... 40 Nm<sup>3</sup>/t gusa
- Aumento de produção.....4%
- Taxa de substituição.....2,25 kg c.veg/Nm<sup>3</sup>GN
- Enriquecimento do ar..... 1,5% em O<sub>2</sub>  
(configuração incluindo sistema de desmunificação)
- Temperatura de Sopro.....800 °C
- Dias de operação por ano.....360 dias/ano
- Distância ponto injeção à rede de gás .....100 m

---

INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS

---

# INJEÇÃO DE GN EM ALTO-FORNO DE USINAS NÃO-INTEGRADAS A CARVÃO VEGETAL

**INVESTIMENTO TOTAL: US\$ 801 MIL**

Participação no Ramal do Gasoduto.....29.000

Sistema de Injeção.....192.123  
(turn key)

Sistema de Desumidificação do ar.....579.958  
(turn key)

---

**INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS**

---

# INJEÇÃO DE GN EM ALTO-FORNO DE USINAS NÃO INTEGRADAS A CARVÃO VEGETAL

## Economia de Carvão

$$EC = \frac{\text{carvão substituído}}{0,92} \left( \frac{\text{mdc}}{\text{ano}} \right) \times (\text{preço carvão}) \left( \frac{\text{US\$}}{\text{mdc}} \right)$$

[ carvão enformado = carvão adquirido x 0,92 ]

Carvão Substituído = (TS/DENS) x TI x CAF x DIAS

TS = Taxa de Substituição (kg cv/Nm<sup>3</sup> GN)

DENS = Densidade Aparente C.V. (250 kg/mdc)

TI = Taxa de Injeção (Nm<sup>3</sup> GN/t gusa)

CAF = Capacidade do Alto-Forno (t gusa/dia)

DIAS = Dias Operação por Ano (dia/ano)

---

INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS

---

---

# INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA

## Ganho de Produção

$$GP = AP \times CAF \times DIAS \times BÔNUS$$

AP = Aumento de Produtividade (%/100)

CAF = Capacidade Alto-forno (t gusa/dia)

DIAS = Dias Operação por Ano (dia/ano)

Bônus = 40 US\$/t gusa

"Redução no custo de 1 t gusa adicional"

PROJETO DE INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA  
FLUXO DE CAIXA DO INVESTIMENTO

DEPRECIACÃO EM 20 ANOS

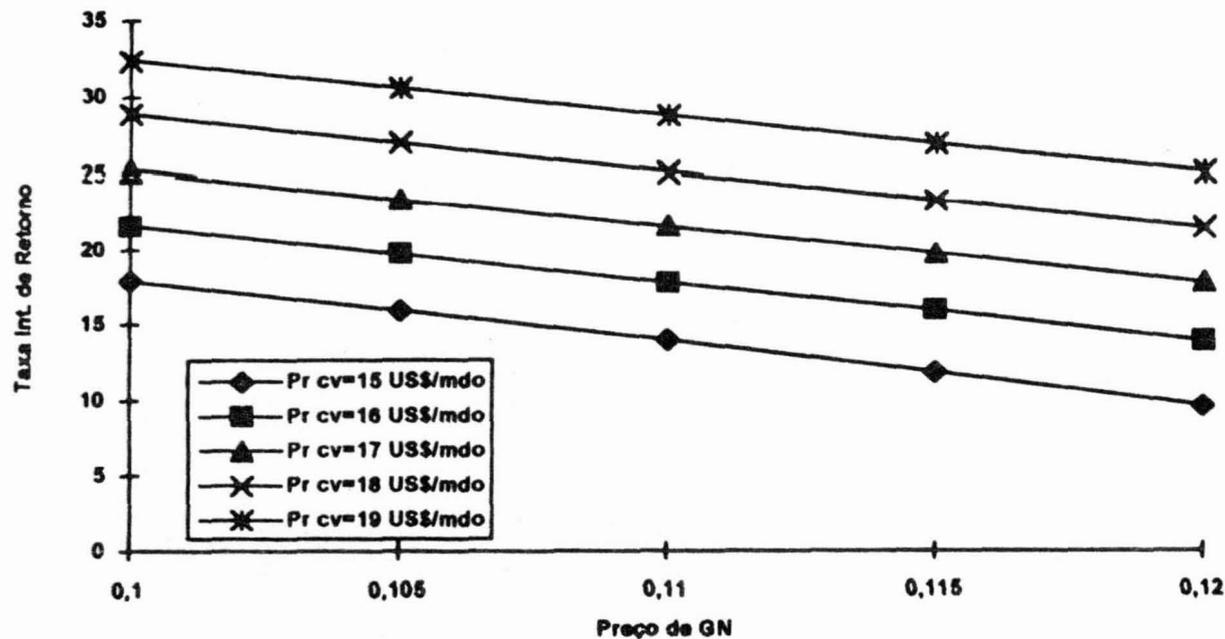
CUSTO DO GAS NATURAL (US\$/Nm <sup>3</sup> ):	0,105
CUSTO DO OXIGENIO (US\$/Nm <sup>3</sup> ):	0,045
CUSTO DO COQUE (US\$/t):	100
DIAS DE OPERAÇÃO POR ANO :	360
ENRIQUECTO DO AR (Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> GN):	0,5

