

TÍTULO :

O Gás Natural na AÇOMINAS
- Uma avaliação em Andamento -

AUTORES:

Ronalde Xavier Moreira (1)
José Flávio Fialho (2)
Cláudio Moreira Lima (3)

RESUMO:

Como parte do processo de diversificação de sua matriz energética a AÇOMINAS estuda a viabilidade técnica e econômica do uso do Gás Natural, como combustível alternativo. Objetiva-se com o Gás Natural:

- . redução de custo operacional;
- . melhoria do meio ambiente;
- . otimização do nível de investimento.

O trabalho analisa tecnicamente os locais na área industrial com potencial do uso de Gás Natural, identificando vantagens e riscos, e simula diversas projeções financeiras. Conclui pela viabilidade de Gás Natural em substituição ao GLP - Gás Liquefeito de Petróleo. E como redutor na Siderurgia, sugere uma adequação na política de preços, de modo a tornar competitivo o Gás Natural, quando cotejado ao carvão mineral, hoje, 100% importado.

-
- (1) Gerente de Estudos de Tecnologia - AÇOMINAS
(2) Engenheiro Especialista - AÇOMINAS
(3) Engenheiro de Desenvolvimento - AÇOMINAS

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, 23% da matriz energética mundial é constituída de Gás Natural.

O Gás Natural tem sido utilizado nos países desenvolvidos como energético para aquecimento industrial e urbano, geração de energia elétrica, e na Siderurgia em substituição ao GLP e parcialmente ao coque metalúrgico, e como matéria-prima na indústria petroquímica.

O Brasil já utiliza 8,6 milhões de m³/dia de Gás Natural que representa 2% de sua matriz energética e planeja elevar esta participação até o ano 2000 em 10%.

Até dezembro de 1992, a C.S.N. - Companhia Siderúrgica Nacional, foi a única Siderúrgica no Brasil, a utilizar o Gás Natural, como redutor em substituição ao coque metalúrgico, chegando a injetar 51 Nm³ GN/t de gusa, correspondentes a 40 kg GN/t de gusa.

Em Minas Gerais o Gás Natural será distribuído pela GASMIG, uma subsidiária da CEMIG. Prevê para a primeira etapa o fornecimento de 500 a 600 mil Nm³/dia, de Gás Natural vindo da Bacia de Campos. Será construído um gasoduto específico na mesma faixa de domínio de oleoduto já existente, que interliga a Refinaria Duque de Caxias à Refinaria Gabriel Passos. Este traçado coloca a AÇOMINAS no eixo estratégico do Gás Natural a uma distância de 18 km do ponto de distribuição denominado "City Gate" de Congonhas.

Em função do potencial de consumo 350.000 Nm³/dia, a AÇOMINAS poderá vir a ser a empresa âncora na viabilidade industrial do Gás Natural, nesta primeira etapa. O processo está sendo conduzido internamente, para os estudos de viabilidade técnico-econômica.

2. DESENVOLVIMENTO

A principal variável que dispara o processo de estudos para a injeção de combustíveis auxiliares em altos-fornos, é o balanço de massa de coque da usina em função do plano de produção.

A AÇOMINAS foi concebida para produzir trilhos, perfis pesados e médios, complementando sua capacidade de produção com semi-acabados, principalmente tarugos. Atualmente, toda contribuição marginal para formar o lucro operacional da empresa advem da produção e venda de semi-acabados.

É conhecida a vulnerabilidade dos semi-acabados no mercado, e seu baixo valor agregado.

Portanto, todo projeto que signifique oportunidade de redução dos custos operacionais e flexibilidade na matriz energética, precisa ser diagnosticado e analisada sua viabilidade.

O Projeto AÇOMINAS

O plano de produção de 1993 prevê o alto-forno com o ritmo operacional de 6.100 t/dia a um índice de funcionamento de 98%, o que equivale ao ritmo médio de 5.978 t gusa/dia.

A produtividade atual está na faixa de 2,10 a 2,15 t/m³/dia.

Para uma operação "all-coke" com 490 kg de coque/t de gusa tem-se um déficit de aproximadamente 6.500 t de coque/mês.

A capacidade de produção das baterias de coque de 1.130.000 t/ano já está superada e atualmente produz-se a ritmo de 1.180.000 t/aço.

Para suprir o atual déficit, a AÇOMINAS está importando coque metalúrgico.

Em 1994, após a reforma do alto-forno projeta-se uma produção média de 6.800 t/dia e um ritmo de 7.200 t/dia.

Estima-se um déficit de coque de aproximadamente 140.000 t/ano.

Como resolver o balanço de coque?

Alternativas:

- I - Investir na Coqueria.
- II - Importar coque.
- III - Investir na injeção de combustíveis auxiliares.

Os estudos têm demonstrado que a solução de curto prazo é continuar importando coque e no médio prazo, investir em injeção de combustíveis auxiliares.

Analisando o macro-ambiente no qual a AÇOMINAS está inserida, deduz-se que a tendência é de se injetar finos de carvão nos altos-fornos e não investir em coqueria.

Trata-se de uma tendência mundial.

Evidentemente, há situações particulares, que devem ser analisadas.

O Gás Natural representa uma oportunidade cuja viabilidade de uso também como gás redutor precisa ser considerada.

Parte I - Informações e Dados Técnicos

O primeiro passo foi levantar informações e dados técnicos sobre o Gás Natural, e sua performance no setor siderúrgico. Para isto montou-se um programa de visitas técnicas e pesquisa bibliográfica.

Em termos práticos, constata-se o uso do Gás Natural no setor siderúrgico nos países EEUU, Canadá, França e Rússia; sendo na Rússia onde maiores taxas de injeção são utilizadas.

No Brasil apenas a C.S.N. injeta o Gás Natural em seus altos-fornos.

Duas outras siderúrgicas integradas à coque, COSIPA e CST, utilizam o Gás Natural mas como gás de serviço, e não como gás redutor.

