

"O USO DE GAS NATURAL COMO COMBUSTIVEL"

EXPERIÊNCIA NA CVRD

A.R. CAETANO - 1  
C.E.G. VALENTE - 2

- 1 - Engenheiro Mecânico, Assistência de Energia, Gerencia Geral Engenharia, Superintendência de Pelotização da Cia Vale do Rio Doce.
- 2 - Engenheiro Mecânico do Departamento da Engenharia Industrial da Superintendência de Pelotização da Cia Vale do Rio Doce.

## RESUMO

As usinas de Pelotização da Cia Vale do Rio Doce - CVRD foram projetadas para queimar óleo combustível, o qual era abundante na época da implantação. Devido à crise do petróleo, a CVRD partiu para a busca de alternativas energéticas, desenvolvendo pesquisas para melhoria da eficiência térmica dos seus fornos e alternativas para substituição do óleo em termos econômicos e confiabilidade de fornecimento. Este trabalho apresenta a utilização de gás natural como combustível em seus fornos.

### 1 INTRODUÇÃO

O Complexo de Pelotização da CVRD está situado em Ponta do Tubarão, Vitória - E.S.. Constitui-se de seis usinas das quais duas são próprias e as outras em associação com grupos italianos, espanhóis e japoneses.

O Complexo, exclusivamente operado pela CVRD, tem capacidade para produzir 18 milhões de toneladas de pelotas de minério de ferro por ano.

O processo de pelotização consiste na aglomeração de finos de minério de ferro para produção de pelotas que serão utilizadas como fonte metálica em processos siderúrgicos de redução.

O processo adotado na CVRD consiste numa moagem por via úmida. Após moído e classificado é feita a retirada parcial da água por sedimentação e filtragem.

Após a filtragem o minério passa por um processo de pelotamento e é conduzido sob forma de pelotas a um forno para secagem e tratamento térmico onde são conferidas as características físico-metalúrgicas à pelota.

O forno de pelotização (Fig. 1) é do tipo de grelha móvel Lurgi Dravo consistindo de seis zonas de processo:

#### **Secagem Ascendente**

Feita com gases recuperados da zona de resfriamento secundário (320° C).

#### **Secagem Descendente**

Feita com gases recuperados da zona de pré-queima/queima (350° C).

### **Pré-queima**

Feita com gases recuperados da zona de resfriamento primário podendo ser complementado por queimadores (600º/800º C).

### **Queima**

Feita com gases recuperados da zona de resfriamento primário e complementada pela queima de combustível (líquido ou gasoso) (800º a 1330º).

Nas zonas de pré queima mais queima existem 9 (nove) disposições de queimadores em ambos os lados do forno controlados por termopares que submetem as pelotas a um perfil térmico pré-determinado em função das características e propriedades desejadas.

Cada forno possui em média 44 (quarenta e quatro) queimadores dispostos simetricamente no forno.

### **Resfriamento Primário e Secundário**

Feita com ar frio (ambiente)

## **2 MATRIZ ENERGÉTICA**

Energia é o insumo de maior participação no custo operacional para a produção de pelotas. Atualmente esta participação é da ordem de 50%, sendo que em energia contida 83% correspondem a térmica e 17% a elétrica.

Projetados numa época de abundância de pelotas, os fornos de pelletização sofreram grandes transformações operacionais principalmente na época das crises mundiais do petróleo.

A CVRD para fazer face a estas crises, desenvolveu algumas técnicas alternativas para minimizar o impacto do choque.

As medidas tomadas diversificaram a matriz energética, basicamente a óleo combustível e energia elétrica, permitindo a redução do consumo específico que passou de 338.000 kcal/t para 244.000 kcal/t e de 65 kWh/t para 59 kWh/t de pelotas produzidas.

A tabela mostra a matriz energética atual:

### MATRIZ ENERGÉTICA DA PELOTIZAÇÃO

Combustível	Consumo Diário	Consumo Energético
Óleos Combustíveis	597.000 kg/dia	137.343 kcal/t
Gás Natural	208.000 Nm <sup>3</sup> /dia	45.074 kcal/t
Carvão Mineral	388.000 kg/dia	62.105 kcal/t
	<b>TOTAL</b>	244.522 kcal/t

### 3 GÁS NATURAL NAS USINAS DE PELOTIZAÇÃO

A entrada em operação de poços de gás natural encontrados pela Petrobrás, basicamente em Linhares e São Mateus (Fig. 2) - E.S., e a necessidade de viabilizar um gasoduto até Vitória, levaram a CVRD, com apoio da Petrobrás, a adaptar um de seus fornos, para consumir gás natural, a partir do segundo semestre de 1983.

