

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA
COMISSÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO
SCPG-PLANEJAMENTO DE SISTEMAS ENERGÉTICOS

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE A REDAÇÃO FINAL DA
TESE DEFENDIDA POR OTACÍLIO BORGES
CANAVARROS E APROVADA PELA
COMISSÃO JULGADORA EM 01/07/94.

Dissertação de: MESTRADO

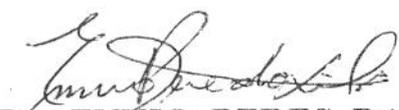

ORIENTADOR 02/08/94

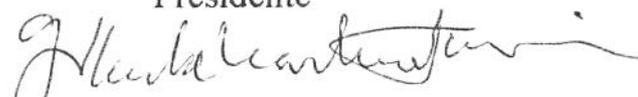
Título da Dissertação: O consumo e o potencial de energia da Região
Administrativa de Campinas- possibilidades de
substituição de energéticos -.

Autor: OTACÍLIO BORGES CANAVARROS

Orientador: ENNIO PERES DA SILVA

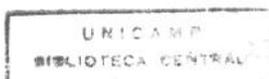
Aprovado por:


Prof.Dr. ENNIO PERES DA SILVA
Presidente


Prof.Dr. GILBERTO DE MARTINO JANNUZZI


Prof.Dra. ALPINA BEGOSSI

CAMPINAS, 01 de Julho de 1994



Universidade Estadual de Campinas

Faculdade de Engenharia Mecânica

Departamento de Energia

AIPSE - Área de Planejamento de Sistemas Energéticos

**O Consumo e o Potencial de Energia da Região
Administrativa de Campinas
- Possibilidades de Substituição de Energéticos -**

Autor: Otacílio Borges Canavarros

Orientador: Prof. Dr. Ennio Peres da Silva

Dissertação apresentada à AIPSE/FEM/UNICAMP como
parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE em Planejamento de Sistemas Energéticos.

Campinas/SP
maio de 1994

Dedicatória

Pela compreensão, apoio e estímulo, dedico este trabalho a minha esposa Maria Ester e aos meus filhos Fernando, Lisa, Diana e Alana.

Agradecimentos

Ao Professor Dr. Ennio Peres da Silva, pela sua exemplar orientação dada a esta dissertação, expresso os sentimentos de gratidão, respeito e admiração.

Aos Professores Dr. Gilberto Jannuzzi e Dr. Mario Cencig, em razão das valiosas observações feitas a este trabalho, expresso os meus agradecimentos.

A todas as pessoas que colaboraram na digitação e revisão deste trabalho.
Muito obrigado!

*"Quando orientas a proa visionária em direção a uma estrela,
e desdobras as asas para atingir tal excelssitude inacessível,
ansioso de perfeição, rebelde à mediocridade,
levas em ti o impulso misterioso de um ideal. "*

José Ingenieros
da obra
" O HOMEM MEDÍOCRE "

SUMÁRIO

	Pág.
Relação das Figuras, Gráficos e Quadros	VII
Relação das Tabelas	VIII
Relação das Siglas	IX
Resumo / "Abstract"	X
Capítulo 1 - Introdução	01
1.1- Considerações básicas	01
1.2- Objetivos da dissertação	01
1.3- Metodologia de trabalho	02
1.4- Revisão bibliográfica	03
Capítulo 2 - Caracterização da Região	05
2.1- Aspectos Político-Administrativos	05
2.2- Aspectos Sócio-Econômicos	06
2.3- Aspectos Geográficos e Ambientais	10
2.3.1- Aspectos Geográficos	10
2.3.2- Aspectos Ambientais	12
2.4- Aspectos Energéticos	14
Capítulo 3 - Consumo Energético da Região	17
3.1- Consumo por Setores Econômicos	17
3.2- Consumo por Energéticos	18
3.3- Consumo por Setores e por Energéticos	22
3.4- Usos Finais da Energia na RAC	26
3.5- Intensidades Energéticas da RAC e de SP	27
Capítulo 4 - Potenciais e Recursos Energéticos da RAC	30
4.1- Potenciais Energéticos Renováveis	30
4.1.1- Potenciais Hidroelétricos	30
4.1.2- Potenciais de Energia Elétrica Via Cogeração	32
4.1.3- Potenciais de Energia Solar	35
4.1.4- Potenciais de Energia Eólica	37
4.1.5.- Potenciais de Energia das Biomassas	40
4.1.5.1- Lenha	40
4.1.5.2- Álcool Automotivo	41
4.1.5.3- Bagaço de Cana	41
4.1.5.4- Palhas e Pontas de Cana	42

4.2- Recursos Energéticos Não Renováveis	42
4.2.1- Caracterização do Gás Natural	43
4.2.2- Oferta e Consumo do Gás Natural Nacional	43
4.2.3- Oferta do Gás Natural Boliviano	44
4.3- Estimativas dos Potenciais Energéticos	45
Capítulo 5 - Substituição de Energéticos na RAC	46
5.1- Energia Elétrica Via Hidroeletricidade	46
5.2- Energia Elétrica Via Cogeração	47
5.3- Utilização da Energia Solar para Aquecimento	49
5.4- Uso de Energia Solar Via Conversão Fotovoltaica	50
5.5- Utilização da Energia Eólica	52
5.6- Aproveitamento do Gás Natural Boliviano	54
5.7- Possibilidades de Uso dos Potenciais Energéticos	56
Capítulo 6 - Uma Política Energética na RAC	57
6.1- As Razões Para Uma Política Energética	57
6.2- As Gestões para o aproveitamento dos Potenciais	58
6.2.1- Potenciais Hidroelétricos	58
6.2.2- Potenciais de Cogeração	59
6.2.3- Potenciais de Energia Solar	60
6.2.4- Potenciais de Energia Eólica	60
6.2.5- Potenciais do gás natural boliviano	61
6.3- As ações dos Municípios da RAC	62
Capítulo 7 - Conclusão	63
Relação dos Anexos	64
Referências Bibliográficas	80

Relação das Figuras

	Pag
Figura 1- Posição geográfica da RAC no Estado de São Paulo	05
Figura 2- Integração da RAC à Hidrovia Tietê-Paraná	11
Figura 3 - Esquema de funcionamento de Uma Usina Hidroelétrica	31
Figura 4 - Fluxogramas dos Processos Convencionais de Cogeração	33
Figura 5 - Potencial de Energia Solar no Estado de São Paulo	36
Figura 6 - Fluxograma da forma de Conversão de Energia Eólica	38
Figura 7 - Potencial de Energia Eólica no Estado de São Paulo	39

Relação dos Gráficos

Gráfico 1 - Evolução da População por regiões de governo	07
Gráfico 2 - Evolução do Consumo de Energia por setores	18
Gráfico 3 - Evolução do Consumo de Energia por energéticos	19
Gráfico 4 - Relação Consumo Energia: Renováveis/Não Renováveis	20
Gráfico 5 - Intensidades Energéticas - Renda -, da RAC e de S P	28
Gráfico 6 - Intensidades Energéticas - Habitante -, da RAC e de S P	28
Gráfico 7 - Intensidades Energéticas - Indústria -, da RAC e de S P	29

Relação dos Quadros

Quadro 1- Potenciais Energéticos da RAC	45
Quadro 2 - Possibilidades uso dos Potenciais Energéticos da RAC	56

Relação das Tabelas

	Pag
Tabela 1 - Dados Sócio-Econômicos da RAC	09
Tabela 2 - Dados da Arrecadação da RAC	09
Tabela 3 - Produção e Exportação de derivados de petróleo	14
Tabela 4 - Produção e Importação de eletricidade	15
Tabela 5 - Produção e Exportação de derivados da cana	16
Tabela 6 - Consumo de Energia por setor econômico	17
Tabela 7 - Consumo de Energia por categoria de energético	18
Tabela 8 - Consumo de Energia por energético	21
Tabela 9 - Consumo de Energia por segmento do setor industrial	22
Tabela 10 - Consumo de Energia do Setor Industrial	23
Tabela 11 - Consumo de Energia do Setor Transporte	23
Tabela 12 - Consumo de Energia do Setor Energético	24
Tabela 13 - Consumo de Energia do Setor Residencial	24
Tabela 14 - Consumo de Energia do Setor Comercial	25
Tabela 15 - Consumo de Energia do Setor Público	25
Tabela 16 - Consumo de Energia do Setor Agropecuário	26
Tabela 17 - Usos Finais de Energia no Setor Industrial	26
Tabela 18 - Intensidades Energéticas da RAC e do Estado de SP	27

Lista de Siglas

CEMIG - Companhia Energética de Minas Gerais
CESP - Companhia Energética do Estado de São Paulo
CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental
COELBA - Companhia de Eletricidade da Bahia
COELCE - Companhia de Eletricidade do Ceará
COMGÁS - Companhia Metropolitana de Gás
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz
ELETROPAULO - Eletricidade de São Paulo
FEPASA - Ferrovias Paulista S.A
FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos
FURNAS - Companhia Hidroelétrica de Furnas
GJ - Giga Joule
GLP - Gás Liquefeito do Petróleo
ITAIPÚ - Companhia Hidroelétrica de Itaipú
J - Joule
kcal - kilo calorias
kW - kilo Watts
MERCOSUL - Mercado Comum do Cone Sul
MW - Mega Watts
MWh - Mega Watts hora
PIB - Produto Interno Bruto
PROALCOOL - Programa Nacional do Álcool
PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PUCCAMP - Pontifícia Universidade Católica de Campinas
RAC - Região Administrativa de Campinas
REPLAN - Refinaria do Planalto
UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas
UTE - Usina Termoelétrica
Wh - Watts hora

Resumo

Esta dissertação teve como objetivos o levantamento dos potenciais e dos recursos energéticos da região administrativa de Campinas e as possibilidades de aproveitamento dos mesmos, com a finalidade de promover a substituição parcial de combustíveis de efeitos poluentes atualmente consumidos na região.

As características da região foram expostas em seus aspectos mais diretamente ligados ao tema em estudo, seguindo-se a apresentação do consumo final de energia por setores econômicos e por energéticos, no período entre 1982 e 1992.

Os potenciais energéticos disponíveis na região foram levantados, bem como procedidas as análises das informações que asseguram o aproveitamento, em futuro próximo, do gás natural boliviano na região após 1997.

As possibilidades de aproveitamento dos potenciais foram devidamente analisadas, considerando-se os custos atuais e as vantagens advindas da promoção do desenvolvimento regional através da geração de energia na própria região.

Ao final, foram apontadas as razões para a aplicação de uma política energética na RAC, as gestões necessárias por parte dos agentes interessados e as ações que poderiam ser postas em prática pelas administrações municipais como parte do esforço conjunto a ser implementado doravante na região.

Abstract

This dissertation had as objectives the calculation of the potential and energetics sources of Campinas Administration region and the possibilities of utilization, with the finality of promoting the partial substitution of energetics that are used in the region for others more efficient and harmless to environment.

Initially region characteristics were exposed detailing their aspects directly concerning this subject; after this it was presented energy final consumption concerning economic and energetic sectors, between 1982 and 1992.

The energetic potentials estimated in the region were calculated, along with information analysis assuring the utilization in a near future, of natural gas from Bolivia, in the region, after 1997.

The possibilities of potencial utilization were also studied, taking into account final costs and advantages coming from energy generation in the region.

Finally, reasons were pointed out for the application of an energetic policy in the region, necessary administration concerning interested agents and actions to be developed by Municipal Administration, as a participation in the collective effort to be implemented hanceforward in the region.

CAPÍTULO 1: INTRODUÇÃO

1.1- Considerações básicas

A região administrativa de Campinas é considerada uma das mais importantes áreas em desenvolvimento no Brasil, tendo conquistada a posição de segundo maior parque industrial do Estado de São Paulo e um dos mais avançados em tecnologia em todo o País.

Valendo-se de uma localização geopolítica privilegiada, a região transformou-se em área prioritária para os investimentos nacionais e internacionais, estando prestes a ter os seus mais importantes municípios, por força de legislação estadual a ser aprovada, integrados na almejada Região Metropolitana de Campinas.

As razões referidas foram determinantes para a região ser a escolhida para a realização de um amplo estudo, objetivando a elaboração de uma metodologia de análise de consumo e de projeções de demanda de energia, iniciativa de um grupo de professores e alunos de pós graduação da Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos-AIPSE-, da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP.

Os estudos iniciais sobre a questão energética na região surgiram em decorrência do projeto de instalação de uma UTE no município de Paulínia o qual, prevendo como combustível os resíduos pesados oriundos da refinaria de petróleo de Paulínia, suscitou debates na comunidade regional, nos anos de 1991 e 1992.

Naquela oportunidade acabou prevalecendo a corrente contrária à termoelétrica, embasada no argumento de que esta instalação além de nociva ao meio ambiente da região não era prioritária, visto que o suprimento de energia poderia ser feito valendo-se de energéticos obtidos de outras fontes de energia, além de ser possível diminuir a demanda através de um programa de conservação de energia.

Afastada a possibilidade de implementação do projeto naquele município, perdurou a indagação se de fato a região é detentora de potenciais energéticos suficientes para garantir a demanda futura de energia, a ponto de preterir a instalação de uma termoelétrica à base de um combustível de baixo custo, de disponibilidade local, embora de efeitos nocivos ao meio ambiente.

A decisão de se dar início a um criterioso estudo energético da região com a participação de alunos e professores de pós graduação é, sem dúvida, uma iniciativa louvável e um esforço de resposta àquela questão. A presente dissertação representou uma contribuição expressiva aduzida a esse estudo.

1.2 - Objetivos da dissertação

O objetivo primordial desta dissertação foi o de levantar os potenciais energéticos da Região Administrativa de Campinas e comprovar as possibilidades de aproveitamento dos mesmos, com base nas atuais tecnologias e a custos compatíveis com os dos combustíveis atualmente utilizados.

Como objetivos secundários foram estabelecidos os usos finais de energia para os setores industrial e residencial e apresentadas as intensidades energéticas em relação a renda, habitante e pessoal ocupado na indústria.

Como contribuição final a dissertação apresentou sugestões relativas às gestões e ações que precisam ser postas em prática doravante na região, no sentido da implementação do aproveitamento dos potenciais energéticos estimados.

1.3 - Metodologia de trabalho

O período estabelecido para o levantamento dos dados alusivos ao consumo de energia e a realização das análises foi o de 1982 a 1992, caracterizado por sub períodos de maiores e menores taxas de crescimento da economia regional e reconhecidamente uma década onde o consumo de energia apresentou oscilação.