As informações que se seguem resultaram do cumprimento deste programa:

- A siderurgia mundial não apresenta tendência de uso ou de acréscimo de demanda do Gás Natural como redutor.
- A tecnologia de injeção do Gás Natural está limitada, atualmente, a taxas de 150 kg/t de gusa. Estas altas taxas de injeção são encontradas em usinas soviéticas e associadas a superoxigenação do ar soprado.
- No Brasil, a C.S.N. usa o Gás Natural como redutor em seus altos-fornos, dominando esta tecnologia, para uma taxa de injeção de 40 kg GN/t de gusa.
- Historicamente, o Gás Natural apresentou competitividade frente às injeções de óleo combustível nos altos-fornos, para países em que o mesmo é abundante, evidenciando vantagens econômicas, que se acentuaram após os sucessivos choques de petróleo.
- Com o advento da tecnologia de injeção de carvão pulverizado (PCI), com resultados práticos a partir de 1985, e a sua consolidação como tecnologia dominada, aumentou significativamente o número de países que adotaram esta prática em seus altos-fornos. O Japão, Alemanha, Inglaterra, França, Itália, por exemplo, passaram a investir no desenvolvimento da injeção de finos de carvão, procurando alcançar cada vez maiores taxas de injeção. Atualmente, taxas de injeção de 170 kg de carvão/t de gusa já são praticadas, e há experiência em andamento para 200 kg de carvão. Qual será o limite?
- No processo de injeção do Gás Natural como redutor nos altos-fornos, devem ser considerados os seguintes aspectos:

- a) **Pressão de Injeção**
é determinada em função da máxima pressão do ar soprado. Situa-se entre 3 e 5,0 kg/cm² acima da pressão do ar soprado.
- b) **Sistema de Injeção**
Necessidade de desenvolver projeto especial para as ventaneiras de modo a permitir um controle mais eficiente de combustão do Gás Natural no "race-way".
- c) **Temperatura de chama**
A temperatura gerada pela combustão do coque, é equilibrada pelas variáveis que a refrigeram (unidade do sopro e injeção de hidrocarbonetos) e as que a elevam (temperatura do sopro e oxigenação do ar soprado).
Cada m³ de Gás Natural injetado/t de gusa, reduz a temperatura de chama em 4 a 4,5°C; por outro lado cada 1% de oxigênio no ar soprado eleva esta temperatura em 45 a 50°C.
Portanto, para se manter a temperatura de chama nos níveis atuais (2.194°C) é necessário para cada 12 m³ de Gás Natural injetado/t de gusa, que se enriqueça paralelamente o ar soprado em 1%. Por outro lado, quanto mais elevada a temperatura de chama, dentro dos limites permitidos pelas matérias-primas, maior será a produtividade do alto-forno.
- d) **Permeabilidade da carga**
é conhecida a influência que o coque exerce na permeabilidade da carga, facilitando a passagem dos gases e permitindo uma operação estável do alto-forno.
O alto-forno nº 3 de Fukuyama, enquanto operava com injeção de óleo na razão de 42 kg/t de gusa conseguiu o coque rate de 354 kg/t de metal quente, e muitos especialistas concordaram que este seria o limite de redução de coque.
Hoje, passados 10 anos, já está sendo conseguido o limite de 300 kg de coque/t de gusa associado a altas taxas de injeções de carvão pulverizado. Não se conhece dados semelhantes com referência as injeções de Gás Natural.
- e) **Disponibilidade de oxigênio**
O projeto do alto-forno da ACOMINAS, previu o enriquecimento do ar soprado e injeção de óleo combustível. Em função disto, há disponibilidade de oxigênio de até 8.000 Nm³/hora, o que permitirá a injeção de Gás Natural a taxa de aproximadamente 40 Nm³/t de gusa, sem ser necessário a operação de segunda fábrica de oxigênio, para este fim.

Parte II - Considerações Específicas para o uso do Gás Natural na AÇOMINAS

1. Escarfagem

Está sendo considerado no estudo, a necessidade de investimento para se levar o Gás Natural até a laminação e nos TOP's (take-over-point) específicos. Na máquina automática e na escarfagem manual serão feitos apenas ajustes para o novo combustível, mas sem necessidade de modificar ou introduzir novos controles e equipamentos, portanto, investimento zero.

Quanto a treinamento dos operadores, prevê-se visita técnica a empresas que já operam com o Gás Natural, assim, o treinamento far-se-á no posto, ou seja, operando. Está sendo considerado que no prazo de 30 dias, após substituição do GLP pelo Gás Natural, ter-se-á o teste de conjunto, performance, estatística operacional e a rotina de trabalho implantada.

Máquina de Escarfar à Quente

Tipo: Oxi-corte.

CARACTERISTICAS	UNIDADES	MAQUINA DE ESCARFAR
. COMBUSTIVEL		GLP
.. CONSUMO	Nm ³ /min	16,1
.. PRESSAO DE TRABALHO	BAR	2,1 a 5,6
. PROFUNDIDADE DO CORTE	MM	1,0 a 4,0
. DIMENSOES:		
.. ESPESSURA	MM	76 a 600
.. LARGURA	MM	153 a 2.177
. VELOCIDADE DE ESCARFAGEM	m/seg	0,28 a 1,05
. TEMPERATURA	°C	1038 a 1050
. COMPRIMENTO MINIMO	MM	5.400

ESCARFAR

2. Oficina Central e Aclaria

Como fonte energética:

- . Na oficina Central o Gás Natural substituirá o GLP para os serviços de oxi-corte.

- .. Na calcinação, o Gás Natural será alternativa ao gás de coqueria nos queimadores do forno rotativo.
- .. No pátio de preparação de sucata substituirá o GLP.

3. Alto-Forno

Está sendo estudada a implantação de um sistema de injeção de Gás Natural de até 80 Nm³/t de gusa, objetivando estabilidade operacional, substituição de parte de coque metalúrgico, balanço de energia do alto-forno favorável, nível de produtividade (t/m³/d) de 2,40, baixo custo de implantação e qualidade do gusa pelo fato do Gás Natural não adicionar impurezas que se incorporem ao metal líquido. Com referência ao investimento o mesmo se comporá das parcelas:

- a. Investimento da linha de Gás Natural do "City Gate" de Congonhas até a Usina no CMRP (conjunto de medição e regulagem de pressão). Responsabilidade: GASMIG.
- b. Investimento do CMRP para os pontos de consumo dentro da Usina. Responsabilidade: AÇOMINAS.
- c. Investimento em tecnologia, ou seja, compra e desenvolvimento de tecnologia de injeção do Gás Natural. Neste item estão contemplados treinamento, elaboração da prática padrão, etc. Responsabilidade: AÇOMINAS.