Estando a CVRD no extremo da linha, foi proposto pela Petrobrás que as usinas de pelletização funcionassem como consumidor "pulmão", ou seja, comprometendo-se em consumir o eventual excesso de gás natural consequente de paradas dos outros consumidores ao longo da linha, e ainda estivessem em condições de consumir possíveis aumentos de oferta.

Quando do início dos estudos de implantação, a oferta era de 140.000 Nm<sup>3</sup>/d suficientes para 65 a 75% da demanda energética de uma usina. A CVRD decidiu inicialmente implantar o sistema em uma de suas usinas. Embora não houvesse a curto prazo previsões de disponibilidade de gás para mais de uma usina, decidiu-se pela implantação do sistema em mais uma Unidade Pelotizadora, para garantir a continuidade da produção/consumo no caso de parada da primeira para manutenção e garantir o consumo de excesso de gás eventualmente disponível.

Com as possibilidades de aumento real na oferta, decidiu-se ainda por equipar com sistema de queima de gás duas outras usinas totalizando quatro usinas adaptadas.

A facilidade e rapidez de adaptação de seus equipamentos fez com que a CVRD desempenhasse papel de importante consumidor, absorvendo toda produção excedente bem como as possíveis flutuações de fornecimento. De um inicial de 70.000 Nm<sup>3</sup>/d para atualmente cerca de 200.000 Nm<sup>3</sup>/d foi a elevação de produção e consumo observado. A CVRD adaptou quatro fornos para receber gás natural.

As modificações efetuadas permitem que as usinas queimem gás e/ou óleo.

### 3.1 Critérios do Projeto Gás/Óleo

Não sendo a oferta inicial de gás suficiente para o forno de uma usina de pelletização, foi desenvolvido um sistema que permitisse a utilização simultânea de óleo e gás num mesmo forno. Foi mantido o sistema existente de queima de óleo combustível e, prevendo-se um aumento na oferta de gás e por requisitos operacionais, a instalação foi projetada para todo o forno.

O sistema de controle e o perfil térmico do forno foram mantidos. Com a necessidade de utilização de óleo combustível como complementação energética, manteve-se o mesmo lay-out.

A confiabilidade operacional e os aspectos de segurança da instalação foram outros critérios básicos do projeto. Para cada planta, o projeto foi implantado em um ano desde o estudo até o star-up.

### 3.2 Descrição do Sistema Implantado

O sistema de combustão de gás natural em cada forno de pelletização consiste numa tubulação principal em anel que circunda o forno, cuja pressão (3 psi) é controlada por válvula automática. A pressão do gás natural recebido da Petrobrás é da ordem de 4.0 Kg/cm<sup>2</sup>.

A medição é feita por sistema eletrônico com compensação de pressão e temperatura, cujo elemento primário é mantido em válvula porta-placas.

O gás natural, partindo desta tubulação principal em anel, flui por tubulações de derivação que alimentam cada zona secundária, ou grupo de queimadores, nos dois lados da câmara de queima. Cada zona secundária tem um máximo de quatro queimadores de cada lado do forno.

Em cada derivação é instalada uma válvula de fechamento manual a fim de permitir o isolamento desta tubulação quando necessário. Após esta válvula são instalados:

- válvula de vedação de segurança;
- válvula reguladora de vazão ar-gás (por queimador);
- válvula limitadora de orifício (uma por queimador);
- queimador (total variável conforme a usina)

A válvula de vedação de segurança, aberta pneumicamente quando da ignição dos queimadores, fecha-se automaticamente em caso de falha nas condições de segurança preestabelecidas.

A válvula reguladora de vazão ar-gás é atuada pneumicamente pelo sinal de termopares colocados ao longo da câmara de queima. Os sinais elétricos emitidos pelos termopares são convertidos e enviados a instrumentos que promoverão o acionamento dos motores das válvulas de ar de impulso de abertura ajustável, correspondentes a cada grupo de queimadores.