As informações de natureza político-administrativa, sócio-econômica, geográfico-ambiental e energética da região estão presentes com o fim de fornecerem elementos úteis às análises e conclusões levadas a efeito no desenrolar do trabalho. Procedeu-se ao levantamento do consumo final de energia da região por setores econômicos e por energéticos, possibilitando os cálculos das intensidades energéticas e da relação entre o consumo final de energias de fontes renováveis e não renováveis.

Os consumos de energia da região por setor econômico e por tipo de energético não estão especificados no balanço energético do Estado de São Paulo; todavia os seus levantamentos até o ano de 1987 foram possíveis devido à existência de um trabalho específico (Dissertação de Mestrado), elaborado ao final dos anos 80, referente aos balanços energéticos da Região Administrativa de Campinas [1].

Através da publicação dos balanços energéticos do Estado de São Paulo, anos bases de 1988 e 1989, foram feitas as estimativas dos consumos de energia da região nesses dois anos com base na proporção média observada no período 1985 a 1987, entre os consumos do Estado e da região. A partir do ano de 1990, devido a não mais disponibilidade dos balanços energéticos do Estado, tornou-se dificultoso o trabalho de estimativas do consumo regional nos anos de 1990, 1991 e 1992. Todavia, observando-se as tendências de consumo regional registradas nos últimos anos (1985 a 1989), e detectando as proporcionalidades que vinham sendo mantidas entre os consumos de energia à níveis: nacional, estadual e regional, tornou-se possível a estimativa do consumo regional nos anos de 1990, 1991 e 1992.

A compilação dos dados relativos ao consumo regional de energia elétrica não constituiu problema, visto que os mesmos estão publicados no AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica, documento este de fácil acesso, apresentando os consumos de eletricidade por regiões do Estado, por municípios e por setores da economia. Igual facilidade não ocorreu para o levantamento dos consumos de derivados de petróleo e de biomassas, os quais tiveram que ser estimados com base no procedimento descrito no parágrafo anterior.

O consumo regional do combustível lenha foi considerado e levantado à base de estimativas, devido a quase inexistência de informações a respeito, exceto o seu consumo a nível de Estado de São Paulo até 1989, ano base da última publicação do balanço energético do Estado. As estimativas basearam-se na publicação em 1989 dos resultados de uma pesquisa quanto ao consumo de energia pela indústria paulista, a cargo da Agência para a Aplicação da Energia, registrando em 7,8% a participação do consumo de lenha no setor industrial da região no ano de 1988 [2].

A única informação obtida quanto ao consumo de lenha (resíduos de madeira da construção civil), pelo setor residencial da região, foi a constante de uma pesquisa realizada em meados do ano de 1985 em domicílios de favelados na periferia da cidade de Campinas [3]. Em razão da carência de dados, a participação desse combustível no referido setor não foi considerada, embora é sabido que o mesmo está presente em ínfimos percentuais.

A pesquisa da Agência acima referida também possibilitou informações quanto aos demais energéticos de menor expressão econômica, tendo sido constatado que a região administrativa de Campinas não registra consumo de gás natural, de carvão energético, de carvão metalúrgico e de gás canalizado, registrando todavia consumos mínimos de gás de refinaria e de coque de carvão mineral, em razão da qual os consumos regionais destes energéticos foram desprezados neste estudo.

Com base nessas considerações foram estabelecidas, neste trabalho, quatro categorias de energéticos a serem analisadas, a saber: eletricidade, derivados do petróleo, biomassa (álcool e bagaço de cana) e a lenha considerada em separado.

1.4- Revisão bibliográfica

Após uma pesquisa bibliográfica levada a efeito junto às bibliotecas da UNICAMP, constatou-se que os textos, artigos e trabalhos existentes, abordando a problemática da energia na região administrativa de Campinas, tratam a questão de uma forma restrita, analisando muitas vezes o consumo de um determinado energético por setores ou os consumos de energéticos em um dado setor da economia regional, sem o intuito de uma maior abrangência como ocorreu nesta dissertação.

A pesquisa revelou a existência de alguns textos publicados nos últimos anos abordando a questão relacionada com a participação do setor privado na produção de energia na região, especificamente a do segmento sucroalcooleiro através do processo de cogeração de energia, onde os autores ressaltam os aspectos técnicos que envolvem a matéria, o estágio tecnológico do parque sucroalcooleiro regional, os investimentos que serão requeridos, bem como os entraves ainda a serem superados.

Dentre as publicações abordando o tema desta dissertação a primeira datada de 1985 merece ser citada, embora tenha sido muito superficial no trato da questão, na qual o autor procurou ressaltar a necessidade de um estudo detalhado buscando avaliar os potenciais energéticos da região de Campinas [4].

O referido documento aponta a importância econômica da região no contexto do Estado de São Paulo ressaltando o fato de que, à época, a região era a segunda maior consumidora de óleo combustível, afirmando ainda que este energético poderia vir a ser substituído por outros oriundos de fontes alternativas. O bagaço de cana é apresentado como uma solução plenamente viável, enquanto a madeira é recomendada para uso como matéria prima nas indústrias de papel e celulose localizadas na região. Ressalta ainda o documento que uma maior oferta de eletricidade seria possível caso os potenciais hidroelétricos da região, estimados naquela época em 232 MW, fossem aproveitados.

Em meados dos anos 80 uma pesquisa na periferia da cidade de Campinas analisou o uso do combustível lenha nos domicílios de favelados, concluindo que o fato decorria das deficiências na distribuição dos energéticos GLP e eletricidade, bem ainda devido aos elevados preços dos mesmos [3].

Posteriormente, uma dissertação de mestrado analisando a região agregou um volume considerável de informações de grande significado do ponto de vista energético, representado pelos balanços energéticos da região, abrangendo o período de 1982 a 1987, relacionando ainda diversas grandezas energéticas com alguns indicadores sócio-econômicos da região [1].

A reativação dos entendimentos entre os governos do Brasil e da Bolívia quanto à comercialização do gás natural boliviano em futuro próximo, ensejou a produção de um documento centrado na questão da avaliação do mercado potencial de gás natural no setor industrial da região administrativa de Campinas [5]. Os autores desenvolveram uma metodologia para a avaliação do referido potencial, estimaram o PIB industrial da região com base no PIB industrial do Estado e de sua relação com o valor adicionado fiscal da região, elaborando assim a matriz energética regional. De posse dessas informações foi projetado o conteúdo energético do PIB industrial e, com base em um modelo de base econométrica, calculou-se a demanda total do setor industrial da região, estimando assim o mercado potencial do gás.

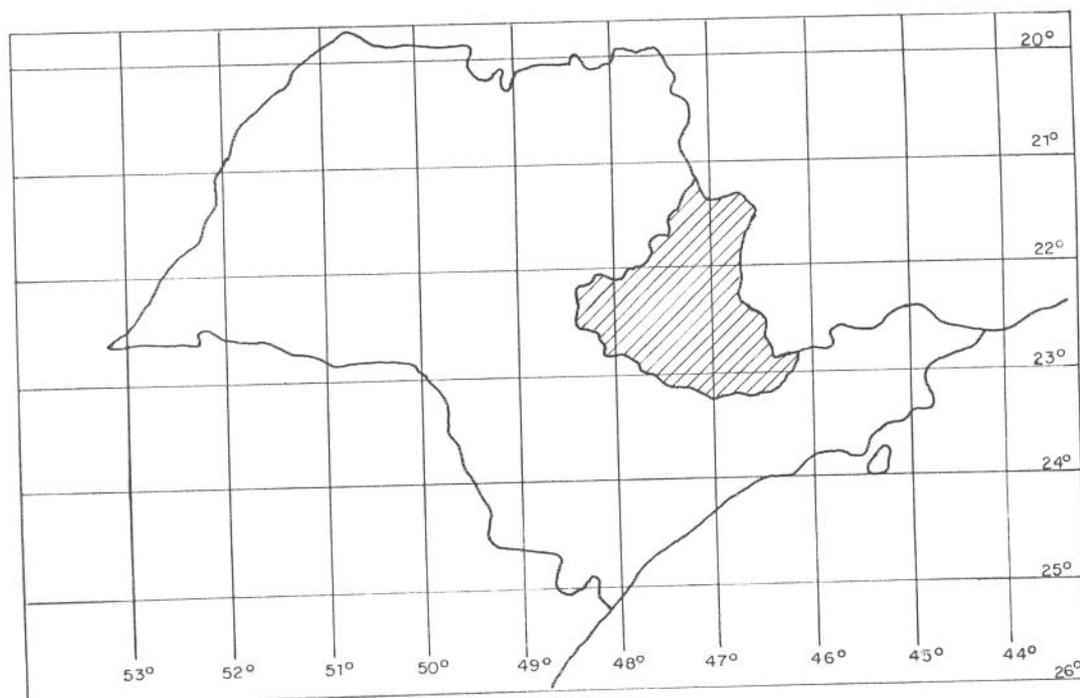
Um importante estudo, concluído em 1993, apresentou as estimativas de consumo de eletricidade para o ano 2.000 para a região de Campinas, levando em conta possíveis modificações no estoque de tecnologias. O documento analisa os padrões de consumo de eletricidade da região, paralelamente aos do Estado de São Paulo, apresentando ainda a evolução recente dos principais parâmetros socio-econômicos e de consumo de eletricidade. As projeções de demanda de eletricidade foram feitas para os setores residencial, comercial e industrial, considerando dois cenários, a saber: a manutenção dos atuais padrões de eficiência energética e a adoção de programas agressivos de difusão de tecnologias mais eficientes.

Ao final do referido estudo os autores deduziram que a contínua expansão do sistema de geração de energia não é mais sustentável devido aos imperativos econômicos e ambientais da atualidade, estando à questão a exigir uma profunda revisão da maneira como a energia vem sendo utilizada pela sociedade [6].

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DA REGIÃO

A região a ser analisada nesta dissertação tem a sua localização mostrada no mapa do Estado de São Paulo na Figura 1 [7].

FIGURA 1



A caracterização da região administrativa de Campinas será feita pelos seus aspectos político-administrativos, sócio-econômicos, geográfico-ambientais, restritos aos tópicos que interessam ao tema da dissertação, e os aspectos energéticos.

2.1- Aspectos Político-Administrativos

O Poder Executivo do Estado de São Paulo identificou subsistemas de cidades constituídas por áreas contíguas e, pelo Decreto 52.576 de 12 de Dezembro de 1970, procedeu a divisão territorial paulista em 11 regiões administrativas e 48 sub regiões. Posteriormente, pelo Decreto 22.970 de 29 de Novembro de 1984, foi estabelecida nova organização espacial para a administração pública do Estado com a definição de 43 regiões de governo distribuídas em 11 regiões administrativas.

O Decreto 26.581 de 05 de Janeiro de 1987 novamente revisou a divisão político-administrativa do Estado, ajustando os contornos das regiões de governo com os limites das regiões administrativas, consolidando a atual divisão territorial do Estado assim estabelecida: a região metropolitana de São Paulo, 14 regiões administrativas e 43 regiões de governo [7].

A região administrativa de Campinas, doravante denominada RAC neste trabalho, é constituída por 7 regiões de governo e engloba 83 municípios (até 1992 - ano limite deste estudo -).

A Lei 7.764 de 30 de Dezembro de 1991 criou 7 novos municípios na RAC, a saber: Engenheiro Coelho, Tuiuti, Vargem, Holambra, Estiva Gerbi, Saltinho e Hortolândia, sendo que as instalações somente ocorreram em Janeiro de 1993 [7].

As 7 regiões de governo que compõem a RAC e os seus respectivos municípios, em um total de 83 (até 1992), estão abaixo apresentados:

* região de governo de BRAGANÇA PAULISTA: Águas de Lindóia, Amparo, Atibaia, Bom Jesus dos Perdões, Bragança Paulista, Joanópolis, Lindóia, Monte Alegre do Sul, Nazaré Paulista, Pedra Bela, Pinhalzinho, Piracaia, Serra Negra e Socorro;

* região de governo de CAMPINAS: Americana, Artur Nogueira, Campinas, Cosmópolis, Indaiatuba, Itapira, Jaguariúna, Mogi Guaçu, Mogi Mirim, Monte Mor, Nova Odessa, Paulínia, Pedreira, Santa Bárbara D'Oeste, Santo Antônio da Posse, Sumaré, Valinhos e Vinhedo;

* região de governo de JUNDIAÍ: Cabreúva, Campo Limpo Paulista, Itatiba, Itupeva, Jarinú, Jundiaí, Louveira, Morungaba e Várzea Paulista;

* região de governo de LIMEIRA: Araras, Conchal, Cordeirópolis, Iracemápolis, Leme, Limeira, Pirassununga e Santa Cruz da Conceição;

* região de governo de PIRACICABA: Águas de São Pedro, Capivari, Charqueada, Elias Fausto, Mombuca, Piracicaba, Rafard, Rio das Pedras, Santa Maria da Serra e São Pedro;

* região de governo de RIO CLARO: Analândia, Brotas, Corumbataí, Ipeúna, Itirapina, Rio Claro, Santa Gertrudes e Torrinha;

* região de governo de SÃO JOÃO DA BOA VISTA: Aguai, Águas da Prata, Caconde, Casa Branca, Divinolândia, Espírito Santo do Pinhal, Itobi, Mococa, Santa Cruz das Palmeiras, Santo Antonio do Jardim, São João da Boa Vista, São José do Rio Pardo, São Sebastião da Gramma, Tambaú, Tapiratiba e Vargem Grande do Sul.

A localização de todos os municípios da RAC, com destaque para os que são sedes de regiões de governo, bem ainda os distritos existentes em alguns municípios estão registrados na Planta 1 - Anexo 1 - [8].

