

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA**

A Penetração do Gás Natural na Região Administrativa de Campinas - SP

**Autor : Eng. Civil Marcelo Siqueira Veirano
Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra**

**Curso: Engenharia Mecânica.
Área de concentração: Planejamento Energético**

Dissertação de mestrado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica.

**Campinas, 1993
S.P. - Brasil**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

V536p

Veirano, Marcelo Siqueira

A penetração do gás natural na região administrativa
de Campinas - SP / Marcelo Siqueira Veirano.--
Campinas, SP: [s.n.], 1993.

Orientador: Sinclair Mallet-Guy Guerra

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Gás natural. 2. Energia – Consumo – Modelos
econométricos. 3. Recursos energéticos. I. Guerra,
Sinclair Mallet-Guy. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III.
Título.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL D
TESE DEFENDIDA POR Marcelo Siqueira
Veirano E APROVADA PEL
COMISSÃO JULGADORA EM 01.03.93


ORIENTADOR

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA**

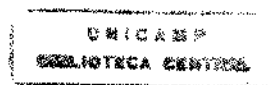
UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

A Penetração do Gás Natural na Região Administrativa de Campinas - SP

Autor : Eng. Civil Marcelo Siqueira Veirano
Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra

01/93

i.



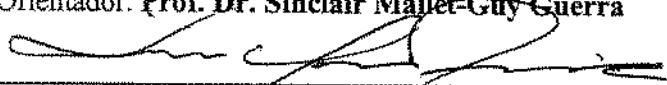
**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
DEPARTAMENTO DE ENERGIA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

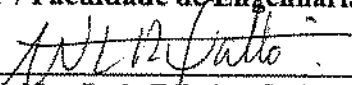
**A Penetração do Gás Natural na Região
Administrativa de Campinas - SP**

Autor : Eng. Civil Marcelo Siqueira Veirano

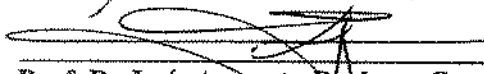
Orientador: Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra



Prof. Dr. Sinclair Mallet-Guy Guerra, Presidente
UNICAMP / Faculdade de Engenharia Mecânica



Prof. Dr. Waldyr Luiz Ribeiro Gallo
UNICAMP / Faculdade de Engenharia Mecânica



Prof. Dr. Luís Augusto Barbosa Cortez
UNICAMP / Faculdade de Engenharia Agrícola

Campinas, 4 de Janeiro de 1993

AGRADECIMENTOS:

Agradeço a todos os que de alguma forma tornaram possível a conclusão deste trabalho. Cito a seguir, algumas pessoas e entidades com as quais o convívio foi mais próximo nesses anos de trabalho na UNICAMP:

- À Maria Eliza, Carolina e Fernanda pela paciência, carinho e apoio em todos os momentos.
- Ao Eng. Adolfo Veirano Jr. e a todos da Veirano Serviços de Engenharia, pelo incentivo, entusiasmo e apoio financeiro, sem o qual não seria possível a conclusão deste trabalho.
- Ao orientador e amigo Sinclair, que acreditou na idéia e me ajudou a “virar a mesa” quando da escolha do tema desta dissertação. Agradeço também toda a sua orientação e dedicação no período em que trabalhamos juntos.
- Ao David Zilberstajn, que como co-orientador na “fase crítica” em 1989, também colaborou para que eu “virasse a mesa”.
- À todos os colegas do curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, especialmente aqueles com os quais eu tive o privilégio de compartilhar a sala – Bernardino, Valdenberg e Djalma – e outros como o Mauro Berni, pela amizade, palpites, críticas e sugestões, sempre oportunas.
- Ao Sérgio Bajay, que acreditou em um engenheiro civil que queria se pós-graduar em engenharia mecânica.
- Aos professores e muitos amigos que fiz nestes anos de convívio no Departamento de Energia – Gallo, Arnaldo Walter, Lagostera, Sílvia, Paulinho e tantos outros a quem importunei diversas vezes no desenvolvimento do trabalho.
- Aos funcionários do Departamento, especialmente à Neusa, Márcia e Rodrigues, pela paciência e disposição em ajudar.
- Aos amigos do Instituto de Química da Unicamp – Inês Joeques, Paulinho, Nádia, Zuca, Rose, Maria Helena, Zoega e todos os outros, pelo apoio e amizade.
- À todos da Agência para Aplicação da Energia, nas pessoas do Eduardo Bernini e do Homero Mazottini Saes, pelos valiosos dados e toda a ajuda.
- Ao CNPQ e à CAPES, pelo apoio financeiro.

RESUMO:

VEIRANO, Marcelo Siqueira, *A Penetração do Gás Natural no Setor Industrial da Região Administrativa de Campinas - SP*; Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1993. 79 p. Dissertação (mestrado).

Neste trabalho, avaliou-se a penetração do gás natural no setor industrial da Região Administrativa de Campinas, no Estado de São Paulo, partindo-se da hipótese do início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia em 1997. Para esta avaliação, desenvolveu-se um modelo de demanda de base econométrica, que procurou co-relacionar dados econômicos aos usos finais de energia, levando em conta as características econômicas da região e as características técnicas dos usos finais energéticos nos diversos sub-setores da indústria, incluindo a previsão da operação de sistemas de co-geração. Como subsídio ao modelo, foi feito um diagnóstico quantitativo e qualitativo da atividade econômica industrial da região, bem como energético, a partir de dados obtidos da pesquisa "Consumo de Energia nas Indústrias do Estado de São Paulo", realizada pela Agência para Aplicação de Energia. Concluiu-se no trabalho que o gás natural pode vir a conquistar parcela significativa do mercado de energia na região, deslocando energéticos importantes, como o óleo combustível e a energia elétrica, especialmente se a sua utilização for conjugada à tecnologia da co-geração. Esta possível participação na matriz poderá produzir ainda impactos importantes, tanto do ponto de vista ambiental, quanto no mercado de óleo combustível e eletricidade, que não foram avaliados com profundidade neste trabalho, e cujo estudo é indicado como sugestão para desenvolvimento futuro.

Palavras Chave:

- Gás Natural, Região Administrativa de Campinas, Modelagem de demanda energética, usos de energia no setor industrial.

ABSTRACT:

VEIRANO, Marcelo Siqueira, *Insertion of Natural Gas in the Industrial Sector of the Administrative Region of Campinas, in the State of São Paulo - Brazil*; Campinas: Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, 1993. 79 p. Dissertação (mestrado).

This investigation, evaluated the insertion of natural gas as a new energetic resource in the Administrative Region of Campinas, in the Brazilian state of São Paulo, from the hypothesis that Brazil-Bolivia gasoduct will start its operation in 1997. An econometric based demand model was developed for the evaluation. The model correlated economic with final energetic use data, taking into account the region economy and the technical features of the final energy uses in several industrial sub-sectors installed in the region. It was also included the evaluation of the future use of co-generation technology. To run the model, a quantitative and qualitative diagnosis of the region economy and energy use was made (the energy use was obtained from "Energy consumption in the industries of the State of São Paulo", a research conducted by the São Paulo State Energy employment Agency. This Investigation concluded that natural gas may have an important role in region's energetic market, displacing important resources, like fuel oil and electricity, specially if its use will be combined with co-generation technology. This possible role of natural gas in the region's energy matrix, may also impact either the environment and the fuel oil & electricity market, and this effects were not deeply evaluated in the present work. The impact study is also suggested as a future work continuing this investigation.

Key words:

- Natural gas, Campinas region (Brazil), energetic demand modelling, industry energy uses.

ÍNDICE

1	PREFÁCIO	1
2	INTRODUÇÃO	2
2.1	RESUMO DA ESTRUTURA DO TRABALHO	2
2.2	O GÁS NATURAL NO MERCADO MUNDIAL DE ENERGIA - UMA BREVE ANÁLISE	3
2.3	INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO	8
3	IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REGIÃO DE CAMPINAS	10
3.1	GEOGRAFIA	10
3.2	ASPECTOS ECONÔMICOS DA RA DE CAMPINAS	15
3.3	OS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS	17
3.4	A MATRIZ ENERGÉTICA DO SETOR INDUSTRIAL DA RA DE CAMPINAS	19
3.5	AS PERSPECTIVAS DE OFERTA DE GN NA REGIÃO: O GASODUTO BRASIL-BOLÍVIA	26
4	PREVISÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA NO SETOR INDUSTRIAL DA RA DE CAMPINAS	30
4.1	CRÍTICA AOS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA	30
4.2	A ESTIMATIVA DA DEMANDA - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	31
4.3	DESCRIÇÃO E OPERAÇÃO DO MODELO	32
5	ESTIMATIVA DO MERCADO POTENCIAL DE GN EM 1997	50
5.1	CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES	50
5.2	DETERMINAÇÃO DOS POTENCIAIS DE SUBSTITUIÇÃO NOS RAMOS SELECIONADOS	55
5.3	DETERMINAÇÃO DO MERCADO POTENCIAL DE GN NA RA DE CAMPINAS	71

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES 78

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS 78

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES SOBRE OS IMPACTOS DO GÁS NATURAL NA MATRIZ ENERGÉTICA 78

6.3 RECOMENDAÇÕES 80

ANEXO A: PRODUÇÃO E RESERVAS DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

ANEXO B: INDICADORES E ESTATÍSTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO E DA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE CAMPINAS

LISTA DE FIGURAS:

CAPÍTULO 2

Figura 2.1:	Gás natural no mundo - reservas provadas estimadas.	4
Figura 2.2:	Petróleo no mundo - reservas provadas estimadas.	5
Figura 2.3:	Petróleo no mundo - produção estimada.	6
Figura 2.4:	Produção mundial de gás natural e petróleo.	7
Figura 2.5:	Reservas / produção de gás natural e petróleo no mundo.	7
Figura 2.6:	Etapas do processo de utilização de um novo recurso energético.	8

CAPÍTULO 3

Figura 3.1:	A Região Administrativa de Campinas.	11
Figura 3.2:	Principais Ligações Viárias da Reg. Administrativa de Campinas.	13
Figura 3.3:	Região de Campinas - densidade demográfica (1980 a 1989).	14
Figura 3.4:	A Ocupação Industrial do Interior Paulista.	16
Figura 3.5:	Participação relativa dos energéticos na RA de Campinas.	24
Figura 3.6:	A rota "A" do gasoduto Brasil-Bolívia no trecho em que atravessa a RA de Campinas.	27

CAPÍTULO 4

Figura 4.1:	Variação do PIB industrial - Brasil x Estado de São Paulo.	43
-------------	--	----

CAPÍTULO 5

Figura 5.1:	Transformação de energia em um processo industrial genérico.	50
Figura 5.2:	Conversão de energia final em energia térmica e elétrica por um processo de co-geração.	51

LISTA DE TABELAS:

CAPÍTULO 3

Tabela 3.1: Quadro de áreas.	12
Tabela 3.2: Indicadores econômicos do Estado de São Paulo e da RA de Campinas.	19
Tabela 3.3: Classificação adotada para as fontes de energia.	21
Tabela 3.4: Consumo relativo de energia na RA de Campinas para as principais fontes energéticas.	22
Tabela 3.5: Estimativa de consumo energético na RA de Campinas.	23
Tabela 3.6: Classificação do consumo energético por usos finais na indústria.	25
Tabela 3.7: Ramos industriais selecionados na RA de Campinas - usos finais.	25
Tabela 3.8: Ramos industriais selecionados na RA de Campinas - participação das fontes no uso final.	26

CAPÍTULO 4

Tabela 4.1: Testes e parâmetros para avaliação do modelo.	36
Tabela 4.2: Consumo de energia na indústria X PIB industrial no Estado de São Paulo.	36
Tabela 4.3: Resultados da regressão incluindo o carvão mineral (São Paulo).	37
Tabela 4.4: Resultados da regressão não incluindo o carvão mineral (São Paulo).	38
Tabela 4.5: Tabela de diagnóstico da regressão (São Paulo).	39
Tabela 4.6: Consumo de energia na indústria X PIB.	39
Tabela 4.7: Resultados da regressão (RA de Campinas).	40
Tabela 4.8: Tabela de diagnóstico da regressão (RA de Campinas).	41
Tabela 4.9: Elasticidade estimada para os conteúdos energéticos.	41
Tabela 4.10: Demissões na indústria paulista.	43
Tabela 4.11: PIB industrial projetado para a RA de Campinas.	44
Tabela 4.12: Modelo de projeção de demanda - resultados.	43

CAPÍTULO 5

- Tabela 5.1: Coeficientes para as principais tecnologias de co-geração. 53
- Tabela 5.2: Indústria cerâmica - usos energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto. 55
- Tabela 5.3: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 56
- Tabela 5.4: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, consideradas as diferenças de rendimento. 57
- Tabela 5.5: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 58
- Tabela 5.6: Indústria de material de transporte - usos energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto. 59
- Tabela 5.7: Indústria de material de transporte - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 60
- Tabela 5.8: Indústria de material de transporte - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 61
- Tabela 5.9: Indústria de papel e celulose - usos energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto. 62
- Tabela 5.10: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 63
- Tabela 5.11: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, consideradas as diferenças de rendimento. 64
- Tabela 5.12: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 65
- Tabela 5.13: Indústria química - usos energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto. 66
- Tabela 5.14: Indústria química - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 67
- Tabela 5.15: Indústria têxtil - usos energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto. 68
- Tabela 5.16: Indústria têxtil - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, desconsideradas as diferenças de rendimento. 69
- Tabela 5.17: Indústria química - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de gás natural, ajustado para os cenários 3 e 6. 71
- Tabela 5.18: Mercado de gás natural na RA de Campinas - hipótese 1 (limite superior do mercado). 73
- Tabela 5.19: Mercado de gás natural na RA de Campinas - hipótese 2 (limite inferior do mercado). 74

Anexo A

Tabela A.1: Reservas de gás natural no mundo (reservas provadas estimadas).	A2
Tabela A.2: Reservas de petróleo no mundo (reservas provadas estimadas).	A3
Tabela A.3: Produção estimada de petróleo no mundo.	A4
Tabela A.4: Produção mundial de petróleo e gás natural.	A5
Tabela A.6: Reservas provadas de gás natural e petróleo no Brasil.	A5
Tabela A.7: Produção de gás natural e petróleo no Brasil.	A6

Anexo B

Tabela B.1: Valor adicionado na indústria paulista.	B1
Tabelas B.2 a B.5: Representatividade da pesquisa "Consumo energético nas indústrias do Estado de São Paulo".	B2 a B4
Tabela B.6: Indústria de papel e celulose - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais.	B5
Tabela B.7: Indústria de material de transporte - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais.	B5
Tabela B.8: Indústria química - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais.	B6
Tabela B.9: Indústria cerâmica - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais.	B6
Tabela B.10: Indústria têxtil - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais.	B7

1 PREFÁCIO

"... natural gas may have the most exciting future of all the energy resources ... "
(F. Banks)

Através do estudo de caso da Região de Campinas, no estado de São Paulo, buscam-se basicamente dois objetivos:

1º) Avaliar o mercado potencial de gás natural (GN) no setor industrial da região administrativa de Campinas (RA de Campinas) em 1997, ano em que se prevê o início da operação do gasoduto Brasil-Bolívia. Este trabalho busca estimular o debate a respeito da questão do GN como um energético que, em função da magnitude dos recursos, da disponibilidade de tecnologia para aplicação imediata e da questão ambiental, pode causar impactos importantes na matriz energética brasileira nos próximos anos.

2º) A abordagem regionalizada do problema energético será de importância vital no aprimoramento do modelo brasileiro. Com ela, é possível que se obtenham soluções de suprimento menos intensivas em capital e otimizadas quanto às características de demanda tão diversas entre as inúmeras regiões homogêneas que formam o país. O presente trabalho, busca contribuir para o aperfeiçoamento de metodologias que viabilizem o enfoque regionalizado da matriz energética. Procura-se conciliação entre as técnicas de modelagem e análise disponíveis com as esparsas e deficientes bases de dados existentes.

Procurou-se orientar o texto com explicações e descrições detalhadas dos aspectos considerados mais importantes e das metodologias e técnicas utilizadas, principalmente no que diz respeito à modelagem e a avaliação do mercado de GN.

O autor gostaria por fim, de ressaltar a frase do professor BANKS que abre este trabalho, reafirmando o seu otimismo com relação ao papel do GN no cenário brasileiro. As perspectivas de enorme disponibilidade desse energético no Brasil, nos próximos anos e principalmente os novos arranjos que sua exploração em larga escala poderá gerar na ordem jurídica do setor energético, por si já justificam todo o esforço aqui empreendido.

2 INTRODUÇÃO

2.1 RESUMO DA ESTRUTURA DO TRABALHO

Capítulos 1 e 2: Prefácio e Introdução, onde se expõe os objetivos da dissertação no contexto do planejamento energético. Delineiam-se brevemente aspectos de produção e reservas de GN no mundo e descreve-se a estrutura do trabalho.

O **capítulo 3** dedica-se à identificação da RA de Campinas e a um diagnóstico do uso da energia em seu setor industrial. São calculados e apresentados os indicadores econômicos e os dados de uso final de energia que serão utilizados nos capítulos subseqüentes.

Uma breve análise do gasoduto Brasil-Bolívia e das perspectivas de suprimento é elaborada no final do capítulo.

O **capítulo 4** trata da avaliação da demanda final energética do setor industrial da região administrativa de Campinas. Essa projeção é feita através de um modelo de base econométrica que projeta o conteúdo energético do PIB industrial em função das participações relativas das principais fontes energéticas no consumo final.

São avaliadas aí as restrições ao uso deste tipo de modelo, bem como a validade de sua utilização neste caso específico. Comparações são feitas com resultados obtidos para o estado de São Paulo, principalmente no que diz respeito às elasticidades obtidas para o conteúdo energético do PIB industrial.

No final do capítulo elaboram-se os cenários e obtém-se os resultados da projeção da demanda energética do setor industrial da região para o ano de 1997.

No **capítulo 5** é projetado o mercado potencial do GN na RA de Campinas através da avaliação do potencial da substituição nos ramos da indústria considerados propícios a uma penetração inicial e nos municípios que serão interceptados pelo gasoduto.

O potencial de substituição é avaliado através da análise dos usos finais de energia nos ramos selecionados, considerando-se inclusive a hipótese da inserção de sistemas de co-geração.

Apresentam-se ao final do capítulo os mercados potenciais superior e inferior, para os cenários elaborados no capítulo 4.

Nas **Discussões e Conclusões**, avaliam-se os resultados obtidos e apresentam-se as conclusões finais do trabalho.

Nos **Anexos** apresentam-se as bases de dados utilizadas, tabelas e informações complementares para melhor compreensão do texto.

2.2 O GÁS NATURAL NO MERCADO MUNDIAL DE ENERGIA - UMA BREVE ANÁLISE

Após 1973, grandes esforços têm sido empreendidos no sentido da substituição do petróleo - principal fonte energética primária do século XX. Muito se investiu na busca de fontes renováveis, estas porém com exceção de alguns tipos de biomassa, não devem se tornar importantes a médio prazo, principalmente em função dos altos custos envolvidos na solução do problema de armazenamento de energia e dos próprios sistemas de conversão.

Os dados compilados nas páginas seguintes sustentam a análise que mostra o GN como grande substituto do petróleo na matriz energética do século XXI. Faz-se inicialmente uma análise comparativa entre reservas provadas e a produção de GN e petróleo (seu principal concorrente).

Gás Natural:

As reservas provadas tiveram crescimento relativamente constante desde 1980, enquanto a produção manteve-se praticamente estabilizada entre 1980 e 1988.

Isso provocou grande aumento no índice reservas provadas / produção. A constatação mais importante no entanto, é a do comportamento das reservas provadas entre 1988 e 1990, frente ao grande aumento de produção no período.

Após o decréscimo do índice reservas / produção em 1989, decorrente do impacto da elevação da produção ocorrida a partir de 1988, significativa recuperação do nível de reservas, que suplantou o aumento de produção havido em 1990. Isto levou ao acréscimo do índice, que atingiu o mesmo patamar de 1988.

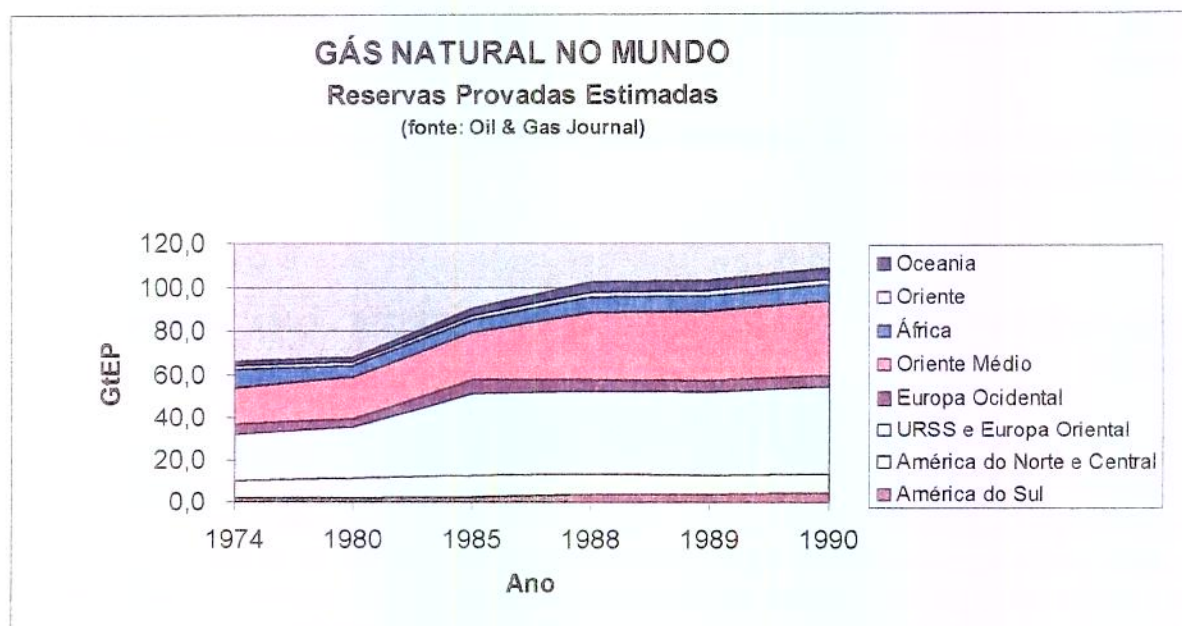


Figura 2.1

Petróleo:

Após um período de relativa estabilidade entre 1974 e 1985, as reservas cresceram significativamente até 1989, estabilizando-se em 1990.

A produção cresce de 1974 a 1980, reduzindo-se significativamente até 1985 e voltando a atingir os níveis de 1979 / 1980 em 1990.

Houve substancial crescimento do índice reservas / produção de 1980 a 1989.

Somando-se a esse quadro de suprimento o fato de que na década de 80 a demanda se estabilizou e vem crescendo em torno de 1,5% ao ano, apenas ⁽³⁾, percebe-se claramente que nos últimos anos existiu superprodução e volume de reservas elevado, sendo que a participação dos países filiados à OPEP na produção decresceu de 48% em 1980 para 37% em 1989.

Com os programas de conservação e diversificação de suprimentos ocorridos em quase todo o mundo, o óleo tem sua importância reduzida na matriz energética e sua elasticidade preço aumenta.

Observe-se ainda a "volatilidade" do preço do óleo, durante o período 1990 / 91, em função

da guerra no Golfo Pérsico, sem que tenha havido crise significativa de suprimento. As variações de preço deveram-se em sua maior parte à política energética dos países consumidores e às ações oportunistas nos mercados futuros de óleo ^(1, 5).

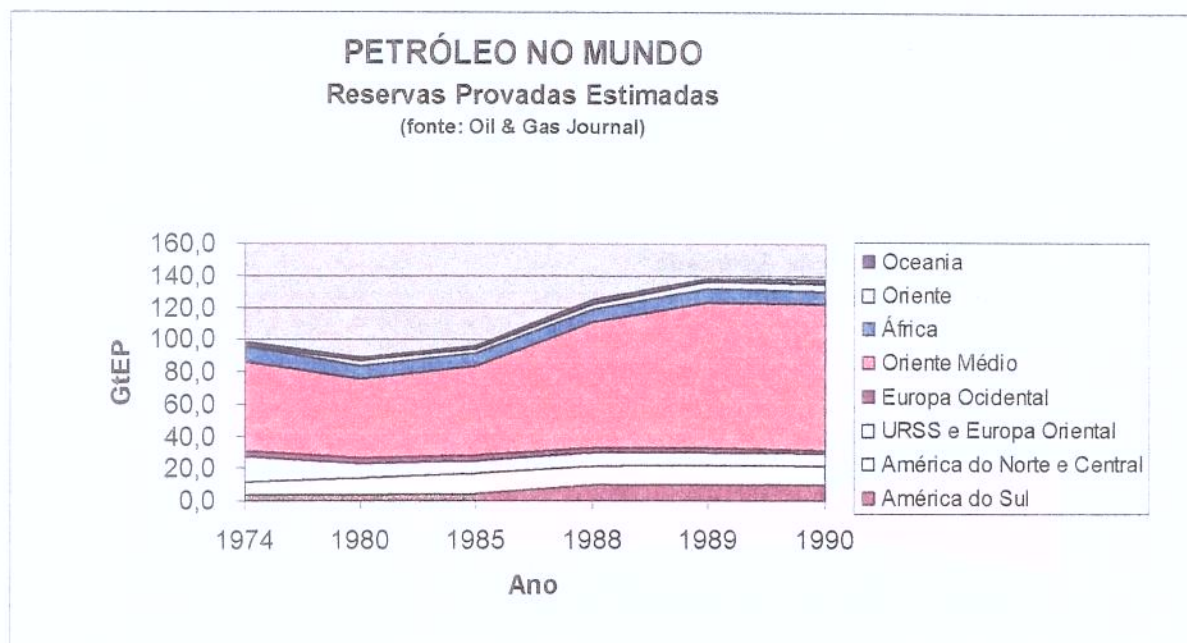


Figura 2.2

Assim, a leitura cuidadosa dos acontecimentos das últimas duas décadas mostra que as crises de preço nada têm a ver com escassez de óleo e sim com desequilíbrios e intervenções no mercado internacional de óleo como:

- Desalinhamento entre custos de produção nos Estados Unidos e nos países da OPEP - uma das causas do choque de 1973⁽⁴⁾;
- Desequilíbrios entre oferta e demanda na década de 80⁽³⁾.