DADOS DO ALTO-FORNO DA AÇOMINAS

CARACTERISTICAS	UNIDADES	ATUAL	APOS REFORMA
. VOLUME UTIL	m ³	2.761	2.708
. PRODUÇÃO NOMINAL	t/dia	5.300	6.500
. PRODUTIVIDADE	t/d/m ³	1,919	2,40
. VAZAO AR SOPRADO	Nm ³ /min	4.600	5.000
. UNIDADE AR SOPRADO	g/Nm ³	40	40
. PRESSAO DE SOPRO	kgf/cm ²	3,30	3,60
. PRESSAO DE TOPO - MAXIMA	kgf/cm ²	2,00	2,00
. TEMPERATURA DE CHAMA	°C	2.194	2.225
. TEMPERATURA AR SOPRADO	°C	1.150	1.150
. ENRIQUECIMENTO DO AR	%	-	-
. NUMERO DE VENTANEIRAS	un	28	28
. NUMERO DE FUROS DE GUSA	un	3	4
. DIAMETRO DO CADINHO	m	11,5	11,5
. SISTEMA CARREGAMENTO	-	BELL LESS	BELL LESS

6AS-AF

O sistema de injeção de Gás Natural está sendo previsto ser implantado após a reforma do alto-forno. O sistema de controle de injeção será individualizado por ventaneira. Taxa de substituição: 1Nm³ de Gás Natural substituindo 1kg de coque por t/gusa produzida. Estima-se que com o domínio da tecnologia de injeção e com todos os outros parâmetros de produção do alto-forno, ajustados a esta prática, pode-se chegar a uma taxa de substituição de 1:1,10. Este ganho de produtividade será função das matérias-primas, da prática operacional com o domínio da tecnologia de injeção e da constância do fornecimento de Gás Natural.

Em resumo, considerando a viabilidade dos pontos de consumo aqui discutidos, tem-se:

	Nm3/dia
. Alto-forno (50 Nm3/t gusa)	345.000
. Escarfagem automática e escarfagem manual	2.500
. Outros (Oficina Central, corte sucata, cozinha cozinha Industrial, etc	500
. Total	348.000

Parte III - Estudo de Viabilidade - Análise Econômica

Metodologia

- . Identificação das alternativas.
- . Definição das premissas.
- . Levantamento para cada alternativa dos vetores:
 - .. investimento;
 - .. custos;
 - .. receita.
- . Montagem para cada alternativa do fluxo de caixa.
- . Alimentar o software-ENGEC com os dados:
 - .. fluxo de caixa;

- .. condição de depreciação;
- .. taxa de atratividade;
- .. imposto de renda (%).
- . Processamento.
- . Análise dos resultados.
- . Emissão do relatório.

Aplicação

Injeção de Gás Natural no alto-forno.

Dados

- . Produção do alto-forno: 6.557 t/dia (após reforma)
- . Taxa de injeção : 50 Nm³ GN/t gusa
- . Taxa de substituição : 1Nm³ GN/1,1 kg de coque
- . Injeção de oxigênio : 28,0 Nm³/t de gusa
- . Taxa de coque : 490 kg/t de gusa

Variáveis Econômicas

- . Investimento : US\$3.500.000 (Alt. 1)
US\$5.500.000 (Alt. 2)
US\$6.000.000 (Alt. 3)
- . Vida útil : 20 anos
- . Taxa de atratividade: 16,5 % a.a.
- . Imposto de renda : 30 %
- . Valor residual : zero
- . Manutenção/operação*: zero
- . Preço do coque : US\$120,00/t

- Preço do Gás Natural: US\$110,00/Ndam³
- US\$100,00/Ndam³
- US\$ 90,00/Ndam³

* Custo de manutenção e custo de operação, ambos foram considerados iguais a zero, partindo do princípio de que a equipe atual absorverá estas atividades, e que nos primeiros anos de operação não ter-se-á reposição de válvulas, componentes, etc.
Hipótese otimista.

ANALISE ECONOMICA DA INJEÇÃO DE GAS NATURAL NO ALTO-FORNO

CUSTO GAS NATURAL US\$/Ndam ³	INVESTIMENTO EM US\$	CUSTO ANUAL EM US\$	RECEITA ANUAL EM US\$	TEMPO DE RECUPERAÇÃO ANOS	TAXA DE RETORNO ANUAL
110,00	3.500.000	15.229.319	15.891.020	NAO É VIAVEL	
100,00		14.025.454		3,62	38,7 %
90,00		12.821.588		1,99	62,9 %
110,00	5.500.000	15.229.319	15.891.020	NAO É VIAVEL	
100,00		14.025.454		6,94	26,0 %
90,00		12.821.588		3,42	40,5 %
110,00	6.000.000	15.229.319	15.891.020	NAO É VIAVEL	
100,00		14.025.454		8,09	22,9 %
90,00		12.821.588		3,82	37,2 %

N
D
A
M
3

TAXA: 1 Ndam³ de Gas Natural/1,1 t de coque

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- .. O Gás Natural é uma alternativa para a matriz energética siderúrgica, e o seu nível de participação na AÇOMINAS dependerá da Garantia de Fornecimento e da Política de Preços.
- .. Os estudos desenvolvidos na AÇOMINAS, até o presente momento, nos permitem afirmar:
 - ... O Gás Natural como substituto do GLP e do óleo combustível, é viável.
 - ... O Gás Natural como combustível auxiliar no alto-forno e sua viabilidade é função de:
 - ... ganhos de produtividade;
 - ... preço de venda do Gás Natural.