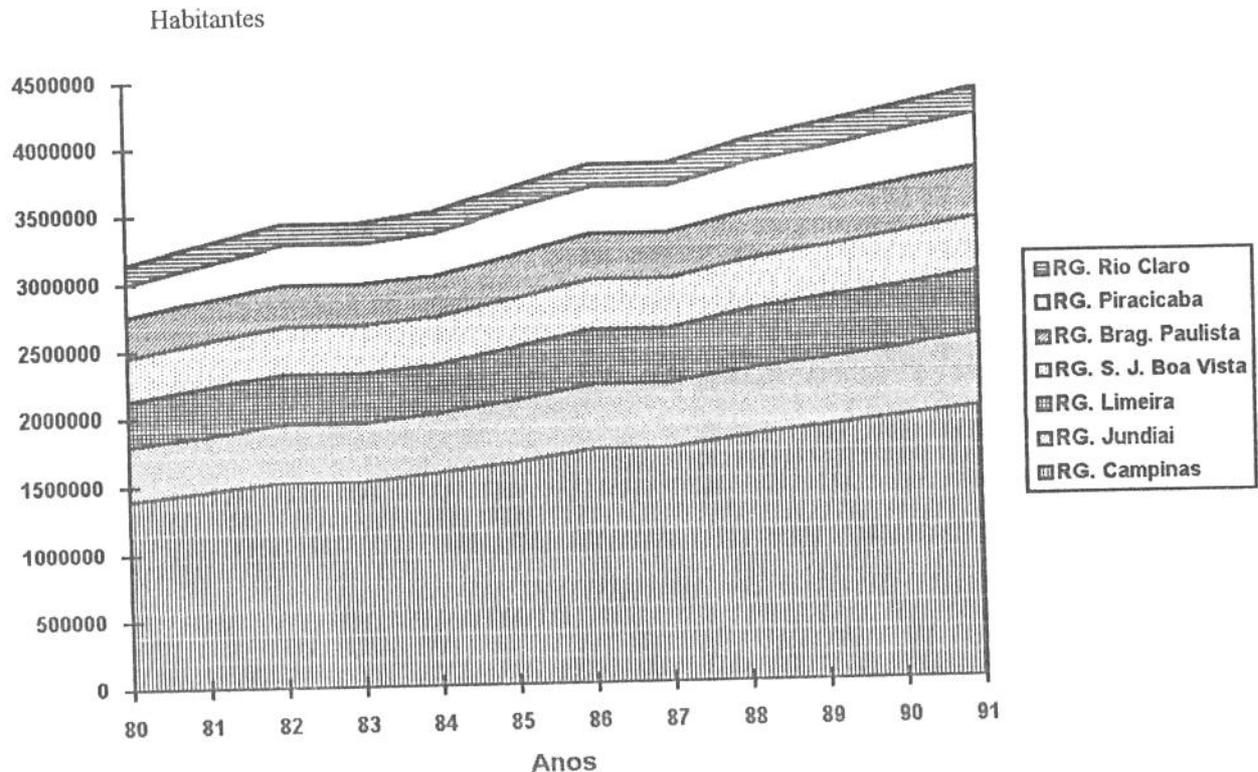
2.2- Aspectos Sócio-Econômicos

Pelo censo demográfico de 1980 a RAC contava com uma população de 3.196.969 habitantes em uma área de 27.050 km², apresentando uma densidade demográfica de 118,18 habitantes/km² e uma taxa de urbanização de 83,36 %.

O censo de 1991 revelou uma população de 4.382.452 habitantes, uma área de 27.079 km², uma densidade demográfica de 161,83 habitantes/km² e taxa de urbanização de 89,94 %, conforme está detalhado por municípios no Anexo 2 [7].

A evolução da população da RAC por regiões de governo e por ordem crescente está mostrada no Gráfico 1 baseada nas informações contidas no Anexo 3, ressaltando que as populações relativas aos anos não especificados no Anexo 3 foram estimadas pela média [9].

GRÁFICO 1



Verifica-se que a população da RAC é desigualmente distribuída nas 7 regiões de governo concentrando-se notadamente na região de governo de Campinas, sendo que comparativamente ao Estado de São Paulo a RAC encerra 13,94 % da população, ocupando 10,89% da área total do Estado. A densidade demográfica da RAC de 161,83 habitantes/km² em 1991, quando analisada à nível de municípios, apresenta-se muito diferenciada a saber: 9,7 habitantes/km² em Analândia e 1.911 habitantes/km² em Várzea Paulista - Anexo 2 - [7].

A RAC apresentou a maior participação do componente migratório no acréscimo populacional dentre as demais regiões, tendo sido em média 58,39 % ao longo dos anos 70 e 38,19 % no decorrer dos anos 80 [9]. Cumpre ressaltar que não foram os grandes municípios que atraíram os maiores contingentes populacionais para a RAC, visto que em termos absolutos o município de Sumaré apresentou o maior saldo migratório, seguido de Santa Bárbara D'Oeste, Campinas e Indaiatuba .

O município de Campinas arrefeceu o seu crescimento populacional, visto que de uma taxa média de 5,86 % ao ano na década de 70, decaiu para 2,22 % na década de 80, ficando abaixo da taxa média de crescimento da RAC (2,91 %) no período 1980/1991, todavia ainda superior às taxas médias do Estado de São Paulo (2,12 %) e do Brasil (1,93 %), no mesmo período [9].

A mais importante das regiões de governo da RAC é a região de governo de Campinas, devido a mesma possuir a maior população, diversificadas produções agropecuária e agroindustrial e ainda importantes segmentos da indústria.

Dentre as indústrias regionais destacam-se as unidades produtoras de adubos, rações, máquinas, implementos agrícolas, produtos veterinários, produtos químicos, alimentos e bebidas, metalurgia, têxtil, papel e celulose, cerâmica etc [10].

As regiões de governo de Campinas, Piracicaba, Limeira e Rio Claro, destacam-se pelas culturas de cana de açúcar e de laranja, enquanto a de Jundiaí é conhecida pela pujança da fruticultura e avicultura. A região de governo de Bragança Paulista apresenta um expressivo rebanho bovino leiteiro, destacando-se também pela criação de suínos, enquanto a região de governo de São João da Boa Vista apresenta-se como a primeira em cafeicultura e produção de leite.

A agroindústria da RAC concentra-se principalmente nas regiões de governo de Campinas, Limeira e Piracicaba, respondendo em média, nos últimos anos, por 27 % da produção açucareira estadual, 22 % da produção de álcool e 26 % da produção de sucos cítricos. Outros segmentos industriais expressivos são: papel e celulose com 28 % da produção estadual, couros e peles 28 % e têxtil 21 % [10]. Do exposto já se pode deduzir a expressiva demanda de energia que a região apresenta.

Pode-se afirmar que a RAC, ao longo das décadas de 60, 70 e 80, bem soube aproveitar o processo de modernização que caracterizou a agricultura paulista, tendo o desenvolvimento agropecuário gerado um forte impacto no meio urbano, ocorrendo assim o crescimento da agroindústria na RAC, fortalecendo os serviços financeiros, a infra-estrutura de comercialização, transportes, armazenagem, serviços de apoio como a informática etc.

O crescimento industrial passou a ocorrer de forma acentuada fazendo com que, a partir dos anos 60, a indústria passasse a ser a principal atividade econômica da região, voltada inicialmente para a produção de bens de consumo não duráveis e processamento de matéria prima agrícola. Mais tarde a indústria regional redirecionou a sua produção para bens de consumo duráveis e bens de capital, passando a absorver mão-de-obra especializada [10].

Paralelamente ao desenvolvimento industrial, a RAC começou a se destacar como importante pólo de desenvolvimento tecnológico e educacional do Brasil. Duas importantes universidades surgem na região, a UNICAMP e a PUCCAMP, ambas desempenhando importante papel na formação de pessoal técnico especializado destinado ao Estado e ao País.

Ao longo das décadas de 70 e 80 foram instalados centros de pesquisas de interesse nacional na região, como o CPqD (Telebrás) e o Centro Tecnológico para Informática, bem ainda empresas como a IBM, a DIGILAB, a Hewlett Packard etc, possibilitando o início de um trabalho de interação entre universidades e empresas configurando a região como um pólo de desenvolvimento de tecnologia de ponta.

As Tabelas 1 e 2, a seguir, apresentam a evolução de alguns indicadores de ordem sócio-econômica da RAC no período 1980 a 1991 [11].

TABELA 1
Dados Sócio-Econômicos da RAC

	1980	1985	1988	1990	1991
População	3.196.969	3.689.409	4.020.869	4.258.418	4.382.452
Urbana	2.664.962	3.188.546	3.546.509	3.805.337	3.938.263
Rural	532.007	500.863	474.360	453.081	444.289
Domicílios	730.606	929.322	1.095.605	1.227.210	1.314.065
Núm. Term. Telef. por 1000 hab.	68,29	93,53	93,53	96,47	103,42
P. O. Indústria	333.085	383.974	447.292	456.446	409.888
P. O. Comércio	91.199	113.539	141.319	155.203	141.658
P. O. Serviços	233.890	270.995	328.308	351.184	313.256
Núm. Veículos por 1000 hab.	138,8	144,6	173,0	181,7	163,2
Núm. Eleitores	1.367.537	1.769.220	2.236.263	2.498.692	2.539.566

Em itálico/negrito - Números Estimados

Fonte: SEADE - Perfil Municipal de São Paulo [11].

TABELA 2
Dados da Arrecadação da RAC
Unidade: 10³ US\$ (médio de 1991)*

	1980	1985	1988	1990	1991
Valor Adicionado	16.685.488	14.935.821	17.165.693	17.004.945	15.213.010
Receita Federal Arrecadada	1.560.255	1.440.510	1.689.023	1.720.487	1.503.706
Receita Estadual Arrecadada	1.109.403	1.119.373	1.450.172	1.770.168	1.547.045
Cota Parte do ICMS	210.696	224.807	218.587	340.799	298.484

Em itálico/negrito - Números Estimados

* US\$ (médio de 1991) = Cr\$ 441,64

Fonte: SEADE - Perfil Municipal de São Paulo [11].

Analisando os dados contidos nas Tabelas 1 e 2, pode-se perceber uma expressiva queda no valor adicionado da RAC no ano de 1985, em que pese o grande acréscimo verificado relativo ao pessoal ocupado nas atividades produtivas. No ano de 1991 constatam-se quedas do número de pessoal ocupado e do valor adicionado, quando comparados aos dados alusivos ao ano de 1990, mensurando os reflexos da recessão econômica que atingiu a região decorrente das políticas macroeconômicas.

Verifica-se que em todo o período analisado, a arrecadação dos tributos federal e estadual mostrou-se muito instável configurando uma anomalia que pode ser explicada, possivelmente, por um procedimento de sonegação fiscal, associado aos desacertos das várias políticas macroeconômicas impostas às atividades produtivas. Tal fato para ser melhor compreendido exigiria uma análise mais profunda das políticas implementadas à época, no entanto se os dados que expressam os valores adicionados não representam a realidade, os mesmos afetarão os valores da intensidade energética - renda da RAC, conforme será visto no capítulo 3.

2.3 - Aspectos Geográficos e Ambientais

2.3.1- Aspectos Geográficos

Os aspectos geográficos de uma região são de grande importância para se conhecer e explicar a riqueza energética da região, tais como os potenciais de biomassa, hidroelétrico, solar, eólico etc.

A topografia da RAC caracteriza-se por ser pouco acidentada, apresentando colinas baixas e vales não acentuados. Ocorrem terrenos bem arenosos com vegetação de cerrados e cerradões, ao longo dos principais vales fluviais [8].

Vários rios cortam a RAC destacando-se os da bacia do Piracicaba na parte central da região correndo rumo ao Oeste; os da bacia do alto Pardo-Mogi correndo rumo ao Norte, bem ainda o rio Capivari na parte sul da região, integrante da bacia Tietê-Sorocaba. O reconhecimento desses rios bem ainda dos lagos, barragens, represas, áreas inundáveis etc, pode ser feito na Planta 2 constante do Anexo 4 [8].

A caracterização climática da região pode ser resumida na acentuada participação da massa tropical atlântica, apresentando como comportamento pluviométrico um ligeiro aumento na quantidade de chuvas, ocorrendo maior pluviosidade no inverno, com um índice anual de chuvas de 1.200 a 1.300 mm [8].

O reconhecimento e a classificação do solo da região em áreas cultiváveis, impróprias para culturas, adequadas para pastagens, silvicultura etc, podem ser feitas na Planta 3 constante do Anexo 5 [8]. As terras da região, de um modo geral, apresentam-se com boa fertilidade e não sujeitas aos fenômenos de inundações, apresentando portanto plenas condições ao uso para pastagens e reflorestamento.

Quanto ao sistema viário, a cidade de Campinas destaca-se dentre as demais pelo fato de ser o elo de ligação entre cinco importantes eixos de articulação rodoviária, interligando-se com as demais sedes de regiões de governo, com outras regiões do Estado além de regiões de Estados vizinhos. Os eixos de articulação rodoviária são especificados:

- * Campinas - região metropolitana de São Paulo: ligação pelas rodovias SP - 330 (Anhangüera) e SP - 348 (Bandeirantes), ocorrendo ainda a alternativa da rodovia SP - 332 através dos municípios de Valinhos, Vinhedo, Louveira e Jundiá;

- * Campinas - região norte do Estado: através da rodovia SP - 330 em direção à Ribeirão Preto e daí à região do Triângulo Mineiro e, por meio de entroncamento em Limeira, via a SP - 310, em direção a São José do Rio Preto, rumo ao Estado de Goiás;

- * Campinas - litoral norte do Estado: acesso pela rodovia SP - 65 (Dom Pedro I), passando por Atibaia, cortando a BR - 381 (Fernão Dias), atingindo a rodovia BR - 116 (Presidente Dutra), rumo ao Rio de Janeiro;

- * Campinas - região sul de Minas Gerais: ligação pela rodovia SP - 340 em direção à Mogi Guaçu e Poços de Caldas;

2.3.2- Aspectos Ambientais

Na atualidade, os aspectos ambientais de uma região permitem analisar os efeitos do uso dos energéticos na região, definem a implantação ou não de projetos de energia (dependendo do que recomenda o RIMA - Relatório de Impacto ao Meio Ambiente), bem ainda promovem ações governamentais e de entidades civis quer no âmbito ambiental como no do planejamento energético.

Paralelamente ao crescimento econômico da RAC, ocorreu o aumento da poluição das águas dos rios integrantes das três bacias: Alto Pardo-Mogi, Piracicaba e Capivari. O grau de poluição das águas desses rios é objeto de controles periódicos realizados pela CETESB através de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos de qualidade, alguns dos quais determinam o IQA - Índice de Qualidade da Água. A classificação das águas desses rios é mostrada no Anexo 6 [13].

Como se observa no Anexo 6, as águas de muitos rios da bacia Alto Pardo-Mogi estão classificadas como impróprias para tratamento convencional; as águas de alguns rios da bacia do Piracicaba ainda são consideradas aceitáveis e até boas, enquanto as dos rios da bacia do Capivari-Tietê aparecem como impróprias para tratamento convencional. As águas de grande parte dos rios das três bacias encontram-se cada vez mais sujas e poluídas e os pequenos riachos que cortam os centros urbanos vem sendo transformados em canais para escoamento de esgotos, concorrendo para a proliferação de doenças hídricas.