Conclui-se que as possibilidades de médio prazo de substituição de óleo por GN poderão estar vinculadas a preço (em valores absolutos e em termos de estabilidade de contratos de fornecimento), bem como à tendência política global que se observa desde meados da década de 70, no sentido da diversificação da energia primária e à pulverização das fontes de suprimento.

A questão da emissão de poluentes na atmosfera, deve gradativamente a impulsionar a substituição de óleo por GN uma vez que os custos ambientais de utilização de energia passem a ser considerados.

Voltando ao GN, os números de reservas e produção (principalmente a recuperação de reservas ocorrida no final da década de 80) mostram que existe suficiente disponibilidade de GN para que ocorra substituição significativa e que o montante dessas reservas ainda está fortemente vinculado ao mercado de óleo e não a restrições físicas nem tecnológicas.

Tão importante quanto o montante das reservas, é o fato da tecnologia de transformação de energia ser virtualmente a mesma utilizada pelos derivados de petróleo. A utilização do GN portanto, oferece grande sobrevida à tecnologia hoje utilizada em motores de veículos, em

centrais termo-elétricas, etc. e que internaliza somas significativas de recursos utilizados em produção e desenvolvimento.

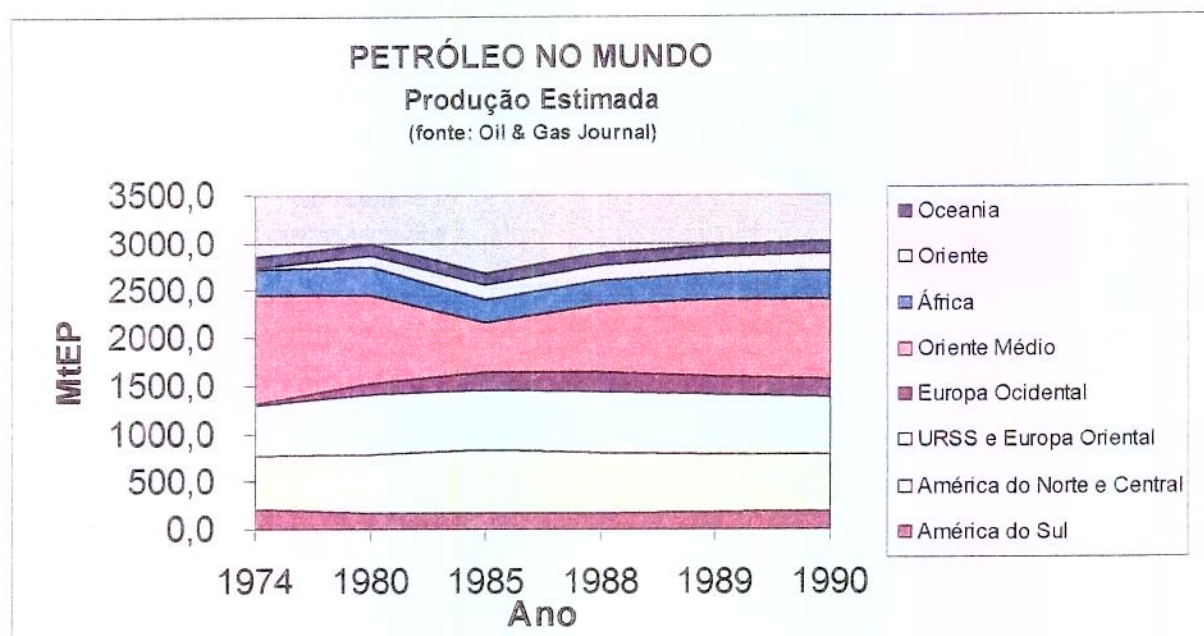


Figura 2.3

Levando-se em conta os aspectos desfavoráveis referentes à utilização de outros energéticos primários, como:

- Os graves problemas ambientais relacionados à exploração e utilização do carvão mineral;
- Os altos custos de investimento para a utilização maciça da energia hidráulica, bem como a escassez destes recursos em muitas regiões;
- Os problemas ambientais relacionados à manipulação de combustíveis nucleares e seus resíduos, os altos custos de investimento e a grande desigualdade de distribuição dos mesmos;

Aliados aos problemas tecnológicos a solucionar para o aproveitamento dos energéticos chamados “alternativos”, como o hidrogênio, o aproveitamento direto da energia solar ou mesmo a fusão nuclear, indicam que existe um futuro promissor para o GN no próximo século.

Não se considera aqui o GN como a *panacéia universal* para o setor energético, mas sim como uma das fontes que ocupará lugar de destaque na matriz mundial nas próximas décadas. Merece assim, estudos que visem a otimização de sua utilização, principalmente no Brasil que conta com reservas significativas e é circundado por países que dispõe de recursos ainda maiores. A utilização racional do GN pode vir a ser vital na definição do cenário econômico das próximas décadas.

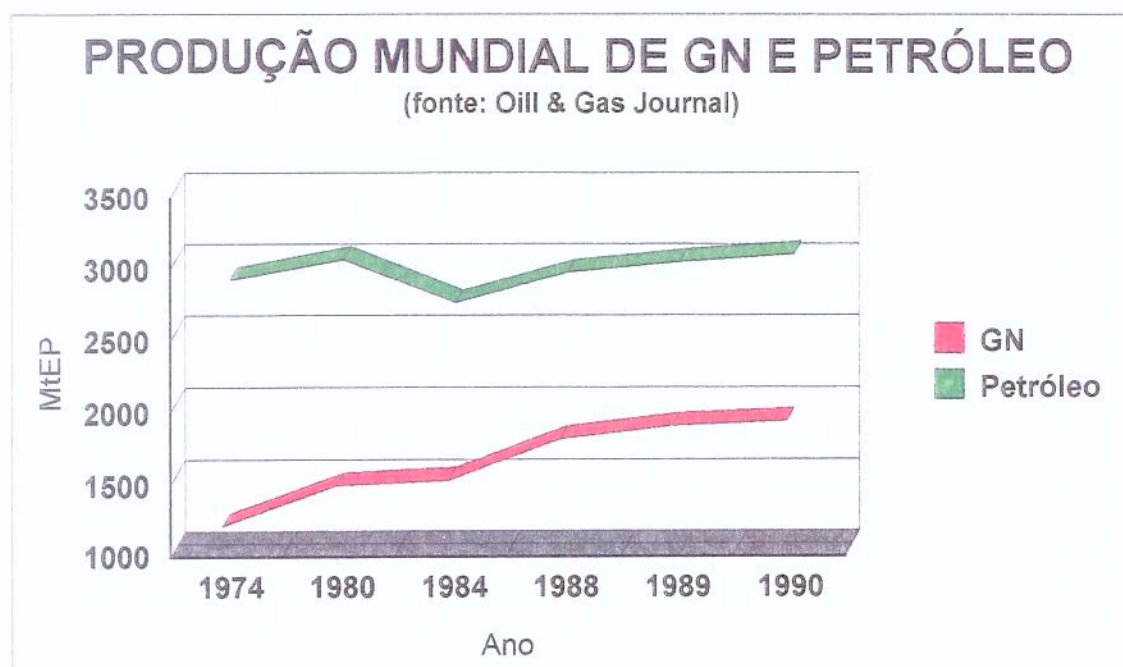


Figura 2.4

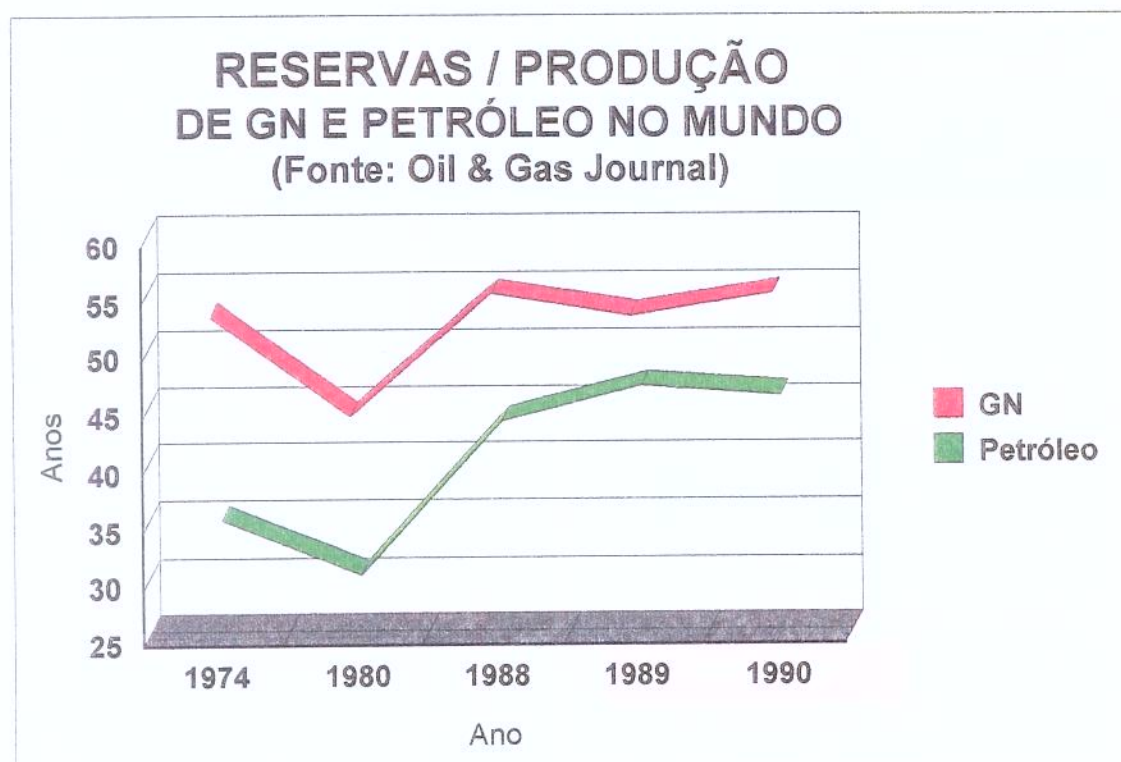


Figura 2.5

2.3 INTRODUÇÃO AO ESTUDO DE CASO

Um estudo da penetração de um novo energético em um ambiente (região, país, etc.) Pode ser subdividido em três grandes etapas, como é mostrado na figura 2.6. A presente dissertação encaixa-se na 1ª etapa. Deve portanto abordar a questão com a maior amplitude possível, abrangendo todos os tópicos pertinentes ao problema. O valor do trabalho é nesse caso, diretamente proporcional à amplitude da abordagem, pois apesar de sua relativa simplicidade ele direcionará o trabalho das etapas de detalhamento e as discussões políticas. Se for um trabalho parcial, poderá influenciar negativamente as etapas seguintes e o processo decisório.

De qualquer forma, deve ficar claro que todo o trabalho de planejamento energético serve de fundamento técnico à decisões de caráter político, geo-político e estratégico. Qualquer trabalho nessa área lida com questões que afetam as necessidades e o inter-relacionamento de diversos agentes econômicos e setores da sociedade. Assim, por mais detalhado que seja, não serve como um *plano de ação acabado* e sim como balizamento para as discussões e negociações que devem preceder as tomadas de decisão no setor energético, a fim de que estas não apontem para rumos excessivamente corporativistas ou irracionais.

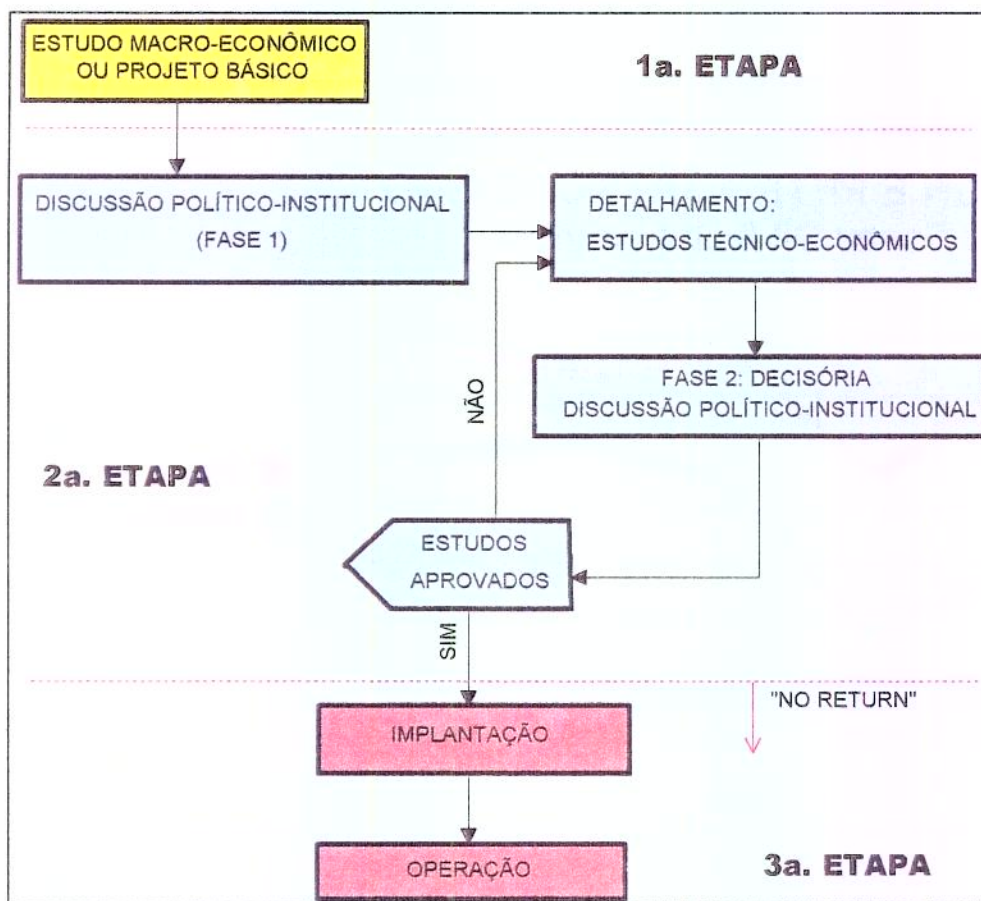


Figura 2.6: Etapas do processo de utilização de um novo recurso energético

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO PREFÁCIO E DA INTRODUÇÃO

- 1 **BANKS, Ferdinand. E.** - "*The political economy of natural gas*"; Croom Helm; New York, 1987.
- 2 **-----** - " '*Paper*' oil '*real*' oil and the price of oil"; *in* Energy Policy, vol. 19 #6; Butterworth, 1991.
- 3 **GOLDSTEIN, Walter** - "*1990: is this the third oil shock ?*" *in* Energy Policy, vol. 18 #8; Butterworth, 1990.
- 4 **SUAREZ, Carlos E.** - "*Long term evolution of oil prices: 1860-1987*" *in* Energy Policy, vol. 18 #2; Butterworth, 1990.
- 5 **WIRL, Franz** - "*The future of world oil prices: smoth growth or volatility*" *in* Energy Policy, vol. 18 #8; Butterworth, 1990.

3 IDENTIFICAÇÃO E DIAGNÓSTICO DA REGIÃO DE CAMPINAS

3.1 GEOGRAFIA

O estudo de caso é desenvolvido sobre a Região Administrativa de Campinas, no Estado de São Paulo (figura 3.1). Nesse item são analisadas as características “*físicas*” da região que são pertinentes a um trabalho de planejamento energético.

A questão do uso do solo, apesar de relacionada com as questões socioeconômicas, (tratadas no item 3.2) está aqui incluída por ser um efeito *físico* decorrente de ações socio-econômicas. Além disso não se pode desvincular as análises do uso e ocupação do solo das características naturais do ambiente geográfico.

3.1.1 Posição Geográfica

Fazendo divisa com a região metropolitana de São Paulo e com as regiões administrativas do Vale do Paraíba, Ribeirão Preto, Sorocaba e Sul de Minas Gerais, a região de Campinas é a delimitação de uma área estratégica dentro do Estado de São Paulo.

A região de Campinas vem, desde os anos 70, consolidando sua posição de segundo pólo industrial do Estado de São Paulo, tendo recebido nessa época grande número de empresas do setor secundário, vindas principalmente da Região Metropolitana de São Paulo ⁽⁹⁾. Esse movimento surgiu naturalmente da saturação da região metropolitana de São Paulo (RMSP), em função da proximidade e da complexa infra-estrutura viária de que dispõe. Isso permitiu fácil escoamento de mercadorias e intercâmbio com a RMSP, outras regiões e com o mercado externo (ver figura 3.2).

A tabela 3.1, fornece dados que permitem avaliar a área territorial da região e das sub-regiões, de modo absoluto e em relação ao Estado de São Paulo.

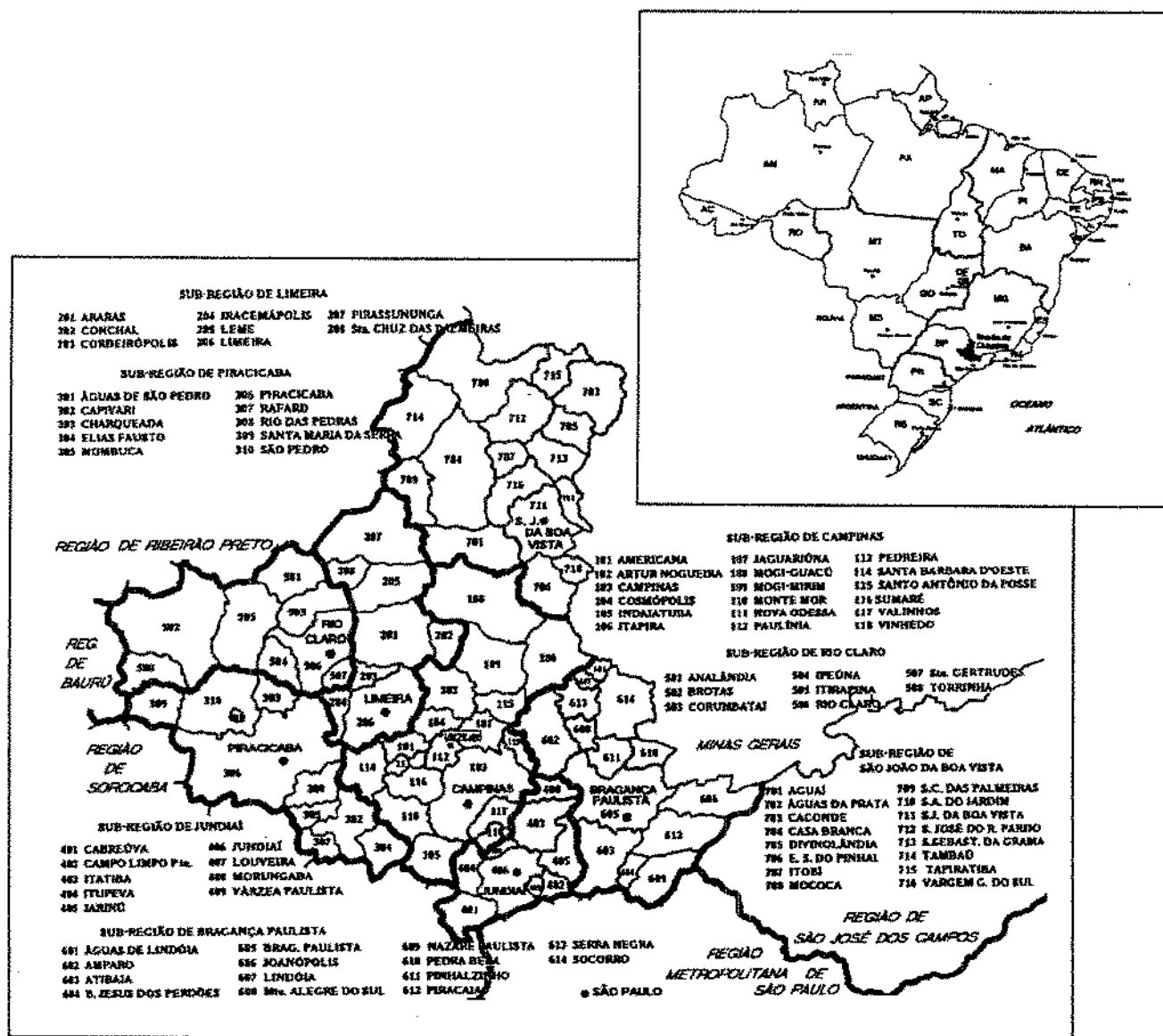


Figura 3.1: A Região Administrativa de Campinas

COD.	SUB-REGIÃO	ÁREA (Km ²)	%	
			REG. DE CAMPINAS	ESTADO DE SÃO PAULO
1	Campinas	5290	19.5	2.1
2	Limeira	2902	10.7	1.2
3	Piracicaba	3515	13.0	1.4
4	Jundiaí	1755	6.5	0.7
5	Rio Claro	3319	12.3	1.3
6	Bragança Paulista	4074	15.0	1.6
7	São João da Boa Vista	6224	23.0	2.5
Total da reg. de Campinas		27079	*****	10.9
Total do Estado de São Paulo		247898	*****	*****

Tabela 3.1: Quadro de Áreas

Fonte: Fundação SEADE

3.1.2 Demografia

De uma análise da expansão demográfica e do sistema viário (figuras 3.2 e 3.3) observa-se que o crescimento populacional é “vertical”. Ocorre um adensamento em centros urbanos importantes (Campinas, Jundiaí e Limeira), enquanto municípios de atividade essencialmente agrícola, tendem à diminuição da densidade demográfica média. Exemplos marcantes desse fenômeno podem ser observados na Região de Governo (RG) de São João da Boa Vista, onde municípios importantes, como São José do Rio Pardo perderam população e diversos mantiveram-se estagnados entre os períodos mencionados (ver figuras 3.3 e 3.4 e o anexo B).

O grande adensamento observado, ocorre ao longo do eixo Anhangüera (SP-330) - Washington Luís (SP-310), principalmente nos municípios da Região Metropolitana de Campinas, que servem como “*ciudades-dormitório*” desse pólo industrial (Sumaré, Nova Odessa, Santa Bárbara D’Oeste e Americana). Também a RG de Jundiaí (nesse mesmo eixo), passa por importante processo de adensamento, tanto em sua sede, que é importante pólo industrial, quanto (e especialmente) nos municípios que situam-se confinados entre ela e a Região Metropolitana de São Paulo. Esses sofrem os efeitos da saturação da Capital e do crescimento da atividade em Jundiaí.

Do ponto de vista energético, esses fatos trazem dois efeitos importantes. Primeiro, o aumento da intensidade energética, de uma forma geral, em função da substituição da atividade agrícola pela

industrial em algumas RG (ver item 3.2). Em segundo lugar, o grande aumento de demanda por energia elétrica no setor residencial.