Assim, ao se abrir a válvula de ar ajustável, a pressão do ar de impulso e o fluxo de gás natural aumentam e, conseqüentemente, a temperatura da zona correspondente.

Antes de chegar ao queimador o gás natural, à pressão de até 0,1 kg/cm<sup>2</sup> passa por uma válvula limitadora de orifício, ou de fluxo mínimo, do tipo globo, usada para adequar a faixa de controle da válvula reguladora de razão ar-gás para diferentes condições de carga do forno.

O queimador (18 na CVRD I, 44 na CVRD II e 46 nas usinas Coligadas) montado no frontisfício da câmara de combustão, consiste de duas partes principais:

- lança de gás
- bloco refratário

O bloco refratário do queimador tem desempenho especial com duas aberturas interligadas entre si. A lança de gás, refrigerada a ar, é montada na abertura inferior do bloco refratário de forma que a velocidade do gás natural provoque pressão negativa, ou sucção na interligação das aberturas. A sucção criada pela lança de gás provoca a entrada de ar pela abertura superior, que passará para a abertura inferior como parte do ar de combustão. A capacidade máxima de cada queimador da usina CVRD I é 600 Nm<sup>3</sup>/h e das outras usinas é 400 Nm<sup>3</sup>/h.

O sistema permite que num mesmo forno se queime óleo ou gás. É feita rápida substituição da lança do queimador de óleo (original) pela de gás ou vice-versa. Ambos os queimadores têm os mesmos diâmetros externos e comprimento, encaixando-se perfeitamente na camisa do bloco frontal da câmara de queima. Cada queimador está permanentemente interligado ao seu sistema (gás ou óleo) por tubos flexíveis. Figuras 4.5.6 mostram o fluxograma e detalhes do sistema de combustão.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o final de 1983 foram consumidos cerca de 734.000.000 Nm<sup>3</sup> de gás natural no Complexo de Pelotização da CVRD (Fig. 7).

A projeção de oferta de gás natural no E.S., conforme dados da Petrobrás é:

até 1995	= 700.000 Nm <sup>3</sup> /dia
1995 a 2.000	= 775.000 Nm <sup>3</sup> /dia
2.000 a 2005	= 778.000 Nm <sup>3</sup> /dia

Nestes dados estão inclusos novas descobertas. Caso não haja novas descobertas a oferta a partir de 1995 será de 450.000 Nm<sup>3</sup>.

O aumento do consumo de gás natural na matriz energética da CVRD está condicionado a dois fatores:

- 1 - Preço competitivo com outras fontes térmicas;
- 2 - Restrições ambientais

O gás natural sempre teve preço diferenciado em função da aplicação. Como combustível, aplicação considerada menos nobre, o preço foi equiparado ao do óleo combustível mais leve. Na CVRD, a proposta inicial, como condicionante ao consumo, foi de equiparação ao preço do tipo de óleo combustível a ser deslocado. Quando o sistema estava em operação o preço praticado foi o estipulado pelo extinto CNP, o que tornou inviável seu uso em maior escala. Outro fator preponderante foi a adaptação dos queimadores e sistema de aquecimento de óleo combustível para o consumo de óleos mais viscosos como os tipo 4 e 7, hoje em uso nas usinas.

Atualmente a energia do gás natural tem custo mais elevado que de qualquer outro combustível em uso para as unidades pelotizadoras na CVRD (Fig. 8).

A CVRD por sua localização em relação ao gasoduto da Petrobrás, tem contratado a quantidade mínima de 132.000 Nm<sup>3</sup>/d a preço normal e acima desta vazão, contratado como consumo pulmão e a preço diferenciado acordado com a produtora.

Não há restrições ambientais quanto ao uso de gás natural atualmente na legislação, e por ser considerado energia limpa existe até uma certa pressão para utilizá-lo em maior escala. Como a oferta é menor que a demanda necessária na CVRD, e como não existe outra fonte projetada para o E.S. que não o de produção própria, dificilmente a CVRD poderá desenvolver projetos para uso maior de gás natural.

O sistema interligado, montado na CVRD, que permite a queima de gás e/ou óleo combustível ultraviscoso, mostrou-se eficiente permitindo que as flutuações no fornecimento de gás fossem absorvidas sem causar problemas operacionais.