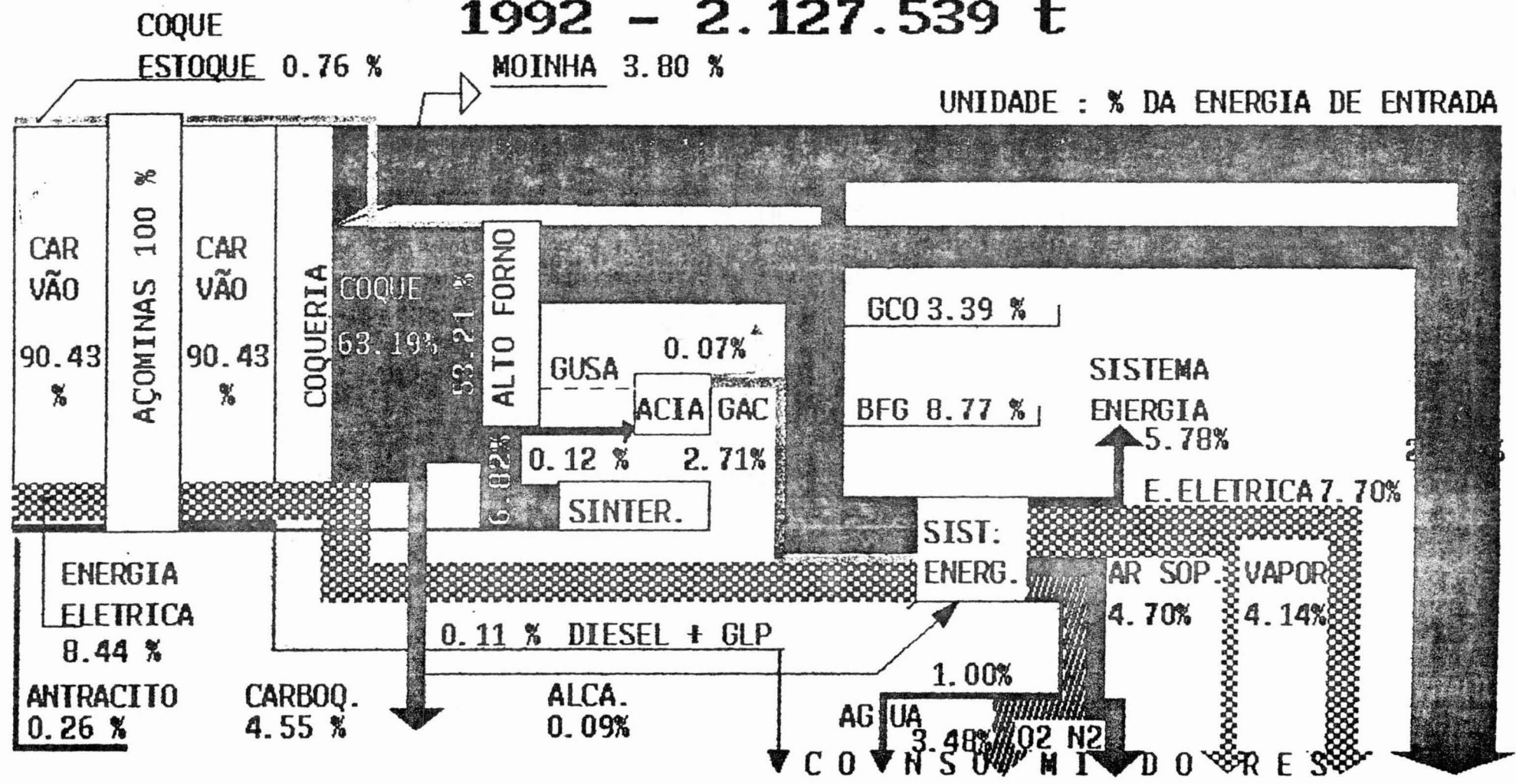
4. BIBLIOGRAFIA

- .. Balanço Energético Nacional - 1992
Ministério das Minas e Energia
- .. Balanço Energético Global - 1992
AÇOMINAS
- .. Fluxo de Energia - AÇOMINAS
Gerência de Energia e Utilidades - OPU
- .. Relatório Técnico: "O Uso do Gás Natural na AÇOMINAS"
Junho/93
- .. O Gás Natural na Siderurgia Brasileira
Uma Análise Energético-Econômica deste Setor
CPPE/UFRJ - Teste de Mestrado - Autor: Dulcemar Garcia Neto
- .. Injeção de Gás Natural nos Altos-Fornos da CSN
42º congresso Anual da ABM - Salvador/1987
- .. Injeção de Gás Natural em Altos-Fornos
Cia Siderúrgica Nacional - CSN
- .. Determinação de Taxa Máxima de Injeção de Gás Natural para o Oxigênio disponível na Usina
OCR/F - Controle Metalúrgico do Alto-Forno - AÇOMINAS
- .. Utilização de Gás Natural na Usina Presidente Vargas da Cia Siderúrgica Nacional
Boletim de Aperfeiçoamento Técnico - CSN/1986

- The Scrap Preheating Technology with the use of Natural Gas
Iron and Steel Institute - DNEPROPETROVSK, URSS
- Limits of Coal Injection
Metallurgical Plant and Technology International
June/1990
- Aspectos Técnicos do Enriquecimento do Ar Soprado com
Oxigênio
Estudo ODQ/F-010/92 - AÇOMINAS