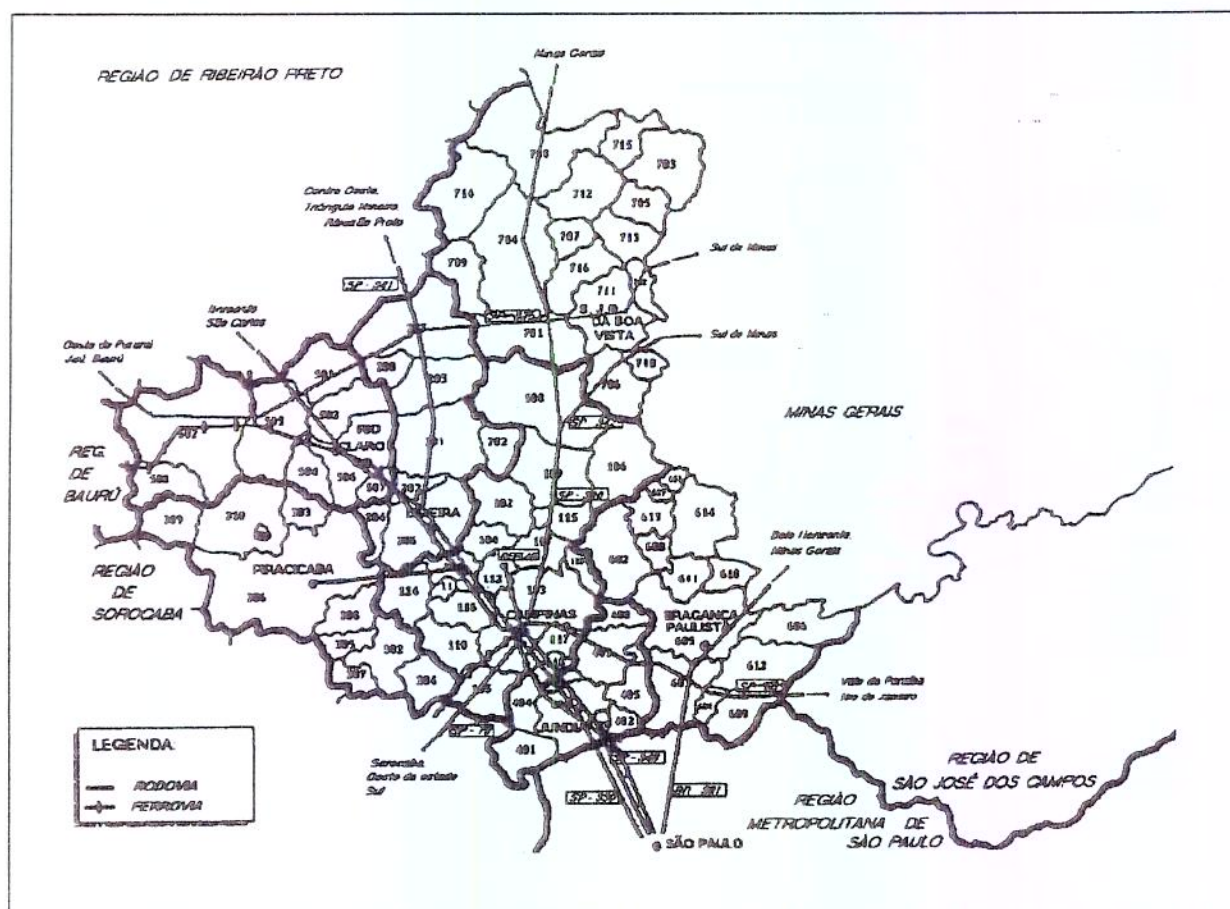


Figura 3.2: Principais Ligações Viárias da Reg. Administrativa de Campinas

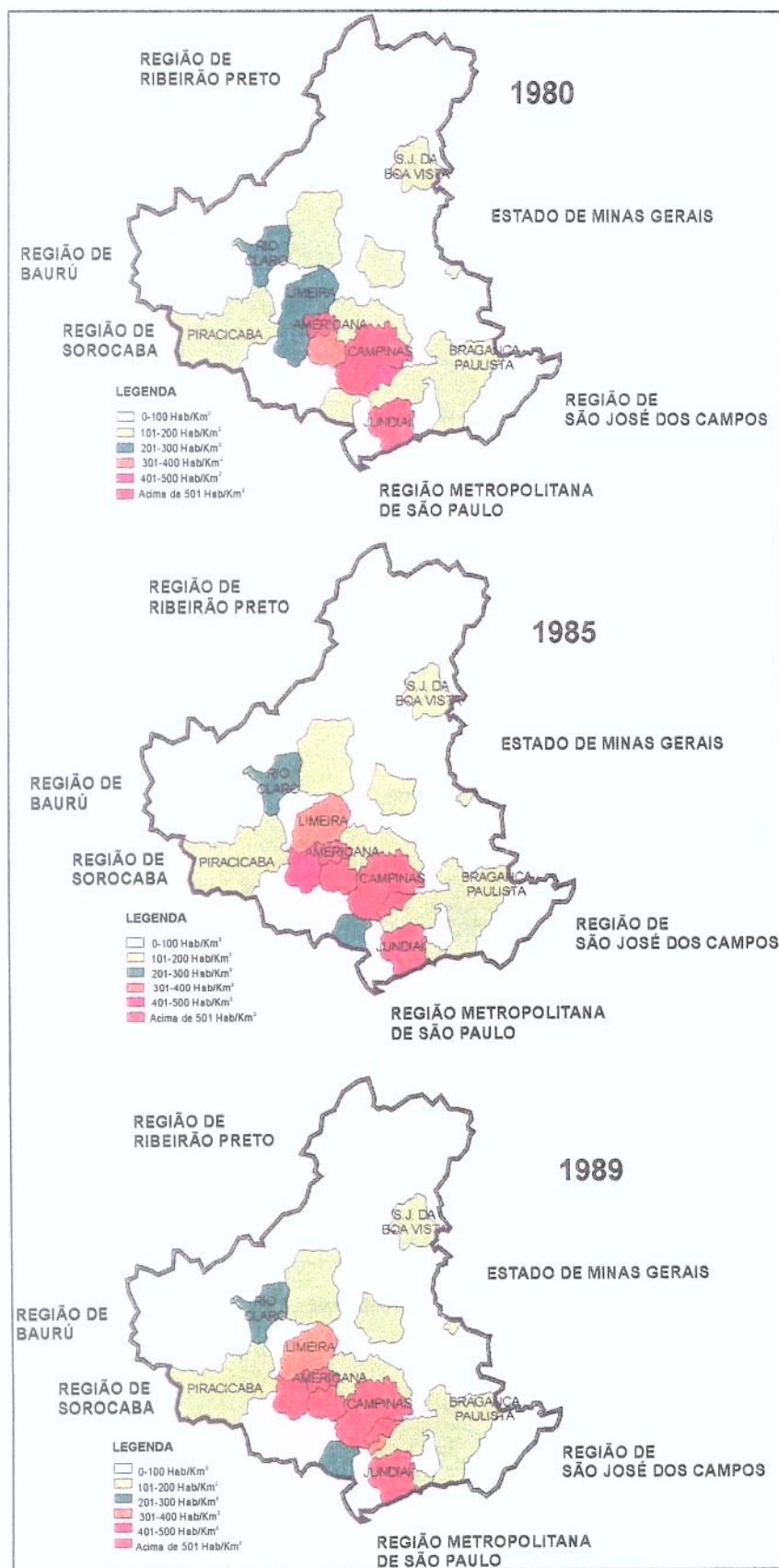


Figura 3.3: Região de Campinas - densidade demográfica (1980 a 1989)

Fonte: Fundação SEADE

3.2 ASPECTOS ECONÔMICOS DA RA DE CAMPINAS

Toda a modificação que se observou na RA de Campinas com respeito à ocupação e concentração populacional deveu-se ao processo de interiorização da indústria paulista, ocorrido com mais intensidade na década de 70 e na primeira metade da década de 80.

Esse processo deu-se de forma fortemente concentrada⁽⁹⁾, ou seja, a ocupação industrial do interior, ocorreu principalmente no entorno dos eixos de penetração e ligação com outros mercados. A RA de Campinas, por conter diversos (e os mais importantes) desses eixos, tornou-se o principal pólo industrial do interior do Estado. A figura 3.4, extraída da publicação “Espacialização da Indústria Paulista”⁽⁹⁾, permite que se visualize com clareza o que está aqui exposto.

A intensa urbanização ocorrida em diversos municípios, em função desse processo, traz diversas e importantes consequências:

- Crescimento do Setor Terciário, nas grandes aglomerações urbanas.
- Melhor condição de renda, em função da maior capacidade de organização dos trabalhadores urbanos. Estes, no Estado de São Paulo, obtiveram a elevação de seus pisos salariais na década de 80 para algo em torno de dois salários mínimos⁽⁹⁾.
- Importantes efeitos repercussão, trazidos pela elevação da renda aliada à modificações dos hábitos de consumo, devidos à urbanização. Esses efeitos geram mudanças significativas na demanda, intensidade e usos finais de energia, nos setores residencial, comercial, de serviços e de transporte.

Nos próximos tópicos, são compilados diversos indicadores, que ilustram estes comentários.

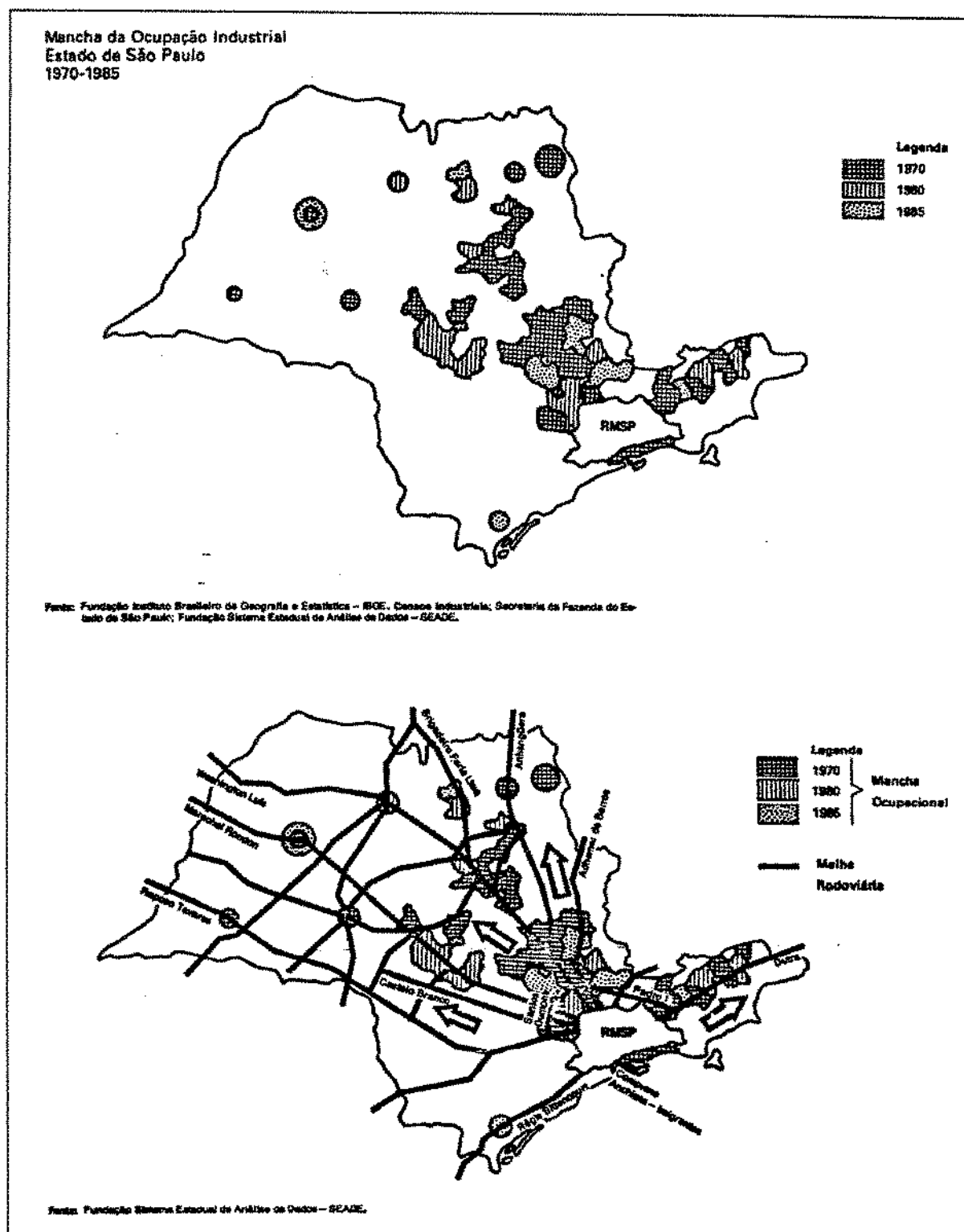


Figura 3.4: A Ocupação Industrial do Interior Paulista

3.3 OS INDICADORES SOCIOECONÔMICOS

3.3.1 Considerações preliminares

O uso de energia está intimamente vinculado à atividade econômica e ao modo de vida de uma população. Dessa forma, para compreender a matriz energética é necessário que se obtenha uma visão clara do conjunto da sociedade, ou do setor da atividade econômica no qual o problema energético se insere.

A forma tradicional de abordagem econométrica dos problemas de planejamento energético (na qual este trabalho se insere) busca “*indicadores*”, que de alguma forma quantifiquem atividade e estrutura econômica. A esses, se procura correlacionar o comportamento da matriz energética, a fim de que se possam quantificar demanda, preços, etc.

Neste trabalho, foi utilizado como indicador de atividade econômica o Produto Interno Bruto industrial (PIB-i) da RA de Campinas.

3.3.2 O PIB industrial da RA de Campinas

O modelo desenvolvido no Capítulo 4 correlaciona a demanda energética do setor industrial da região com o Produto Interno Bruto industrial¹. Este, no entanto, não é calculado. Tem-se disponível somente o PIB-i total do Estado de São Paulo.

Estimou-se o PIB-i regional através do Valor Adicionado (VA), calculado pela Secretaria da Fazenda Estadual, somente para os setores que geram ICMS.

A metodologia de cálculo do PIB é diversa da utilizada para o cálculo do valor adicionado, não fazendo sentido, portanto, a determinação através de técnicas econométricas de uma correlação PIB-i x VA.

Para um determinado ano, no entanto, faz sentido supor que a relação entre PIB-i e VA para o conjunto do Estado se manterá para um subconjunto (no caso a RA de Campinas), principalmente sendo este estatisticamente representativo no cálculo dos dois indicadores para o total do Estado.

Outra dificuldade que particularmente se sentiu neste trabalho foi a não disponibilidade de séries completas de VA, tanto para o Estado de São Paulo quanto para a RA de Campinas. Só estavam disponíveis séries desagregadas por setor de atividade, para os anos de 1980, 1987 e 1990. Para os demais anos, trabalhou-se com uma série da fundação SEADE, que fornece o VA total por município para todo o Estado.

Dessa forma, foi também necessário estimar o valor do VA industrial (VA - i), para os anos intermediários às séries completas.

¹ A justificativa do uso dessa relação, encontra-se no Capítulo 4.

Com a relação VA-i/VA, nos anos em que se dispunha de séries completas, calculou-se por interpolação os valores de VA-i, para os anos intermediários:

Sejam:

- a_1 o ano inicial da série.
- a_n o ano final

Dados:

$$\varphi_1 = \frac{VA - i_1}{VA_1} \quad \text{e} \quad \varphi_n = \frac{VA - i_n}{VA_n}$$

VA-i para um ano intermediário (a_j) é dado por:

$$VA-i_j = VA_j \cdot \varphi_j$$

Onde:

$$\varphi_j = \varphi_1 + \frac{(\varphi_n - \varphi_1) \cdot (a_j - a_1)}{(a_n - a_1)}$$

Sendo disponível o PIB-i e o VA-i para o Estado de São Paulo, calculou-se para cada ano, a relação:

$$a_j = \frac{PIB - i_j}{VA - i_j}$$

Tendo-se para a RA Campinas, os valores de VA-i, obtidos como se indicou acima, estimou-se o PIB-i da região, para cada ano, através da relação:

$$PIB-i_j (\text{Campinas}) = \alpha_j \cdot VA-i_j (\text{Campinas})$$

A tabela 3.2, mostra séries do PIB-i, e do VA para o Estado de São Paulo, além dos valores estimados para o PIB-i regional, aplicando-se o método aqui exposto. Os anos para os quais se apresentam as relações VA-i/VA, são aqueles em que se tinha à disposição séries completas, com os valores desagregados, por município e por setor de atividade (1980, 1987, 1990).

Tabela 3.2 - Indicadores Econômicos do Estado de São Paulo e da RA de Campinas

Ano	Estado de São Paulo					RA de Campinas			
	PIB-I	VA	VA-I/VA	VA-I Estimado	PIB-I/VA-I	VA	VA-I/VA	VA-I Estimado	PIB-I Estimado
1980	2.611,638	3.769,625	0.71	2.676,710	0.98	524,968	0.77	404,231	394,404
1981	2.290,053	3.302,973	NA	2.335,975	0.98	494,272	NA	381,618	374,116
1982	2.300,210	3.405,306	NA	2.398,681	0.98	510,077	NA	394,876	378,666
1983	2.098,347	2.655,785	NA	1.863,183	1.13	404,442	NA	313,936	353,56
1984	2.202,557	2.733,516	NA	1.909,954	1.15	419,959	NA	326,85	376,923
1985	2.389,838	2.945,004	NA	2.049,364	1.17	472,24	NA	368,517	431,54
1986	2.615,938	3.587,154	NA	2.486,038	1.05	520,023	NA	406,881	428,142
1987	2.653,710	3.485,237	0.69	2.405,511	1.10	522,718	0.78	410,072	452,383
1988	2.573,485	3.191,333	NA	2.103,649	1.22	542,744	NA	409,243	500,64
1989	NA	4.029,987	NA	2.531,441	NA	626,379	NA	453,216	NA
1990	NA	3.424,548	0.60	2.044,889	NA	537,661	0.69	372,639	NA
1991	NA	3.032,331	NA	NA	NA	480,995	NA	NA	NA

Fontes: Secretaria da Fazenda/PRODESP, Fundação SEADE

Obs.: Valores expressos em 10⁶ Cr\$ de 1980 (deflator = IGP-DI)

3.4 A MATRIZ ENERGÉTICA DO SETOR INDUSTRIAL DA RA DE CAMPINAS

3.4.1 Considerações preliminares

Para que se possa avaliar com razoável margem de acerto o mercado potencial do GN, é necessário que se conheça com algum detalhe a evolução e a configuração atual da matriz energética regional, ou nesse caso a sub-matriz do setor industrial. Sendo o objetivo deste trabalho, quantificar o mercado existente para o GN, a análise se aterá ao lado da demanda, através de três matrizes:

- O consumo energético por insumo para o Estado de São Paulo e a RA de Campinas: com essa informação, agrupando-se os insumos em quatro grandes classes - derivados de petróleo, eletricidade, biomassa e carvão mineral, obtiveram-se as relações "*energia x PIB*", utilizadas no Capítulo 4 para a estimação da demanda energética do setor industrial.
- O consumo energético por fonte e por ramo do setor industrial: Essas matrizes estão determinadas somente para os ramos onde se considera viável a penetração do GN. Para cada ramo, desagrega-se o consumo final por fonte energética.
- O consumo energético por fonte e por uso final para cada ramo do setor industrial: a análise dessa última matriz, permite que se identifique o potencial de substituição em função das restrições tecnológicas descritas no Capítulo 5. A estimativa da demanda de GN dependeria de uma análise baseada em métodos de otimização e que levasse em conta parâmetros restritivos como, preços relativos entre os insumos, investimentos, taxas de retorno, etc. Essa determinação

foge ao objetivo deste trabalho e deve ser incluída na segunda fase do estudo de penetração do GN (ver Capítulo 1).

As informações com tal nível de desagregação, necessárias para a conclusão do trabalho, foram obtidas das pesquisas realizadas pela Agência para Aplicação de Energia no Setor Industrial Paulista, de 1984 a 1989.

Essas pesquisas, consistem de questionários enviados aos principais consumidores industriais do Estado de São Paulo, nos quais são informados:

- identificação do consumidor;
- localização da unidade consumidora;
- informações complementares sobre a unidade consumidora;
- informações gerais sobre o consumo de eletricidade;
- consumo anual de insumos energéticos e perfil de utilização; e
- características dos equipamentos existentes.

O critério adotado para a seleção das indústrias foi o consumo de energia^(1,2).

Com esse procedimento, alguns segmentos do setor industrial (como a indústria do mobiliário) não foram pesquisados e portanto, a relação entre o consumo final energético dos diversos segmentos não é absolutamente verdadeira. Da mesma forma, a representatividade em algumas regiões administrativas é pequena, por serem pouco significativas quanto ao consumo energético. Isso, no entanto, não invalida a utilização da pesquisa em uma região como a de Campinas nem em trabalhos que se proponham a uma macro-análise da matriz energética. Mesmo em trabalhos mais detalhados, os resultados da pesquisa são perfeitamente válidos, desde que os setores não contemplados não sejam significativos. De qualquer modo, é o trabalho desenvolvido pela “Agência” o único que permite hoje uma visão regionalizada e segmentada da sub-matriz energética do setor industrial do Estado de São Paulo.

A representatividade da pesquisa da Agência para aplicação de energia é mostrada nas figuras do anexo B.

3.4.2. Determinação da Matriz de Demanda do Setor Industrial da RA de Campinas

Os valores básicos de consumo energético, classificados por fonte, foram extraídos do Balanço Energético do Estado de São Paulo⁽⁴⁾. A classificação por fontes observou o critério de agregação mostrado na tabela 3.3.

FONTE	INSUMO
Derivados de petróleo	Óleo diesel Querosene GLP Propano, butano Gás de nafta Nafta Gás de refinaria Gasolina Óleos combustíveis
Elettricidade	Elettricidade
Biomassa	Lenha Serragem e cavacos Alcatrão de madeira Carvão vegetal e derivados Alcôol hidratado Resíduos orgânicos Borra de café D-limoneno

Tabela 3.3: Classificação adotada para as fontes de energia

A partir dos resultados obtidos pela pesquisa da AGÊNCIA^(1,2) para a participação da RA de Campinas no consumo energético industrial do Estado de São Paulo, elaborou-se a sub-matriz do consumo industrial por fonte energética. Com as participações relativas listadas na tabela 3.4-A estimou-se o consumo da RA de Campinas, por fonte, para os anos contemplados pela pesquisa, multiplicando-se simplesmente a participação relativa pelo consumo total do Estado. Os consumos para os anos intermediários, foram obtidos, por interpolação linear entre os índices de participação relativa disponíveis:

Para cada fonte energética, seja:

$$\beta = \frac{\text{Consumo na RA CAMPINAS}}{\text{Consumo no Estado}},$$

obtido da pesquisa da Agência para Aplicação de Energia, para os anos inicial e final de um período (a_i e a_n).

Para um ano intermediário (a_i), β_i é dado por:

$$\beta_i = \beta_1 + \frac{(\beta_n - \beta_1) \cdot (a_i - a_1)}{(a_n - a_1)}$$

O consumo de cada fonte, na RA de Campinas, no ano a_i , é dado por:

$$(\text{Consumo RA Campinas})_i = \beta_i \cdot \text{Consumo no Estado}$$

Tabela 3.4: Consumo relativo de energia na RA de Campinas para as principais fontes energéticas

A - PARTICIPAÇÃO RELATIVA AO TOTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO			
FONTES	1982	1985	1988
Óleo e derivados	19	16	22
Energia elétrica	17	18	16
Biomassa	31	31	28
Total	16	17	20
B - RELAÇÃO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS			
FONTES	1982	1985	1988
Óleo e derivados	37	21	30
Energia elétrica	18	22	20
Biomassa	45	58	50
Total	100	101	100

Valores em %

Fonte: Agência para aplicação de energia (SICEN 1985, 1990)

A tabela 3.5, mostra os consumos estimados, por fonte energética para a RA de Campinas, nos anos de 1982 a 1988 e na figura 3.5, visualiza-se a participação estimada de cada fonte em relação ao consumo total da região.

Nota-se a evolução e o recuo, tanto da biomassa, quanto da eletricidade. O recuo da biomassa em 1988, deveu-se à diminuição da produção de cana-de-açúcar. A eletricidade cresceu com a implantação da EGTD e recuou quando esta foi extinta.

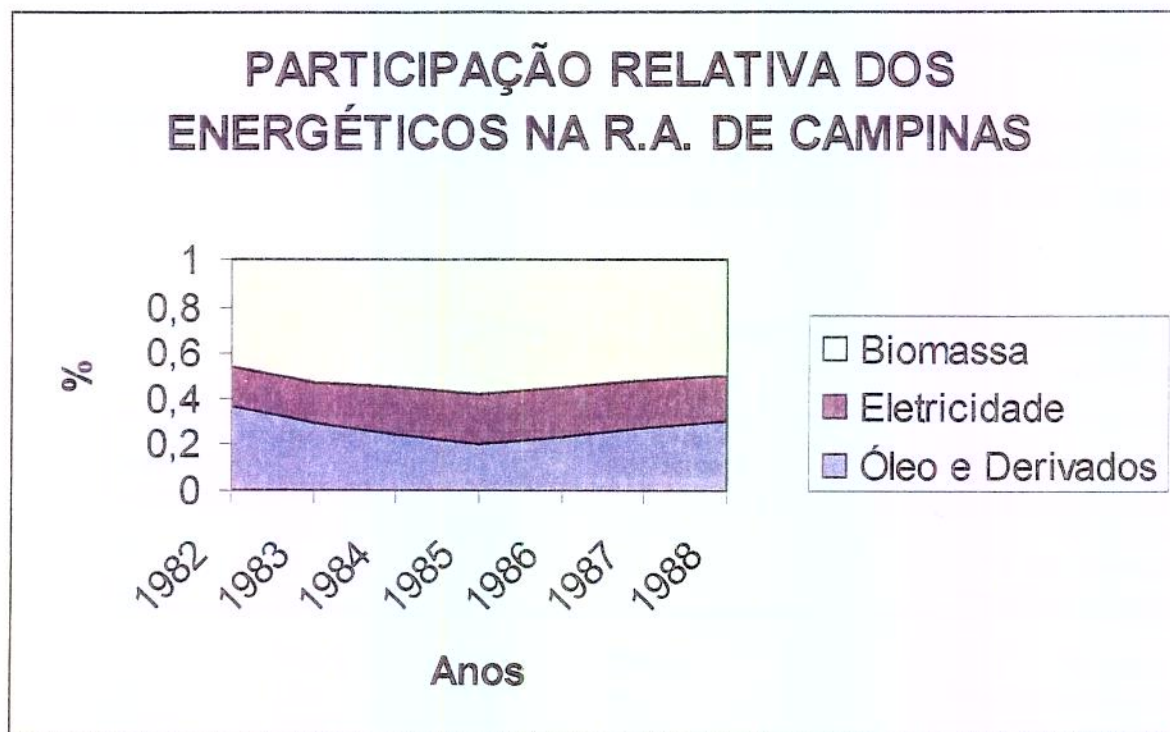
Tabela 3.5: Estimativa do consumo energético da RA de Campinas
Valores em 10⁶ Kcal

	Óleo e Derivados	Eletricidade	Biomassa	Total Estimado
1982 - Consumo SP	42680	23565	31906	
Cons. Campinas/Cons. SP	0,19	0,17	0,31	
Consumo regional estimado	7973	3923	9914	21810
1983 - Consumo SP	39352	24733	41077	
Cons. Campinas/Cons. SP(*)	0,18	0,17	0,31	
Consumo regional estimado	7061	4214	12685	23960
1984 - Consumo SP	34392	29067	44056	
Cons. Campinas/Cons. SP(*)	0,17	0,17	0,31	
Consumo regional estimado	5916	5066	13521	24503
1985 - Consumo SP	32389	31657	49128	
Cons. Campinas/Cons. SP	0,16	0,18	0,30	
Consumo regional estimado	5332	5642	14984	25958
1986 - Consumo SP	33109	33331	47907	
Cons. Campinas/Cons. SP(*)	0,18	0,17	0,30	
Consumo regional estimado	6046	5718	14164	25928
1987 - Consumo SP	38892	33186	50816	
Cons. Campinas/Cons. SP(*)	0,20	0,16	0,29	
Consumo regional estimado	7801	5474	14549	27824
1988 - Consumo SP	38625	35294	50383	
Cons. Campinas/Cons. SP	0,22	0,16	0,28	
Consumo regional estimado	8441	5589	13954	27984

(*) Valores obtidos por interpolação entre os anos pesquisados pela Agência.

Fontes: 1) Consumo total do estado - SEESP, 1988

2) Índices de consumo regional - Agência

**Figura 3.5:**

Fontes: CESP, Agência para Aplicação de Energia

A segunda sub-matriz elaborada, foi a de consumo energético por fonte e por ramo do setor industrial, para os quais se considera viável a penetração do GN. Os critérios de seleção dos ramos industriais são descritos no Capítulo 5.

Os dados utilizados para a determinação da participação de cada fonte energética foram obtidos também, a partir da pesquisa da AGÊNCIA^(1,2).

Os usos foram classificados, de acordo com o critério apresentado na tabela 3.6.

A tabela 3.7, mostra a participação relativa de cada fonte nos ramos industriais selecionados da RA de Campinas.

A tabela 3.8 apresenta a participação relativa dos usos finais nos ramos industriais selecionados para a análise de substituição.

Os valores absolutos da demanda energética nessas indústrias são estimados nos Capítulos 4 e 5.