As usinas adaptadas estão capacitadas a consumir até 1.000.000 Nm<sup>3</sup>/dia.

Operacionalmente, após o desenvolvimento dos queimadores específicos para atender ao mesmo volume e vazão de calor das câmaras de combustão existentes, não houve problemas de adaptação e melhorou a disponibilidade dos fornos aumentando a vida útil dos refratários.

O valor deste ganho não pode ser quantificado devido a intermitência do uso do gás tanto nas câmaras de combustão quanto nos diferentes fornos.

#### REFERÊNCIAS

BANDEIRA DE MELLO L. A., Silveira M. R., Carrion Torres C. e Sobrinho L.C. - Utilização de Gás Natural nas Usinas de Pelotização - 2º Seminário Internacional sobre Gás Natural 1988, Salvador, Bahia.

QUEIROGA J. M., Caetano A.R., & Lucio A. - Fuel oil reduction at CVRD Pelletizing Plants - Society of Mining Engineers of AIME, Annual Meeting, 14-18/02/82, Dallas, Texas, USA.

CAETANO A.R. & BANDEIRA DE MELLO L.A - Produção de pelotas na CVRD, Alternativas Energéticas - Seminário ILAFÁ, Fuentes Metalicas, 10-23/11/85, Caracas, Venezuela.