A água tratada e fornecida à população apresenta-se com má qualidade em determinadas épocas do ano, aumentando os riscos de contaminação, os quais atingiam anteriormente em maior grau apenas as populações pobres e ribeirinhas, e hoje em dia preocupam também as pessoas de classes média e alta. Doenças tais como o cólera, a leptospirose e a esquistossomose começam a ser detectadas em pessoas residentes em centros urbanos, decorrentes da má qualidade da água [14].

Estudos da CETESB têm indicado elevada presença de metais pesados nos rios da região, notadamente na parte à jusante do rio Atibaia, após o mesmo receber o impacto do pólo industrial de Paulínia e os esgotos da cidade de Campinas [14].

Em uma amostra coletada junto à ponte sobre o rio Atibaia na rodovia Campinas-Cosmópolis, em julho de 1991, a CETESB apurou índice de 0,010 mg/l de cádmio, dez vezes superior ao padrão CONAMA (de 0,001 mg/l). No mesmo local a CETESB constatou um índice de 0,10 mg/l de chumbo, três vezes acima do padrão CONAMA (de 0,03 mg/l). Sabe-se que, em altas concentrações, o cádmio é um metal cancerígeno e o chumbo é nocivo ao sistema nervoso [14].

As causas da poluição desses rios são creditadas aos lançamentos de esgotos, defensivos agrícolas, resíduos industriais, lixo etc, ao longo do curso dos rios de forma irresponsável. Outros fatores também concorrem para o agravamento da situação, a saber: o desmatamento realizado próximo aos rios, a abertura de estradas, o processo de urbanização e as chuvas ácidas causadas pelo aumento da concentração de poluentes na atmosfera.

As chuvas ácidas constatadas na região constituem motivo de preocupação e ensejam providências que diminuam a emissão de gases que provocam a acidez, sendo esta resultante de reações químicas entre as moléculas de água da atmosfera e os óxidos de nitrogênio e de enxofre liberados pelos veículos automotivos e por algumas indústrias da região, como as do setor petroquímico, destilarias de álcool e fábricas de papel e celulose [14].

A queima dos diversos energéticos que vêm sendo consumidos na região (gás, óleo diesel, óleo combustível, álcool, gasolina), tem como resultado diversos produtos tais como: óxidos de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, além de hidrocarbonetos e materiais particulados, todos eles provocando a poluição do ar em maior ou menor grau dependendo da concentração dos mesmos. A cidade de Americana, por exemplo, apresenta elevados índices de poluição do ar devido ao dióxido de enxofre, comparáveis aos de certas áreas da Grande São Paulo [15].

No que se refere à poluição do ar, não se pode deixar de mencionar ainda a contribuição acentuada das fumaças e das fuligens na época das queimadas anuais dos canaviais, por ocasião do início da produção de açúcar e álcool, agravando em muito a concentração de poluentes na atmosfera em determinadas áreas da região. A refinaria da Petrobrás (REPLAN), o complexo petroquímico de Paulínia bem ainda as fábricas de papel e celulose, também são apontados como grandes emissores de gases na atmosfera [14].

Através de suas estações localizadas no interior do Estado a CETESB vem registrando o grau de contaminação do ar no que se refere aos teores de SO_2 e Fumaça, conforme está mostrado no Anexo 7 [15]. Analisando os teores desses poluentes verifica-se que o padrão primário estabelecido para o SO_2 ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ainda não foi atingido, embora as cidades de Americana, Campinas e Paulínia já apresentam teores bem elevados ($> 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). De igual forma, o padrão primário estabelecido para a Fumaça ($60 \mu\text{g}/\text{m}^3$) não foi atingido, mas as cidades de Jundiaí, Limeira, Americana e Campinas registram teores superiores a $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Relativamente ao padrão diário secundário desses poluentes, o problema é mais preocupante visto que para o SO_2 ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$), as cidades de Jundiaí, Campinas, Paulínia, Limeira e Americana já violaram esse limite, enquanto para a Fumaça ($100 \mu\text{g}/\text{m}^3$) a cidade de Campinas ultrapassou o padrão diário secundário, e as cidades de Americana, Limeira e Jundiaí registraram teores bem próximos a esse limite.

O acelerado crescimento urbano da região, decorrente do processo de desenvolvimento agroindustrial, comercial, prestação de serviços etc, propiciou uma concentração de pessoas em busca de melhores oportunidades de trabalho, notadamente nas cidades de Campinas, Sumaré, Paulínia, Americana, Santa Bárbara D Oeste, Nova Odessa, Hortolândia, Monte Mor, Jaguariúna. Agravaram-se os problemas da poluição com os aumentos dos resíduos sólidos, o lixo domiciliar, os efluentes industriais, dificultando cada vez mais a obtenção de água em boas condições para o abastecimento das cidades.

Todos esses problemas vêm sendo motivos de preocupações da população regional e de providências das autoridades afetas à questão, ensejando também o engajamento das lideranças de associações civis, como a "Campanha Ano 2000" na cidade de Piracicaba no período 1985 a 1988 e a constante atuação dos ecologistas, conforme ocorreu quando da idéia da instalação da UTE de Paulínia em 1991/92.

2.4- Aspectos Energéticos

Na RAC encontra-se localizada a REPLAN- a maior refinaria de petróleo do Brasil -, com capacidade de operar até 300.000 barris de petróleo/dia, sendo o petróleo nela processado procedente de diversas regiões produtoras do Brasil bem ainda de outros países, o qual chega àquela refinaria por meio de um oleoduto que tem início no Terminal de São Sebastião no litoral norte do Estado de São Paulo.

A RAC é pois grande produtora de derivados de petróleo, os quais suprem as necessidades de diversas regiões de São Paulo, o Triângulo Mineiro, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, sul de Goiás, Rondônia e eventualmente Brasília e Paraná.

A evolução da produção de derivados de petróleo pela REPLAN e a exportação regional dos mesmos são mostradas na Tabela 3.

TABELA 3
Produção e exportação regional de derivados de petróleo na RAC
Unidade: 10⁹ kcal

Derivados de Petróleo	1982	1985	1987	1989	1991
Óleo Diesel					
Produção	35.490	39.920	42.350	44.210	46.690
Export. Regional	33.140	33.490	35.020	36.510	38.080
Óleo Combustível					
Produção	26.380	23.260	20.380	19.580	19.220
Export. Regional	19.160	16.550	13.390	12.740	12.410
Gasolina					
Produção	16.640	13.870	15.580	17.930	18.310
Export. Regional	13.910	10.480	12.490	14.860	14.290
GLP					
Produção	4.860	5.100	5.140	5.230	5.240
Export. Regional	3.300	3.350	3.340	3.410	3.250
Nafta					
Produção	6.640	6.680	7.480	7.820	8.050
Export. Regional	1.390	1.400	1.570	1.640	1.660
Querosene					
Produção	4.190	5.470	6.500	6.670	6.790
Export. Regional	3.600	4.950	6.100	6.230	6.440
TOTAL					
Produção	94.200	94.300	98.940	101.440	104.300
Export. Regional	74.500	70.150	71.910	75.390	76.130

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1].

MIE, BEN - Balanço Energético Nacional - 1992- [16].

Verifica-se pela Tabela 3 que cerca de 27 % da produção de derivados de petróleo da REPLAN são consumidos na RAC, sendo que os derivados de maior volume de produção (óleo combustível e óleo diesel), têm percentuais médios de consumo na própria RAC, a saber: 35 % e 17 %, respectivamente.

Quanto à produção de energia elétrica da RAC, ela é muito pequena comparada ao seu elevado consumo sendo que a maior parte do suprimento regional desse energético é feita à base de importações de outras regiões do Estado e do País.

A Tabela 4 a seguir, quantifica a produção e a importação de eletricidade feita pela RAC ao longo do período compreendido entre 1982 a 1991.

TABELA 4
Produção e importação regional de eletricidade na RAC
Unidade: 10⁹ kcal

Eletricidade	1982	1985	1987	1989	1991
Eletricidade					
Produção	1.160	1.080	1.060	<i>1.040</i>	<i>1.110</i>
Import. Regional	5.260	7.450	7.760	<i>7.930</i>	<i>8.400</i>

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fonte: BARONE - Balanço Energético da RAC [1].

A RAC consome grandes quantidades de energia elétrica adquiridas das empresas produtoras FURNAS, CESP e ITAIPÚ, sendo a distribuição feita pelas empresas concessionárias CPFL, CESP e ELETROPAULO. Alguns municípios da RAC são supridos por empresas privadas, concessionárias de energia elétrica.

A CPFL supre 34 municípios da RAC, estando entre eles os de maiores consumos tais como: Campinas, Americana, Paulínia, Piracicaba, Santa Bárbara D'Oeste, Sumaré e Valinhos. A CESP é responsável pelo abastecimento da maioria dos municípios da RAC, atendendo a quase todos os englobados nas regiões de governo de São João da Boa Vista, de Bragança Paulista e de Limeira. A ELETROPAULO atende aos municípios da região de governo de Jundiaí, próximos a região metropolitana de São Paulo onde a empresa tem o seu grande mercado [17].

No espaço territorial da RAC estão localizadas 28 usinas hidroelétricas em operação, totalizando 367.627 KW conforme especificado no Anexo 8 [18], sendo a maioria PCHs gerando eletricidade para suprir os sistemas local e interligado.

A RAC é detentora de um parque industrial sucroalcooleiro muito expressivo, visto que de um total de 141 unidades existentes no Estado de São Paulo, 27 (19%) estão localizadas naquela região, sendo 24 destilarias anexas - açúcar e álcool - e apenas 3 destilarias autônomas - álcool -. Na safra de 1989 as 27 indústrias processaram em suas instalações um total de 23.611.528 toneladas de cana, operando em média cada uma 3.270 horas, com um esmagamento de cerca de 271 toneladas de cana/hora conforme especificado por empresas no Anexo 9 [19].

Comparativamente ao total de toneladas de cana processadas em todo o parque sucroalcooleiro do Estado de São Paulo na safra de 1989, a produção da RAC representou 19,24%. As 27 indústrias sucroalcooleiras da RAC estão assim distribuídas: 15 na área de concessão da CPFL, 10 na área de concessão da CESP e as 2 restantes em áreas de concessão de empresas privadas - Anexo 9 - [19].

A evolução da produção de derivados da cana na RAC está na Tabela 5.

TABELA 5
Produção e exportação regional de derivados da cana da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

Derivados de Cana	1982	1985	1987	1989	1991
Álcool Anidro					
Produção	2.440	3.000	1.250	<i>710</i>	<i>780</i>
Export. Regional	1.950	2.450	690	<i>480</i>	<i>510</i>
Álcool Hidratado					
Produção	1.710	5.040	5.160	<i>5.980</i>	<i>6.470</i>
Export. Regional	1.360	3.230	3.150	<i>3.750</i>	<i>3.850</i>
Bagaço de Cana					
Produção	11.860	13.830	13.460	<i>13.140</i>	<i>15.250</i>
Export. Regional	550	780	630	<i>710</i>	<i>690</i>
Total					
Produção	16.010	21.870	19.870	<i>19.830</i>	<i>22.500</i>
Export. Regional	3.860	6.460	4.470	<i>4.940</i>	<i>5.050</i>

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

MIE, BEN - Balanço Energético Nacional [16]

Destacamos o fato de que das 27 unidades sucroalcooleiras localizadas na RAC, 24 são destilarias anexas - açúcar e álcool-, isto significando que cerca de 90 % do bagaço de cana gerados no processo industrial são absorvidos como energético na própria unidade fabril, o que torna pequena a quantidade de excedente do bagaço para ser comercializado na região.

Concluindo este capítulo, pode-se dizer que a RAC notabiliza-se por ser a segunda região de maior crescimento econômico do Estado de São Paulo e uma das mais prósperas do Brasil, tendo já conquistada a posição de importante pólo de desenvolvimento tecnológico nacional.

Desfrutando de uma posição geopolítica privilegiada a região reúne todas as condições para manter o atual ritmo de crescimento de sua pujante economia, necessitando no entanto buscar novas formas de suprimento de energia que assegurem o progresso e ao mesmo tempo contribuam para a minimização dos problemas ambientais que já se agravaram na região.

CAPÍTULO 3: CONSUMO ENERGÉTICO DA REGIÃO

O consumo energético da RAC situa-se em segundo lugar em relação ao das demais regiões do Estado, apenas superado pelo da Região Metropolitana de São Paulo [20]. A explicação para tal fato é a existência de um expressivo parque industrial na região, decorrência do processo de interiorização do desenvolvimento estadual posto em prática pelos sucessivos governos, nas décadas de 60, 70 e 80 [10].

3.1- Consumo por Setores Econômicos

A Tabela 6 e o Gráfico 2 expressam a distribuição e a evolução do consumo de energia da RAC por setores econômicos, no período 1982 a 1992.