GRUPO	SUB-GRUPO
Usos térmicos	Caldeira Aquecimento de água/fluido térmico Forno Secador/estufa
Força motriz e transporte	Força motriz Transporte interno
Outros	Matéria prima Iluminação Eletrólise Outros usos

Tabela 3.6: Classificação do consumo de energia por usos finais na indústria

RAMOS INDUSTRIAIS SELECIONADOS NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS							
Valores em %							
FONTE	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	
Cerâmica	0	2	56	33	9	1	100
Papel e Celulose	86	0	3	0	10	1	100
Têxtil	52	0	0	0	41	7	100
Química	52	1	0	2	24	21	100
Mat. de Transporte	4	7	35	0	41	12	100

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

Tabela 3.7

RAMOS IND. SELECIONADOS NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
Cerâmica	3
Papel e Celulose	74
Têxtil	7
Química	10
Mat. de Transporte	5
TOTAL	100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990	

Tabela 3.8:

3.5 AS PERSPECTIVAS DE OFERTA DE GN NA REGIÃO: O GASODUTO BRASIL-BOLÍVIA

3.5.1 Considerações preliminares

A curto prazo, a única fonte viável de suprimento de GN para a RA de Campinas é o gasoduto BRASIL-BOLÍVIA, cuja entrada em operação é prevista para 1997⁽³⁾.

A partir da construção desse gasoduto é possível, ao menos teoricamente o suprimento da região pelas bacias de Campos (RJ) e Santos (SP). Essas opções no entanto são bastante remotas, uma vez que a produção dessas bacias é hoje insuficiente para atender as demandas da RM de São Paulo, da RA do Vale do Paraíba e do Estado do Rio de Janeiro.

Uma última e mais remota opção, se concretizaria a partir da operação de um gasoduto que partiria das bacias produtoras da região Noroeste da Argentina, atravessaria os estados do sul e se uniria ao gasoduto BRASIL-BOLÍVIA, nas proximidades do Município de Campinas.

Essas últimas opções dificilmente se viabilizarão nos próximos 10 anos. Assim, se considerará para as análises feitas nesse trabalho somente o suprimento do gasoduto da Bolívia.

A rota mais provável do gasoduto⁽³⁾ e que será considerada como a definitiva neste trabalho, é a chamada *rota A*, cujo trecho que corta a RA de Campinas é mostrado na figura 3.6.

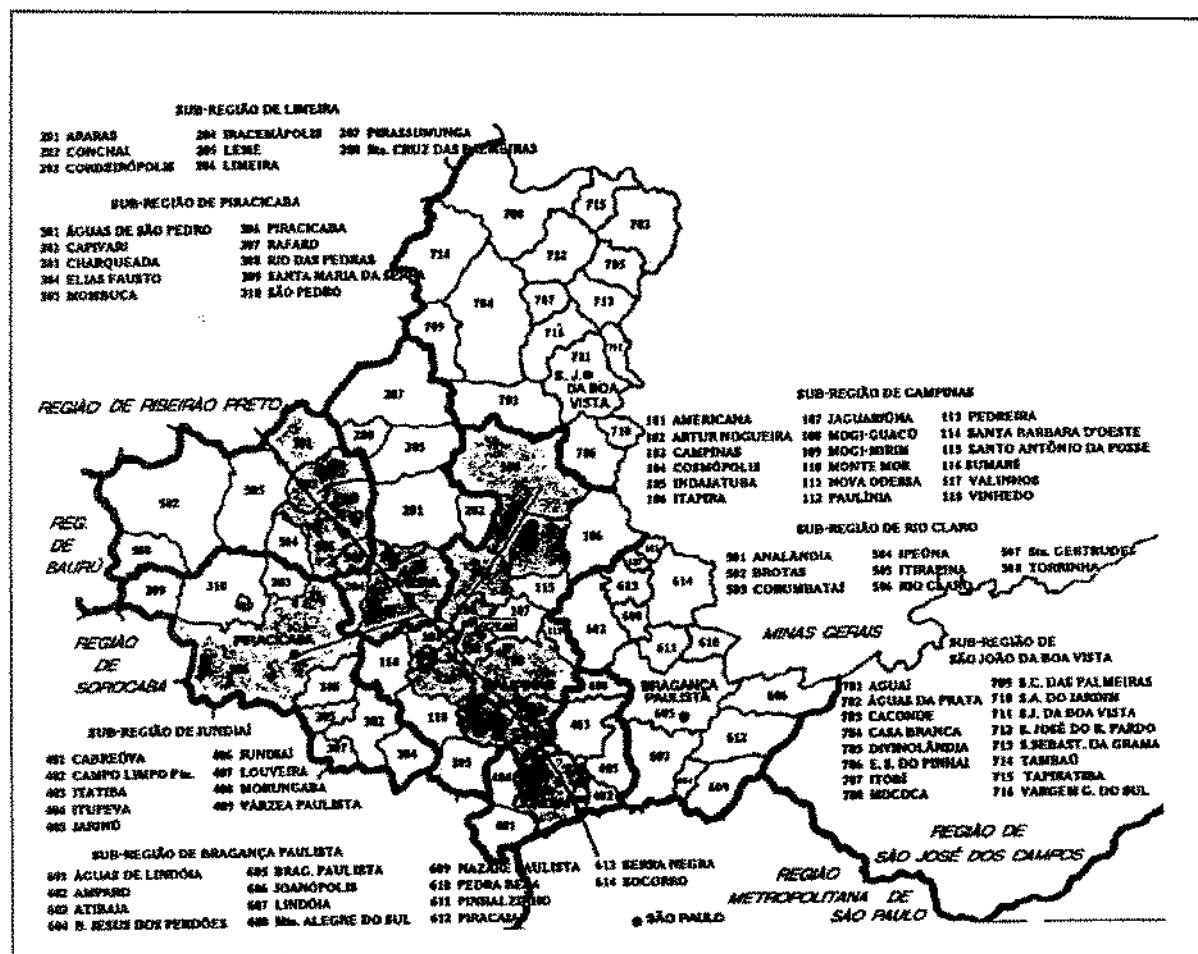


Figura 3.6: A rota "A" do gasoduto Brasil-Bolívia no trecho em que atravessa a RA de Campinas

3.5.2 Oferta Prevista de GN e Demanda Projetada em Mercados Concorrentes

Apresentam-se aqui alguns dados sobre o gasoduto e estimativas de mercado de regiões concorrentes com a de Campinas. Essas informações procedem de um estudo encomendado pela COMGÁS à DUCTOR Engenharia S/A e foram apresentadas pelo Secretário de Ciências e Tecnologia do Estado de São Paulo em palestra proferida na Associação Brasileira de Gás (ABG) no dia 02.09.1992.

A) GASODUTO BRASIL-BOLÍVIA

- Extensão: 1886 km.
- Capacidade nominal de transporte: $20 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$.
- Oferta inicial, conforme protocolo assinado entre Brasil e Bolívia: $18 \cdot 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$.

B) DEMANDAS PREVISTAS AO LONGO DO GASODUTO (m^3/dia)

• 1995	- Mato Grosso do Sul:	$2,088 \cdot 10^6$
	- Triângulo Mineiro:	$0,624 \cdot 10^6$
	- RM de São Paulo:	$7,500 \cdot 10^6$
	- Total :	$10,212 \cdot 10^6$
• 2000	- Mato Grosso do Sul:	$3,246 \cdot 10^6$
	- Triângulo Mineiro e Sul de Minas Gerais:	$3,078 \cdot 10^6$
	- RM de São Paulo:	$17,712 \cdot 10^6$
	- Total :	$24,036 \cdot 10^6$

Admitindo-se válidos os resultados acima apresentados, conclui-se que tanto o protocolo inicial de fornecimento, quanto a capacidade nominal de projeto do gasoduto não atendem à demanda prevista, quando se leva em conta a RM de São Paulo.

Não é o objetivo da presente dissertação a análise da validade das previsões do trabalho da DUCTOR. Mesmo que a previsão da demanda futura na RM de São Paulo esteja superestimada, percebe-se que o gasoduto sozinho é insuficiente para atender esta região considerando-se um curto período de 10 anos. Assim é imprescindível que sejam realizados estudos levando em conta a conexão com outras áreas e sistemas de suprimento, a fim de que se viabilize qualquer política de substituição utilizando o gás natural, na matriz energética do estado de São Paulo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO 3

- 1 **AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA** - "*Consumo de energia nas indústrias do Estado de São Paulo: relatório final*"; São Paulo, 1989.
- 2 ——— - "*Uso final de energia nas indústrias do Estado de São Paulo - 1986/1989 (versão preliminar)*"; São Paulo, 1990.
- 2 **BOUCHINHAS, J.F.** - "Implantação do futuro gasoduto Brasil-Bolívia", Palestra proferida para a Associação Brasileira de Gás, São Paulo, 19.08.1992.
- 3 **COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP)** - "*Balanço energético do Estado de São Paulo - 1989*"; São Paulo, 1991.
- 4 **FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE)** - "*A economia paulista na década de 80*"; São Paulo, 1991.
- 5 ——— - "*Anuário estatístico do Estado de São Paulo - 1980*"; São Paulo, 1981.
- 6 ——— - "*Anuário estatístico do Estado de São Paulo - 1985*"; São Paulo, 1986.
- 7 ——— - "*Anuário estatístico do Estado de São Paulo - 1989*"; São Paulo, 1990.
- 8 ——— - "*Espacialização da indústria paulista*"; São Paulo, SEADE, 1990.
- 9 ——— - "*Série de dados de valor adicionado dos municípios do Estado de São Paulo - 1981 a 1991*".
- 10 **SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO** - "*Listagens de valor adicionado 1980, 1987 e 1990*".

4 PREVISÃO DA DEMANDA ENERGÉTICA NO SETOR INDUSTRIAL DA RA DE CAMPINAS

4.1 CRÍTICA AOS MODELOS DE PREVISÃO DE DEMANDA

O sistema energético tem múltiplas interrelações com o sistema socioeconômico do qual faz parte⁽³⁾. Os modelos energéticos tentam através da reprodução dessas interações, determinar qual será a configuração da matriz energética, frente às ações dos agentes econômicos.

Percebe-se, já a partir dessa visão genérica, quão limitada e difícil é a atividade de previsão de demanda. Por mais complexos que fossem os modelos, dificilmente se conseguiria reproduzir em sistemas fundamentados na lógica cartesiana, relações que são determinadas na essência por um sistema difuso e não linear que é a mente humana. Além disso, não há espaço e velocidade para que nossos instrumentos de cálculo levem em consideração toda a complexidade tecnológica e operacional das atividades envolvidas (na hipótese de que seja viável a obtenção dos dados para a alimentação do modelo).

Apesar dessas limitações, modelos consistentes e bem organizados, construídos segundo a lógica utilizada pelos agentes econômicos da época na qual estão inseridos, permite que se conheçam as tendências principais do comportamento do sistema energético e que se quantifique, ainda que a grosso modo, as necessidades energéticas em futuros relativamente próximos.

Não se pode, em resumo, gravar o rótulo de inútil a toda a modelagem que foi até aqui desenvolvida (principalmente nos últimos vinte anos), pois podem se descrever inúmeros casos onde modelos energéticos auxiliaram, com sucesso, a tomada de decisões e a definição de estratégias.

Levanta-se aqui, porém, uma questão fundamental:

- Quão válidas serão as técnicas de modelagem até aqui utilizadas nos próximos anos?

Vive-se hoje um período de transição, no qual o “*kaos*” se instala progressivamente nos sistemas sociais e econômicos à medida que se abalam e se derrubam as estruturas de diversas instituições. Isso não significa que se prevê aqui a volta à barbárie. Os acontecimentos recentes refletem apenas o esgotamento de um ciclo histórico e a aparente desordem das normas e instituições permite o reordenamento que dará origem ao novo ciclo.

Começa-se a perceber vagamente que códigos de ética se alteram e que as estruturas de raciocínio e de lógica até aqui utilizadas são incapazes de superar as fronteiras já atingidas, tanto no campo das ditas ciências puras, quanto no do desenvolvimento tecnológico. Inicia-se a percepção de que a atividade humana deve integrar-se de forma harmônica ao extremamente complexo sistema da biosfera do planeta.

Do raciocínio até aqui desenvolvido, conclui-se que todos os esforços empreendidos na sofisticação das técnicas de modelagem hoje utilizadas gerarão poucos frutos, uma vez que a estrutura lógica sobre a qual foram desenvolvidos estará cada vez mais dissociada dos sistemas sociais e econômicos (fatalmente diversos dos atuais) que advirão da atual transição.

Apesar da crítica, nenhuma alternativa é aqui apresentada, quer no campo conceitual e lógico, quer no aspecto metodológico, pois não se vislumbrou no decorrer do trabalho uma nova abordagem conceitual consistente para o desenvolvimento de uma nova técnica de modelagem. Seu objetivo é mostrar que as técnicas atuais podem continuar a ser utilizadas, desde que com muita cautela e acompanhadas de um profundo conhecimento do meio econômico e social no qual a matriz energética se insere. Em muitos casos, uma ferramenta inadequada utilizada com engenhosidade é preferível às mãos vazias.

4.2 A ESTIMATIVA DA DEMANDA - CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Desenvolve-se neste capítulo um modelo que permita a projeção da demanda energética do setor industrial da RA de Campinas, a fim de que se possa avaliar qual o mercado existente para o GN no ano de 1997, quando se prevê a entrada em operação do gasoduto Brasil-Bolívia.

Em um trabalho de cunho regional, a desagregação da análise é fundamental para que se obtenham resultados significativos e coerentes. Nesse contexto, o ideal é que se utilize um modelo analítico que represente de forma bastante desagregada os vínculos entre o sistema energético e o socioeconômico ⁽³⁾.

Esses modelos estão, hoje, entre os de melhor desempenho quando analisados sob a ótica do item anterior, uma vez que centram-se na análise da energia útil e são sensíveis a mudanças estruturais do consumo energético. Essas vantagens, no entanto, cobram um alto preço em termos de quantidade de informações.

Não foi possível a obtenção de dados de energia útil e produção física, para todos os municípios e segmentos industriais. Além disso, as séries históricas eram extremamente curtas (algumas abrangendo apenas parte da década de 80).

Optou-se por um modelo de base econométrica, de concepção bastante simples, que apesar de suas fortes limitações é compatível com a quantidade de dados disponíveis e com os objetivos propostos neste trabalho.

Além disso, procedeu-se a uma cuidadosa análise da matriz energética da indústria na região e impuseram-se algumas restrições que garantem sua coerência interna e que serão explanadas adiante.

4.3 DESCRIÇÃO E OPERAÇÃO DO MODELO

4.3.1 Descrição Geral e Justificativas

O modelo desenvolvido neste trabalho projeta através de técnicas econométricas a variação do conteúdo energético do PIB no setor industrial (PIB-i), em função dos consumos finais específicos por unidade de PIB-i das três principais fontes energéticas (petróleo eletricidade e biomassa)².

Essa concepção permite que se levem em conta as variações da demanda energética devidas às substituições que possam ocorrer entre as fontes de energia utilizadas - captam-se dessa forma as variações do conteúdo energético do PIB-i em função dos diferentes poderes caloríficos ou equivalentes calóricos das fontes de energia. Algumas restrições devem ser, no entanto observadas, para que o modelo seja válido:

A) Não deve haver alteração tecnológica significativa do setor industrial, durante o período considerado na análise retrospectiva. Isto é, as tecnologias de conversão de energia final em energia útil não devem se alterar de modo significativo.

Essa restrição existe por ter se considerado a demanda em termos de energia final, não havendo no modelo nenhuma variável que explique sua variação em função de alterações tecnológicas do uso da energia na indústria.

Variações de eficiência nos processos podem ser consideradas na fase prospectiva, através da aplicação de um coeficiente, determinado exogenamente ao modelo, sobre a demanda final projetada.

B) Não deve haver alteração estrutural significativa na indústria, tanto durante o período retrospectivo, quanto no prospectivo. Essas alterações geram mudanças nos processos industriais e podem levar a variações importantes na elasticidade energia x PIB-i, que não podem ser detectadas através das variáveis aqui utilizadas.

Apesar das fortes restrições, justifica-se o modelo utilizado, pelas características e condições da análise pretendida e que são descritas a seguir:

² O carvão foi excluído do modelo, pois percebeu-se que o consumo final específico por unidade de PIB-i para o carvão mineral não era significativo no ajuste. Ver item 4.3.4.

A) O horizonte de prospecção é de curto prazo e portanto, dificilmente haverá alteração estrutural que provoque reflexos significativos na matriz energética em 1997. Não se vislumbram até o final de 1992, projetos de investimento no setor industrial, em volume suficiente para alterar sua estrutura. Empreendimentos dessa natureza têm prazos de maturação de 3 a 5 anos, além do que é necessária sua disseminação para que se altere o perfil de consumo regional. Dificilmente, portanto, os efeitos de alterações estruturais que fossem lançadas a partir de 1993 se fariam sentir na matriz energética em 1997.

No período retrospectivo (1980-1988), considerando-se os estudos e bases de dados aqui analisados^(1,2,7), não houve alteração estrutural significativa na indústria paulista.

B) Não tendo havido alterações tecnológicas importantes no uso de energia na indústria durante o período coberto pelas séries de dados, não havia por que incluir variáveis que detectassem variações de eficiência. Considerações quanto a ganhos futuros de eficiência podem ser feitas com razoável precisão, após a demanda total ter sido calculada.

C) As pequenas séries históricas disponíveis para os dados energéticos levam à restrição do número de variáveis independentes para que não se perca a confiabilidade da análise estatística.

D) A demanda total do setor deve ser estimada, estando as variáveis da forma mais agregada possível, pois assim evita-se a acumulação dos erros cometidos em projeções por segmentos ou por fonte energética⁽¹¹⁾ - às vezes muito grandes - advindos das estimativas dos consumos individuais.

4.3.2 A Projeção do Conteúdo Energético do PIB-I

Optou-se pela utilização de um modelo potencial, usualmente expresso por:

$$E = k \cdot Y^a \quad (1) \quad (\text{referências 3 e 10}),$$

a fim de que se pudesse estimar a elasticidade do conteúdo energético do PIB-i.

Seja:

$$Q = \frac{EI}{PIB - i} \quad (2),$$

Onde: EI = demanda por energia no setor industrial.

Sendo:

$$Q = k \cdot Y^a \quad (3), \text{ vem:}$$

$$\frac{dQ}{dY} = k \cdot a \cdot Y^{a-1} \quad (4)$$

$$dQ = k \cdot a \cdot Y^{a-1} \cdot dY \quad \rightarrow \quad \frac{dQ}{Q} = \frac{k \cdot a \cdot Y^{a-1} \cdot dY}{k \cdot Y^a} \quad (5)$$

$$\therefore \frac{\dot{Q}}{Q} = a \frac{\dot{Y}}{Y} \quad (6) \quad \rightarrow \quad a = \frac{\dot{Q}}{\dot{Y}} = \varepsilon \text{ (elasticidade)}$$

O modelo potencial pode ser escrito na forma logarítmica:

$$\log(Q) = a_1 \cdot \log(EP/PIB-i) + a_2 \cdot \log(EB/PIB-i) + a_3 \cdot \log(EE/PIB-i) \quad (7),$$

Onde:

EP = Demanda por derivados de petróleo no setor industrial.

EE = Demanda por eletricidade no setor industrial.

EB = Demanda por biomassa energética no setor industrial.

Todas as variáveis expressas em $10^3 \cdot \text{kcal/Cr\$ de 1980}$.

a_1 , a_2 e a_3 significam, teoricamente, as elasticidades de cada fonte com relação ao PIB-i.

O sistema de equações é resolvido pelo método dos mínimos quadrados generalizado.

4.3.3 A Projeção da Demanda da RA de Campinas.

Estimado o conteúdo energético do PIB-i, constroem-se os cenários com a evolução do PIB-i e da participação relativa entre as fontes energéticas para o horizonte de projeção.

A demanda energética do setor industrial é então calculada como se segue:

Dados a_1 , a_2 e a_3 , já estimados anteriormente.

Do cenário definido, vem PIB-i e os coeficientes de participação das fontes energéticas:

$$x = \frac{EP}{EI} \quad y = \frac{EB}{EI} \quad z = \frac{EE}{EI}$$

Da equação (7), vem:

$$\log\left(\frac{EI}{PIB-i}\right) = a_1 \cdot \log\left(\frac{x \cdot EI}{PIB-i}\right) + a_2 \cdot \log\left(\frac{y \cdot EI}{PIB-i}\right) + a_3 \cdot \log\left(\frac{z \cdot EI}{PIB-i}\right) \quad (8)$$

$$\frac{EI}{PIB-i} = \left(\frac{x \cdot EI}{PIB-i}\right)^{a_1} + \left(\frac{y \cdot EI}{PIB-i}\right)^{a_2} + \left(\frac{z \cdot EI}{PIB-i}\right)^{a_3} \quad (9)$$

$$\left(\frac{EI}{PIB-i}\right)^{1-(a_1+a_2+a_3)} = x^{a_1} \cdot y^{a_2} \cdot z^{a_3} \quad (10)$$

$$\log\left(\frac{EI}{PIB-i}\right) = \left(\frac{1}{1-(a_1+a_2+a_3)}\right) \cdot \log(x^{a_1} \cdot y^{a_2} \cdot z^{a_3}) \quad (11)$$

$$\frac{EI}{PIB-i} = 10^{\left(\frac{1}{1-(a_1+a_2+a_3)}\right) \log(x^{a_1} \cdot y^{a_2} \cdot z^{a_3})} \quad (12)$$

$$EI = (PIB-i) \cdot 10^{\left(\frac{1}{1-(a_1+a_2+a_3)}\right) \log(x^{a_1} \cdot y^{a_2} \cdot z^{a_3})} \quad (13)$$

4.3.4 Análise dos Resultados Obtidos pelo Modelo de Projeção do Conteúdo Energético

Para cada regressão, são avaliados os testes estatísticos listados na tabela 4.1, que fornecem indicações sobre a qualidade do ajuste obtido e sobre a significação da regressão.

Teste	Finalidade
R^2	medida de qualidade do ajuste
T de Student	avalia a significância de cada regressor
2-tail σ	avalia a probabilidade de um coeficiente ser zero
F de Snedecor	avalia a variância da variável dependente
Durbin-Watson	verifica a existência de auto-correlação entre os erros
Limite de Significância tolerado nos ajustes: 85%	

Tabela 4.1: Testes e parâmetros para avaliação do modelo.

A seguir, são descritos resultados e analisados os ajustes obtidos para o Estado de São Paulo e para a RA de Campinas:

A) Estado de São Paulo:

Tentou-se inicialmente um ajuste que incluísse o conteúdo energético do carvão mineral (QC). Como se pode ver na tabela 4.4, os valores de T e 2-TAIL σ para o coeficiente de QC, indicam que essa variável não é significativa no ajuste. Conclui-se que o carvão mineral, por ter participação restrita na indústria paulista tem influência desprezível no conteúdo energético do PIB-i.

A Tabela 4.2 mostra a base de dados utilizada para alimentar o modelo; a 4.3, os resultados da regressão com o carvão mineral; a 4.4, os resultados sem o carvão e a 4.5 o diagnóstico da qualidade e significação da regressão.

Valores monetários em 10 ⁶ Cr\$ de 1980 (deflator: IGP-DI)											
ANO	CONSUMO	PIB IND.	PETRÓLEO	CARVÃO	ELÉTRICA	BIOMASSA	CONS./PIB (QI)	PETR./PIB (QP)	BIO./PIB (QB)	ELETR./PIB (QE)	CARV./PIB (QC)
1980	122975	2.611,638	66055	11661	23751	21508	47.09	25.29	8.24	9.09	4.47
1981	109131	2.290,053	51080	11138	22953	23950	47.65	22.31	10.46	10.02	4.86
1982	109124	2.300,210	42680	10973	23566	31908	47.44	18.55	13.87	10.24	4.77
1983	120823	2.098,347	39352	15661	24773	41077	57.58	18.75	19.58	11.81	7.46
1984	122805	2.202,557	34392	15250	29067	44056	55.76	15.61	20.00	13.20	6.92
1985	127952	2.399,638	32389	14758	31677	49128	53.32	13.50	20.47	13.20	6.15
1986	127994	2.615,938	33109	13647	33331	47907	48.93	12.66	18.31	12.74	5.22
1987	136316	2.653,710	38892	13420	33188	50816	51.37	14.66	19.15	12.51	5.06
1988	140525	2.573,465	38625	18223	35294	50383	54.61	15.01	19.58	13.71	6.30

Fontes: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 1989 (energia e PIB)
Secretaria da Fazenda/PRODESP (Valor adicionado no setor industrial)

Tabela 4.2: Consumo de energia na indústria X PIB industrial no estado de São Paulo

Coefficient Covariance Matrix				
LQP,LQP	0.001847	LQP,LQB	0.003590	
LQP,LQE	-0.004788	LQP,LQC	-0.001951	
LQB,LQB	0.009380	LQB,LQE	-0.011161	
LQB,LQC	-0.005010	LQE,LQE	0.015843	
LQE,LQC	0.003161	LQC,LQC	0.006728	

Residual Plot					obs	RESIDUAL	ACTUAL	FITTED
:	:	:	:	:	1	0.02060	3.85200	3.83141
:	:	:	:	:	2	-0.02105	3.86398	3.88502
:	:	:	:	:	3	-0.00502	3.85948	3.86451
:	:	:	:	:	4	0.00790	4.05318	4.04528
:	:	:	:	:	5	-0.00672	4.02098	4.02770
:	:	:	:	:	6	0.02256	3.97625	3.95369
:	:	:	:	:	7	0.02131	3.89036	3.86905
:	:	:	:	:	8	-0.00961	3.93902	3.94863
:	:	:	:	:	9	-0.02887	4.00013	4.02900

LS // Dependent Variable is LQY
Date: 12-19-1992 / Time: 19:50
SMPL range: 1 - 9
Number of observations: 9

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
LQP	0.5574618	0.0429760	12.971482	0.000
LQB	0.2356112	0.0968517	2.4326998	0.059
LQE	0.7041808	0.1258702	5.5944999	0.003
LQC	-0.0139246	0.0820262	-0.1697585	0.872

R-squared	0.938229	Mean of dependent var	3.939487
Adjusted R-squared	0.901167	S.D. of dependent var	0.076457
S.E. of regression	0.024036	Sum of squared resid	0.002889
Durbin-Watson stat	1.577737	F-statistic	25.31487
Log likelihood	23.42828		

Tabela 4.3: Resultados da regressão, incluindo o carvão mineral.