FLUXO DE ENERGIA DA AÇOMINAS

1992 - 2.127.539 t



A N E X O S

FLUXO DE ENERGIA AÇOMINAS

APÓS REFORMA DO ALTO FORNO - 2.376.000 t/ano
ALTERNATIVA GNP

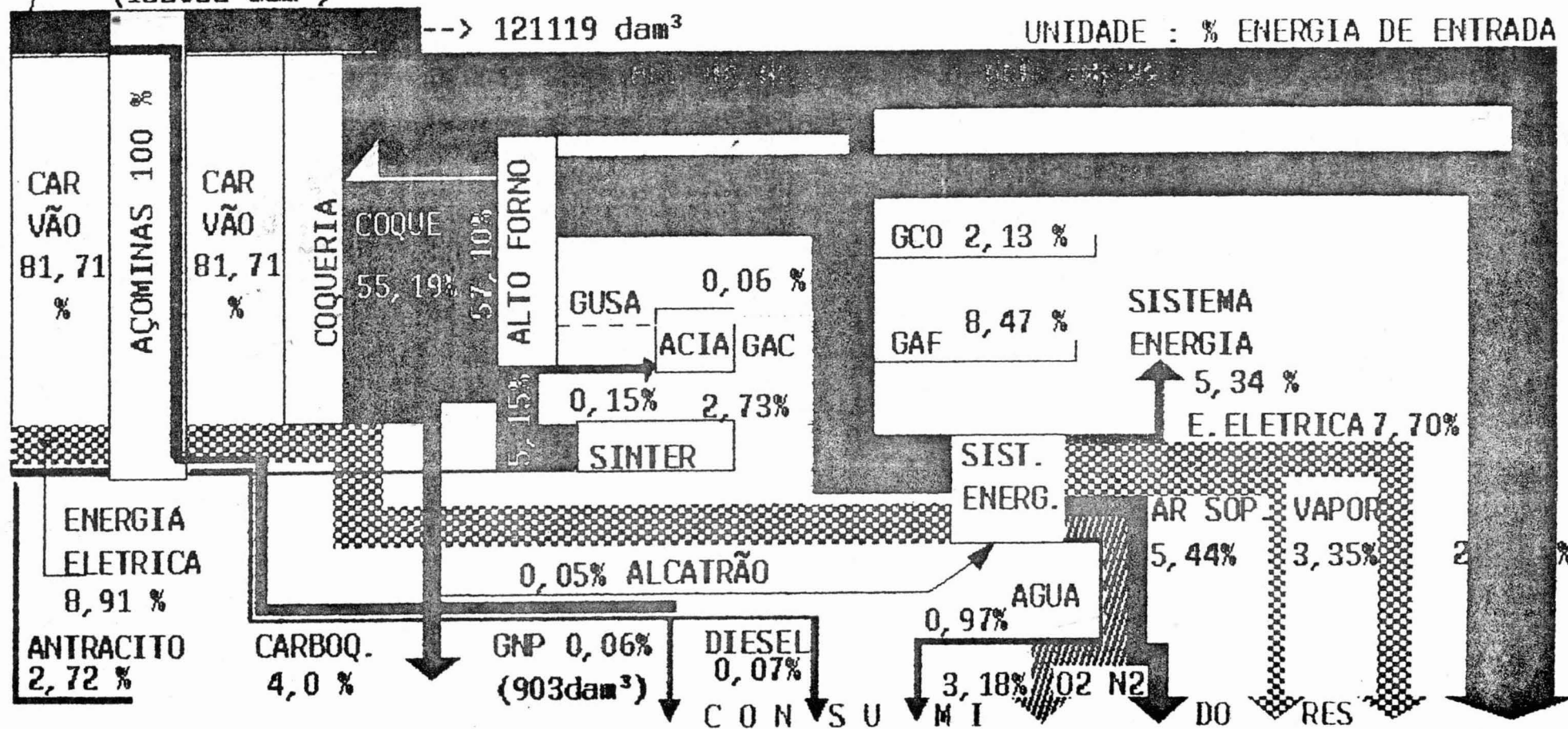
GNP

6,55 %

(122022 dam³)