TABELA 6
Evolução do consumo final de energia por setores econômicos da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Indústria	15.824	18.713	19.915	<i>19.754</i>	<i>19.576</i>	<i>19.509</i>	<i>20.793</i>	<i>21.315</i>
Transporte	5.115	9.923	12.066	<i>12.292</i>	<i>12.461</i>	<i>12.415</i>	<i>13.995</i>	<i>14.832</i>
Energético	6.911	6.627	6.861	<i>7.024</i>	<i>6.696</i>	<i>7.094</i>	<i>7.769</i>	<i>8.084</i>
Residencial	2.369	2.710	3.048	<i>3.292</i>	<i>3.498</i>	<i>3.547</i>	<i>3.842</i>	<i>3.933</i>
Outros *	1.841	2.025	2.037	<i>2.063</i>	<i>2.081</i>	<i>2.115</i>	<i>2.156</i>	<i>2.630</i>
TOTAL	32.060	40.008	43.926	<i>44.425</i>	<i>44.312</i>	<i>44.680</i>	<i>48.555</i>	<i>50.794</i>

Em itálico/negrito - Números Estimados

* Outros: Comercial, Público e Agropecuário

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

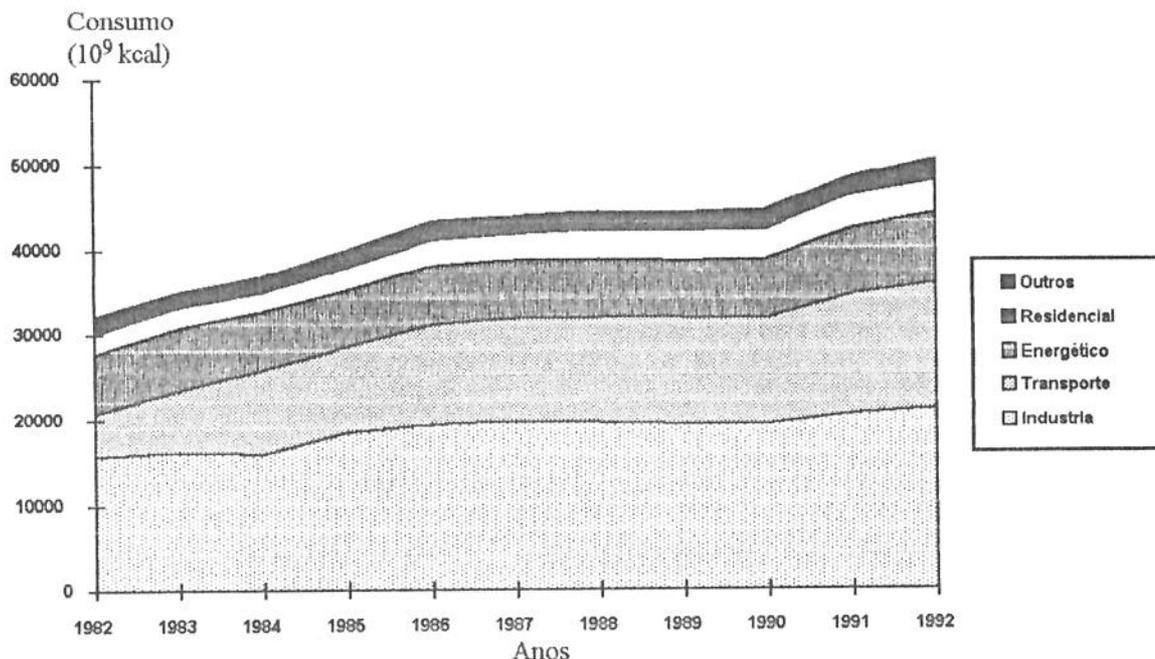
CESP- Balanço Energético do Estado de São Paulo- 1990-[20]

MIE, BEN- Balanço Energético Nacional- 1993-[16]

Observa-se o predomínio do consumo do setor industrial comparado aos demais, notando-se também a estabilização do consumo energético desse setor após 1987, somente voltando a crescer a partir de 1991. Nos demais setores, embora de forma moderada, ocorreu um aumento do consumo no período 1987 a 1990 crescendo ainda mais a partir de 1991, fazendo crer que a recessão da economia nesse período foi mais sentida pelo setor industrial da região.

O setor transporte ficou em segundo lugar em consumo de energia no decorrer dos anos 80, muito embora esse consumo tenha se mantido quase estável no período 1987 a 1990. O elevado consumo do setor é explicado pela expressiva movimentação de carga que a região propicia, devido principalmente ao fluxo dos derivados de petróleo da refinaria REPLAN, bem ainda do álcool e da cana de açúcar que saem e adentram, respectivamente, no parque sucroalcooleiro existente na região.

GRÁFICO 2



O setor energético apresentou um elevado consumo devido principalmente ao funcionamento da REPLAN e de muitas indústrias sucroalcooleiras na região, enquanto o setor residencial mostrou um consumo sempre crescente no período.

3.2- Consumo por Energéticos

A Tabela 7 e o Gráfico 3 apresentam o consumo de energia da RAC por categoria de energético e a evolução do mesmo.

TABELA 7

Evolução do consumo final de energia da RAC por categoria de energético
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1988	1989	1990	1991	1992
Eletricidade	6.265	8.395	8.686	8.555	8.969	9.095	9.462	10.532
Der. Petróleo	13.601	17.047	19.700	<i>19.171</i>	<i>19.668</i>	<i>19.925</i>	<i>21.411</i>	<i>21.145</i>
Biomassa *	12.055	15.306	15.293	<i>15.759</i>	<i>14.799</i>	<i>15.006</i>	<i>17.430</i>	<i>17.289</i>
Lenha	859	816	1.430	<i>1.541</i>	<i>1.409</i>	<i>1.449</i>	<i>1.497</i>	<i>1.504</i>
TOTAL	32.780	41.564	45.109	<i>45.026</i>	<i>44.845</i>	<i>45.475</i>	<i>49.800</i>	<i>50.506</i>

Em itálico/negrito - Números Estimados

* Álcool e Bagaço de Cana

1cal = 4,186 Joules

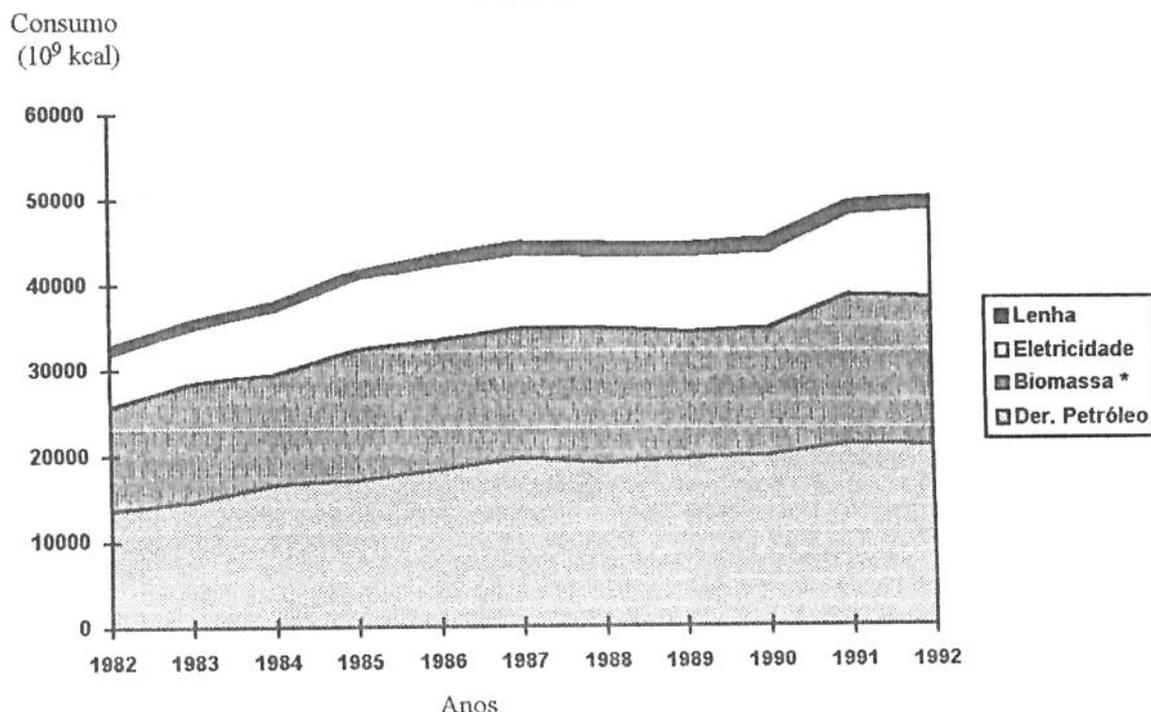
Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

CESP- Balanço Energético do Estado de São Paulo- 1990- [20]

MIE, BEN- Balanço Energético Nacional- 1993- [16]

GRÁFICO 3



Observa-se uma elevação no consumo de quase todas as categorias de energéticos no período 1982 a 1987, diferentemente do que ocorreu no período 1988 a 1990 quando houve uma quase estabilização no consumo dos mesmos, sendo que a partir de 1991 o consumo de quase todos os energéticos volta a elevar-se.

O consumo de eletricidade cresceu por todo o período em 68 % (exceto em 1988), mais acentuadamente no início da década de 80 e nos dois primeiros anos da década de 90, traduzindo assim a grande penetração desse energético na região, fazendo crer que essa tendência irá persistir nos próximos anos, a menos que as tarifas atualmente incidentes sobre o mesmo sejam substancialmente elevadas.

O consumo de derivados de petróleo também mostrou-se crescente (exceto em 1988 e 1992), apresentando um comportamento semelhante ao da eletricidade nos primeiros anos das décadas de 80 e 90, verificando-se um acréscimo de 55 % ao se comparar os consumos desses energéticos nos anos de 1982 e 1992, embora tenha ficado abaixo do percentual de acréscimo verificado para o consumo de eletricidade.

O consumo de biomassas de igual forma cresceu 43 % entre 1982 e 1992, todavia menos acentuadamente que as demais categorias, para cujo aumento a justificativa é a expressiva produção de açúcar e álcool na região. O consumo do combustível lenha, o de menor expressão na região, também cresceu entre 1982 e 1992, dado o uso deste como energético na indústria de papel e celulose, a qual expandiu-se na RAC a partir de meados da década de 80.

A evolução da relação entre consumo final de energia renovável e de energia não renovável na RAC, ao longo do período 1982 a 1992, é mostrada no Gráfico 4 a seguir, considerando os dados da Tabela 7.

GRÁFICO 4



No período 1982 a 1987 nota-se uma grande variação na referida relação, todavia sempre prevalecendo o consumo de energia renovável, em média cerca de 35% superior. As variações constatadas no gráfico traduziram o comportamento dos consumidores, notadamente as indústrias da RAC, perante as mais diversas políticas governamentais postas em prática ao longo dos anos 80 com o intuito de estimular a utilização de determinados energéticos de interesse nacional. Nota-se também uma relativa similaridade entre as variações apresentadas pela relação em estudo, nos períodos 1982 a 1985 e 1988 a 1991, ambos caracterizados como fases de recessão nas economias do Brasil e da região.

O consumo de eletricidade foi estimulado através do estabelecimento de tarifas mais baixas, viabilizando uma maior utilização da oferta que passou a ocorrer com a operação das primeiras turbinas da hidroelétrica de ITAIPÚ, em meados dos anos 80. O álcool hidratado passou a ser consumido em maior quantidade no início da década de 80, em decorrência da enorme frota de veículos automotivos que passou a circular na região, cujos motores dependem daquele combustível. Em virtude do crescimento da produção de álcool passou a ocorrer uma maior disponibilidade do combustível bagaço de cana. A gasolina, sendo pouco a pouco substituída pelo álcool hidratado e em menor quantidade pelo álcool anidro, passou a ter o seu consumo quase estabilizado a partir de 1984, enquanto o consumo de óleo diesel cresceu acentuadamente face aos subsídios concedidos aos preços do mesmo desde 1984.

A evolução do consumo final de energia da RAC, por energético, é mostrada através dos dados contidos na Tabela 8.

TABELA 8
Consumo final de energia por energético na RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	6.265	8.395	8.686	8.969	9.462	10.532
Ól. Combustível	6.361	5.897	7.066	6.706	6.521	6.703
Óleo Diesel	2.349	5.494	7.347	7.693	8.590	8.398
Gasolina	2.725	3.387	3.092	3.056	4.009	3.948
GLP	1.574	1.745	1.795	1.792	1.947	1.983
Querosene	592	524	400	421	344	113
Alcool Anidro	465	545	545	222	262	180
Alcool Hidratado	326	1.758	1.960	2.220	2.614	2.350
Bagaço de Cana	11.264	13.003	12.788	12.357	14.554	14.759
Lenha	859	816	1.430	1.409	1.497	1.540
Total	32.780	41.564	45.109	44.845	49.800	50.506

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fonte: BARONE - Balanço Energético da RAC [1].

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21].

Verifica-se pela Tabela 8 que até 1991 o consumo de eletricidade foi sempre crescente a uma taxa média anual de 5,67 %, sendo que de 1991 para 1992 a taxa anual elevou-se para 11,30 %, enquanto o consumo de óleo combustível não evoluiu no período. Tais fatos podem ser explicados pelo acentuado processo de urbanização ocorrido na RAC, associado à mudança do perfil de consumo do parque industrial da região, direcionado que foi para um maior uso de eletricidade estimulado pela baixa tarifa de energia para a indústria por determinação do governo federal.

O elevado crescimento do consumo de óleo diesel a uma taxa média anual de 25,7 %, em contraste ao da gasolina de apenas 4,5 %, é justificado não só pela política de substituição da gasolina e de subsídios ao óleo diesel, bem como pelo crescente fluxo de cargas na região via transporte rodoviário.

O crescimento do consumo do álcool hidratado até 1991, paralelamente à queda do consumo do álcool anidro (o álcool anidro é usado misturado à gasolina), comprova a grande penetração dos veículos a álcool no mercado regional.

A queda no consumo do álcool hidratado no ano de 1992 é atribuída à diminuição da oferta do produto no mercado, associada às indefinições políticas por parte do governo federal quanto ao futuro do programa PROÁLCOOL.

O bagaço de cana tornou-se um combustível muito importante na matriz energética da RAC, tendo o seu consumo crescido a uma taxa média anual de 3,10 % no período, sendo cada vez mais visível o interesse das indústrias regionais pelo melhor aproveitamento do mesmo para outros fins, e não tão somente como energético nas indústrias sucroalcooleiras. O estímulo ao processo de cogeração que vem sendo desenvolvido na região e, associado aos possíveis usos das palhas e pontas da cana como combustíveis, melhor definirá o aproveitamento futuro do bagaço.

3.3 - Consumo por Setores e por Energéticos:

Retomando a análise do consumo de energia por setores da economia, a Tabela 9 mostra a distribuição do consumo final de energia da RAC nos principais segmentos do setor industrial.

TABELA 9
Consumo final de energia por segmentos do setor industrial da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Alim. e Bebidas	8.335	9.998	9.670	9.592	10.812	11.060
Química	1.476	1.951	2.324	2.153	2.287	2.322
Metalurgia	1.017	1.324	1.439	1.409	1.497	1.541
Textil	1.189	962	1.242	1.214	1.289	1.324
Papel e Celulose	954	907	1.589	1.566	1.663	1.700
Cerâmica	625	589	420	309	435	468
Outros	2.228	2.982	3.231	3.252	2.810	2.900
TOTAL	15.824	18.713	19.915	19.576	20.793	21.315

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fonte: BARONE - Balanço Energético da RAC [1].

Observa-se que o segmento Alimentos e Bebidas, ao longo dos últimos anos, foi responsável por aproximadamente 50 % do consumo total de energia do setor industrial da RAC, visto estarem ali localizados importantes complexos industriais em especial de produção de sucos destinados à exportação. Os segmentos Química, Metalurgia e Têxtil, embora economicamente expressivos na RAC, apresentaram consumos energéticos pouco crescentes nos últimos anos do período, fazendo crer que algumas indústrias tenham absorvidos avanços tecnológicos, outras paralisaram as suas atividades etc, cuja comprovação não comporta neste estudo.