Coefficient Covariance Matrix				
LQP,LQP	0.001074	LQP,LQB	0.001791	
LQP,LQE	-0.003245	LQB,LQB	0.004735	
LQB,LQE	-0.007382	LQE,LQE	0.012034	

Residual Plot					obs	RESIDUAL	ACTUAL	FITTED
:	:	:	:	:	1	0.02023	3.85200	3.83178
*	:	:	:	:	2	-0.02127	3.86398	3.88524
:	*	:	:	:	3	-0.00294	3.85948	3.86242
:	:	*	:	:	4	0.00644	4.05318	4.04674
:	:	:	*	:	5	-0.00838	4.02098	4.02936
:	:	:	:	*	6	0.02221	3.97625	3.95405
:	:	:	:	*	7	0.02206	3.89036	3.86830
:	*	:	:	:	8	-0.00725	3.93902	3.94627
*	:	:	:	:	9	-0.02985	4.00013	4.02999

LS // Dependent Variable is LQY
Date: 12-19-1992 / Time: 19:52
SMPL range: 1 - 9
Number of observations: 9

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
LQP	0.5534239	0.0327684	16.888951	0.000
LQB	0.2252424	0.0688120	3.2733033	0.017
LQE	0.7107218	0.1097019	6.4786667	0.001

R-squared	0.937873	Mean of dependent var	3.939487
Adjusted R-squared	0.917164	S.D. of dependent var	0.076457
S.E. of regression	0.022005	Sum of squared resid	0.002905
Durbin-Watson stat	1.607827	F-statistic	45.28845
Log likelihood	23.40241		

Tabela 4.4: Resultados da regressão, não incluindo o carvão mineral.

TESTE	VALOR	DIAGNÓSTICO
R^2	.91	Indica ajuste de boa qualidade.
T		
(QP)	16.88	Aceitável para todos os coeficientes.
(QB)	3.27	
(QE)	6.47	
2-TAIL σ		
(QP)	.00	Todos os coeficientes são significativos para a regressão.
(QB)	.02	
(QE)	.00	
F	45.28	Bom. ajuste do conjunto é significativo.
D-W	1.60	Considerando-se o número de graus de liberdade, pode-se dizer que não existe auto-correlação entre erros.

Tabela 4.5: Tabela de diagnóstico da regressão (São Paulo).

Pode-se entender por esses resultados, que o modelo explica satisfatoriamente a variação do conteúdo energético do PIB-i em função das participações relativas entre as fontes energéticas para o Estado de São Paulo.

B) RA de Campinas

A tabela 4.6 mostra a base de dados utilizada para alimentar o modelo; a 4.7, os resultados da regressão e a 4.8, o diagnóstico da qualidade e significação da regressão.

Valores monetários em 10 ⁶ Cr\$ de 1980									
Energia em 10 ⁹ Kcal									
ANO	CONSUMO	PIB IND.	PETRÓLEO	ELÉTRICA	BIOMASSA	CONS./PIB	PETR./PIB	ELETR./PIB	BIO./PIB
RA CAMPINAS									
1980	NA	394,414	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1981	NA	374,116	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
1982	21811	378,923	7973	3923	9914	57.56	21.04	10.35	26.16
1983	23960	353,56	7061	4214	12685	67.77	19.97	11.92	35.88
1984	24503	376,923	5916	5066	13521	65.01	15.70	13.44	35.87
1985	25958	431,54	5332	5642	14984	60.15	12.36	13.07	34.72
1986	25928	428,142	6046	5718	14164	60.56	14.12	13.36	33.08
1987	27824	452,383	7801	5474	14549	61.51	17.24	12.10	32.16
1988	27984	500,64	8441	5589	13954	55.90	16.86	11.16	27.87

Fontes: Balanço Energético do Estado de São Paulo, 1989 (energia e

2) Secretaria da Fazenda 3) Fundação SEADE

Tabela 4.6 - Consumo de energia na indústria X PIB

Coefficient Covariance Matrix			
LQPC, LQPC	0.001909	LQPC, LQBC	-0.004491
LQPC, LQEC	0.004096	LQBC, LOBC	0.028540
LQBC, LQEC	-0.034582	LQEC, LQEC	0.043422

Residual Plot			
obs	RESIDUAL	ACTUAL	FITTED
1	-0.01489	4.05283	4.03794
2	-0.00899	4.21612	4.22511
3	-0.02276	4.17454	4.19730
4	0.03286	4.09684	4.06398
5	-0.01332	4.10363	4.11696
6	-0.01036	4.11920	4.12956
7	0.00934	4.02356	4.01422

LS // Dependent Variable is LQIC
Date: 12-19-1992 / Time: 19:54
SMPL range: 1 - 7
Number of observations: 7

VARIABLE	COEFFICIENT	STD. ERROR	T-STAT.	2-TAIL SIG.
LQPC	0.4315597	0.0436923	9.8772596	0.001
LQBC	0.3801741	0.1689382	2.2503739	0.088
LQEC	0.6342568	0.2083791	3.0437636	0.038

R-squared	0.914004	Mean of dependent var	4.112390
Adjusted R-squared	0.871005	S.D. of dependent var	0.066364
S.E. of regression	0.023835	Sum of squared resid	0.002272
Durbin-Watson stat	2.809038	F-statistic	21.25677
Log likelihood	18.18224		

Tabela 4.7: Resultados da regressão (RA de Campinas).

TESTE	VALOR	DIAGNÓSTICO
R^2	.87	Indica ajuste de boa qualidade.
T		
(QP)	9.88	Aceitável para todos os coeficientes.
(QB)	2.25	
(QE)	3.04	
2-TAIL σ		
(QP)	.00	Todos os coeficientes são significativos para a regressão.
(QB)	.09	
(QE)	.04	
F	21.25	Bom. ajuste do conjunto é significativo.
D-W	2.80	Considerando-se o número de graus de liberdade, pode-se dizer que não existe auto-correlação entre erros.

Tabela 4.8: Tabela de diagnóstico da regressão (RA de Campinas).

Pode-se entender por esses resultados, que o modelo explica satisfatoriamente a variação do conteúdo energético do PIB-i em função das participações relativas entre as fontes energéticas para a RA de Campinas.

4.3.5 Considerações Sobre as Elasticidades Estimadas

A tabela 4.9 apresenta a tabela das elasticidades estimadas para a RA de Campinas e para o Estado de São Paulo.

1) ESTADO DE SÃO PAULO: $\epsilon_{QI} = 1,489$			$\epsilon_{QP} = 0,553$
			$\epsilon_{QB} = 0,225$
			$\epsilon_{QE} = 0,711$
2) RA DE CAMPINAS: $\epsilon_{QI} = 1,446$			$\epsilon_{QP} = 0,432$
			$\epsilon_{QB} = 0,380$
			$\epsilon_{QE} = 0,634$

Tabela 4.9: Elasticidades estimadas para os conteúdos energéticos.

Uma análise comparativa das elasticidades obtidas para a RA de Campinas e do Estado de São Paulo é feita a seguir:

A) A RA de Campinas consumia em 1985 aproximadamente 16% da energia final do setor industrial no Estado de São Paulo. Era, na ocasião, a terceira consumidora de energia, após a RA da Região Metropolitana de São Paulo e da RA do Litoral⁽¹⁾. Na pesquisa realizada, com dados de 1988, onde era contabilizado o consumo das refinarias da PETROBRÁS, a RA de Campinas consumia 20% do total, perdendo apenas para a RA do Litoral⁽²⁾. Presume-se daí, que a participação da RA de Campinas, deve influir significativamente na elasticidade do conteúdo energético do Estado e portanto, os valores obtidos para ambos devem ser próximos.

Considerando-se que a confiabilidade estatística do modelo utilizado é de 95%, as elasticidades do conteúdo energético do PIB-i obtidas para o Estado e para a RA de Campinas são virtualmente iguais. Resultado situado dentro do que era teoricamente esperado.

B) A participação de biomassa, observada no consumo total da RA de Campinas é maior do que a média do Estado^(1,2). Esperava-se, portanto uma elasticidade parcial da biomassa na RA, maior que a do Estado.

As elasticidades parciais estimadas também confirmaram as expectativas teóricas, tanto com relação à biomassa, quanto às outras fontes.

Essas comparações fornecem em um modelo dessa natureza indicações qualitativas. No caso em questão, os resultados reforçam, principalmente a validade das estimativas efetuadas, tanto para o PIB-i, quanto para o consumo energético da RA de Campinas.

4.3.6 Os Cenários Elaborados para as Projeções de Demanda

Os cenários para a modelagem aqui desenvolvida, devem projetar o PIB-i e as participações relativas entre os energéticos para o ano de 1997.

Como o objetivo final é o delineamento do mercado potencial para o GN na RA Campinas, adotam-se somente duas hipóteses - uma otimista e outra conservadora - que definem os patamares superior e inferior desse mercado.

A) Projeção do PIB-i:

Observaram-se em primeiro lugar, as tendências macroeconômicas do país, com relação ao PIB, o PIB-i e à formação bruta de capital fixo (FBKF), bem como a posição do Estado de São Paulo nesse contexto. Estima-se que o PIB-i da RA de Campinas se comporte de modo semelhante ao estadual.

A figura 4.1 mostra a evolução do PIB-i brasileiro e do paulista de 1986 a 1991⁽⁵⁾. Pode-se notar aí, que mesmo excluindo-se o ano atípico de 1990 (Plano Collor), a tendência do período é fortemente recessiva. Indicadores, como o nível de emprego na indústria (ver tabela 4.10)

forneem fortes evidências de que a FBKF na indústria paulista vem caindo nos últimos anos (apesar de inexistência de dados que comprovem essa afirmação).

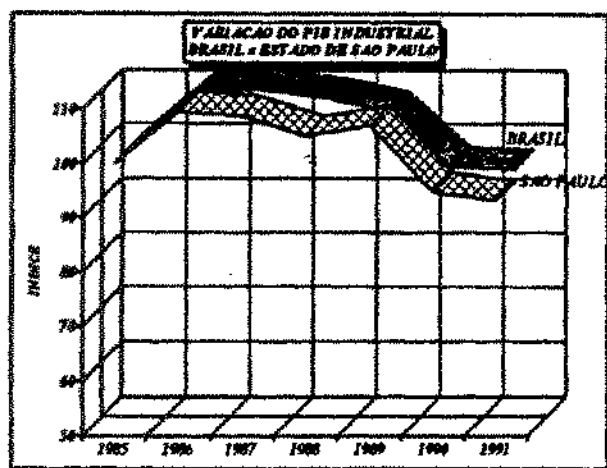


Figura 4.1

PERÍODO	DEMISSÕES
1990/91	383.000
1992 (1º sem.)	102.000

Fonte: FIESP

Tabela 4.10: Demissões na indústria paulista

Esse quadro, aliado às expectativas políticas do ano de 1993 e 1994 - nominalmente revisão constitucional e eleições presidenciais - fornecem a indicação de que investimentos serão, na medida do possível, postergados.

Excluídas as posições extremas, admite-se aqui, que o país dispõe de alguma maturidade institucional e política, que torna o Estado Brasileiro algo sensível à grave crise social - de característica estrutural - que hoje se verifica. Essa maturidade, por outro lado não chega ao ponto de viabilizar um pacto e reformas institucionais (na revisão de 1993) que garantam uma retomada de crescimento, a necessária reestruturação social do país e o amortecimento de eventuais efeitos negativos advindos das eleições presidenciais de 1994.

Optou-se então pela seguinte hipótese básica, quanto à evolução do PIB-i da RA de Campinas:

- Mesma tendência observada quanto ao PIB-i do estado até 1991.
- Crescimento 0 (zero) em 1992 e 1993, em função das quedas da FBKF até 1992.

A partir daí são formuladas duas hipóteses:

- OTIMISTA:
 - Crescimento de 2% em 1993
 - Crescimento de 4% em 1994
 - Crescimento de 6%, de 1995 a 1997
- CONSERVADORA :
 - Crescimento de 1% em 1993
 - Crescimento de 2% de 1994 a 1996
 - Crescimento de 3%, em 1997

A tabela 4.11 mostra a evolução assumida para o PIB-i regional, a partir da estimativa realizada até 1988.

Unidades: 10*6 Cr\$ de 1980 Taxas de variação em %											
ESTADO DE SÃO PAULO					RA DE CAMPINAS						
ANO	PIB-I	TAXA DE VARIÇÃO	VA-I ESTIMADO	PIB-I/VA-I	VA-I ESTIMADO	PIB-I ESTIMADO	PROJ. DAS TAXAS		PROJEÇÃO DO PIB-I		
							CENÁRIO CONSERV.	CENÁRIO OTIMISTA	CENÁRIO CONSERV.	CENÁRIO OTIMISTA	
1988	2,573,465	0.00	2,103,649	1.22	409,243	500,841					
1989	2,620,302	1.82	2,531,441	1.04	453,216	469,125					
1990	2,325,518	(-)11.25	2,044,889	1.14	372,639	423,778					
1991	2,284,356	(-)1.77	1,619,399	1.26	331,886	416,701					
1992	NA	NA	NA	NA	NA	NA	0.0	0.0	416,701	416,701	
1993	NA	NA	NA	NA	NA	NA	1.0	2.0	420,868	425,035	
1994	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.0	4.0	429,286	442,037	
1995	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.0	6.0	437,871	468,559	
1996	NA	NA	NA	NA	NA	NA	2.0	6.0	446,629	496,672	
1997	NA	NA	NA	NA	NA	NA	3.0	6.0	460,028	526,473	

Fontes: 1) Fundação SEADE

2) Secretaria da Fazenda

3) Negri(2)

Tabela 4.11: PIB industrial projetado para a RA de Campinas

B) Projeção da participação relativa entre as fontes energéticas no setor industrial da RA de Campinas

Tecnicamente, as participações relativas poderiam ser obtidas através de modelamento matemático, estimando-se a parcela que cabe a cada energético em função de variáveis como, preços relativos, custos, etc. Será feita aqui, apenas a análise das tendências e limites de substituição, para que possam obter valores razoavelmente coerentes com a conjuntura projetada no cenário.

- HIPÓTESE 1 - Aumento da participação da biomassa:

Volta ao nível de participação de 1985, em função de maior produção de cana-de-açúcar, e aumento de excedente de bagaço, que pode tecnicamente chegar a 20%⁽⁹⁾. A elasticidade, porém, permanece no patamar atual, em função da não competitividade com óleo e biomassa sem tarifas especiais, como a EGTD:

PETRÓLEO	: 23%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 57%

- HIPÓTESE 2 - Manutenção do atual nível de participação da biomassa:

PETRÓLEO	: 30%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 50%

- HIPÓTESE 3 - Crescimento da participação da biomassa e elevação do preço da eletricidade:

PETRÓLEO	: 25%
ELETRICIDADE	: 15%
BIOMASSA	: 60%

C) A combinação das hipóteses

Seis cenários podem ser elaborados para o ano de 1997, através da combinação das avaliações otimista e conservadora do PIB-i com as três hipóteses de participação das fontes energéticas na demanda.

CENÁRIO 1: $\text{PIB-i} = 460.028 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 23%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 57%

CENÁRIO 2: PIB-i = $460.028 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 30%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 50%

CENÁRIO 3: PIB-i = $460.028 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 25%
ELETRICIDADE	: 15%
BIOMASSA	: 60%

CENÁRIO 4: PIB-i = $523.476 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 23%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 57%

CENÁRIO 5: PIB-i = $523.476 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 30%
ELETRICIDADE	: 20%
BIOMASSA	: 50%

CENÁRIO 6: PIB-i = $523.476 \cdot 10^6$ (Cr\$ de 1980)

COMPOSIÇÃO DA DEMANDA:

PETRÓLEO	: 25%
ELETRICIDADE	: 15%
BIOMASSA	: 60%

4.3.7 Resultados das Projeções de Demanda

A tabela 4.12 mostra as demanda projetadas no ano de 1997, para cada um dos seis cenários.

Unidades: monetária - 10 ⁶ Cr\$ de 1980 energia - 10 ⁹ Kcal												
CEN.	PIB-I	x	y	z	a1	a2	a3	QI	EI	EP	EB	EE
1	460,028	0.23	0.57	0.20	0.4316	0.3802	0.6343	66.0	30,376	6,986	17,314	6,075
2	460,028	0.30	0.50	0.20	0.4316	0.3802	0.6343	57.1	26,265	7,879	13,132	5,253
3	460,028	0.25	0.60	0.15	0.4316	0.3802	0.6343	87.8	40,381	10,095	24,229	6,057
4	523,476	0.23	0.57	0.20	0.4316	0.3802	0.6343	66.0	34,565	7,95	19,702	6,913
5	523,476	0.30	0.50	0.20	0.4316	0.3802	0.6343	57.1	29,887	8,966	14,944	5,977
6	523,476	0.25	0.60	0.15	0.4316	0.3802	0.6343	87.8	45,951	11,488	27,57	6,893

Tabela 4.12: Modelo de projeção de demanda - resultados

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO 4

- 1 **AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA** - *"Consumo de energia nas indústrias do Estado de São Paulo: Relatório final"*; São Paulo, 1989.
- 2 ——— - *"Uso final de energia nas indústrias do Estado de São Paulo - 1986/1989 (versão preliminar)"*; São Paulo, 1990.
- 3 **ALTOMONTE, H.; HASSON, G.; PISTONESE, H.** - *"Modelos energéticos"* - XVII Curso Latinoamericano de Economia y Planificación Energetica; Bariloche, 1987.
- 4 **BAJAY, S.; CRUZ, G.; BERNI, M.; WALTER, A.** - *"Estudo prospectivo sobre a evolução de veículos automotivos"*; Convênio Clark Equipamentos Ltda/UNICAMP, Campinas, 1992.
- 7 **NEGRI, BARJAS** - *"A descentralização da indústria paulista nos últimos 20 anos (1970-1990)"*; XX Encontro Nacional de Economia - ANPEC, Campos do Jordão, 1992.
- 8 **COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO (CESP)** - *"Balanço energético do Estado de São Paulo - 1989"*; São Paulo, 1991.
- 9 **FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS (SEADE)** - *"A economia paulista na década de 80"*; São Paulo, SEADE, 1990.
- 10 ——— - *"Espacialização da indústria paulista"*; São Paulo, SEADE, 1990.
- 9 **MACÊDO, I.** - *"Perspectivas do bagaço de cana como fonte de energia no Brasil"*; Introdução de Tecnologias Energéticas Alternativas no Brasil até o Ano 2000, Rio de Janeiro, 1985.
- 10 **SUAREZ, C.** - *"Un modelo de interpolacion de la elasticidad de la demanda total de energia en relacion al producto"*; Fundacion Bariloche, Bariloche, 1974.
- 11 **WALTER, A.** - *"Impacto dos programas de conservação na demanda energética industrial do Estado de São Paulo"*; Dissertação de mestrado, Faculdade de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1987.
- 12 **SECRETARIA DA FAZENDA DO ESTADO DE SÃO PAULO** - *"Listagens de valor adicionado 1980, 1987 e 1990"*.

5 ESTIMATIVA DO MERCADO POTENCIAL DE GN EM 1997

5.1 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

O objetivo dessa estimativa é a avaliação do “*mercado potencial*” de GN, ou seja todo o uso de energia na indústria, cuja substituição é hoje tecnologicamente viável. Não se consideram nesse delineamento do mercado restrições de ordem econômica, como preços relativos entre energéticos e investimentos necessários à substituição ou adaptação de equipamentos.

É considerada somente a penetração do GN, na matriz energética dos municípios interceptados pela chamada “*Rota A*” - a mais provável - do gasoduto Brasil-Bolívia (ver figura 3.6 no Capítulo 3).

Uma restrição também é feita quanto à penetração do GN nos ramos industriais existentes nesses municípios. Considera-se que a penetração inicial se fará a partir de poucos ramais que atendam a grandes consumidores industriais, pois esses contratos de fornecimentos é que viabilizarão os investimentos necessários à construção das malhas de distribuição. Sob essa lógica foram selecionados, como “potenciais consumidores”, os ramos onde o consumo energético está concentrado em poucos e grandes consumidores:

- Cerâmica
- Material de Transporte
- Papel e Celulose
- Química
- Têxtil

É analisada tanto a substituição direta do combustível nos equipamentos, quanto a substituição via co-geração.

Neste ponto, deve-se introduzir uma importante colocação associada à forma de abordagem deste trabalho - a análise em termos de energia final.

À toda transformação de energia está associado um rendimento (η). Assim, em um processo industrial genérico (figura 5.1), recebe-se *energia final*, que é transformada em *energia útil* (em forma de calor, força motriz, etc.).

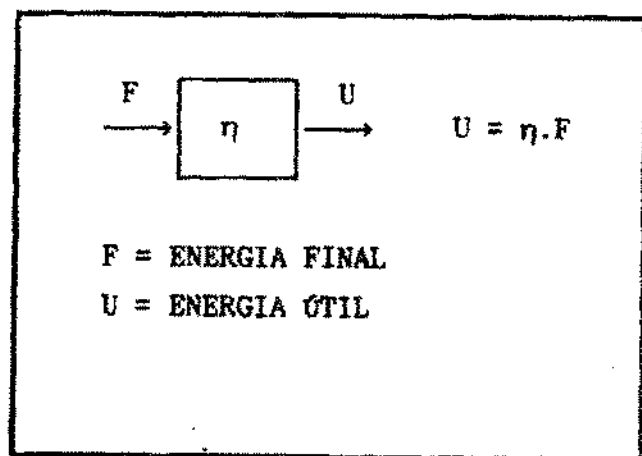


Figura 5.1: transformação de energia em um processo industrial genérico.

Quando se substitui um energético por outro, altera-se o rendimento do processo em função das diferentes propriedades de ambos e das características do equipamento de transformação. Desse modo, considerando-se que a energia útil deve permanecer constante, vem:

$$U = \eta_1 \cdot F_1 \quad (1)$$

$$U = \eta_2 \cdot F_2 \quad (2)$$

$$\eta_1 \cdot F_1 = \eta_2 \cdot F_2 \quad (3)$$

$$\frac{F_1}{F_2} = \frac{\eta_2}{\eta_1} \quad (4),$$

onde F_1 e F_2 são as quantidades de energia final que se deve fornecer dos energéticos 1 e 2, para que se tenha a mesma energia útil (U) em um determinado processo.

Certamente, quando se procede à substituição de derivados de petróleo ou biomassa por GN, diferenças significativas nos rendimentos podem ocorrer. Não tendo sido feita uma pesquisa de campo que levantasse quais são os processos de transformação e equipamentos associados aos usos finais energéticos na região estudada, é muito difícil avaliar, ainda que grosseiramente, que rendimentos devem ser adotados. Não se sabe também, de que forma seria feita a substituição - quais equipamentos seriam adaptados e quais equipamentos seriam substituídos.

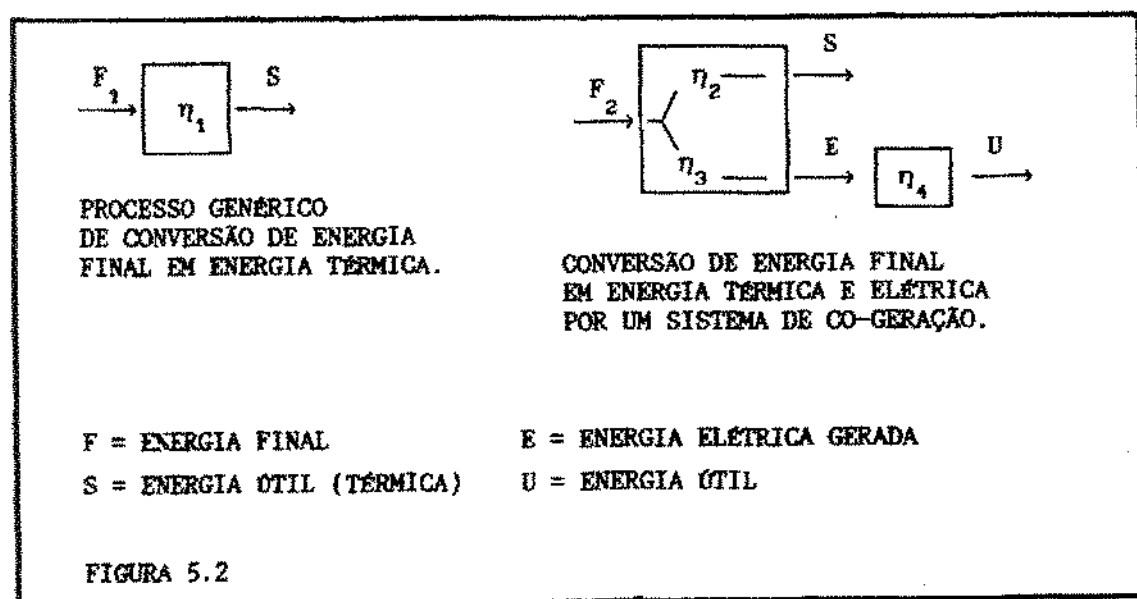
Para que se chegasse a tal nível de detalhamento, seria necessária a realização de uma pesquisa de campo bastante minuciosa e que foge ao escopo de um trabalho de análise microeconômica (ver Capítulo 1).

É feita aqui a estimativa do mercado potencial, a título de comparação de dois modos distintos:

- Sem que se considerem as diferenças de rendimento.
- Com a consideração de rendimentos diferentes, admitidos por hipótese sem uma avaliação profunda do setor industrial da sub-região analisada.

Por outro lado, os erros de avaliação do mercado potencial, introduzidos pela não consideração dos rendimentos não são significativos na análise macroeconômica, que incorpora erros muito maiores nas estimações da demanda energética.

Quanto à substituição, via a instalação de sistemas de co-geração, genericamente esse sistema deve ser dimensionado de modo a assegurar o fornecimento de calor aos processos industriais⁽⁶⁾. Deve então ser considerado na comparação, o rendimento térmico do sistema de co-geração (ver figura 5.2).



Na avaliação dos sistemas de co-geração, é empregada metodologia utilizada por NOGUEIRA & SANTOS ⁽⁶⁾, com a inclusão de um refinamento.