--> 121119 dam³

UNIDADE : % ENERGIA DE ENTRADA



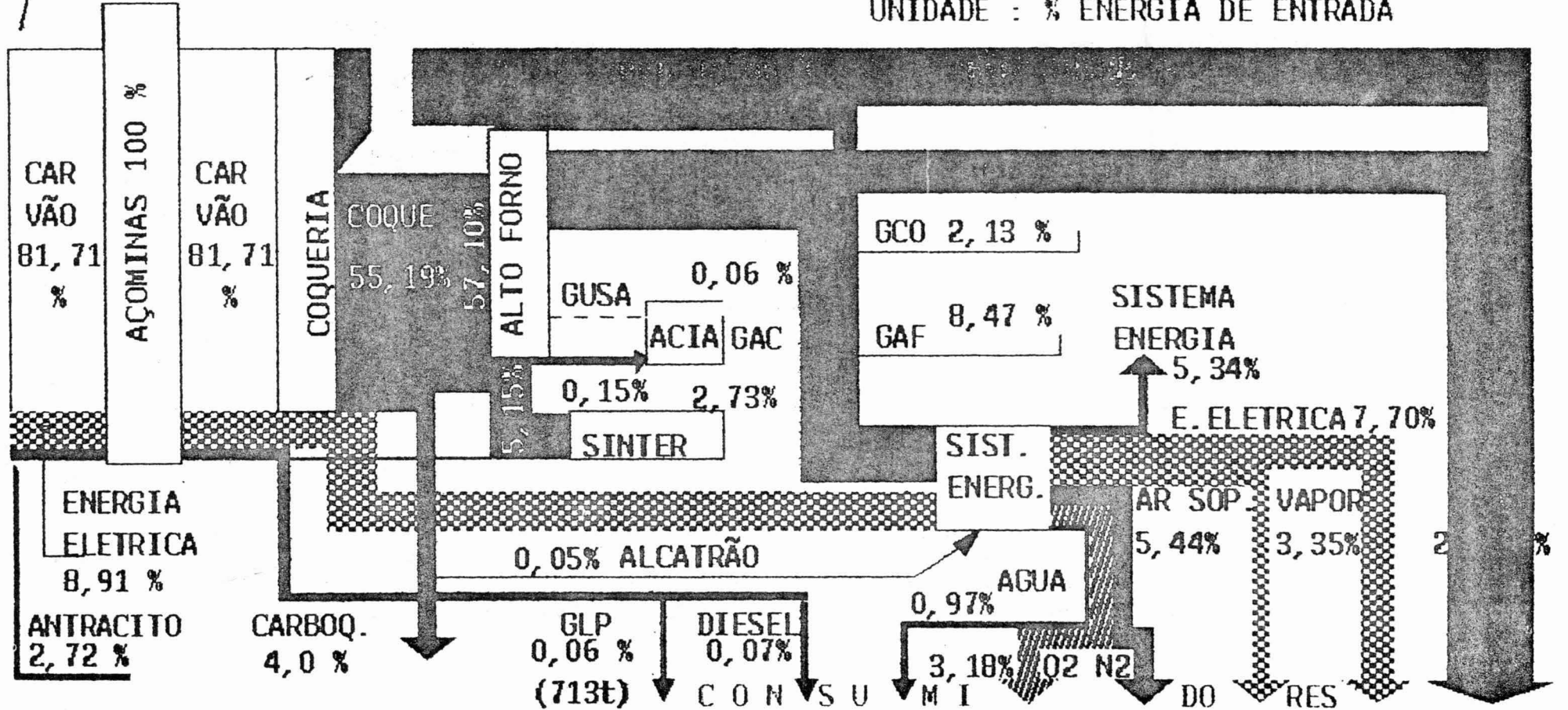
60

FLUXO DE ENERGIA AÇOMINAS

DEFICIT 6,49 %
COQUE (133230t)

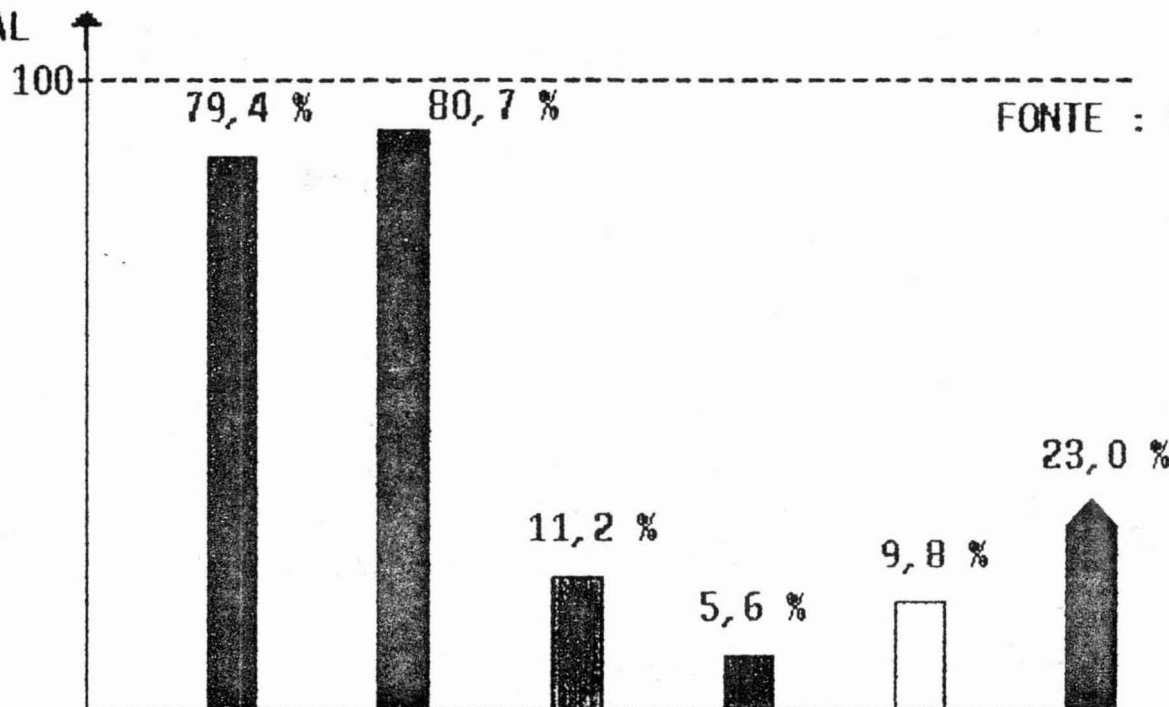
APÓS REFORMA DO ALTO FORNO - 2.376.000 t/ano