VALORES EM MIL US\$

	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	.....	ANO 19	ANO 20
Capacidade do Alto-Forno (t gusa/dia):		5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	.....	5.000	5.000
Taxa de Injeção (Nm <sup>3</sup> GN/t gusa):		60	60	60	60	60	.....	60	60
Taxa de Substituição (kg coque/Nm <sup>3</sup> GN):		1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	.....	1,05	1,05
Aumento de Produção (%):		1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	.....	1,8	1,8
1. Investimento	3.500								
1.1 Gasoduto (participação)	1.000								
1.2 Rede int. e conversão	2.500								
2. Receita	0	15.471	15.471	15.471	15.471	15.471	.....	15.471	15.471
2.1 Ganho de produção	0	1.296	1.296	1.296	1.296	1.296	.....	1.296	1.296
2.2 Economia de coque	0	14.175	14.175	14.175	14.175	14.175	.....	14.175	14.175
3. Custo Operacional	0	13.770	13.770	13.770	13.770	13.770	.....	13.770	13.770
3.1 Custo do oxigenio	0	2.430	2.430	2.430	2.430	2.430	.....	2.430	2.430
3.2 Custo do gas natural	0	11.340	11.340	11.340	11.340	11.340	.....	11.340	11.340
3.3 Custo de manutencao	0	0	0	0	0	0	.....	0	0
3.4 Mao-de-obra	0	0	0	0	0	0	.....	0	0
4. Depreciação		175	175	175	175	175	.....	175	175
5. Valor Residual									
6. Lucro Bruto		1.526	1.526	1.526	1.526	1.526	.....	1.526	1.526
7. Contribuição Social		153	153	153	153	153	.....	153	153
8. Lucro Antes Imp Renda		1.373	1.373	1.373	1.373	1.373	.....	1.373	1.373
9. Imposto de Renda		412	412	412	412	412	.....	412	412
10. Lucro Liquido		961	961	961	961	961	.....	961	961
FLUXO DE CAIXA INV TOTAL	-3.500	1.701	1.701	1.701	1.701	1.701	.....	1.701	1.701
FLUXO DE CAIXA INV ACUM	-3.500	-1.799	-98	1.603	3.304	5.005	.....	28.819	30.520

# INJEÇÃO DE GN ALTO-FORNO DE USINAS NÃO INTEGRADAS A CARVÃO VEGETAL

## Análise de Sensibilidade



---

# INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA

## Parâmetros Básicos

- Capacidade .....5.000 t gusa/dia
- Taxa de Injeção.....60 Nm<sup>3</sup> GN/t gusa  
"Valor próximo ao atualmente praticado pela CSN"
- Taxa de Substituição .....1,05 kg coque/Nm<sup>3</sup> GN  
"Para taxas de injeção até 70 Nm<sup>3</sup>/t gusa a taxa de substituição varia entre 1,0 a 1,4 kg coque/Nm<sup>3</sup>"
- Enriquecimento do Ar .....0,5 Nm<sup>3</sup> O<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> GN  
"Encontrado pela CSN para taxas de injeção próxima de 60 Nm<sup>3</sup>/t gusa"
- Custo do Oxigênio .....0,045 US\$/Nm<sup>3</sup>  
"Custo marginal apurado na CSN. O preço de mercado do oxigênio que inclui margem de lucro, frete e impostos situa-se próximo de 0,15 US\$/Nm<sup>3</sup>"