Na citada metodologia, calcula-se inicialmente um coeficiente α , característico de cada ramo industrial, dado por:

$$\alpha = \frac{E}{S} \quad (5)$$

onde:

S = consumo de energia para fins térmicos

E = consumo de energia elétrica

No presente trabalho, definem-se:

$$\alpha = \frac{F_E}{F_S} \quad (6)$$

onde: F_E = energia final elétrica

F_S = energia final para usos térmicos

$$\alpha_u = \frac{F_E}{S} \quad (7)$$

onde: S = energia útil necessária nos processos térmicos

O coeficiente característico do sistema de co-geração é dado por:

$$\beta = \frac{E'}{S'} \quad (8)$$

E' = Energia elétrica gerada

S'' = Energia térmica (útil) produzida

Como já foi dito anteriormente, a análise da substituição é feita inicialmente com o coeficiente α , ou seja, desprezam-se as diferenças de rendimento dos processos. Em seguida, analisa-se a substituição α_u , admitindo-se rendimentos hipotéticos para as transformações.

A tabela 5.1, confeccionada com dados extraídos do trabalho de WALTER⁽⁸⁾, fornece os valores de β para diversas tecnologias de co-geração. Os ciclos *bottoming* são muito pouco utilizados e dificilmente se viabilizam economicamente.

Assim, consideram-se neste trabalho somente os sistemas *topping*.

TECNOLOGIAS DE CO-GERAÇÃO			
CICLOS TOPPING			
TURBINA A VAPOR	CICLO COMBINADO	MOTOR DIESEL	TG + CALOR RECUPER.
0.1 - 0.3 (1)			
0.4 - 1.5 (2)	0.6 - 1.5	0.8 - 2.4	0.3 - 0.8

Fonte: COGERAÇÃO (8)

Obs.: TG = turbina a gás

(1) turbinas de contra-pressão

(2) turbinas de condensação com re-aquecimento

Tabela 5.1: Coeficientes para as principais tecnologias de co-geração

Fonte: Walter⁽⁸⁾

O uso de gás natural em sistemas de co-geração é avaliado para cada ramo industrial, considerando-se a tecnologia mais adequada ao processo industrial e ao perfil de uso final de energia. É possível estimar também, qual a quantidade de energia elétrica que é substituída via co-geração.

No próximo item, analisam-se com mais detalhe os ramos industriais selecionados, estabelecendo-se os parâmetros a serem utilizados na quantificação do mercado potencial de GN.

5.2 DETERMINAÇÃO DOS POTENCIAIS DE SUBSTITUIÇÃO NOS RAMOS SELECIONADOS

Procede-se aqui a uma análise, ramo a ramo, na qual se determinam:

- coeficiente α e α_{co} .
- Qual a forma de substituição a ser considerada (direta, co-geração, etc.).
- Em quais usos finais existe a possibilidade de substituição.
- Quais energéticos podem ser substituídos.
- Se for o caso, qual a tecnologia apropriada de co-geração a ser considerada e qual o coeficiente β adotado.

São apresentadas na sequência do texto, figuras que fornecem as participações dos usos finais energéticos e a participação de cada fonte energética no consumo final, além dos consumos absolutos, pesquisados pela AGÊNCIA em 1988⁽¹⁾ e que foram utilizados para os cálculos efetuados para cada ramo.

Sempre que possível, consideram-se aqui duas hipóteses de mercado:

- limite superior - substituição onde for tecnicamente viável, considerando a implantações de sistemas de co-geração, quando for o caso.
- limite inferior - substituição somente onde o GN possa ser facilmente intercambiado com o energético em uso, com pequeno investimento. Admite-se nesse caso uma situação de insegurança por parte do consumidor, quanto à estabilidade dos preços relativos entre os energéticos e quanto à garantia de fornecimento.

A) Indústria cerâmica

A tabela 5.2 mostra a provável configuração da matriz energética do ramo cerâmico para a região interceptada pelo gasoduto.

INDÚSTRIA CERÂMICA NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em tEP							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	212	467	142	1162	47	2031
DERIVADOS DE PETRÓLEO	48	0	7104	2014	36	63	9264
BIOMASSA	0	0	0	2356	0	0	2356
TOTAL	48	212	7571	4511	1198	110	13651

INDÚSTRIA CERÂMICA NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	10	23	7	57	2	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	1	0	77	22	0	1	100
BIOMASSA	0	0	0	100	0	0	100

INDÚSTRIA CERÂMICA NA RA DE CAMPINAS: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	15
DERIVADOS DE PETRÓLEO	68
BIOMASSA	17
TOTAL	100

Tabela 5.2 - Indústria Cerâmica - Usos Energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto.

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

Características destacadas:

- consumo de energia para a geração de vapor é insignificante (0,4% do consumo para fins térmicos).
- Os fornos utilizados são, normalmente, do tipo contínuo e em algumas fases do processo são necessárias temperaturas de 900°C a 1000°C. Não fica claro na pesquisa da AGÊNCIA⁽²⁾, se a energia considerada em SECAGEM é a correspondente à parte do forno contínuo ou refere-se a outro processo. De qualquer forma, admite-se neste trabalho que a energia discriminada no item FORNO é somente a necessária à queima do produto a altas temperaturas.
- A energia consumida em SECADORES/ESTUFAS representa 36,5% da consumida para fins térmicos e 33% do consumo total.

Limite superior do mercado:

Admite-se a hipótese de haver substituição via co-geração. Nesse caso, seria mais apropriada a utilização de um sistema de co-geração do tipo TURBINA A GÁS + RECUPERAÇÃO DE CALOR, onde o calor rejeitado pela turbina pode ser utilizado nos secadores, aquecimento de fluido térmico e em caldeiras de recuperação para a geração de vapor. Considera-se substituição direta nos fornos. Desse modo o calor de α é dado por:

$$F_E = F_{E \text{ total}} - F_{E \text{ aq. FT}} - F_{E \text{ sec.}} = 2031 - 212 - 142 = 1677 \text{ tEP (9)}$$

$$F_S = 48 + 212 + 4511 = 4771 \text{ tEP (10)}$$

$$\alpha = \frac{1677}{4711} = 0,35 \quad (11)$$

O sistema de co-geração proposto é compatível ($0,3 \leq \beta \leq 0,8$) e toda a energia elétrica consumida poderá ser gerada internamente.

Não se considerando as diferenças de rendimentos, o consumo de GN poderá chegar a 4711 tEP. A tabela 5.3 mostra qual seria, nesse caso, a configuração da matriz energética em termos relativos.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	99
BIOMASSA	0
GÁS NATURAL	11875
TOTAL	11974

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0.0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.8
BIOMASSA	0.0
GÁS NATURAL	99.2
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.3: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

Considerem-se, por hipótese, os seguintes rendimentos estimados com base na análise de algumas publicações técnicas (3 e 7) e com os dados do trabalho elaborado pelo FDTE em 1983, fornecidos pelo Balanço Energético Nacional de 1992 (5).

- Rendimento térmico médio da unidade de co-geração: 36%
- Rendimento da caldeira à óleo: 80%
- Rendimento dos processos de aquecimento de fluido térmico: 80%
- Rendimento dos secadores:
 - 60% (derivados de petróleo)
 - 25% (biomassa)
 - 70% (eletricidade)

Assim:

$$S_{SEC} = 142 \times 0.7 + 2014 \times 0.6 + 2356 \times 0.25 = 1896 \text{ tEP } (\eta = 0.3) \quad (12)$$

$$S_{Aq.FT} = 212 \times 0.8 = 170 \text{ tEP} \quad (13)$$

$$S_{CALD.} = 48 \times 0.8 = 38 \text{ tEP} \quad (14)$$

$$S_{TOTAL} = 1896 + 170 + 38 = 2104 \text{ tEP} \quad (15)$$

$$S_{TOTAL} = F_{GN} \times 0.36 \rightarrow \boxed{F_{GN} = \frac{2104}{0.36} = 5844 \text{ tEP}} \quad (16)$$

$$\beta \geq \frac{1677}{2104} = 0.8 \quad (17)$$

A tabela 5.4 mostra a confirmação relativa da matriz para os rendimentos admitidos.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	99
BIOMASSA	0
GÁS NATURAL	12940
TOTAL	13039

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0.0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.8
BIOMASSA	0.0
GÁS NATURAL	99.2
TOTAL	100.0

Obs.: Consideradas as diferenças de rendimento (ver texto).

Tabela 5.4: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, consideradas as diferenças de rendimento

Como limite inferior do mercado, admite-se somente a substituição de derivados de petróleo por GN somente nos secadores, pois utiliza-se atualmente GLP. O consumo nas caldeiras é pouco significativo para que a indústria se preocupe com substituição, em uma situação de incerteza. Os fornos são equipamentos vitais e a substituição envolverá maiores investimentos. Não se consideram diferenças de rendimentos:

$$F_{GN} = 2014 \quad (18)$$

A tabela 5.5 mostra a matriz em termos relativos para essa hipótese

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	2031
DERIVADOS DE PETRÓLEO	7251
BIOMASSA	2356
GÁS NATURAL	2014
TOTAL	13652

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	14.9
DERIVADOS DE PETRÓLEO	53.1
BIOMASSA	17.3
GÁS NATURAL	14.8
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimento (ver texto).

Tabela 5.5: Indústria cerâmica - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

B) Material de transporte

A tabela 5.6 mostra a provável configuração atual da matriz energética para o ramo de materiais de transporte na região interceptada pelo gasoduto.

Unidade: TEP

FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	
ELETRICIDADE	530	758	4826	36	7491	1556	15197
DERIVADOS DE PETRÓLEO	332	803	2699	0	1009	1044	5887
BIOMASSA	0	0	0	0	163	0	163
TOTAL	862	1561	7525	36	8664	2600	21247
INDÚSTRIA DE MATERIAL DE TRANSPORTE NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Unidade: %							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	
ELETRICIDADE	3	5	32	0	49	10	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	6	14	46	0	17	18	100
BIOMASSA	0	0	0	0	100	0	100

IND. DE MATERIAL DE TRANSPORTE NA RA DE CAMPINAS:

PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL

Unidade: %

FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	72
DERIVADOS DE PETRÓLEO	28
BIOMASSA	1
TOTAL	100

Tabela 5.6: Indústria de material de transporte - usos finais energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto

Fonte: Agência para Aplicação de Energia

Uma análise mais detalhada do ramo mostra que:

- Os FORNOS utilizados nesse ramo são destinados a tratamento de metais e portanto, devem atingir temperaturas ao redor de 1000°C. Estão limitados, portanto à queima direta de combustível, não podendo ser atendidos, por exemplo, por um sistema de co-geração do tipo TG + RECUPERAÇÃO DE CALOR.
- Admitindo-se a substituição de toda a energia para fins térmicos, a exceção dos fornos, por GN:

$$F_{\text{GN}} = 862 + 1561 + 36 = 2459 \text{ tEP} \quad (19)$$

$$F_E = 15197 = 530 - 758 - 36 = 13873 \text{ tEP} \quad (20)$$

$$\alpha = \frac{13873}{2459} = 5.6 \quad (21)$$

Nota-se que a quantidade de energia necessária para os usos térmicos é muito pequena comparada às necessidades de energia elétrica. É muito provável que um sistema de co-geração não se viabilize nessas condições. Admite-se desse modo, somente a substituição direta.

Como limite superior do mercado se admite a substituição de eletricidade e derivados de petróleo por GN em CALDEIRAS, AQ. de FT. e SECADORES/ESTUFAS. Nos fornos, será considerada somente a substituição dos derivados do petróleo.

Sem que se considerem as diferenças de rendimento:

$$F_{\text{GN}} = 862 + 1561 + 2699 + 36 = 5158 \text{ tEP} \quad (22)$$

A tabela 5.7 mostra em termos relativos a matriz energética correspondente a essa hipótese.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	13873
DERIVADOS DE PETRÓLEO	2063
BIOMASSA	163
GÁS NATURAL	5158
TOTAL	21247

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	65.3
DERIVADOS DE PETRÓLEO	9.7
BIOMASSA	0.8
GÁS NATURAL	24.3
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.7: Indústria de material de transporte - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

Como limite inferior do mercado, admite-se a substituição somente dos derivados de petróleo nos mesmos usos considerados anteriormente:

$$F_{GN} = 332 + 803 + 2699 = 3834 \text{ tEP} \quad (23)$$

A tabela 5.8, mostra a matriz energética em termos relativos, para essa situação:

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	15197
DERIVADOS DE PETRÓLEO	2053
BIOMASSA	163
GÁS NATURAL	3834
TOTAL	21247

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	71.5
DERIVADOS DE PETRÓLEO	9.7
BIOMASSA	0.8
GÁS NATURAL	18.0
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.8: Indústria de material de transporte - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

C) Indústria de papel e celulose

A tabela 5.9 mostra a provável atual configuração da matriz energética do ramo de papel e celulose na região interceptada pelo gasoduto.

PAPEL E CELULOSE							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC/JEST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	6674	0	0	0	30349	1909	38932
DERIVADOS DE PETRÓLEO	22836	0	9245	0	0	422	32502
BIOMASSA	223618	0	0	0	0	187	223805
TOTAL	253128	0	9245	0	30349	2518	295240
INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC/JEST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	17	0	0	0	78	5	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	70	0	28	0	0	1	100
BIOMASSA	100	0	0	0	0	0	100

INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE NA RA DE CAMPINAS: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	13
DERIVADOS DE PETRÓLEO	11
BIOMASSA	76
TOTAL	100

Tabela 5.9: Indústria de papel e celulose - usos finais energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto

Fonte: Agência para Aplicação de Energia

A análise centra-se aqui nas indústrias integradas, que são os responsáveis por quase todo o consumo energético do setor na sub-região considerada (AGÊNCIA, 1990). Na fase da fabricação de celulose, existem limitações no processo, que tornam a biomassa (lixívia) praticamente não substituível. É avaliada, portanto a substituição somente na fase da produção de papel.

Admitindo-se a substituição somente do óleo combustível - e da energia elétrica nas caldeiras como limite superior do mercado - enquadra-se a análise na restrição imposta no parágrafo anterior.

Nesse caso, para o limite superior do mercado, considera-se:

$$F_E = 38932 - 6674 = 32258 \text{ tEP} \quad F_S = 22836 + 6674 = 29510 \text{ tEP} \quad (24)$$

$$\alpha = \frac{32258}{29510} = 1.1 \quad (25)$$

Admite-se também nesse ramo a instalação de um sistema de co-geração do tipo TG + TROCADOR DE CALOR. Não se levando em conta as diferenças de rendimento, vem:

$$F_{GN} = 29510 + 9245 = 38755 \text{ tEP} \quad (26)$$

A configuração da matriz, para essa situação é mostrada na tabela 5.10.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	422
BIOMASSA	223805
GÁS NATURAL	29510
TOTAL	253737

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0.0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.2
BIOMASSA	88.2
GÁS NATURAL	11.6
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.10: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

Assumindo para efeito de cálculo, os seguintes rendimentos (ver item 5.2-A):

- Rendimento térmico da unidade de co-geração : 36%
- Rendimento da caldeira a óleo : 80%
- Rendimento da caldeira elétrica : 90%
- Rendimento do forno a óleo : 80%

Vem:

$$S_{\text{CALD.}} = 22836 \times 0.8 + 6674 \times 0.9 = 24275 \text{ tEP} \quad (27)$$

$$F_E = 38932 - 6674 = 31718 \text{ tEP} \quad (28)$$

$$F_{\text{GN}} = \frac{24275}{0.36} = 67430 \text{ tEP} \quad (28-A)$$

$$\beta \geq \frac{24275}{31718} = 0.8 \quad (29)$$

Assumindo $\beta = 0.8$, pode-se considerar toda a demanda de eletricidade sendo atendida pelo sistema de co-geração.

Além da substituição via co-geração, considera-se a utilização do GN no forno rotativo, o que já é feito em regiões que dispõem de suprimento de GN (IPT, 1985).

Nessa situação, a configuração da matriz energética para o limite superior do mercado seria a mostrada na tabela 5.11.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	422
BIOMASSA	223805
GÁS NATURAL	76675
TOTAL	300902

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	0.0
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.1
BIOMASSA	74.4
GÁS NATURAL	25.5
TOTAL	100.0

Obs.: Consideradas as diferenças de rendimentos (ver texto).

Tabela 5.11: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, consideradas as diferenças de rendimento

Admite-se como o limite inferior do mercado, somente a substituição direta de derivados de petróleo por GN nas caldeiras e no forno rotativo (matriz mostrada na tabela 5.12).

$$F_{GN} = 22836 + 9245 = 32081 \text{ tEP} \quad (30)$$

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	38932
DERIVADOS DE PETRÓLEO	422
BIOMASSA	223805
GÁS NATURAL	32081
TOTAL	295240

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	13.2
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.1
BIOMASSA	75.8
GÁS NATURAL	10.9
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.12: Indústria de papel e celulose - perfil de consumo para o limite inferior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

D) Indústria química

A tabela 5.13 mostra a provável atual configuração da matriz energética do ramo químico na região interceptada pelo gasoduto.

FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	
ELETRICIDADE	0	0	0	0	9078	7529	16608
DERIVADOS DE PETRÓLEO	2080	594	0	492	449	145	3759
BIOMASSA	18616	0	0	126	0	505	19247
TOTAL	20696	594	0	618	9527	8179	39614
INDÚSTRIA QUÍMICA NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	
ELETRICIDADE	0	0	0	0	55	45	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	55	16	0	13	12	4	100
BIOMASSA	97	0	0	1	0	3	100

INDÚSTRIA QUÍMICA NA RA DE CAMPINAS:	
PARTICIPÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	42
DERIVADOS DE PETRÓLEO	9
BIOMASSA	49
TOTAL	100

Tabela 5.13: Indústria química - usos finais energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto

Fonte: Agência para Aplicação de Energia

Os dados da indústria química devem ser considerados com muita reserva pois não incluem a RHODIA, o maior consumidor da região.

Foi detectado, na base de dados utilizada, um comportamento anormal com relação ao consumo de lenha (77% do consumo de biomassa).

Em 1988, ano para o qual se tem o perfil de usos finais, o consumo de lenha listado refere-se a um único consumidor e foi equivalente a 14259 tEP. Em 1989, foi observado, um consumo de 3070 tEP para essa mesma indústria, sendo que o consumo dos demais energéticos permaneceu praticamente inalterado.

Esse comportamento pode indicar tanto a desativação de determinada linha de produção, quanto um erro na pesquisa, pois considerando-se toda a série (1986 a 1989), nota-se um comportamento bastante irregular (a base de dados original se encontra no anexo).

Em função da falta de dados com respeito ao maior consumidor e levando-se em conta as possíveis anormalidades verificadas na base de dados, optou-se por não considerar no ramo químico a possibilidade de co-geração. A co-geração já é feita há alguns anos na RHODIA, com óleo combustível OC-8 (de alta viscosidade) fornecido pela REPLAN por meio de um oleoduto que liga as duas instalações. Obtem-se assim um resultado mais conservador.

Como o limite superior do mercado, admite-se que todos os derivados de petróleo utilizados para fins térmicos e a biomassa em SECADORES/ESTUFA são substituídos por GN.

$$F_{GN} = F_{C_p} + F_{Aq,FT} + F_F + S_s = 2080 + 594 + 618 + = 3292 \text{ tEP}$$

Não se considerará nesse caso uma hipótese de limite inferior do mercado, em função do que foi discutido anteriormente. A tabela 5.14 mostra a matriz energética para essa situação.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	16606
DERIVADOS DE PETRÓLEO	594
BIOMASSA	19121
GÁS NATURAL	3292
TOTAL	39615

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	41.9
DERIVADOS DE PETRÓLEO	1.5
BIOMASSA	48.3
GÁS NATURAL	8.3
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.14: Indústria química - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

E) Indústria Têxtil

A tabela 5.15 mostra a provável atual configuração da matriz energética do ramo têxtil na região interceptada pelo gasoduto.

TEXTIL							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC/JEST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	0	0	0	11807	1840	13647
DERIVADOS DE PETRÓLEO	2186	8	0	0	0	63	2257
BIOMASSA	12757	0	0	0	0	0	12757
TOTAL	14943	8	0	0	11807	1903	28661
INDÚSTRIA TEXTIL NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE ENERGÉTICA	USOS FINAIS						
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC/JEST.	F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	0	0	0	87	13	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	97	0	0	0	0	3	100
BIOMASSA	100	0	0	0	0	0	100

INDÚSTRIA TEXTIL NA RA DE CAMPINAS: PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	48
DERIVADOS DE PETRÓLEO	8
BIOMASSA	45
TOTAL	100

Tabela 5.15: Indústria têxtil - usos finais energéticos nos municípios interceptados pelo gasoduto
Fonte: Agência para Aplicação de Energia

A maior parte da energia para fins térmicos provém da biomassa. Portanto, é de se esperar que qualquer iniciativa de co-geração, nessas condições a utilize como energético. Não se considera razoável supor que o GN possa substituir a biomassa, se os preços relativos se mantiverem nos patamares atuais (ver anexo).

É admitida então para a indústria têxtil somente uma hipótese de mercado potencial, na qual o GN substitui o uso direto de derivados de petróleo para fins térmicos, sem que se levem em consideração diferenças de rendimentos:

$$F_{GN} = S_{C_p} + S_{Aq,FT_p} = 2186 + 8 = 2194 \text{ tEP}$$

A tabela 5.16 mostra a configuração da matriz de uma indústria têxtil típica, na sub-região, considerando o uso potencial de GN.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	13647
DERIVADOS DE PETRÓLEO	63
BIOMASSA	12757
GÁS NATURAL	2194
TOTAL	28661

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FONTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	47.6
DERIVADOS DE PETRÓLEO	0.2
BIOMASSA	44.5
GÁS NATURAL	7.7
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.16: Indústria têxtil - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, desconsideradas as diferenças de rendimento

5.3 DETERMINAÇÃO DO MERCADO POTENCIAL DE GN NA RA DE CAMPINAS

5.3.1 Metodologia

Com os resultados da análise dos potenciais de substituição nos ramos industriais selecionados, procede-se agora ao cálculo do mercado total da região, em função das demandas projetadas pela metodologia descrita no Capítulo 4.

O mercado potencial é projetado de acordo com a seguinte metodologia:

A) O conteúdo energético do PIB-i levando em conta a participação do GN:

O modelo que estima o conteúdo energético do PIB-I (QI) leva em conta as participações relativas entre as fontes energéticas na matriz. A participação do GN provocará certamente uma alteração em QI e portanto na demanda final energética. Para quantificar essa alteração, admite-se que a elasticidade do conteúdo energético do GN é a mesma que a dos derivados de petróleo.

Recalculam-se, assim, para as hipóteses de mercado do GN, a nova composição relativa da matriz do setor industrial da RA de Campinas e obtém-se através da equação 13 do Capítulo 4 os novos valores de QI para cada cenário. Consideram-se factíveis, para a estimação da demanda e para a avaliação do mercado potencial do GN, as seguintes combinações entre cenários e hipóteses de penetração no mercado.

A.1) PIB-i alto

- Maior mercado: CENÁRIO 6 + LIMITE SUPERIOR DO MERCADO, com o seguinte ajuste:

O CENÁRIO 6 considerando elevada participação da biomassa, sugere grande disponibilidade e preço competitivo desse energético. A participação de 15% da eletricidade, sugere, por sua vez a recomposição dos seus preços. Desse modo, só se pode admitir substituição de biomassa por GN em situações onde o resultado global seja compensador - redução significativa do consumo global de energia ou substituição significativa de eletricidade, via co-geração, por exemplo.

Os limites superiores de mercado para as indústrias cerâmicas e de papel e celulose, prevêm a substituição total da eletricidade comprada à concessionária. Considera-se dessa forma, que o resultado final é compensador.

Na indústria química, no entanto, é admitida no limite superior do mercado, somente substituição direta de biomassa, por GN, o que para esse cenário é considerado pouco provável. Ajusta-se

assim a matriz da indústria química, admitindo-se somente a substituição de derivados de petróleo por GN.

A matriz resultante do ajuste é a mostrada na tabela 5.17.

A) CONSUMO ENERGÉTICO EM VALORES ABSOLUTOS	
Unidade: tEP	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	16608
DERIVADOS DE PETRÓLEO	594
BIOMASSA	19247
GÁS NATURAL	3166
TOTAL	39615

B) CONSUMO RELATIVO ENTRE AS FONTES ENERGÉTICAS	
Unidade: %	
FORTE ENERGÉTICA	CONSUMO
ELETRICIDADE	41.9
DERIVADOS DE PETRÓLEO	1.5
BIOMASSA	48.6
GÁS NATURAL	8.0
TOTAL	100.0

Obs.: Desconsideradas as diferenças de rendimentos.

Tabela 5.17: Indústria química - perfil de consumo para o limite superior admitido para o mercado de GN, ajustado para os cenários 3 e 6

- Menor Mercado: CENÁRIO 5 + LIMITE INFERIOR DO MERCADO

A.2) PIB-i baixo:

- Maior mercado: CENÁRIO 3 + LIMITE SUPERIOR DO MERCADO, ajustado de acordo com o que foi exposto acima.
- Menor mercado: CENÁRIO 2 + LIMITE INFERIOR DO MERCADO.

A correção da matriz energética relativa do setor industrial é feita, calculando-se a participação de cada fonte energética “i” na matriz (Δ_i), em função das hipóteses de mercado (inferior e superior) elaboradas no item 5.2, para cada ramo.

A participação corrigida de cada energético, no cenário "c", é dado por:

$$\Delta_{ic} = \sum \gamma_k \cdot \delta_{ik} + \left(1 - \sum \gamma_k\right) \lambda_{ic} \quad (33)$$

onde:

$$\gamma_k = \frac{\text{consumo final do ramo "k"}}{\text{consumo final do setor industrial}} \times 100 \quad (34)$$

A participação dos ramos industriais no consumo final energético, é assumida como sendo a detectada pela pesquisa da AGÊNCIA (1) em 1988, na RA de Campinas:

• Indústria cerâmica	:	$\gamma_{cr} = 15.0\%$
• Indústria de material de transporte	:	$\gamma_{mt} = 1.0\%$
• Indústria de papel e celulose	:	$\gamma_{pc} = 36.0\%$
• Indústria química	:	$\gamma_{qm} = 7.0\%$
• Indústria têxtil	:	$\gamma_{tx} = 11.0\%$

$$* \delta_{ik} = \frac{\text{consumo final do energético "i", no ramo "k"}}{\text{consumo final do ramo "k"}} \times 100 \quad (35)$$

$$* \lambda_{ic} = \frac{\text{consumo final do energético "i", no cenário "c"}}{\text{consumo final do ramo "c"}} \times 100 \quad (36)$$

Os valores de λ_{ic} , para cada cenário são dados na página 51.