A abrupta elevação do consumo energético do segmento Papel e Celulose, a partir de 1987, é explicada pela expansão considerável desse segmento industrial na região, ocorrida em meados dos anos 80. A essa expansão correspondeu um elevado consumo do energético lenha, conforme registrado na Tabela 7, devido ao fato da madeira - matéria prima daquela indústria - propiciar resíduos (pontas) que são utilizados como combustíveis nas caldeiras para geração de vapor.

A elevada participação do setor industrial da RAC no que diz respeito ao consumo final de energia, constitui um indicativo de que o referido setor deve, necessariamente, ser alvo de um estudo profundo objetivando conhecer com detalhes os usos de cada energético, permitindo um diagnóstico mais completo do consumo de energia na região.

Analisando a participação dos energéticos por setores da economia da RAC, a Tabela 10 mostra a distribuição dos mesmos no setor industrial.

TABELA 10
Consumo final de energia no setor industrial da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	4.039	5.596	5.490	6.247	6.271	6.316
Der. Petróleo	3.937	3.725	5.041	4.030	4.123	4.384
Biomassa *	6.989	8.576	7.954	7.890	8.893	9.075
Lenha	859	816	1.430	1.409	1.497	1.540
TOTAL	15.824	18.723	19.915	19.576	20.793	21.315

Em itálico/negrito - Números Estimados

* Álcool e Bagaço de Cana

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

Observa-se um relativo equilíbrio entre os consumos de derivados de petróleo e de eletricidade no início dos anos 80, sendo que ao longo da década o consumo de eletricidade cresceu quase continuamente e o consumo de derivados de petróleo deixou de crescer a partir de 1987, caindo em 1989 e se estabilizando até 1992. O consumo de biomassas aumentou ao longo do período (exceto de 1987 a 1989), predominando na matriz de consumo daquele setor por todo o período.

O consumo do setor transporte, o segundo em importância na RAC, está apresentado na Tabela 11.

TABELA 11
Consumo final de energia do setor transporte na RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Der. Petróleo	4.438	8.071	10.033	10.310	11.536	12.343
Biomassa*	606	1.754	1.936	2.055	2.0346	2.382
Eletricidade	71	98	97	96	113	107
Total	5.115	9.923	12.066	12.461	13.995	14.832

Em itálico/negrito - Números estimados

* Álcool

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

Constata-se um elevado consumo de derivados de petróleo em virtude da grande movimentação de cargas nas rodovias da região. O consumo de álcool cresceu em face do programa PROÁLCOOL enquanto a eletricidade, quase toda usada no modo ferroviário, apresentou um consumo estabilizado no decorrer do período.

O consumo do setor energético, o terceiro em importância, é mostrado na Tabela 12.

TABELA 12
Consumo final de energia do setor energético da RAC
Unidade: 10⁹ kcal)

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	28	30	29	31	34	31
Bagaço de Cana	3.717	3.755	4.420	4.332	5.498	5.684
Óleo Combustível	3.070	2.745	2.512	2.227	2.124	2.253
Alcool Hidratado	67	68	70	72	75	78
Óleo Diesel	15	15	16	19	21	20
GLP	14	14	14	15	17	18
TOTAL	6.911	6.627	6.861	6.696	7.769	8.084

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

No setor energético da RAC estão 27 destilarias e a REPLAN, as quais consomem em suas instalações os energéticos bagaço de cana e óleo combustível.

O consumo de energia do setor residencial, o quarto em importância na RAC, está mostrado na Tabela 13.

TABELA 13
Consumo final de energia do setor residencial da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1982	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	1.093	1.237	1.589	1.868	2.035	2.060
GLP	1.276	1.472	1.459	1.630	1.807	1.873
TOTAL	2.369	2.709	3.048	3.498	3.842	3.933

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

Conforme observa-se pela Tabela 13, o consumo de energia do setor residencial da RAC é quase todo à base dos energéticos denominados modernos isto é GLP e eletricidade, fato este explicado pelo acelerado processo de urbanização ocorrido na região nas décadas de 70 e 80. A participação do energético lenha, embora ocorra de forma diminuta, deixa de ser registrada pela falta de informações a respeito, não tendo as mesmas sido apresentadas sequer no trabalho alusivo ao levantamento do balanço energético da RAC, já citado na referência [1].

Houve ao longo do período uma inversão na proporção de consumo de GLP e de eletricidade, o primeiro predominando no início dos anos 80 e o segundo superando nos últimos anos, possivelmente em face da expansão da rede elétrica.

A Tabela 14 mostra o consumo de energia do setor comercial da RAC.

TABELA 14
Consumo final de energia do setor comercial da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	434	604	615	627	640	765
Óleo Diesel	175	90	160	216	275	280
Óleo Combustível	250	97	71	63	57	52
GLP	54	51	69	78	82	88
Querosene Ilumin..	69	21	10	8	7	6
TOTAL	982	863	925	992	1.061	1.191

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

A eletricidade manteve a liderança como o energético mais consumido em todo o período, representando em média 65 % do total consumido pelo setor. O óleo diesel manteve a segunda colocação atingindo, nos últimos anos, cerca de 25 % do consumo total, o GLP ficou em 8 % e o óleo combustível teve a sua participação bem diminuída, de 25 % em 1982 para 4 % em 1992.

O consumo de energia do setor público da RAC é mostrado na Tabela 15.

TABELA 15
Consumo final de energia do setor público da RA
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	462	643	657	676	703	912
Óleo Diesel	252	267	173	115	63	58
Óleo Combustível	3	4	9	10	11	12
GLP	3	4	4	4	4	4
Querosene Ilumin.	1	1	1	1	1	1
TOTAL	721	919	844	806	782	987

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fontes: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

Pela Tabela 15 nota-se que o consumo de eletricidade do setor público dobrou no decorrer do período, e a sua participação na matriz chegou a 90 % nos dois últimos anos, certamente devido à expansão da rede de iluminação pública. O óleo diesel, usado na frota de caminhões e equipamentos pesados, com um consumo crescente nos primeiros anos da década, decaiu muito a partir de 1987.

A Tabela 16 mostra o consumo de energia do setor agropecuário da RAC.

TABELA 16
Consumo final de energia do setor agropecuário da RAC
Unidade: 10⁹ kcal

	1982	1985	1987	1989	1991	1992
Eletricidade	134	187	209	234	262	411
Óleo Diesel	4	65	57	<i>46</i>	<i>41</i>	<i>38</i>
Óleo Combustível	7	4	3	2	2	2
Outros	1	1	1	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
TOTAL	146	257	270	283	306	452

Em itálico/negrito - Números Estimados

1 cal = 4,186 Joules

Fonte: BARONE - Balanço Energético da RAC [1]

AEEE - Anuário Estatístico de Energia Elétrica [21]

Como se nota, a eletricidade é o energético de maior demanda na área rural da região devido à expansão da eletrificação rural, e a uma forte penetração desse energético no processo de irrigação.

Apresentadas a quantificação e a evolução dos consumos finais de energia, por setores econômicos e por energéticos, cabe verificar os usos finais dessa energia.

3.4- Usos Finais da Energia na RAC

Conforme já ressaltado, o setor industrial é o que mais consome energia na RAC (cerca de 44% do total, em média nos últimos anos), razão pela qual procurou-se levantar mais informações a respeito propiciando uma análise mais completa. Os usos finais de energia pelo setor industrial da RAC foram levantados e analisados pelas empresas CESP/CPFL/ELETROPAULO/COMGÁS, através de pesquisas realizadas pela Agência para Aplicação de Energia [22]. A distribuição desses usos finais está apresentada na Tabela 17 para os anos de 1983, 1985 e 1988.

TABELA 17
Usos finais de energia por equipamentos do setor industrial (%)

Equipamentos	1983	1985	1988
Caldeira	56,0	53,0	75,6
Forno	20,0	21,0	12,7
Força Motriz	14,0	17,0	7,3
Secador/Estufa	3,0	3,0	1,8
Aquecedor de Água	3,0	2,0	0,2
Demais Usos	4,0	4,0	2,4
Total	100%	100%	100%

Fonte: AGÊNCIA para Aplicação de Energia [22]

O referido estudo revelou que o equipamento caldeira é o que mais consome energia dentre todos os demais do setor, chegando a responder por até 75 % do consumo total. O equipamento forno diminuiu a sua participação no consumo, caindo para cerca de 13 % enquanto o uso final em força motriz também decaiu sensivelmente para apenas 7 %. Deve ser ressaltada a importância dessa pesquisa sobre usos finais de energia nas indústrias da RAC, visto que ela sinalizou um equipamento industrial de elevado consumo energético e sobre o qual há necessidade de maiores estudos relativos as possibilidades de conservação de energia.

Apreciando o Anexo 10 verifica-se que o bagaço de cana já é o combustível mais consumido nas caldeiras (60 %), seguido do óleo combustível (11 %), da lenha (10 %), de Outros Primários (9,5 %), além de outros de menor expressão. Pelo exposto deduz-se que ainda há pelo menos um espaço, atualmente ocupado pelo óleo combustível, onde poderá penetrar energéticos de fontes renováveis.

Com relação aos usos finais de energia no setor residencial, recente pesquisa levada a efeito quanto ao consumo de eletricidade no município de Campinas revelou que, em 1990, eles se distribuíram assim: aquecimento de água (30 %), conservação de alimentos (35 %), iluminação (12,5 %), condicionamento ambiental (7 %), lazer (7 %), Outros (8,5 %)- [6]-. Quanto ao GLP consumido pelo setor residencial pode-se afirmar que o mesmo é todo usado para cocção, possivelmente tendo uma pequena participação da lenha a qual por ser diminuta e de difícil mensuração não foi considerada neste setor.

3.5- Intensidades Energéticas da RAC e do Estado de São Paulo

Os dados sócio-econômicos e os de consumo de energia da RAC já apresentados, bem como os relativos ao Estado de São Paulo expressos no Anexo 11, possibilitam os cálculos das intensidades energéticas de maior interesse para efeito de comparação. Três dessas intensidades energéticas, relativas a: renda, habitante e pessoal ocupado na indústria, são apresentadas na Tabela 18 e, através dos Gráficos 5, 6 e 7, as variações das mesmas podem ser melhor compreendidas.

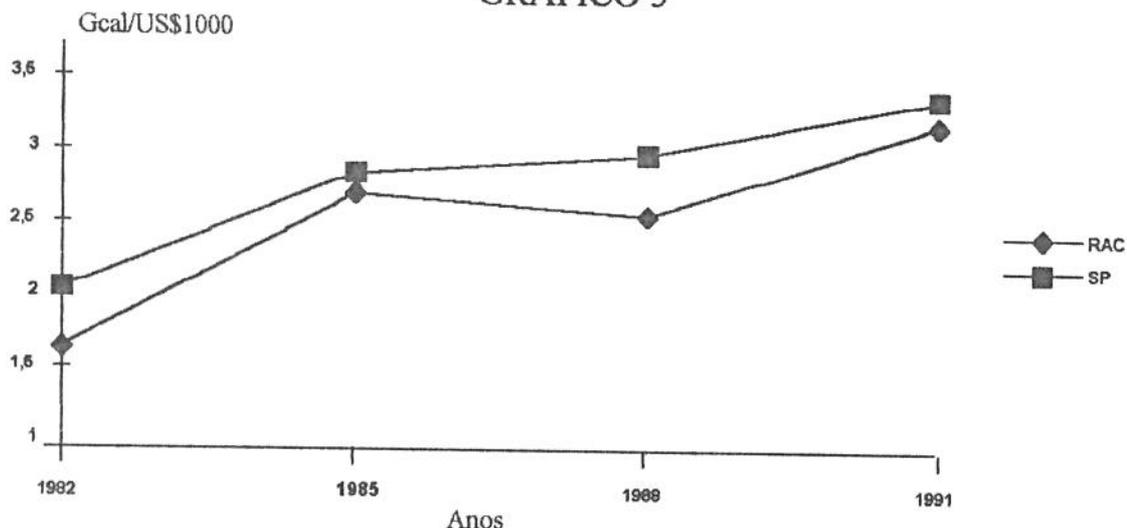
TABELA 18
Intensidades energéticas - RAC e Estado de São Paulo

		1982	1985	1988	1991
Intensidade Energética (Gcal/ US\$ 1000)	RAC	1,64	2,70	2,56	3,19
	SP	2,05	2,85	2,98	3,37
Intensidade Energética (Gcal/ habitante)	RAC	8,54	10,95	10,91	11,08
	SP	9,92	9,58	10,19	10,28
Intensidade Energética (Gcal/ P. O. Indústria)	RAC	40,10	48,73	44,16	49,75
	SP	50,86	42,95	47,59	52,47

*Dólar Médio de 1991 = Cr\$ 441,64

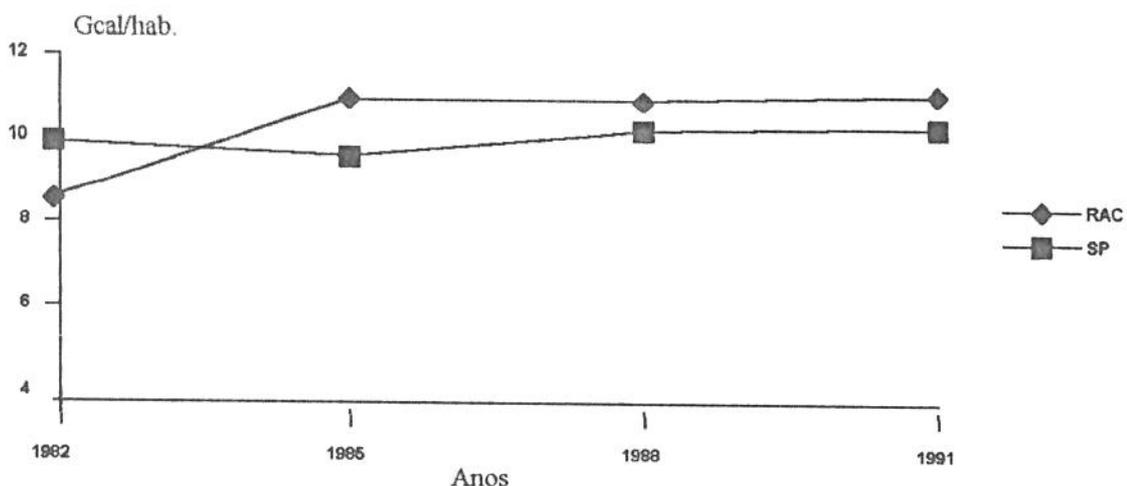
1 cal = 4,186 Joules

GRÁFICO 5



Observa-se pelo Gráfico que a intensidade energética-renda da RAC, por todo o período, manteve-se menor que a do Estado, podendo a diferença ser explicada em função dos tipos de indústria que se localizam na região. Verifica-se ainda que ambas as intensidades mostraram-se ascendentes, indicando que a produção de riquezas ainda está ocorrendo às custas de uma demanda crescente de energia.