UNIDADE : % ENERGIA DE ENTRADA



MATRIZ ENERGÉTICA INDUSTRIAL

% DO CONSUMO INDUSTRIAL



FORNE : BALANÇO
ENERGÉTICO
NACIONAL
1991

CARVÃO MINERAL

CARVÃO VEGETAL

E. ELÉTRICA

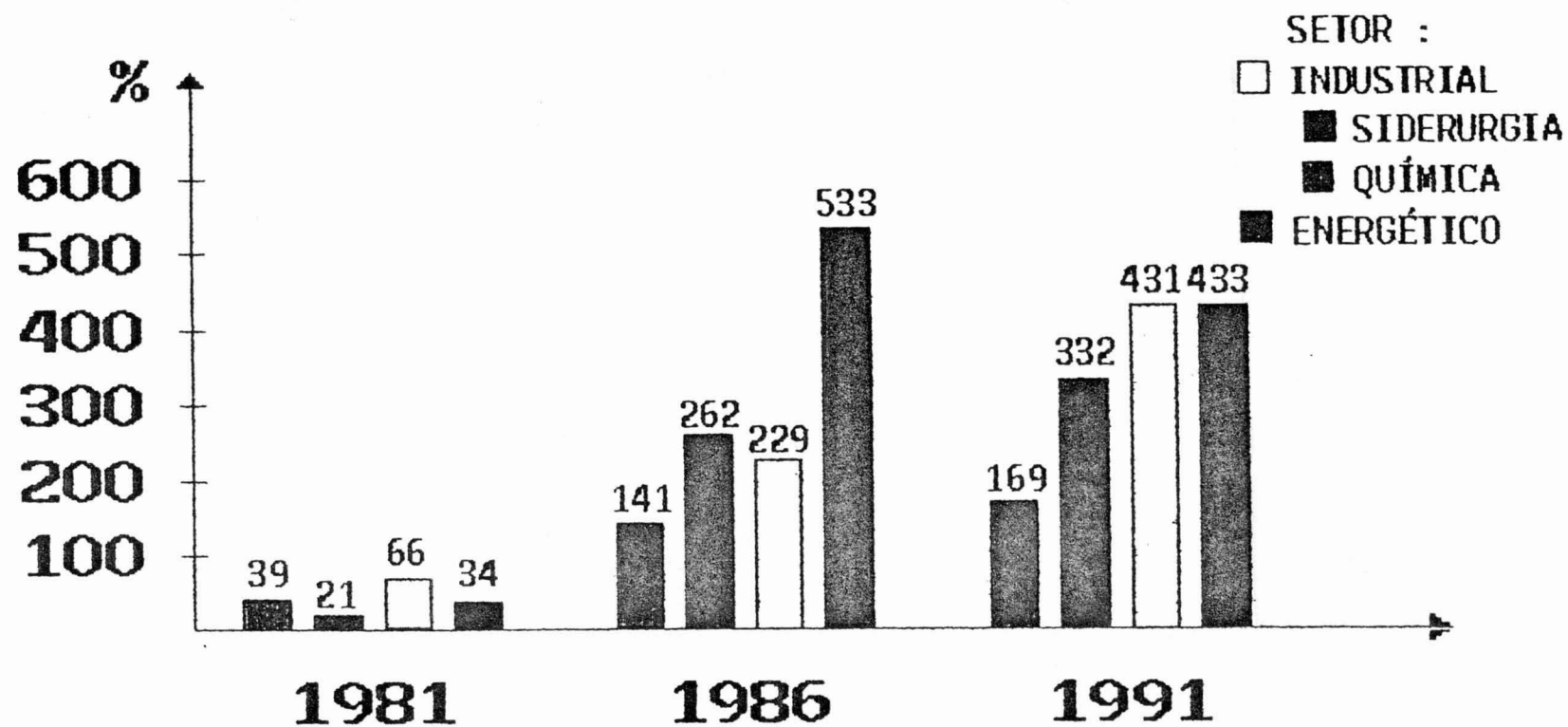
PETRÓLEO

GÁS NATURAL

SETOR

SIDERÚRGICO

CONSUMOS DE GNP EM RELAÇÃO A 1981

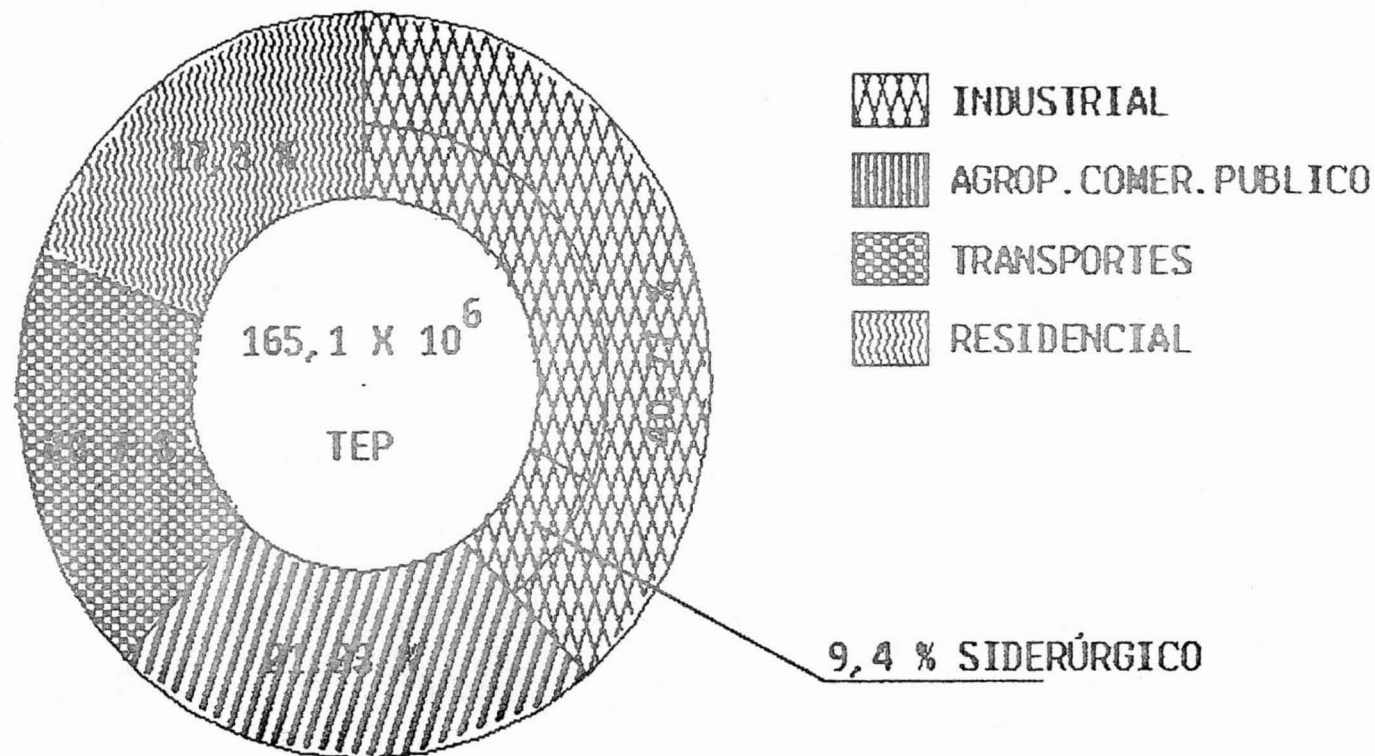


BASE : 1981 = 100 %

($578 \times 10^6 \text{ m}^3$)