B) A demanda final energética do setor industrial da RA de Campinas, levando em conta a participação do GN:

Com QI estimado segundo as correções do passo "A", estimam-se as demandas finais energéticas, para cada cenário, levando em conta a participação do GN na matriz energética.

Seja:

QI', o conteúdo energético do PIB-i da RA de Campinas, corrigido para o cenário "c".

A demanda energética da sub-região para o cenário "c" é então estimada por:

$$EI_c = PIB-i_c \times QI'_c \quad (37)$$

As tabelas 5.18 e 5.19, mostram os valores de Δ_{ic} , os novos valores de QI e as demandas finais do setor industrial para as seguintes combinações:

PIB-i alto $\left\{ \begin{array}{l} \text{menor mercado} \\ \text{maior mercado} \end{array} \right.$

PIB-i baixo $\left\{ \begin{array}{l} \text{menor mercado} \\ \text{maior mercado} \end{array} \right.$

A) VALORES DE DELTA (j, k) PARA OS CENÁRIOS 3 E 6																				
CEN.	CERÂMICA				MATERIAL DE TRANSPORTE				PAPEL E CELULOSE				QUÍMICA				TEXTIL			
	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL
3/6	99,2	0,8	0,0	0,0	24,3	9,7	0,8		25,5	0,1	74,4	0,0		1,5	48,6	41,9	7,7	0,2	44,5	47,6

B) VALORES DE LAMBDA, GAMA E DE DELTA CORRIGIDOS PARA OS CENARIOS 3 E 6											
CEN.	LAMBDA				GAMA				DELTA CORRIGIDO		
	PETR.	BIO	ELETR.	CER.	MT	P&C	QU	TEX	GN + P	BIO	ELETR.
3/6	25,0	80,0	15,0	15,0	1,0	36,0	7,0	11,0	33,6	53,1	13,3

C) ESTIMATIVA DE QI E PROJEÇÃO DA DEMANDA COM DELTAS CORRIGIDOS												
Unidades: monetária - 10 ⁶ Cr\$ de 1980 energia - 10 ⁹ kcal												
CEN.	PIB-i	D-GN	D-BIO	D-ELETR	a1	a2	a3	QI	EI	EGN	EP	EE
3	480,028	0,34	0,53	0,13	0,4316	0,3802	0,6343	86,7	39,889	10,250	3,142	21,166
6	523,476	0,34	0,53	0,13	0,4316	0,3802	0,6343	86,7	45,368	11,664	3,575	24,085

D) LIMITE SUPERIOR PARA MERCADO POTENCIAL DE GN: CENÁRIOS 3 E 6				
CEN.	PIB-i	D-GN MERCADO POTENCIAL		DIAPHO Mm2/dia
		ANUAL 10 ⁹ kcal	10 ⁹ tEP	
3	480,028	25,71	10,250	0,95
6	523,476	25,71	11,664	1,08

Tabela 5.18: Mercado de gás natural na RA de Campinas - hipótese 1 (limite superior do mercado)

A) VALORES DE DELTA (i, k) PARA OS CENÁRIOS 2 E 5

CEN.	CERÂMICA				MATERIAL DE TRANSPORTE				PAPEL E CELULOSE				QUÍMICA				TEXTIL			
	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL	D-GN	D-PTR	D-BIO	D-EL
2/5	14,8	53,1	17,3	14,9	18,0	9,7	0,6	71,5	10,9	0,1	73,8	13,2	8,3	1,5	48,3	41,9	7,7	0,2	44,5	47,6

B) VALORES DE LAMBDA, GAMA E DE DELTA CORRIGIDO PARA OS CENÁRIOS 2 E 5

CEN.	LAMBDA			GAMA					DELTA CORRIGIDO		
	PETR	BIO	ELETR	CER	MT	P&C	QUI	TEX	GN + P	BIO	ELETR
2/5	30,0	50,0	20,0	15,0	1,0	36,0	7,0	11,0	25,0	53,2	21,9

C) ESTIMATIVA DE QI E PROJEÇÃO DA DEMANDA COM DELTAS CORRIGIDOS

Unidades: monetária - 10^6 Cr\$ de 1980
energia - 10^6 kcal

CEN.	PIB-I	D-GNP	D-BIO	D-ELETR	a1	a2	a3	QI	EI	EGN	EP	EB	EE
2	480.028	0,25	0,53	0,22	0,4316	0,3802	0,6343	57,0	26,207	2,032	4,514	13,933	5,732
5	523.476	0,25	0,53	0,22	0,4316	0,3802	0,6343	57,0	29,821	2,312	5,137	15,856	6,522

D) LIMITE INFERIOR PARA MERCADO POTENCIAL DE GN

CEN.	PIB-I	D-GN	MERCADO POTENCIAL		
			ANUAL 10^6 kcal	10^6 SEP	DIÁRIO MWh/dia
2	480.028	7,75	2,032	0,19	0,57
5	523.476	7,75	2,312	0,21	0,65

Tabela 5.19: Mercado de gás natural na RA de Campinas - hipótese 2 (limite inferior do mercado)

D) O mercado potencial de GN:

Obtidas as demandas, estima-se o mercado potencial de GM para cada cenário:

$$E_{GN_c} = \Delta_{GN_c} \times EI_c \quad (38)$$

Os resultados das estimativas do mercado potencial estimado de GN para a RA de Campinas em 1997 são apresentados a seguir:

$$\text{PIB-i ALTO: limite superior do mercado/cenário 6: } \begin{cases} 11700 \times 10^9 \text{ kcal/ano} \\ 2.30 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia} \end{cases}$$

$$\text{limite inferior do mercado/cenário 5: } \begin{cases} 2300 \times 10^9 \text{ kcal/ano} \\ 0.65 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia} \end{cases}$$

$$\text{PIB-i BAIXO: limite superior do mercado/cenário 3: } \begin{cases} 10250 \times 10^9 \text{ kcal/ano} \\ 2.90 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia} \end{cases}$$

$$\text{limite inferior do mercado/cenário 2: } \begin{cases} 2000 \times 10^9 \text{ kcal/ano} \\ 0.57 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia} \end{cases}$$

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS DO CAPÍTULO 5

- 1 **AGÊNCIA PARA APLICAÇÃO DE ENERGIA** - *"Consumo de energia nas indústrias do Estado de São Paulo: Relatório final"*; São Paulo, 1989.
- 2 — - *"Uso final de energia nas indústrias do Estado de São Paulo - 1986/1989 (versão preliminar)"*; São Paulo, 1990.
- 3 **BASKÁKOV, A.P.** - *"Termotécnica"*; Ed. Mir, Moscou, 1982.
- 4 **INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DE SÃO PAULO S/A (IPT)** - *"Conservação de energia na indústria de celulose e papel"*; São Paulo, 1985.
- 5 **MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA/SECRETARIA NACIONAL DE ENERGIA** - *"Balanço energético nacional - 1992"*; Brasília, 1992.
- 6 **NOGUEIRA, L.A.H.; SANTOS, A.H.M.** - *"Cogeração industrial: Aspectos técnicos e econômicos"*.
- 7 **VEIRANO, M.S.; GODOY, A.L.; MEDINA, G.P.** - *"Secadores industriais: estudo sobre eficiência e conservação de energia em um secador industrial"*; trabalho de avaliação, UNICAMP, Campinas, 1986.
- 8 **WALTER, A.** - *"Cogeração"*; trabalho elaborado para o convênio ELETROPAULO/UNICAMP/USP/Comunidade Econômica Européia, Campinas, 1992.

6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

6.1 CONSIDERAÇÕES GERAIS

A forma final deste trabalho foi definida pelas informações disponíveis para o tratamento da questão energética da RA de Campinas. Seria desejável a obtenção de resultados mais detalhados, que levassem em conta aspectos importantes, como investimentos necessários para a substituição de energia e a evolução dos preços relativos das fontes energéticas. Informações dessa natureza poderiam ser retribuídas com contribuições significativas a um melhor equacionamento do problema energético.

A inexistência de dados fundamentais a qualquer nível de análise pode ser constatada quando se verifica que índices básicos, como o PIB industrial, não são calculados para as regiões administrativas do Estado de São Paulo.

Limita-se muito, dessa forma, o raio de ação de projetos como este, que carecem de recursos financeiros e materiais para a realização de pesquisas de campo mais detalhadas.

Trabalhos pioneiros (e de vital importância), como a pesquisa *“Usos finais de energia no Estado de São Paulo”*, elaborada pela Agência para Aplicação de Energia deveriam ser incentivados, aprimorados e mais do que isso inseridos em uma tão necessária *“política de informações”*, institucionalizada e livre das inconstâncias do poder executivo. Dessa forma os recursos fornecidos pela Universidade, poderiam render contribuições muito maiores do que as aqui contidas.

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES SOBRE OS IMPACTOS DO GÁS NATURAL NA MATRIZ ENERGÉTICA

Os resultados obtidos por este trabalho, mostram que condições favoráveis podem levar à concretização de um mercado inicial de grandes proporções - aproximadamente 26% do consumo final do setor industrial da RA de Campinas. Sem que demasiada importância seja dada aos números absolutos (carregados de incertezas típicas das análises macroeconômicas), conclui-se que essa situação provoca impactos importantes na matriz energética regional:

- Deslocamento acentuado dos derivados de petróleo (principalmente óleo combustível), que pode ter até 70% de seu consumo final substituído, com consequências muito importantes sobre as refinarias, o mercado de petróleo brasileiro e ainda do ponto de vista ambiental, uma vez que o GN é um combustível mais "limpo" do que o óleo.
- Redução importante do mercado industrial das concessionárias de energia elétrica. Até 12% do consumo final de eletricidade pode ser substituído, em sua maior parte, via co-geração, o que do mesmo modo que no caso do óleo provocaria impactos importantes no mercado de energia elétrica.

Mesmo uma situação mais desfavorável de mercado, como a prevista pela combinação da hipótese inferior, combinada com o cenário 2, mostra uma substituição significativa de derivados de petróleo.

Essa hipótese mostra também a importância da difusão da co-geração, aliada à penetração do GN, pois tendo sido essa desconsiderada para o limite inferior de mercado, o consumo final de eletricidade comprada à rede aumentou.

Deve ser destacada ainda a avaliação de que mesmo uma participação elevada do GN na matriz industrial representa em termos de oferta um número razoavelmente pequeno - $3.3 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{dia}$, ou 18.3% da provável vazão a ser contratada.

A pequena demanda em relação à oferta, mesmo levando em conta a concorrência de outras regiões, reforça as condições favoráveis para a instalação de um grande mercado consumidor, pelo menos nos primeiros anos de operação.

A demanda de biomassa sofre muito pouca influência da penetração do GN na matriz energética.

É necessário que se mencione ainda a importância da agregação de uma ampla e complexa análise da questão ambiental associada à utilização em larga escala do GN, pois apesar da afirmação corrente que o GN é um energético mais "mais limpo" do que outros derivados de petróleo, ao seu uso poderá provocar impactos complexos tanto na matriz energética, quanto na atividade industrial e estes terão consequências ambientais, não necessariamente positivas.

A oferta abundante de um energético competitivo pode levar, por exemplo, à concentração de indústrias energo-intensivas na região, com impactos ambientais extremamente desfavoráveis.

Nota-se, por fim, o quanto o planejamento regionalizado pode ser útil na otimização global do sistema energético. O conhecimento de aspectos importantes de pequenas regiões oferecem as condições necessárias a ações descentralizadas, muito mais eficientes se bem articuladas no seu conjunto.

6.3 RECOMENDAÇÕES

A) Trabalhos dessa natureza devem ser refinados em alguns aspectos:

- Dados mais precisos provenientes de pesquisas de campo devem ser levantados.
- Utilização de técnicas mais elaboradas, que possam projetar a demanda provável de GN em função de parâmetros restritivos, como custo da substituição energética e preços relativos.

B) Esses trabalhos, mais desenvolvidos, devem ser aplicados às outras regiões administrativas do Estado de São Paulo onde existe, ou é possível a oferta de GN a curto e médio prazos, pois a utilização do GN pode trazer consequências importantes sobre os sistemas de oferta dos energéticos concorrentes (petróleo e eletricidade), as quais devem ser cuidadosamente avaliadas:

- A difusão das instalações de co-geração, que poderá ser incentivada pelo uso do GN poderá vir a ter significativa influência sobre o planejamento da expansão do setor elétrico.
- Uma substituição de tal ordem dos derivados de petróleo (principalmente o óleo combustível), poderá gerar excedentes e a necessidade de alteração dos perfis de refino de algumas refinarias.

Os resultados numéricos aqui obtidos devem ser utilizados sempre com muita cautela e é necessário que se tenham bem claras as hipóteses assumidas para sua obtenção.

ANEXO A: PRODUÇÃO E RESERVAS DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

TABELA A1: RESERVAS DE GAS NATURAL NO MUNDO (Reservas provadas estimadas)

Fontes: O&G Journal - Vol. 70, #16; Vol. 72, #52; Vol. 76, #52; Vol. 83, #52; Vol. 86, #52; Vol. 87, #52; Vol. 88, #53.
Fator de conversão utilizado: 10⁹ m³ = 0,912 EEP

PAIS/REGIAO		1974 (11/75) R.P. (MIEP)	%	1980 (11/81) R.P. (MIEP)	%	1985 (11/86) R.P. (MIEP)	%	1988 (26/12) R.P. (MIEP)	%	1989 (25/12) R.P. (MIEP)	%	1990 (31/12) R.P. (MIEP)	%
America do Sul	Argentina	193,7	0,3	568,1	0,8	609,2	0,7	683,5	0,7	705,0	0,7	867,3	0,6
	Venezuela	1110,5	1,7	1084,6	1,6	1525,4	1,7	2939,3	2,6	2603,2	2,5	2729,7	2,5
	Brasil	23,6	0,0	38,7	0,1	79,0	0,1	95,6	0,1	99,4	0,1	104,5	0,1
	Bolivia	284,1	0,4	108,5	0,2	121,4	0,1	138,3	0,1	141,4	0,1	107,1	0,1
	Outros (1)	433,6	0,7	351,2	0,5	293,7	0,3	330,2	0,3	332,1	0,3	507,0	0,5
	Sub-Total	2045,7	3,1	2191,2	3,2	2629,6	2,9	3892,9	3,8	3881,1	3,8	4145,6	3,8
America do Norte e Central	EUA	6456,2	9,8	4932,6	7,2	5087,5	5,7	4834,4	4,7	4261,1	4,1	4292,1	3,9
	Canada	1355,8	2,1	2254,5	3,3	2574,7	2,9	2456,0	2,4	2435,3	2,4	2520,5	2,3
	Mexico	367,4	0,6	1665,7	2,4	1987,3	2,2	1931,7	1,9	1895,6	1,8	1877,5	1,7
	Outros (2)	164,9	0,2	310,2	0,5	271,9	0,3	271,8	0,3	257,8	0,3	233,1	0,2
	Sub-Total	8354,4	12,7	9163,0	13,4	9921,5	11,0	9494,0	9,3	8849,8	8,6	8923,2	8,2
URSS e Europa Oriental	URSS	20969,9	31,8	23759,0	34,9	38737,4	43,1	38737,4	37,8	38737,4	37,6	41319,8	38,0
	Outros (3)	284,1	0,4	281,5	0,4	413,2	0,5	748,9	0,7	723,1	0,7	490,7	0,5
	Sub-Total	21253,9	32,2	24040,5	35,3	39150,6	43,5	39486,4	38,7	39460,5	38,3	41810,6	38,5
Europa Ocidental	Noruega	637,9	1,0	1102,7	1,6	2685,6	3,0	2206,0	2,2	2122,8	2,1	1568,9	1,4
	Holanda	2448,2	3,7	1801,1	2,3	1732,1	1,9	1614,1	1,6	1577,9	1,5	1572,7	1,4
	Reino Unido	1291,2	2,0	840,6	0,9	852,2	0,9	588,2	0,6	537,2	0,5	510,7	0,5
	Alemanha Oc.	236,3	0,4	154,9	0,2	165,9	0,2	242,5	0,2	171,5	0,2	320,2	0,3
	Outros (4)	512,7	0,8	578,3	0,8	368,3	0,4	489,1	0,5	484,0	0,5	526,0	0,5
	Sub-Total	5186,3	7,9	4575,8	6,0	5834,3	6,5	5149,0	5,0	4893,4	4,8	4496,5	4,1
Oriente Medio	Iran	6522,2	12,0	12525,1	18,4	12137,7	13,5	12787,9	12,5	12912,5	12,5	16504,0	14,3
	Abu Dhabi	5165,0	7,8	515,5	0,8	529,4	0,6	4738,9	4,6	4723,4	4,6	4720,8	4,3
	Qatar	206,8	0,3	1549,5	2,3	3622,1	4,2	4048,8	4,0	4212,1	4,1	4214,6	3,9
	Arábia Saudita	1420,4	2,2	2840,7	4,2	3124,8	3,5	3787,9	3,7	4683,3	4,5	4657,7	4,3
	Iraque	710,2	1,1	708,9	1,0	748,9	0,8	2453,4	2,4	2453,4	2,4	2453,4	2,3
	Kuwait	826,4	1,3	795,4	1,2	839,3	0,9	1097,6	1,1	1255,1	1,2	1255,1	1,2
	Outros (5)	520,9	0,8	494,9	0,7	913,0	1,0	1894,1	1,8	1443,8	1,4	1429,2	1,3
	Sub-Total	17371,7	26,3	19431,1	28,5	22115,8	24,6	30556,4	29,9	31683,5	30,8	34228,8	31,5
Africa	Argelia	5913,9	9,0	3396,0	5,0	2765,3	3,1	2691,0	2,6	2944,0	2,9	2962,1	2,7
	Nigeria	1182,1	1,8	1058,8	1,6	1213,8	1,3	2195,1	2,1	2257,1	2,2	2257,1	2,1
	Libia	684,4	1,0	614,6	0,9	552,4	0,6	663,7	0,6	658,5	0,6	1110,5	1,0
	Outros (6)	373,8	0,6	314,5	0,5	580,9	0,7	591,9	1,0	1028,6	1,0	1034,1	1,0
	Sub-Total	8134,2	12,3	5383,7	7,9	5122,4	5,7	6541,7	6,4	6889,3	6,7	7363,9	6,8
Oriente	India	64,8	0,1	306,9	0,5	435,9	0,5	591,4	0,6	594,0	0,6	848,9	0,8
	Paquistao	413,2	0,6	390,0	0,6	397,7	0,4	457,7	0,4	464,8	0,5	503,6	0,5
	China	845,6	1,0	632,7	0,9	774,7	0,9	818,7	0,8	911,6	0,9	911,6	0,8
	Outros (7)	448,8	0,7	446,3	0,7	487,7	0,6	732,3	0,7	791,7	0,8	771,5	0,7
	Sub-Total	1572,2	2,4	1776,8	2,6	2106,1	2,3	2600,0	2,5	2762,1	2,7	2933,6	2,6
Oceania	Indonesia	387,4	0,6	506,9	0,9	919,4	1,0	2159,0	2,1	2246,8	2,2	2393,0	2,2
	Malasia	599,1	0,9	387,4	0,6	1361,0	1,5	1335,2	1,3	1340,3	1,3	1469,4	1,4
	Australia	981,3	1,5	774,7	1,1	470,5	0,5	428,7	0,4	428,1	0,4	397,7	0,4
	Outros (8)	129,1	0,2	346,3	0,5	348,7	0,4	511,1	0,5	542,8	0,5	648,4	0,6
	Sub-Total	2066,0	3,1	2115,3	3,1	3097,6	3,4	4433,9	4,3	4546,0	4,4	4879,5	4,5
TOTALS		65984,4	100,0	68139,2	100,0	69976,5	100,0	102145,2	100,0	102974,8	100,0	108690,6	100,0

(1) Inclui: Chile, Colômbia, Peru e Equador.

(2) Inclui: Trinidad & Tobago, Barbados, Guatemala e Cuba (a partir de 1990).

(3) Inclui todos os países do bloco comunista até 1989, em 1990 somente Romênia, Iugoslávia, Albânia, Bulgária, Tchecoslováquia, Hungria e Polónia.

(4) Inclui: Áustria, Dinamarca, França, Grécia, Irlanda, Itália e Espanha.

(5) Inclui: Turquia, Bahrain, Dubai, Israel, Jordânia, Zona Neutra, Oman, Ras al Khaimah, Sharjah e Síria.

(6) Inclui: Angola, Benin, Camerão, Congo, Egito, Etiópia, Gabão, Costa do Marfim, Madagascar, Marrocos, Moçambique, Somália, África do Sul, Sudão, Tanzânia, Tunísia e Zaire.

(7) Inclui: Afeganistão, Bangladesh, Burma (Myanmar), China, Taiwan, Japão, Tailândia e Viet Nam (a partir de 1990).

TABELA A2: RESERVAS DE PETRÓLEO NO MUNDO (Reservas provadas estimadas)

Fontes: O&G Journal - Vol. 70, #16; Vol. 72, #52; Vol. 78, #52; Vol. 83, #52; Vol. 86 #52; Vol. 87, #52; Vol. 88, #53.

PAÍS/REGIÃO		1974 (1/1/75)		1980 (1/1/81)		1985 (1/1/86)		1989 (26/12)		1989 (25/12)		1990 (31/12)	
		R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%
América do Sul	Argentina	322,3	0,3	337,5	0,4	315,9	0,3	311,5	0,2	313,2	0,2	313,2	0,2
	Venezuela	2060,4	2,1	2465,7	2,8	3515,2	3,7	7978,8	6,4	8036,3	5,8	8109,9	5,9
	Brasil	106,5	0,1	178,8	0,2	284,3	0,3	350,3	0,3	386,8	0,3	390,1	0,3
	Bolívia	34,3	0,0	15,4	0,0	21,2	0,0	24,2	0,0	25,0	0,0	16,4	0,0
	Outros(1)	537,9	0,6	405,2	0,5	582,0	0,6	570,1	0,5	592,6	0,4	570,5	0,4
	Sub-Total	3361,4	3,4	3402,3	3,8	4719,7	4,9	9234,7	7,4	9333,9	6,8	9400,1	6,8
América do Norte e Central	EUA	4848,9	4,9	3828,4	4,1	3848,2	4,0	3840,1	2,9	3552,2	2,8	3595,7	2,8
	Canadá	1291,2	1,3	679,1	1,0	892,9	0,9	932,1	0,7	842,3	0,6	794,4	0,6
	México	1865,7	1,9	8044,0	6,8	6772,0	7,0	7432,7	6,0	7742,4	5,6	7140,5	5,2
	Outros (2)	346,8	0,4	99,0	0,1	81,1	0,1	84,1	0,1	77,7	0,1	92,8	0,1
	Sub-Total	8352,6	8,5	10648,5	12,0	11592,1	12,1	12089,0	9,7	12214,9	8,9	11623,4	8,5
URSS e Europa Oriental	URSS	0,0	0,0	8653,8	9,7	8379,1	8,7	8035,7	6,4	8022,0	5,8	7829,7	5,7
	Outros (3)	15357,1	15,6	421,0	0,5	267,9	0,3	240,4	0,2	233,5	0,2	254,8	0,2
	Sub-Total	15357,1	15,6	9074,9	10,2	8647,0	9,0	8276,1	6,6	8255,5	6,0	8084,5	5,9
Europa Ocidental	Noruega	1002,7	1,0	755,5	0,8	1497,3	1,6	1433,4	1,1	1588,0	1,1	1045,2	0,8
	Holanda	34,3	0,0	39,1	0,0	34,5	0,0	28,2	0,0	23,3	0,0	21,6	0,0
	Reino Unido	2156,8	2,2	2033,0	2,3	1785,7	1,9	710,9	0,6	584,6	0,4	525,4	0,4
	Alemanha Oc.	75,5	0,1	61,8	0,1	40,1	0,0	58,0	0,0	54,9	0,0	58,4	0,0
	Outros (4)	221,7	0,2	245,2	0,3	229,3	0,2	286,1	0,2	265,1	0,2	248,5	0,2
	Sub-Total	3490,9	3,6	3134,6	3,5	3586,9	3,7	2496,6	2,0	2513,9	1,8	1899,1	1,4
Oriente Médio	Irã	9065,9	9,2	7898,4	8,9	6576,4	6,8	12754,1	10,2	12755,5	9,2	12754,1	9,3
	Abu Dhabi	4120,9	4,2	3983,5	4,5	4258,2	4,4	12685,5	10,2	12685,5	9,2	12684,8	9,2
	Qatar	824,2	0,8	492,4	0,6	453,3	0,5	432,7	0,3	618,1	0,4	618,1	0,5
	Arábia Saudita	22598,2	23,0	22664,8	25,4	23188,8	24,1	23347,5	18,7	35021,8	25,4	35371,4	25,8
	Iraque	4807,7	4,9	4120,9	4,6	6059,1	6,3	13736,3	11,0	13736,3	10,0	13736,3	10,0
	Kuwait	10000,0	10,2	8914,8	10,0	12331,6	12,8	12626,4	10,1	12984,2	9,4	12984,2	9,5
	Outros (5)	4080,2	4,1	1860,2	1,9	1849,7	1,9	2995,2	2,4	2983,4	2,2	2976,5	2,2
	Sub-Total	55473,0	56,4	49738,0	55,8	54715,1	56,9	78557,7	63,0	90764,8	65,9	91105,3	66,4
África	Argélia	1057,7	1,1	1126,4	1,3	1211,5	1,3	1153,8	0,9	1263,7	0,9	1263,7	0,9
	Nigéria	2670,9	2,8	2294,0	2,6	2280,2	2,4	2197,6	1,8	2197,6	1,6	2348,9	1,7
	Libia	3853,8	3,7	3159,3	3,5	2925,8	3,0	3022,0	2,4	3131,9	2,3	3131,9	2,3
	Outros (6)	1799,4	1,8	995,7	1,1	1375,8	1,4	1451,1	1,2	1831,6	1,3	1482,4	1,1
	Sub-Total	9381,8	9,5	7576,3	8,5	7793,1	8,1	7824,7	6,3	8425,0	6,1	8226,9	6,0
Oriente	Índia	114,6	0,1	354,4	0,4	513,2	0,5	872,8	0,7	1032,5	0,7	1099,5	0,8
	Paquistão	3,9	0,0	27,0	0,0	15,0	0,0	23,4	0,0	18,3	0,0	22,3	0,0
	China	0,0	0,0	2815,9	3,2	2590,2	2,6	3234,9	2,6	3296,7	2,4	3296,7	2,4
	Outros (7)	42,6	0,0	12,5	0,0	33,0	0,0	27,4	0,0	47,8	0,0	105,6	0,1
	Sub-Total	161,1	0,2	3209,8	3,6	3091,3	3,2	4158,5	3,3	4393,2	3,2	4523,1	3,3
Oceania	Indonésia	2080,4	2,1	1304,9	1,5	1167,6	1,2	1133,2	0,9	1128,4	0,8	1517,9	1,1
	Malásia	343,4	0,3	412,1	0,5	425,8	0,4	401,4	0,3	405,2	0,3	398,4	0,3
	Austrália	315,9	0,3	324,2	0,4	199,0	0,2	229,8	0,2	230,3	0,2	215,1	0,2
	Outros (8)	10,3	0,0	261,4	0,3	236,6	0,2	247,0	0,2	238,5	0,2	246,9	0,2
	Sub-Total	2750,1	2,8	2302,6	2,6	2029,0	2,1	2011,5	1,6	2000,3	1,5	2378,3	1,7
TOTAIS		98310,1	100,0	89083,1	100,0	96173,2	100,0	124648,7	100,0	137921,6	100,0	137240,9	100,0

(1) Inclui: Chile, Colômbia, Peru e Equador.