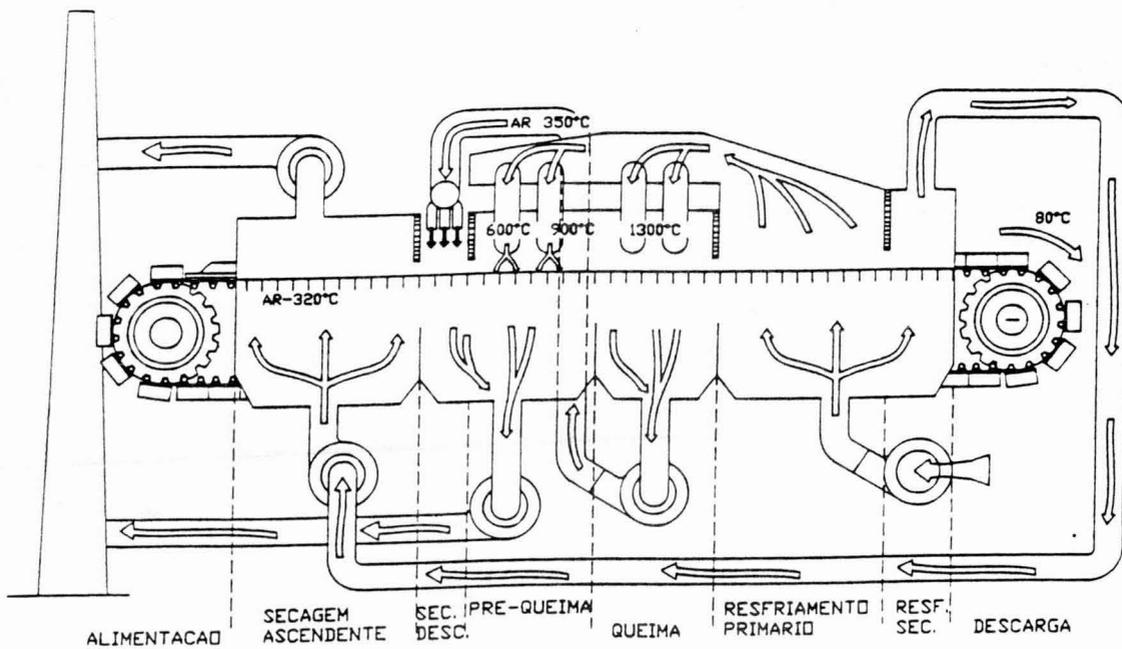


Fig. 1 ESQUEMA DE UMA GRELHA LURGI - DRAVO

## SISTEMA DE GASODUTOS DO ESPÍRITO SANTO

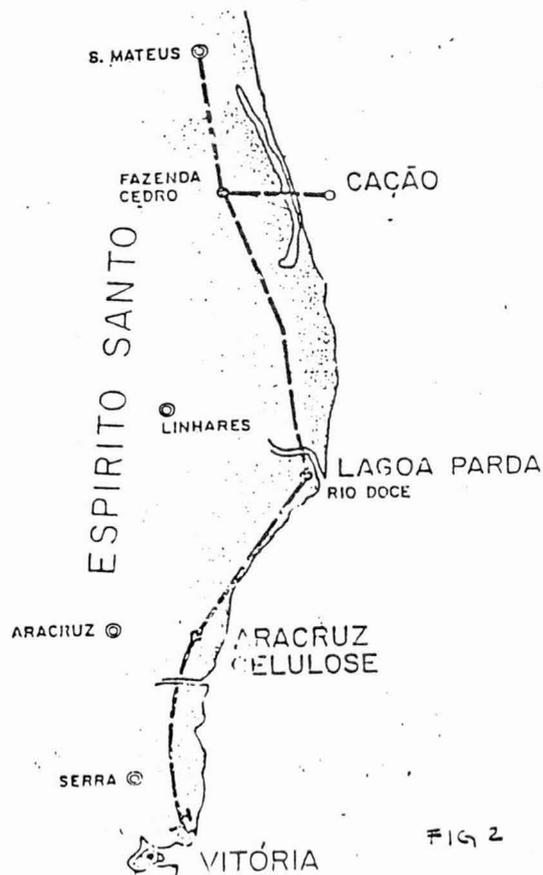


FIG 2

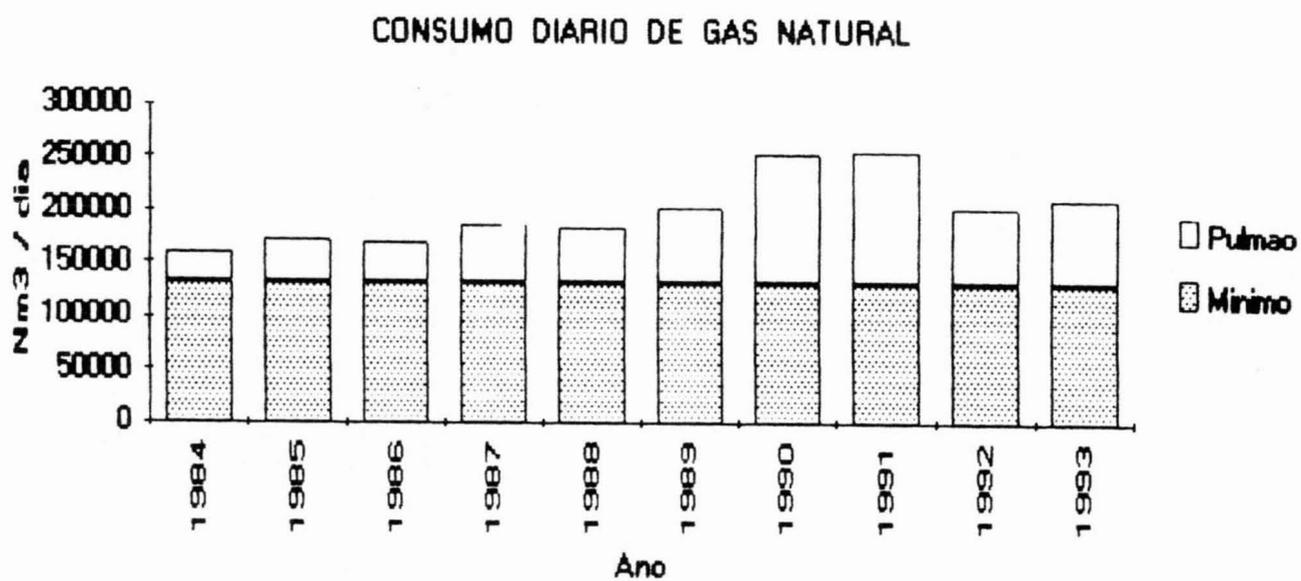


Figura 3