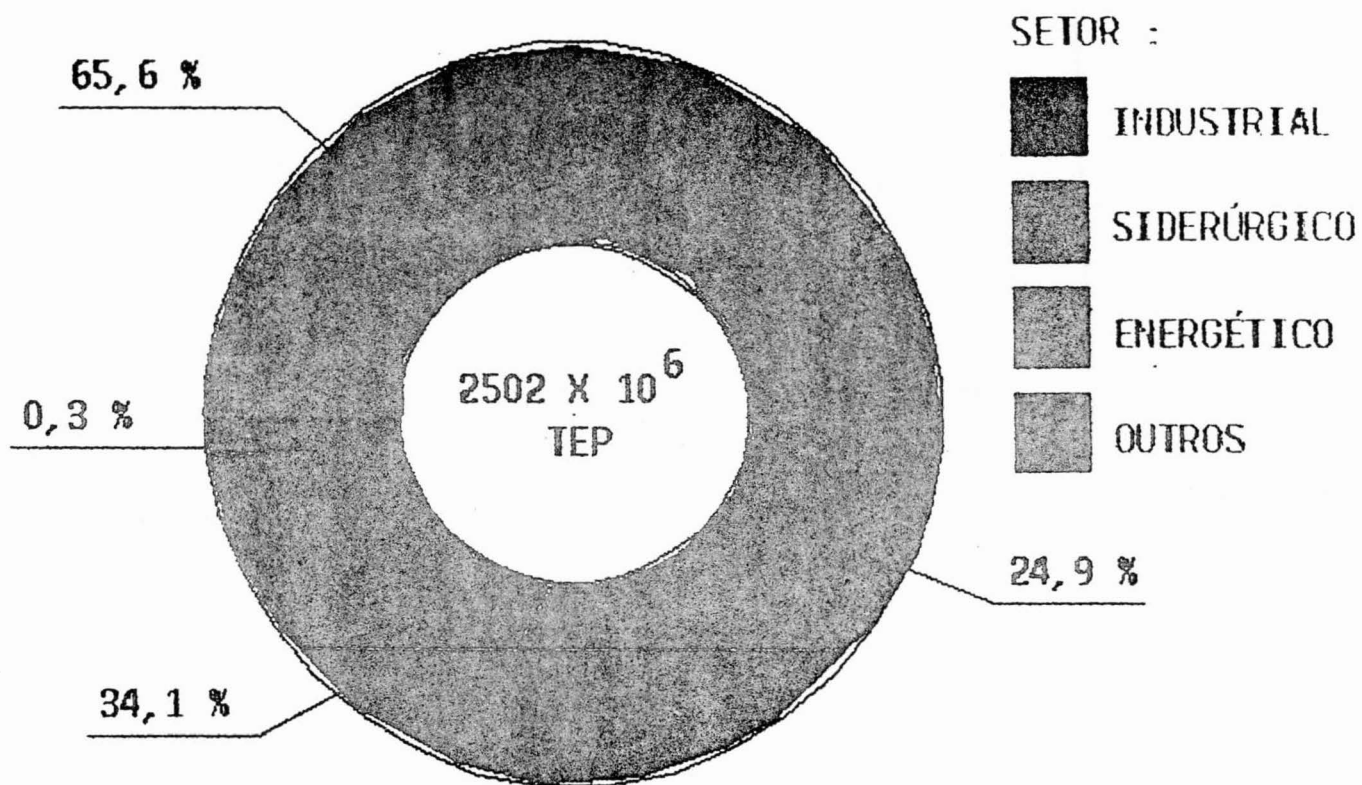
FONTE: MME - BALANÇO
ENERGÉTICO
NACIONAL

MATRIZ ENERGÉTICA NACIONAL



FONTE : BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL - 1991
MME

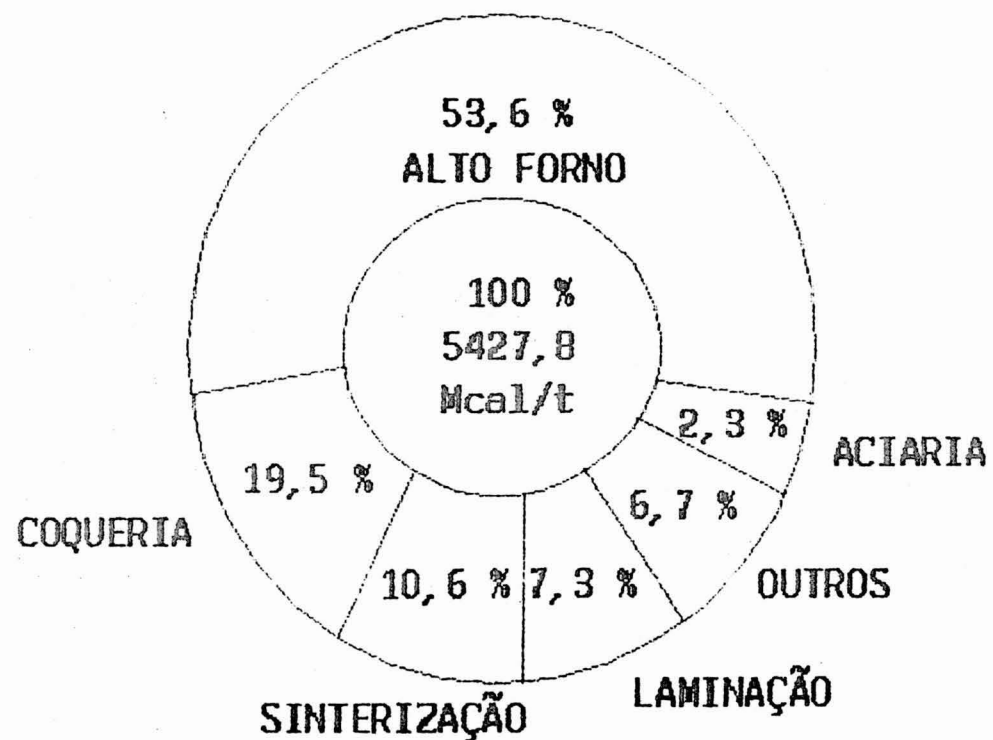
CONSUMO DE GÁS NATURAL



FONTE : BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL
MME - 1991

PARTICIPAÇÃO DO CONSUMO ENERGÉTICO POR PROCESSO

USINA INTEGRADA A COQUE (TÍPICA - AÇOMINAS)



FONTE : BALANÇOS ENERGÉTICOS GLOBAIS E UTILIDADES
ABM / COENGE
ANO DE REFERÊNCIA - 1992