---

# INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA

## Investimento

- Participação Financ.no Ramal do Gasoduto.....US\$  
1.000.000  
"Equivalente a consumo de 1 ou 2 meses de GN"
- Rede Interna e Conversão.....US\$ 2.500.000  
"COSIPA, para 3AF totalizando 10.000 t/dia, considerou US\$  
3.550.000"

---

INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS

---

# INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA

## Economia de Coque

$$EQ = \frac{\text{Coque Substituído}}{0,8} \times \text{Preço Coque}$$

[ Coque Enornado = Coque Adquirido x 0,8]

$$\text{Coque Substituído} = \frac{TS}{1000} \times TI \times CAF \times DIAS$$

TS = Taxa Taxa de Substituição (kg coque/Nm<sup>3</sup> GN)

TI = Taxa de Injeção (Nm<sup>3</sup> GN/ t gusa)

CAF = Capacidade Alto-Forno (t gusa/dia)

DIAS = Dias Operação por Ano

---

# INJEÇÃO DE GN EM ALTO-FORNO DE USINAS NÃO-INTEGRADAS A CARVÃO VEGETAL

## Ganho de Produção

$$GP = AP \times CAF \times DIAS \times BÔNUS$$

AP = Aumento de Produção (%/100)

CAF = Capacidade Alto-Forno (t gusa/dia)

DIAS = 360 Dias/Ano

BÔNUS = 65 US\$/t gusa

"Redução no custo de 1 t gusa adicional"

---

INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTOS-FORNOS

PROJETO DE INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A CARVÃO VEGETAL DE SIDERURGICA NÃO INTEGRADA  
FLUXO DE CAIXA DO INVESTIMENTO

DEPRECIACÃO EM 20 ANOS

CUSTO DO GÁS NATURAL (US\$/Nm <sup>3</sup> ):	0,120
CUSTO DO OXIGENIO (US\$/Nm <sup>3</sup> ):	0,119
CUSTO DO CARVÃO VEGETAL (US\$/mdc):	17
DIAS DE OPERAÇÃO POR ANO :	360
ENRIQUECTO DO AR (Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> GN):	0,50