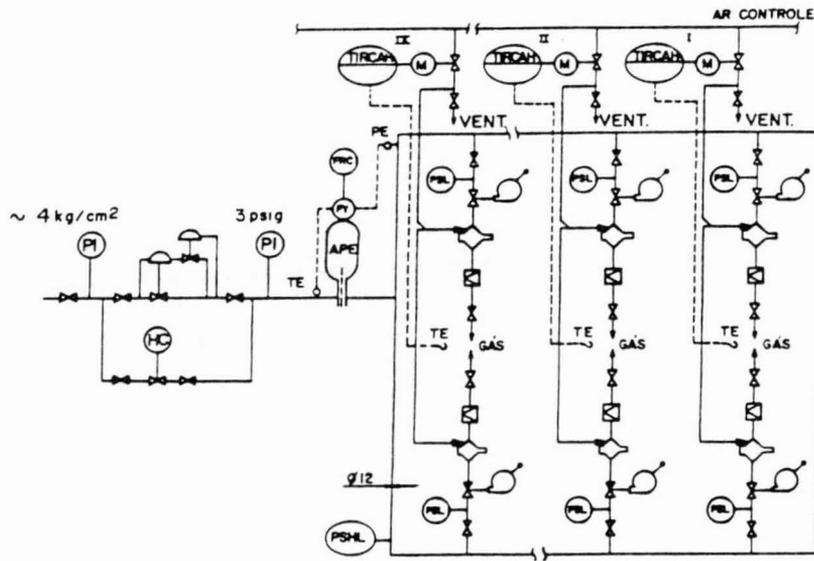


Figura 4 - Fluxograma do sistema do gás natural

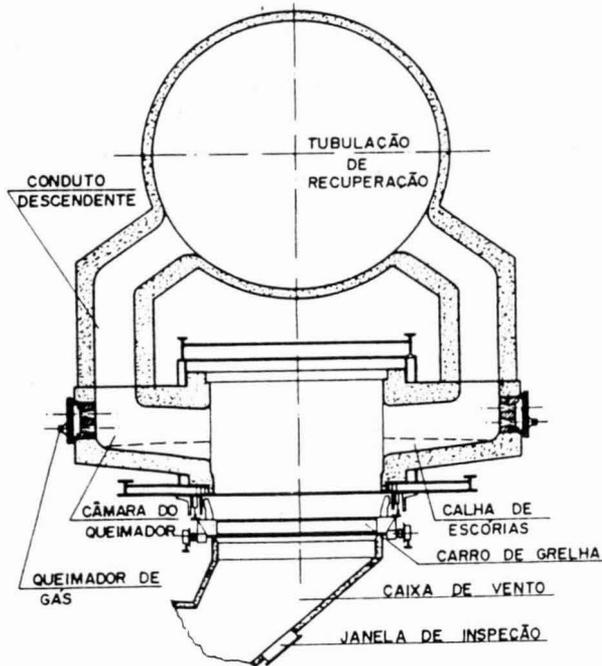


Figura 5 - Forno (corte transversal)

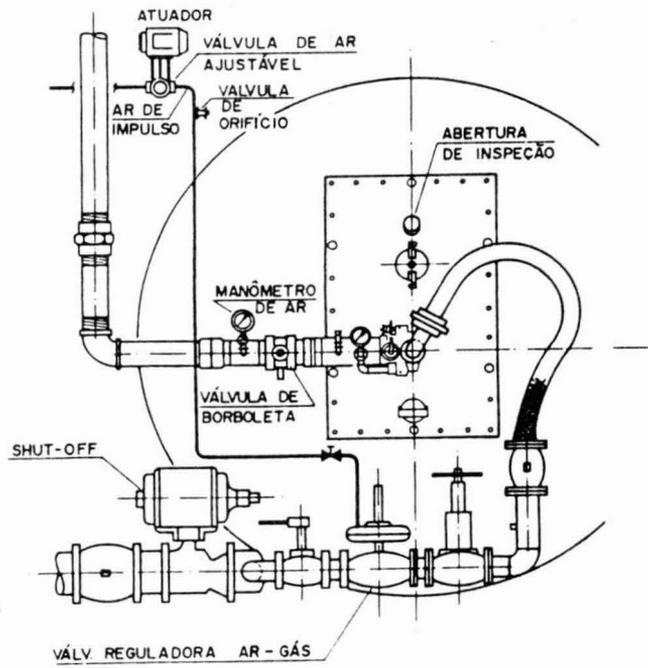


Fig. 6 - Câmara de combustão (vista de frente)