(2) Inclui: Trinidad & Tobago, Barbados, Guatemala e Cuba (a partir de 1990).

(3) Inclui os países do bloco comunista (inclusive URSS e China) em 1974. De 1980 em diante, URSS e China são contabilizados a parte. Em 1990 somente Romênia, Iugoslávia, Albânia, Bulgária, Tchecoslováquia, Hungria e Polónia.

(4) Inclui: Áustria, Dinamarca, França, Grécia, Irlanda, Itália e Espanha.

(5) Inclui: Turquia, Bahrain, Dubai, Israel, Jordânia, Zona Neutra, Oman, Ras al Khaimah, Sharjah e Síria.

(6) Inclui: Angola, Benin, Camerão, Congo, Egito, Etiópia, Gabão, Costa do Marfim, Madagascar, Marrocos, Moçambique, Somália, África do Sul, Sudão, Tanzânia, Tunísia e Zaire.

(7) Inclui: Afeganistão, Bangladesh, Burma (Myanmar), China, Taiwan, Japão, Tailândia e Viet Nam (a partir de 1990).

TABELA A3: PRODUÇÃO ESTIMADA DE PETRÓLEO NO MUNDO

Fontes: O&G Journal - Vol. 70, #16; Vol. 72, #52; Vol. 78, #52; Vol. 83, #52; Vol. 85 #52; Vol. 87, #52; Vol. 88, #53.

PAIS/REGIAO		1974 (1/1/73)		1980 (1/1/81)		1985 (1/1/86)		1988 (26/12)		1989 (25/12)		1990 (31/12)	
		R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%	R.P. (MIEP)	%
America do Sul	Argentina	21,2	0,7	24,6	0,8	22,4	0,8	22,5	0,8	23,0	0,8	23,7	0,8
	Venezuela	151,7	5,3	107,8	3,6	83,7	3,1	83,1	2,9	86,8	2,9	106,2	3,5
	Brasil	6,6	0,3	9,5	0,3	27,1	1,0	27,9	1,0	29,9	1,0	31,7	1,0
	Bolivia	2,4	0,1	1,5	0,1	1,0	0,0	0,9	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0
	Outros (1)	25,1	0,9	28,8	1,0	33,8	1,3	41,4	1,4	42,5	1,4	44,5	1,5
	Sub-Total	206,9	7,3	172,2	5,8	168,0	6,3	175,9	6,1	183,3	6,2	207,1	6,8
America do Norte e Central	EUJA	446,5	15,8	433,7	14,5	447,2	16,7	409,4	14,2	394,8	12,8	362,0	12,0
	Canada	84,3	3,0	73,7	2,5	72,8	2,7	80,5	2,8	79,6	2,7	75,6	2,5
	Mexico	25,7	0,9	98,3	3,3	140,2	5,2	128,7	4,4	131,3	4,4	132,0	4,4
	Outros (2)	9,1	0,3	11,0	0,4	9,2	0,3	7,7	0,3	8,0	0,3	8,6	0,3
	Sub-Total	567,7	19,9	616,8	20,8	669,5	25,0	624,3	21,6	603,7	20,3	578,2	19,1
URSS e Europa Oriental	URSS	0,0	0,0	804,2	20,2	586,9	22,3	625,6	21,6	609,2	20,5	576,6	19,1
	Outros (3)	524,4	18,4	22,1	0,7	23,1	0,9	21,2	0,7	19,8	0,7	15,3	0,5
	Sub-Total	524,4	18,4	826,3	20,9	610,0	23,1	646,7	22,4	629,0	21,1	591,9	19,6
Europa Ocidental	Noruega	1,5	0,1	26,6	0,9	36,7	1,4	53,6	1,8	73,7	2,5	78,9	2,8
	Holanda	1,4	0,0	1,2	0,0	3,5	0,1	4,2	0,1	4,4	0,1	3,6	0,1
	Reino Unido	0,1	0,0	80,2	2,7	126,3	4,7	119,1	4,1	97,4	2,9	93,3	3,1
	Alemanha Oc.	6,3	0,2	4,5	0,2	4,0	0,2	3,9	0,1	3,7	0,1	3,9	0,1
	Outros (4)	6,4	0,2	6,2	0,2	12,1	0,5	16,7	0,6	16,5	0,6	16,6	0,5
	Sub-Total	15,7	0,5	118,7	4,0	184,6	6,9	197,5	6,8	185,7	6,2	196,2	6,5
Oriente Medio	Iran	307,2	10,8	84,2	2,1	114,3	4,3	110,7	3,8	147,1	4,8	156,4	5,2
	Abu Dhabi	87,7	3,1	69,2	2,3	35,4	1,3	50,8	1,8	68,1	2,3	79,6	2,8
	Qatar	27,4	1,0	23,6	0,8	14,9	0,6	17,5	0,6	19,8	0,7	19,4	0,6
	Arabia Saudita	421,2	14,8	482,3	16,1	165,2	6,2	236,1	8,2	247,5	8,3	311,8	10,3
	Iraq	91,7	3,2	130,4	4,4	70,0	2,6	134,3	4,6	141,9	4,8	104,4	3,5
	Kuwait	130,4	4,6	70,2	2,3	41,3	1,5	62,9	2,2	77,3	2,6	54,1	1,8
	Outros (5)	71,1	2,5	72,5	2,4	75,7	2,8	94,4	3,3	104,8	3,5	108,8	3,6
	Sub-Total	1136,7	39,9	912,3	30,5	516,8	19,3	795,5	24,4	806,9	27,1	834,1	27,6
Africa	Angola	44,6	1,6	50,1	1,7	32,2	1,2	33,4	1,2	35,0	1,2	40,0	1,3
	Nigeria	116,3	4,1	105,3	3,5	72,5	2,7	68,1	2,4	80,5	2,7	90,5	3,0
	Libia	85,2	3,0	89,2	3,0	52,4	2,0	50,8	1,8	55,2	1,9	68,6	2,3
	Outros (6)	30,0	1,1	56,0	1,9	85,5	3,2	96,8	3,3	98,5	3,3	104,0	3,4
	Sub-Total	275,1	9,7	300,7	10,0	242,6	9,0	249,1	8,8	269,2	9,0	303,3	10,0
Oriente	India	7,5	0,3	9,3	0,3	30,8	31,7	31,7	1,1	33,8	1,1	34,0	1,1
	Paquistan	0,4	0,0	0,5	0,0	1,7	2,4	2,4	0,1	2,3	0,1	3,0	0,1
	China	0,0	0,0	108,8	3,6	124,0	134,9	134,9	4,7	138,9	4,7	138,1	4,6
	Outros (7)	2,0	0,1	2,2	0,1	3,9	3,5	3,5	0,1	3,3	0,1	5,4	0,2
	Sub-Total	9,8	0,3	120,8	4,0	160,4	172,4	172,4	6,0	178,2	6,0	180,6	6,0
Oceania	Indonesia	73,1	2,6	78,7	2,6	61,1	2,3	57,0	2,0	60,6	2,0	63,9	2,1
	Malasia	16,4	0,6	14,0	0,5	21,7	0,8	27,1	0,9	27,9	0,9	30,3	1,0
	Australia	18,6	0,7	19,1	0,6	27,9	1,0	27,7	1,0	24,5	0,8	29,2	1,0
	Outros (8)	0,2	0,0	12,5	0,4	8,9	0,3	8,8	0,3	8,6	0,3	9,4	0,3
	Sub-Total	108,2	3,8	124,3	4,2	119,6	4,5	120,6	4,2	121,8	4,1	122,8	4,4
TOTALS		2946,4	100,0	2991,9	100,0	2691,5	266,4	2893,1	100,0	2977,2	100,0	3024,1	100,0

(1) Inclui: Chile, Colombia, Peru e Ecuador.

(2) Inclui: Trinidad & Tobago, Barbados, Guatemala e Cuba (a partir de 1990).

(3) Inclui os países do bloco comunista (inclusive URSS e China) em 1974. De 1980 em diante, URSS e China são contabilizados a parte. Em 1990 somente Romenia, Yugoslavia, Albania, Bulgaria, Czechoslovakia, Hungria e Polonia.

(4) Inclui: Austria, Dinamarca, França, Grécia, Irlanda, Itália e Espanha.

(5) Inclui: Turquia, Bahrain, Dubai, Israel, Jordania, Zona Neutra, Oman, Ras al Khaimah, Sharjah e Syria.

(6) Inclui: Angola, Benin, Camerão, Congo, Egito, Etiópia, Gabão, Costa do Marfim, Madagascar, Marrocos, Moçambique, Somália, África do Sul, Sudão, Tanzânia, Tunísia e Zaire.

(7) Inclui: Afeganistão, Bangladesh, Burma (Myanmar), China, Taiwan, Japão, Tailândia e Viet Nam (a partir de 1990).

TABELA A4 - PRODUÇÃO MUNDIAL DE PETRÓLEO E GÁS NATURAL

Fontes: O&G Journal - Vol. 70, #16; Vol. 72, #52; Vol. 78, #52; Vol. 83, #52; Vol. 86, #52; Vol. 87, #52; Vol. 88, #53.

Fator de conversão UTILIZADO: $10^3 \text{ M}^3 = 0,912 \text{ tEP}$

ENERG./ANO	1974	1980	1984	1988	1989	1990
G.N.	1226.0	1514.8	1547.8	1833.0	1916.9	1952.6
PETRÓLEO	2846.4	2991.9	2681.5	2893.1	2977.2	3024.1

TABELA A5 - RESERVAS PROVADAS DE GÁS NATURAL E PETRÓLEO NO BRASIL

Unidade: 10^3 tEP

Fonte: Balanço energético nacional 1986, 1991

ANOS	GÁS	PETRÓLEO	TOTAL
1970	24270	114475	138745
1971	23904	114307	138212
1972	23819	106529	130348
1973	23587	103370	126957
1974	23950	100615	124565
1975	23654	103828	127481
1976	31131	116874	148005
1977	35983	149588	185571
1978	40483	153914	194397
1979	41115	170641	211756
1980	47920	180204	228125
1981	54982	201794	256776
1982	65969	235234	301202
1983	74425	254985	329409
1984	76510	277250	353759
1985	84573	298850	383423
1986	87401	325089	412489
1987	96073	351601	447674
1988	99317	386839	486156
1989	105799	379105	484904
1990	104488	383447	487935

TABELA A6 - PRODUÇÃO DE GÁS NATURAL E PETRÓLEO NO BRASIL

Unidade: 10³ tEP

Fonte: Balanço energético nacional 1985, 1991

ANOS	GÁS NATURAL					PETRÓLEO				
	PRODUÇÃO	VAR. DE ESTOQUES	NÃO APROVEIT.	RE-INJET.	OFERTA BRUTA	PRODUÇÃO	IMPORT.	VAR. DE ESTOQUES	EXPORT.	OFERTA BRUTA
1971	1140	0	-619	-264	257	8313	19935	-943	-748	26557
1972	1202	0	-549	-365	288	8158	25228	-486	-1032	31868
1973	1142	0	-416	-395	331	8296	34347	-3750	-838	38055
1974	1440	0	-376	-562	502	8648	33818	-1825	-650	39991
1975	1573	0	-362	-654	557	8585	35847	882	-1081	44233
1976	1590	0	-379	-690	621	8344	41132	421	-2869	47028
1977	1750	0	-367	-636	747	8025	40704	765	-1353	48141
1978	1871	0	-456	-512	903	8002	44957	955	-242	53672
1979	1838	0	-517	-375	946	8262	50050	-2457	0	55855
1980	2134	0	-586	-483	1065	9083	43485	2082	-60	54580
1981	2395	0	-784	-583	1018	10675	42261	542	-738	52740
1982	2933	0	-955	-613	1365	12984	39856	378	-1103	52115
1983	3885	0	-1369	-657	1859	16595	36692	-2077	-51	51158
1984	4746	0	-1616	-783	2347	23216	32689	-1511	0	54394
1985	5292	0	-1547	-872	2873	27493	27422	-63	0	54852
1986	5604	16	-1180	-979	3361	26784	30234	-647	0	56371
1987	5596	156	-938	-1011	3803	28463	31109	185	0	59757
1988	5857	7	-1010	-1032	3822	27853	32110	91	-187	59867
1989	6910	0	-949	-926	4035	29845	29667	557	0	60069
1990	6082	-77	-1140	-842	4023	31905	28881	-1524	0	59262

ANEXO B: INDICADORES E ESTATÍSTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO E DA REGIÃO ADMINISTRATIVA DE CAMPINAS

TABELA B1 - VALOR ADICIONADO NA INDÚSTRIA PAULISTA - 1987

Fonte: Secretaria da Fazenda/PRODESP

Deflator: Cr\$ 1,00 (1980) = 1.1665140477454 x Cz\$ 1,00 (corrente)

ATIVIDADE	COD.	QUANT. DE ESTAB.	VALOR ADICIONADO (Cr\$ 1987)	VALOR ADICIONADO (Cr\$ 1980)	PARTICIP. RELATIVA
Material de transporte	1	1545	253,607,640,672	295,836,875,459	12.30
Metalúrgica	2	8339	247,196,199,822	288,357,839,642	11.99
Material elétrico e de comunic.	5	2746	166,678,941,756	194,433,327,022	8.08
Produtos químicos	6	1898	221,178,122,612	258,007,387,081	10.73
Produtos alimentares	7	2539	181,199,111,726	211,371,309,267	8.79
Produtos têxteis	8	1988	140,797,596,106	164,242,373,746	6.83
Prod. farmacêuticos, med., perf.	9	566	61,083,847,531	71,255,166,235	2.96
Prod. minerais não-metálicos	10	6924	79,097,284,909	92,268,093,985	3.84
Papel e papelão	11	933	84,482,458,154	98,549,974,225	4.10
Mecânica	12	4204	171,920,898,818	200,548,143,572	8.34
Vestuário, calc. e art. de tecidos	13	16077	81,246,314,760	94,774,967,495	3.94
Material plástico	14	2557	67,473,812,491	78,709,150,126	3.27
Produtos de borracha	15	542	47,140,408,916	54,989,949,217	2.29
Bebidas, liq. alcoólicos e vinagre	16	857	28,399,448,787	33,128,355,958	1.38
Mobiliários	17	4289	23,070,344,403	26,911,880,832	1.12
Editorial e gráfica	19	2616	26,943,050,716	31,429,447,149	1.31
Diversos (I e III)	20	2008	32,901,715,891	38,380,313,782	1.60
Diversos (II)	21	968	70,482,060,077	82,218,313,194	3.42
Madeira	22	2297	11,569,790,303	13,496,322,918	0.56
Produtos agrícolas	23	1842	11,332,818,767	13,219,892,292	0.55
Prod. pecuários e frigoríficos	24	345	13,172,862,429	15,366,095,770	0.64
Fumo	25	12	28,620,285,737	33,385,965,363	1.39
Pedra e outros mat. de constr.	26	637	2,235,418,730	2,607,647,351	0.11
Couros, peles e prod. similares	27	778	5,668,534,323	6,612,424,918	0.27
Outras Indústrias	28	734	4,755,205,911	5,547,014,495	0.23
TOTAIS		68241	2,062,253,974,347	2,405,648,231,095	100.00

REPRESENTATIVIDADE DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA DA CLASSE INDUSTRIAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

SECTOR DE ATIVIDADE ¹	Nº DE CONSUMIDORES			CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (KW/h)		
	A ² SP	B SICEN	B/A %	C ³ SP	D SICEN	D/C %
00 EXTRAÇÃO E TRAT. MINERAIS	819	9	1,5	455,2	20,4	4,5
10 IND. PROD. MIN. N. METÁLICOS	6 859	147	2,2	2 294,8	1 428,7	62,0
11 IND. METALÚRGICA	12 447	101	0,8	7 890,0	5 818,0	74,0
12 IND. MECÂNICA	3 971	19	0,5	1 158,3	250,7	21,6
13 IND. MAT. ELÉT. E COMUNICAÇÕES	2 045	26	1,3	1 196,8	468,4	39,1
14 IND. MAT. TRANSPORTE	1 424	38	2,7	3 500,0	2 318,8	66,3
15 IND. DE MADEIRA	4 518	4	0,1	388,3	203,1	52,3
16 IND. MOBILIÁRIO	4 413	5	0,1	185,1	34,7	21,5
17 IND. PAPEL E PAPELÃO	1 001	75	7,5	2 810,4	2 285,4	81,3
18 IND. BICHFACIA	828	18	2,2	807,2	413,4	51,1
19 IND. COWHOS, PELES E PROD. SIMIL.	643	7	1,1	75,6	27,6	36,5
20 IND. QUÍMICA	1 889	107	5,7	5 074,3	3 574,8	70,5
21 IND. PROD. FARM. E VETERINÁRIOS	333	11	3,3	442,1	293,9	66,5
22 IND. PERFUMARIA, SABÕES E VELAS	305	6	2,0	79,4	41,7	52,6
23 IND. PROD. MATERIAS PLÁSTICAS	2 678	13	0,5	961,1	155,3	16,3
24 IND. TEXTIL	3 515	151	4,3	3 403,2	2 466,0	72,5
25 IND. VEST. CALÇADOS E ARTES. TECIDOS	9 023	10	0,1	348,0	87,8	19,5
26 IND. PROD. ALIMENTÁRIOS	11 804	127	1,1	4 207,9	2 183,8	51,9
27 IND. BEBIDAS	573	24	4,2	543,9	388,7	71,5
28 IND. FUMO	21	1	4,8	37,1	17,7	47,8
29 IND. EDITORIAL E GRÁFICA	3 866	2	0,1	215,8	50,6	23,5
30 IND. DIVERSAS	5 353	13	0,2	511,8	166,3	32,5
32 IND. DE CONSTRUÇÃO	17 245	8	0,1	97,8	6,2	6,3
TOTAL	84.771	822	1,0	28.448,8	22.688,8	82,2

TABELA B2

**REPRESENTATIVIDADE DA PESQUISA EM RELAÇÃO AOS PRINCIPAIS ENERGÉTICOS
CONSUMIDOS NO ESTADO DE SÃO PAULO**

Energético	Consumo (tEP)		
	Estado de São Paulo (A)	SICEN (B)	B/A (%)
Eleticidade	3040648	1924917	63,3
Óleo combustível	2316999	1948827	84,1
Biomassa	1200000	1247772	104,0
Carvão	1240000	1142103	92,1
Gases	389000	415480	104,1
Derivados de petróleo	270000	74409	27,6
Totais	8466647	6753508	79,8

TABELA B3

Tabelas B2 e B3: Representatividade da pesquisa "Consumo de Energia nas Indústrias do Estado de São Paulo", publicada pela Agência para Aplicação de Energia em 1989

TABELA 2 - REPRESENTATIVIDADE DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

INDUSTRIAL POR REGIÃO ADMINISTRATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO - 1963 e 1969

REGIÃO	ABRANGE DE CONSUMIDORES				CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA (kW)			
	1963		1969		1963		1969	
ADMINISTRATIVA	SÃO PAULO	SICRE	R/A	SÃO PAULO	SICRE	R/A	SÃO PAULO	SICRE
	101	102	103	103	103	103	103	103
101 - GRANDE SÃO PAULO	20.118	04	10	41.256	04	10	17.616,7	3.473,2
102 - LITORAL	6.849	11	10	5.279	11	10	3.517,0	2.861,6
103 - VALE DO PARANAÍ	6.876	12	10	6.670	12	10	3.831,1	1.312,6
104 - ARACATUBA	5.846	14	10	6.160	14	10	6.246,8	6.363,7
105 - CAMPINAS	17.511	20	10	21.531	20	10	6.869,1	2.773,7
106 - RIBEIRÃO PRETO	9.556	21	10	10.772	21	10	1.366,2	372,7
107 - RUA	2.799	01	10	3.120	01	10	437,6	146,7
108 - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	6.672	01	10	6.661	01	10	204,1	35,6
109 - ARACATUBA	1.679	01	10	1.993	01	10	136,6	17,6
110 - PRESIDENTE PRUDENTE	2.866	10	10	3.196	10	10	279,7	5,6
111 - MARILIA	2.440	20	10	2.566	20	10	184,5	12,7
TOTAL	116.609	172	10	124.956	172	10	57.948,0	17.528,3

FONTE:

1. ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ENERGIA ELÉTRICA - CONSUMO POR MUNICÍPIO - ESTADO DE SÃO PAULO - CESP - 1963 e 1969
2. SICRE 1996

- REPRESENTATIVIDADE DA PESQUISA EM RELAÇÃO AO CONSUMO DE GÁS

COMBUSTÍVEL POR REGIÃO ADMINISTRATIVA DO ESTADO DE SÃO PAULO (1)

1963

REGIÃO ADMINISTRATIVA	CONSUMO DE GÁS COMBUSTÍVEL (1)			
	SÃO PAULO	SICRE	R/A	
	001	001	101	
101 - GRANDE SÃO PAULO	1.363.130	451.497	43,7	
102 - LITORAL	231.314	261.367	113,2	
103 - VALE DO PARANAÍ	278.200	87.871	31,6	
104 - ARACATUBA	217.266	71.617	32,6	
105 - CAMPINAS	726.275	239.641	32,9	
106 - RIBEIRÃO PRETO	163.440	36.679	22,4	
107 - RUA	22.876	12.666	55,5	
108 - SÃO JOSÉ DO RIO PRETO	11.770	-	0	
109 - ARACATUBA	66.706	-	0	
110 - PRESIDENTE PRUDENTE	6.819	-	0	
111 - MARILIA	7.196	-	0	
TOTAL	1.363.042	1.060.771	77,9	

FONTE: ESTATÍSTICAS ENERGÉTICAS MUNICIPAIS E REGIONAIS - ESTADO DE SÃO PAULO - 1963

TABELAS B4 e B5: Representatividade da pesquisa "Consumo de Energia nas Indústrias do Estado de São Paulo", publicada pela Agência para Aplicação de Energia em 1990

INDÚSTRIA DE PAPEL E CELULOSE NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST. F.M./TRANSP.	OUTROS		
ELETRICIDADE	17	0	0	0	78	5	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	70	0	28	0	0	1	100
BIOMASSA	100	0	0	0	0	0	100

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

IND. DE PAPEL E CELULOSE NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	13
DERIVADOS DE PETRÓLEO	11
BIOMASSA	76
TOTAL	100

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

Tabela B6: Indústria de papel e celulose - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais

INDÚSTRIA DE MATERIAL DE TRANSPORTE NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST. F.M./TRANSP.	OUTROS		
ELETRICIDADE	3	5	32	0	49	10	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	6	14	48	0	17	18	100
BIOMASSA	0	0	0	0	100	0	100

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

31

IND. DE MAT. DE TRANSPORTE NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	72
DERIVADOS DE PETRÓLEO	28
BIOMASSA	1
TOTAL	100

Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990

Tabela B7: Indústria de material de transporte - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais

INDÚSTRIA QUÍMICA NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE						
Valores em %						
FONTE	USOS FINAIS					
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST. F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	0	0	0	55	45
DERIVADOS DE PETRÓLEO	55	16	0	13	12	4
BIOMASSA	97	0	0	1	0	3
						100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990						

IND. QUÍMICA NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	42
DERIVADOS DE PETRÓLEO	9
BIOMASSA	49
TOTAL	100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990	

Tabela B8: Indústria química - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais

INDÚSTRIA CERÂMICA NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE						
Valores em %						
FONTE	USOS FINAIS					
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST. F.M./TRANSP.	OUTROS	TOTAL
ELETRICIDADE	0	10	23	7	57	2
DERIVADOS DE PETRÓLEO	1	0	77	22	0	1
BIOMASSA	0	0	0	100	0	0
						100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990						

IND. CERÂMICA NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	15
DERIVADOS DE PETRÓLEO	68
BIOMASSA	17
TOTAL	100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990	

Tabela B9: Indústria cerâmica - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais

INDÚSTRIA TEXTIL NA RA DE CAMPINAS - USOS FINAIS ENERGÉTICOS POR FONTE							
Valores em %							
FONTE	USOS FINAIS						TOTAL
	CALDEIRA	AQ. FT.	FORNO	SEC./EST. ? M./TRANSP.	OUTROS		
ELETRICIDADE	0	0	0	0	87	13	100
DERIVADOS DE PETRÓLEO	97	0	0	0	0	3	100
BIOMASSA	100	0	0	0	0	0	100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990							

INDÚSTRIA TEXTIL NA RA DE CAMPINAS	
PARTICIPAÇÃO DAS FONTES NO USO FINAL	
Valores em %	
FONTE	CONSUMO
ELETRICIDADE	48
DERIVADOS DE PETRÓLEO	8
BIOMASSA	45
TOTAL	100
Fonte: Agência para Aplicação de Energia, 1990	

Tabela B10: Indústria textil - usos finais energéticos e participação das fontes nos usos finais