GRÁFICO 6

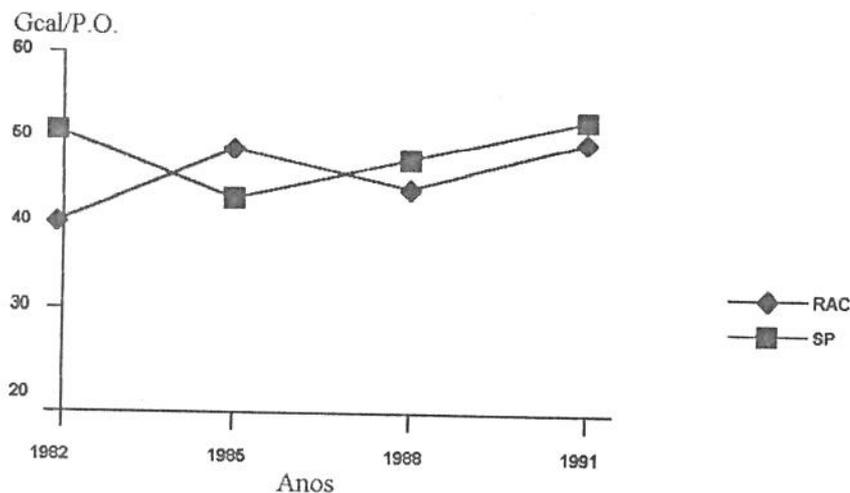


No que se refere à intensidade energética-habitante, constatou-se que a da RAC, no início da década de 80, apresentou-se menor que a do Estado, todavia já em 1985 ela ultrapassou a do Estado para estabilizar-se em um patamar acima da do Estado até o ano de 1991. O crescimento da intensidade até meados da década de 80, é explicado pelo aumento dos padrões de conforto da população da RAC a qual, conforme já foi dito, apresentou taxas de urbanização muito elevadas.

Quanto à estabilização da intensidade energética-habitante verificada após 1985, uma possível explicação está na diminuição do poder aquisitivo da população economicamente ativa, decorrente do processo inflacionário que assolou a economia do País, com evidentes reflexos no achatamento salarial.

Quanto à intensidade energética-indústria, cuja evolução é mostrada no Gráfico 7 abaixo, nota-se uma elevação no que diz respeito a da RAC no início dos anos 80, tendo como justificativa a instalação na região, à época, de unidades industriais "energética intensivas" [10].

GRÁFICO 7



No período 1985 a 1988 ocorreu uma diminuição da intensidade energética da RAC sendo a mesma ultrapassada pela do Estado de São Paulo, ficando ambas a partir daí bem próximas e crescentes até o ano de 1991.

Ao longo dos anos 80 ocorreram diversas transformações no setor industrial face às inúmeras políticas econômicas e sociais postas em prática no País, constatando-se uma grande instabilidade no quadro de pessoal das empresas, marcada por demissões e admissões parciais muitas vezes até mesmo sem registro na carteira profissional. Em decorrência, ficou comprometida a veracidade dos dados que expressam a evolução da intensidade energética-indústria no período, tornando esta um indicador pouco confiável para efeito de análises.

Pelos gráficos apresentados, relativos ao comportamento das 3 intensidades energéticas na RAC, constatou-se que aumentou cada vez mais o consumo de energia necessária à geração de cada US\$ 1.000 de riquezas e, a partir de meados da década de 80, o aumento da população regional ocorreu na mesma proporção que o aumento do consumo total de energia.

Resumindo este capítulo pode-se dizer que o consumo energético da RAC é, na atualidade, da ordem de 50.000 Tcal, estando o setor industrial absorvendo quase 45 % desse total com a constatação de que o equipamento caldeira responde por 75 % do consumo do setor, notando-se ainda que o consumo de energias de fontes renováveis supera em 35 % o consumo de energias de fontes não renováveis, muito embora venha ocorrendo, de forma acentuada, o crescimento do consumo de derivados de petróleo nos últimos anos.

CAPÍTULO 4: POTENCIAIS ENERGÉTICOS DA RAC

Conforme exposto no Capítulo 2, a RAC é importante produtora de derivados de petróleo e dos energéticos álcool e bagaço de cana, sendo no entanto uma grande importadora de eletricidade.

Neste capítulo são apresentadas informações quanto aos potenciais de energéticos renováveis disponíveis na RAC, bem ainda os recursos energéticos não renováveis, as características desses energéticos e o modo de conversão para a utilização dos mesmos. No capítulo seguinte serão vistos os custos desses energéticos e verificadas as possibilidades de uso dos mesmos.

O crescente consumo de energia da RAC, exposto na Tabela 7, tem levado as empresas concessionárias, nos últimos anos, a desenvolverem estudos relativos às alternativas energéticas para a garantia do suprimento.

4.1- Potenciais Energéticos Renováveis

Como será exposto adiante, com maiores possibilidades de aproveitamento destacam-se os potenciais hidroelétricos e os potenciais de geração de energia elétrica via "cogeração", estes últimos valendo-se das instalações industriais do segmento sucroalcooleiro da região e da disponibilidade do bagaço de cana.

Os potenciais regionais de energia solar e eólica serão apresentados, mostrando a importância dessas fontes de energias não convencionais, as quais há tempos vêm sendo utilizadas em muitos países.

A crescente disponibilidade do bagaço de cana decorrente de novas tecnologias introduzidas nas operações e nos processos industriais, vem tornando maior a importância desse combustível na matriz energética da região.

4.1.1-Potenciais Hidroelétricos

Os potenciais hidroelétricos da RAC, recentemente levantados pela CESP, existentes nas três bacias fluviais da região estão devidamente especificados no Anexo 12 [18], sendo que um resumo dos mesmos é apresentado a seguir:

<u>Estágio</u>	<u>Número de Usinas</u>	<u>Potência (kW)</u>
Construção	2	8.000
Projeto Básico	2	36.000
Viabilidade	6	45.100
Inventário	18	72.400
Desativadas*	9	13.885
Total:	37	175.385

* a serem reativadas

Fonte: CESP - Junho de 1993 [18]

Verifica-se pelos dados da potência que a maioria desses aproveitamentos corresponde a pequenas centrais hidroelétricas - PCHs - (abaixo de 10.000 kW), normalmente direcionadas para o atendimento energético às pequenas comunidades, em propriedades rurais com uso intensivo de energia (agroindústrias ou irrigação), bem como indústrias em geral, notadamente as eletrointensivas.

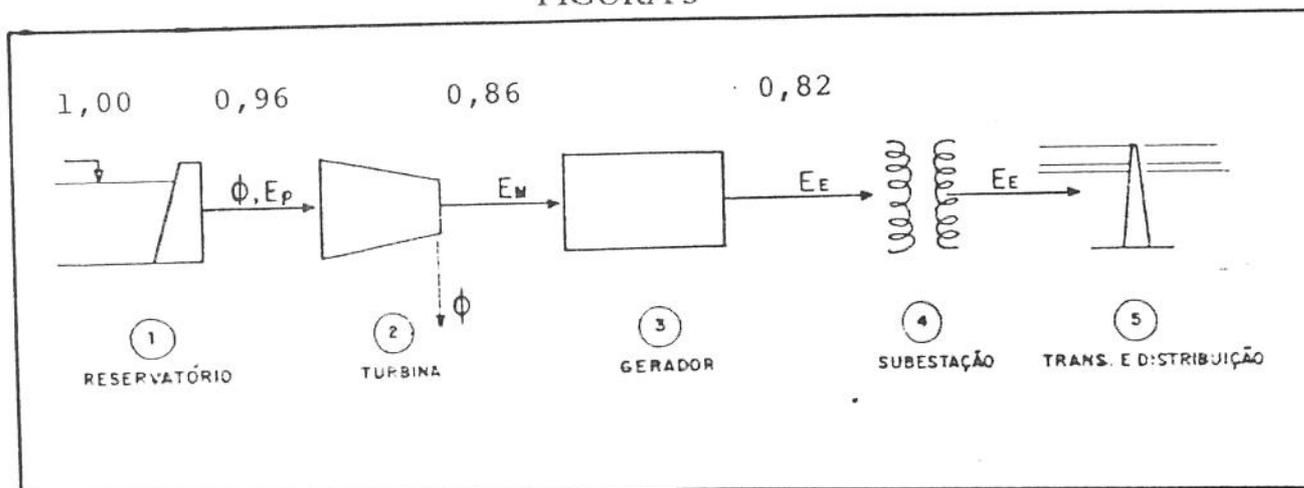
Como se sabe as PCHs, diferentemente das grandes centrais hidroelétricas, não utilizam grandes reservatórios, por conseguinte não inundam áreas extensas, apresentando vantagens adicionais como a mobilização de pequenos contingentes de recursos humanos, uso de máquinas e equipamentos por apenas 30 meses etc [23].

A experiência tem demonstrado que as PCHs podem ser construídas a custos competitivos, assegurando vantagens, sobretudo se for considerado o benefício da postergação de obras maiores no Estado de São Paulo dentro do sistema interligado de geração e de transmissão [23].

As barragens e os reservatórios provocam alterações no meio ambiente, embora bem menores em relação aos outros aproveitamentos de energia, daí a necessidade de estudos prévios relativos às repercussões ecológicas da hidroelétrica, à utilização múltipla da represa, às medidas de conservação da flora e da fauna etc.

O esquema geral de funcionamento de uma usina hidroelétrica é mostrado na FIGURA 3, explicitando as eficiências e as variáveis do sistema hidroelétrico, e indicando o percentual de energia elétrica que estará efetivamente disponível no mercado, a partir do potencial hidráulico avaliado.

FIGURA 3



Fonte: DA SILVA, E.P - Texto sobre Hidroeletricidade - 1992 [24]

Estando as variáveis assim identificadas:

E_p - energia potencial disponível

ϕ - fluxo de água entre o reservatório e as turbinas

E_m - energia mecânica transferida das turbinas aos geradores

E_e - energia elétrica produzida nos geradores ($\pm 0,82 E_p$).

As empresas nacionais de engenharia especializadas em construção de usinas hidroelétricas adquiriram, ao longo das últimas décadas, o domínio de modernas tecnologias em todas as etapas da construção; igualmente a indústria brasileira vem produzindo máquinas e equipamentos de excelentes qualidades.

Atualmente, o Brasil é considerado país exportador de tecnologias, de máquinas e equipamentos e ainda de serviços de engenharia para construções de hidroelétricas. Portanto, a tecnologia para aproveitar o potencial hidroelétrico da RAC está disponível no País, restando apenas equacionar fatores de ordem financeira.

4.1.2- Potenciais de Energia Elétrica Via Cogeração

A produção simultânea de calor de processo e de energia mecânica e/ou energia elétrica num único sistema, a partir de uma só fonte de alimentação de combustível, é normalmente denominada de "cogeração" de energia.

O processo de transformação energética partindo de um combustível para obtenção de duas ou mais formas de energia, apresenta uma maior eficiência global quando comparado com a geração em ciclos separados, isto é, um para geração de calor de processo e o outro para a produção de energia mecânica ou elétrica [25].

As indústrias que utilizam vapor como condutor de calor de processo são consideradas como possuidoras de potencial técnico de cogeração e, dependendo de melhorias nas caldeiras, turbinas e geradores, elas podem passar da condição de apenas "auto produtoras" para a de fornecedoras de energia elétrica para a rede de distribuição da empresa concessionária.

Estudos realizados pela CESP em 1987 revelaram que no Estado de São Paulo os segmentos industriais onde ocorre a maior concentração de indústrias "auto produtoras" de energia elétrica, em função da potência instalada são: sucroalcooleiro (387,8 MW); químico/petroquímico (136,1 MW); papel e celulose (71,5 MW); têxtil (16,4 MW) e alimentos e bebidas (15,9 MW) [25].

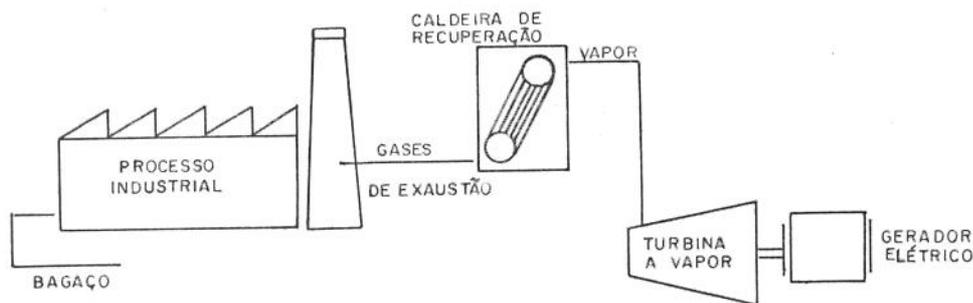
Embora o segmento sucroalcooleiro lidere na condição de auto produtor, sabe-se que as indústrias desse segmento apresentam diferentes capacidades de moagem de cana, características técnicas e tempo de vida útil dos equipamentos, expressando assim potenciais de cogeração bastante diversos [25].

A tecnologia atualmente usada nas indústrias sucroalcooleiras baseia-se no ciclo convencional ou ciclo Rankine, onde o bagaço de cana "in natura" com 50 % de umidade é queimado nas caldeiras produzindo vapor com pressão de 21 kgf/cm² e temperatura de 300°C, acionando a turbina para gerar 19 Wh/kg cana [26].