### CONSUMO DE GAS NATURAL

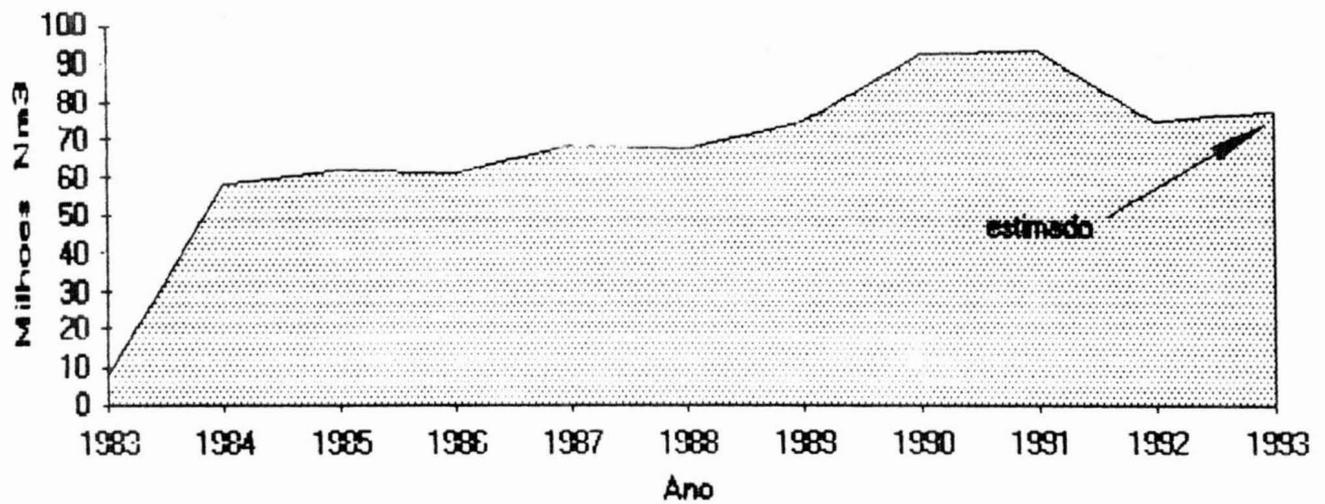
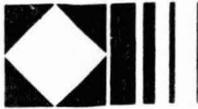


Figura 7



### PREÇOS DE GAS NATURAL E OLEO 4A

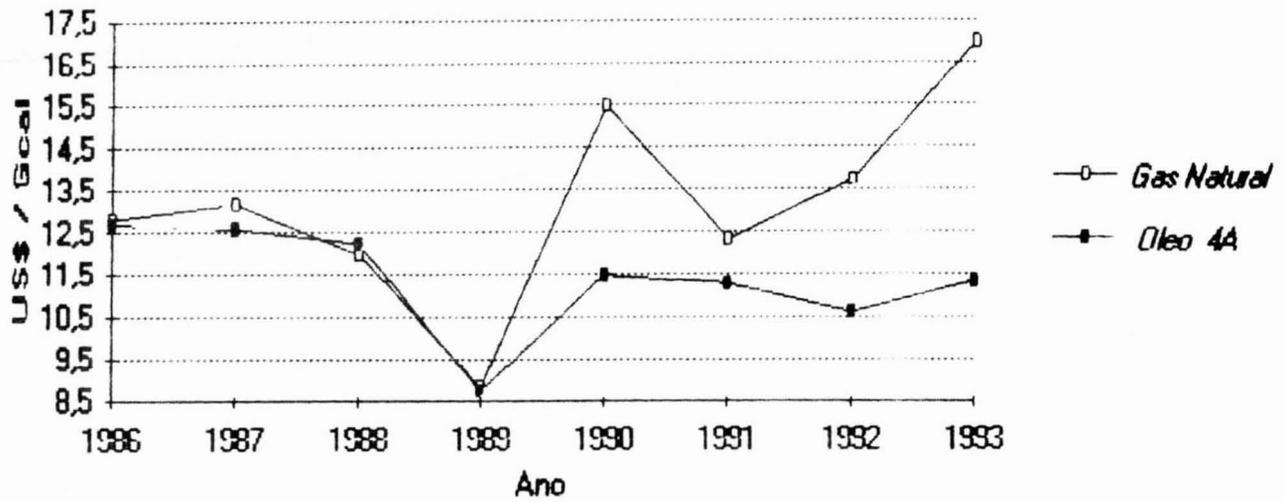


Figura 8