VALORES EM MIL US\$

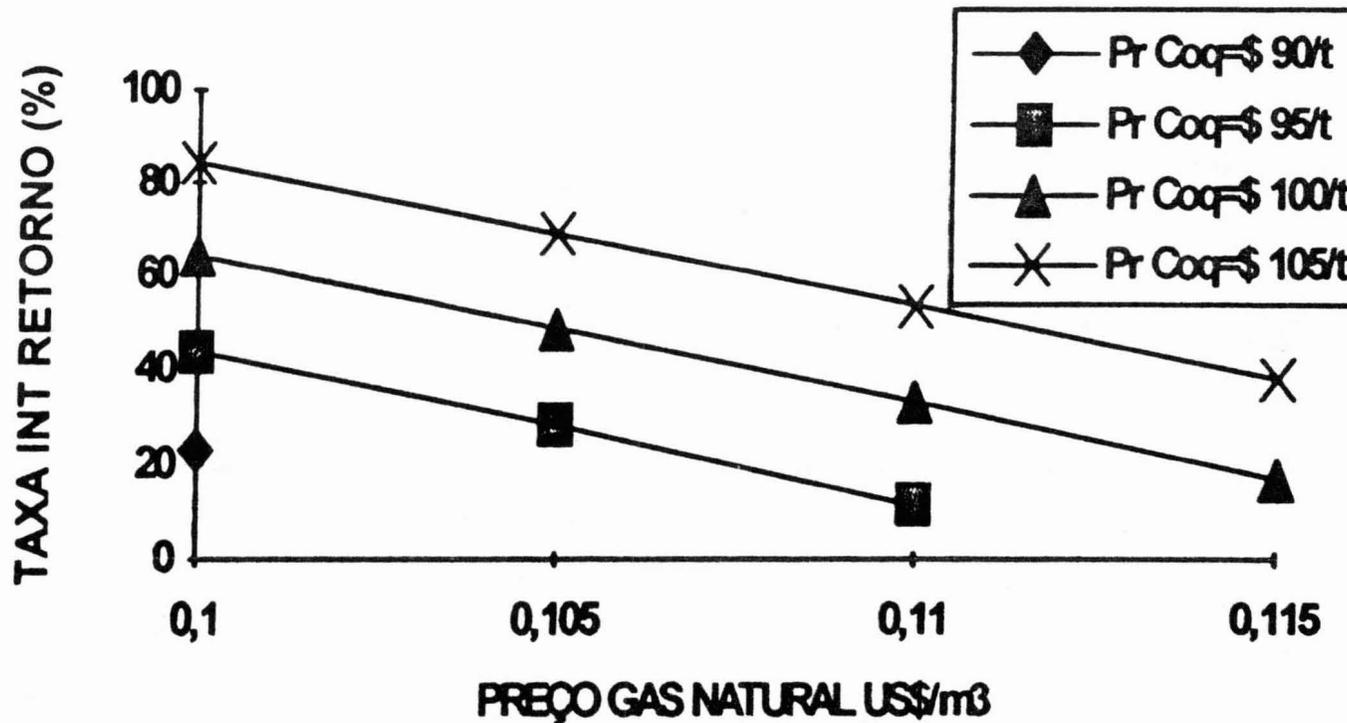
	ANO 0	ANO 1	ANO 2	ANO 3	ANO 4	ANO 5	ANO 6	.....	ANO 20
Capacidade do Alto-Forno (t gusa/dia):		200	200	200	200	200	200	.....	200
Taxa de Injeção (Nm <sup>3</sup> GN/t gusa):		40	40	40	40	40	40	.....	40
Taxa de Substituição (kg CV/Nm <sup>3</sup> GN):		2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	2,25	.....	2,25
Aumento de Produção (%):		4	4	4	4	4	4	.....	4
1. Investimento	801								
1.1 Gasoduto (participação)	29								
1.2 Rede int. e conversão	192								
1.3 Sistema de Desumificação	580								
2. Receita	0	666	666	666	666	666	666	.....	666
2.1 Ganho de produção	0	187	187	187	187	187	187	.....	187
2.2 Economia de carvão vegetal	0	479	479	479	479	479	479	.....	479
3. Custo Operacional	0	533	517	517	517	517	517	.....	517
3.1 Custo do oxigenio	0	171	171	171	171	171	171	.....	171
3.2 Custo do gas natural	0	346	346	346	346	346	346	.....	346
3.3 Custo de manutencão	0	16	0	0	0	0	0	.....	0
4. Depreciação		40	40	40	40	40	40	.....	40
5. Valor Residual									
6. Lucro Bruto		93	109	109	109	109	109	.....	109
7. Contribuição Social		9	11	11	11	11	11	.....	11
8. Lucro Antes Imp Renda		84	98	98	98	98	98	.....	98
9. Imposto de Renda		25	29	29	29	29	29	.....	29
10. Lucro Líquido		59	69	69	69	69	69	.....	69
FLUXO DE CAIXA INV TOTAL	-801	133	149	149	149	149	149	.....	149
FLUXO DE CAIXA INV ACUM	-801	-668	-519	-369	-220	-71	78	.....	2.167

Taxa Interna de Retorno do Investimento

17,6%

# INJEÇÃO DE GÁS NATURAL EM ALTO-FORNO A COQUE DE SIDERÚRGICA INTEGRADA

## Análise de Sensibilidade



CEMIG

---

# Conclusões

## Caso de Siderúrgicas não Integradas a Carvão Vegetal

TIR = 17,6%

Pay Back = 5 anos

- Baixa temperatura de sopro requer grande volume de oxigênio (até 1,3 Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> GN)
- Necessidade de aquisição de O<sub>2</sub> a preço de mercado
- Inclusão de sistema de desumidificação para baixar demanda de O<sub>2</sub> (0,5 Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> GN), aumenta investimento e pay back do projeto
- Necessidade de se analisar a viabilidade caso a caso

---

# CONCLUSÕES

## Caso de Siderúrgicas Integradas a Coque

TIR = 48,6%

Pay Back = 2 anos

- Investimentos relativamente baixos
- Alta temperatura de sopro requer menor necessidade de oxigênio (0,5 Nm<sup>3</sup>O<sub>2</sub>/Nm<sup>3</sup> GN)
- Oxigênio tem custo marginal
- Grandes volumes de gás permitem descontos nas tarifas de GN
- Projeto viável na maioria dos casos