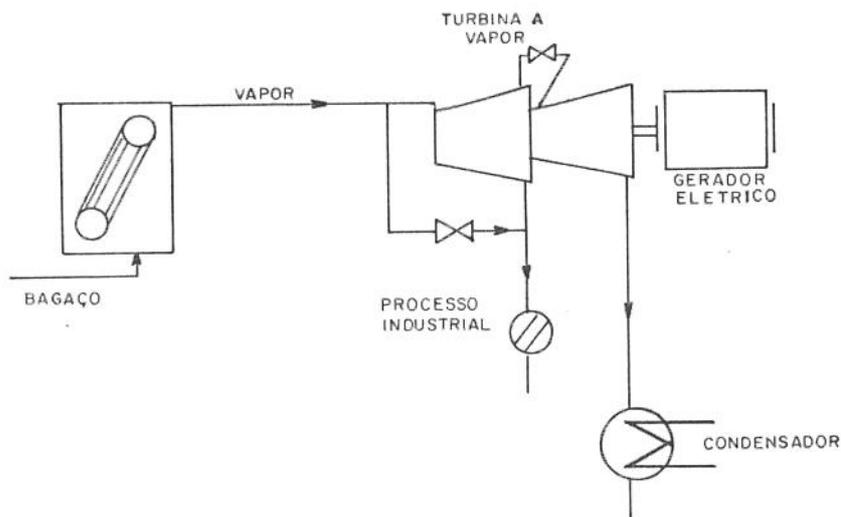
Uma parte do vapor produzido aciona uma turbina acoplada a um gerador produzindo a energia elétrica necessária para atender as necessidades da indústria, e ainda um excedente que pode ser destinado à rede elétrica das concessionárias. O restante do vapor produzido é usado como fluido de trabalho nos equipamentos de preparação, moagem da cana e utilização no processo industrial.

As tecnologias de cogeração são classificadas em dois grupos, de acordo com a ordem relativa de geração de potência e de calor, do ponto de vista do fluxo energético. Têm-se assim os ciclos "bottoming" e os ciclos "topping", mostrados na Figura 4 (a e b).

FIGURA 4



a) Cogeração com turbina a vapor (ciclo "bottoming")



b) Cogeração com turbina a vapor (ciclo "topping")

Os ciclos "bottoming" baseiam-se na recuperação do calor rejeitado a altas temperaturas nos processos industriais, sendo utilizado na geração de vapor o qual é expandido em turbinas de condensação e/ou de contra pressão, acionando geradores elétricos ou equipamentos tais como bombas hidráulicas, compressores de ar etc.

Nos ciclos "topping" o calor rejeitado pelo sistema de geração de potência é utilizado para atender aos requisitos de energia térmica de processos industriais. São possíveis ciclos "topping" de cogeração utilizando turbinas a vapor, turbinas a gás, uma combinação destas ou motores diesel.

O emprego de turbinas a vapor constitui-se na opção tecnológica de cogeração mais difundida. Vapor à pressões na faixa de 20 a 110 kgf/cm², produzido em geradores de vapor convencionais, é utilizado no acionamento de turbinas para geração de potência sendo o vapor de escape, na faixa de 2 a 20 kgf/cm², empregado como calor de processo.

A demanda de energia por tonelada de cana processada varia de acordo com o tipo da indústria. Na usina de açúcar ela é da ordem de 20 Wh/kg cana, enquanto na usina com destilaria anexa ela cai para 15 Wh/kg cana, em média, sendo que a destilaria autônoma apresenta a menor demanda, cerca de 13 Wh/kg cana [26].

Se com a atual tecnologia é possível produzir 19 Wh/kg cana, conclui-se que em uma destilaria autônoma a cogeração poderá propiciar um excedente de até 6 Wh/kg cana e, na destilaria anexa o excedente poderá atingir 4 Wh/kg cana.

Uma nova tecnologia vem sendo paulatinamente introduzida para se conseguir um maior aproveitamento da energia do vapor gerado, baseando-se no uso da turbina de condensação e economia de vapor, fazendo com que o processo de cogeração propicie uma maior quantidade de energia elétrica excedente para ser comercializada [26].

A longo prazo as indústrias terão uma outra alternativa tecnológica para o processo de cogeração, atualmente considerada muito onerosa, baseada na gaseificação do bagaço de cana associado ao uso da turbina a gás com injeção de vapor e o aproveitamento do calor residual dos gases de exaustão da turbina para geração de vapor em uma caldeira de recuperação [26].

Estudos preliminares da CPFL realizados em 1987 estimaram o potencial de cogeração do segmento sucroalcooleiro no Estado de São Paulo em torno de 800 MW, admitindo que as indústrias promovam investimentos em suas instalações (caldeiras, turbinas, gerador), propiciando maior quantidade de excedente de energia elétrica. Informações recentes obtidas junto a CESP, no Setor de Estudos Termoelétricos, indicam que o referido potencial é da ordem de 600 MW, na hipótese de realização dos investimentos acima considerados.

Uma nova estimativa do potencial de cogeração do segmento sucroalcooleiro começou a ser realizada pela CESP em 1993, através de um minucioso levantamento das atuais instalações industriais e as suas possibilidades efetivas de geração de excedente de energia.

Com base nos dados de 1987 a CPFL selecionou 16 indústrias sucroalcooleiras localizadas na área compreendida pela Regional de Campinas, tendo estimado para as mesmas um potencial de cogeração de 114 MW. Agregando aos 114 MW os potenciais relativos as outras 5 indústrias localizadas na área da RAC de concessão da CESP (55 MW), podemos estimar em aproximadamente 169 MW/safra ou 83 MW médios ao ano, o potencial de cogeração do segmento sucroalcooleiro da RAC, conforme está descrito no Anexo 13.

4.1.3- Potenciais de Energia Solar

A energia solar é a energia contida na radiação eletromagnética emitida pelo Sol em face das elevadas temperaturas (em torno de 6000°K) de sua superfície [27]. Ao nível do solo do planeta Terra, a intensidade de energia solar dependerá de três fatores:

- * quantidade de energia refletida e absorvida pela atmosfera;
- * latitude geográfica;
- * posição no tempo: mês, dia, hora.

A energia solar é considerada a fonte energética de maior potencial na natureza e está na origem de quase todos os processos de geração de calor, movimento e eletricidade que sustentam a nossa civilização.

Trata-se de uma energia não poluente e amplamente distribuída em grande parte da superfície terrestre, vantagens estas que recomendam estudos e pesquisas para o seu aproveitamento em benefício da Humanidade. Pesquisas, tecnologias e equipamentos, desenvolvidos ao longo dos últimos 20 anos, vêm proporcionando a utilização da energia solar notadamente para a produção de calor pelo processo fototérmico e a geração de energia elétrica através do processo fotovoltaico.

A conversão fototérmica é realizada fazendo a captação da energia solar em coletores planos ou tubulares de superfície de absorção seletiva, transferindo o calor para a água, ar ou fluido que circula nos coletores. Este processo é utilizado para fins de aquecimento e refrigeração ambientais, aquecimento de água para uso doméstico, pré aquecimento em processos industriais, secagem de grãos etc. Uma abrangente descrição deste processo pode ser encontrada na referência [28].

A conversão da energia solar em energia elétrica pelo processo fotovoltaico é feita de forma direta, pela absorção da luz solar através de células solares, estando comprovada a viabilidade técnica desse processo. No entanto, o alto custo de fabricação das células solares ainda vem sendo um entrave para a difusão do processo, exigindo que novas tecnologias e materiais sejam desenvolvidos para que as células tenham os seus custos reduzidos.

Os sistemas fotovoltaicos têm sido testados em experiências operacionais revelando muitas vantagens, a saber [29]:

- * não agredem ao meio ambiente, exceto na fabricação das células;
- * apresentam tempo de vida útil de até 20 anos;
- * desgastes mínimos no processo de conversão;
- * custos operacionais inexpressivos.

O aproveitamento da energia solar como energia térmica ocorre de maneiras diversas, em função da temperatura que se pretende alcançar. À baixa temperatura ($<200^{\circ}\text{C}$), são utilizados coletores planos para fins de aquecimento de fluidos, destilação, refrigeração e bombas de calor. À altas temperaturas ($>200^{\circ}\text{C}$) temos os concentradores solares, fornos solares e produção de eletricidade via vapor.

A comparação entre coletores planos e concentradores está abaixo [27]:

<u>Categoria</u>	<u>Tipo</u>	<u>Limites de Temp.(°C)</u>	<u>Eficiência (%)</u>
Sem concentração	plano	65 a 150	30 - 50
Média concentração	cil. parabólico	250 a 650	50 - 70
Alta concentração	parabólico	550 a 2200	60 - 75

No Brasil, a quantidade de radiação solar incidente e a disponibilidade para sua captação representam atrativos para a utilização da energia solar, daí porque é preciso providências no sentido da retomada dos estudos e dos investimentos em busca de tecnologias que viabilizem economicamente um maior uso dessa energia.

Vários fabricantes de coletores solares se instalaram no Brasil a partir de 1975 devido ao estímulo dado à pesquisa e ao aproveitamento da energia solar, em virtude do interesse governamental pelas fontes alternativas de energia, à época, face às duas crises do petróleo. Posteriormente, com a retirada do apoio governamental, poucas empresas permaneceram no ramo, sendo que das 39 inicialmente cadastradas em São Paulo em 1975, apenas 11 estavam no mercado ao final dos anos 80 [28].

O potencial de energia solar no Estado de São Paulo está levantado conforme mostra a Figura 5, verificando-se que na RAC as áreas situadas ao sul e oeste da região são as mais privilegiadas, registrando 2.500 horas/ano de insolação.

FIGURA 5



Convenção	Horas Anuais de Insolação	Radiação Total em Plano Horizontal (kWh/m ² ano)	Potencial Solar Bruto (GJ/m ² ano)
Região I	2650	1830	6,59
Região II	2450	1700	6,12
Região III	1850	1400	5,04

Fonte: Conselho Estadual de Energia - BEESP - 1982 a 1983 - [30]

Sabe-se que na matriz energética estadual a energia elétrica utilizada para o aquecimento de água representa cerca de 8 % do consumo total de energia elétrica do Estado e aproximadamente 42 % do consumo do setor residencial. Tem-se como estimativa que o consumo total de energia elétrica em edificações, tais como prédios residenciais, apart hotéis, hotéis, hospitais, clubes e casas, pode ser reduzido em até 50 %, caso sejam instalados sistemas de aquecimento à base de energia solar [28].

É evidente que não se pode pensar em substituir por coletores solares toda a energia elétrica utilizada para aquecimento de água, apesar de tecnicamente viável. Todavia, para efeito de se identificar o potencial total aplicam-se os 8 % sobre o total de energia elétrica consumida na RAC, a qual foi em 1992 (Tabela 7) de 10.532×10^9 kcal (equivalente a 12.245.087 MWh), resultando 979.607 MWh que, se tomado em 50 % cairia para 489.803 MWh, o qual corresponde a um potencial de 55,9 MW.

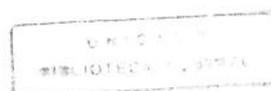
Há pois um expressivo potencial de energia solar disponível na RAC, bem como um mercado potencial para absorção de energia térmica, dependendo tão somente de providências que precisam ser tomadas para um maior uso dos coletores solares nas edificações residenciais, não apenas nas casas de pessoas da classe média como também nos conjuntos habitacionais populares beneficiando assim as famílias de menor poder aquisitivo.

4.1.4- Potenciais de Energia Eólica

A energia eólica corresponde à energia cinética contida nas massas de ar em movimento (ventos), sendo seu aproveitamento feito através da conversão da energia cinética de translação em energia cinética de rotação com o uso de aerogeradores. O levantamento do potencial eólico de uma determinada região é feito através de medições de velocidade e direção do vento, valendo-se de anemógrafos computadorizados, instalados a uma altura mínima de 10 metros acima do solo [31].

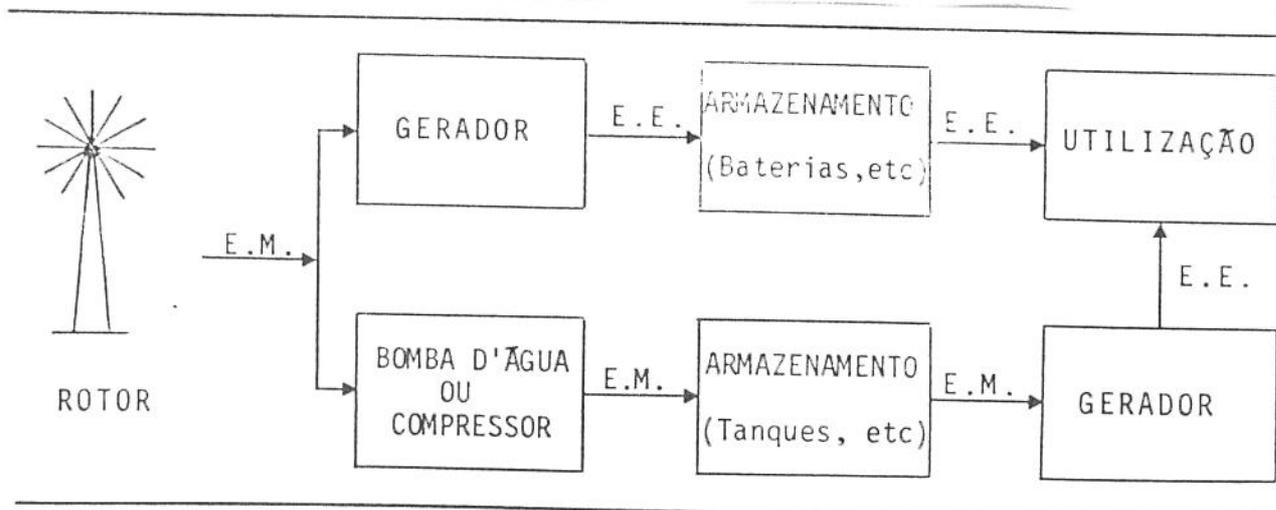
Os registros de ventos analisados estatisticamente indicam as velocidades médias, frequência de ocorrência em cada direção e o nível de turbulência, informações estas fundamentais para a definição das características estruturais e operacionais das turbinas eólicas. As modernas turbinas eólicas são controladas e operadas por um sistema computadorizado central, onde vários sensores enviam informações para o sistema de controle, o qual através de um programa específico comanda os mecanismos da turbina. As turbinas são ainda dotadas de sensores elétricos que monitoram a diferença de potencial, a corrente elétrica e a frequência da rede elétrica na qual a turbina está conectada [32].

Regiões onde ocorrem ventos com velocidade média igual ou acima de 6 m/s são consideradas atrativas para sistemas eólicos e, sendo as velocidades variáveis, pode-se obter o valor instantâneo através do uso de anemômetros. Para o cálculo do potencial eólico utilizam-se médias a partir das distribuições estatísticas das velocidades instantâneas medidas (curvas de frequência). Mais detalhes sobre o cálculo de potenciais eólicos podem ser obtidos na referência [31].



O fluxograma de conversão da energia eólica é apresentado na Figura 6.

FIGURA 6



Fonte: DA SILVA, E.P. - UNICAMP [31]

Com base na potência instalada os sistemas eólicos são classificados em três graduações:

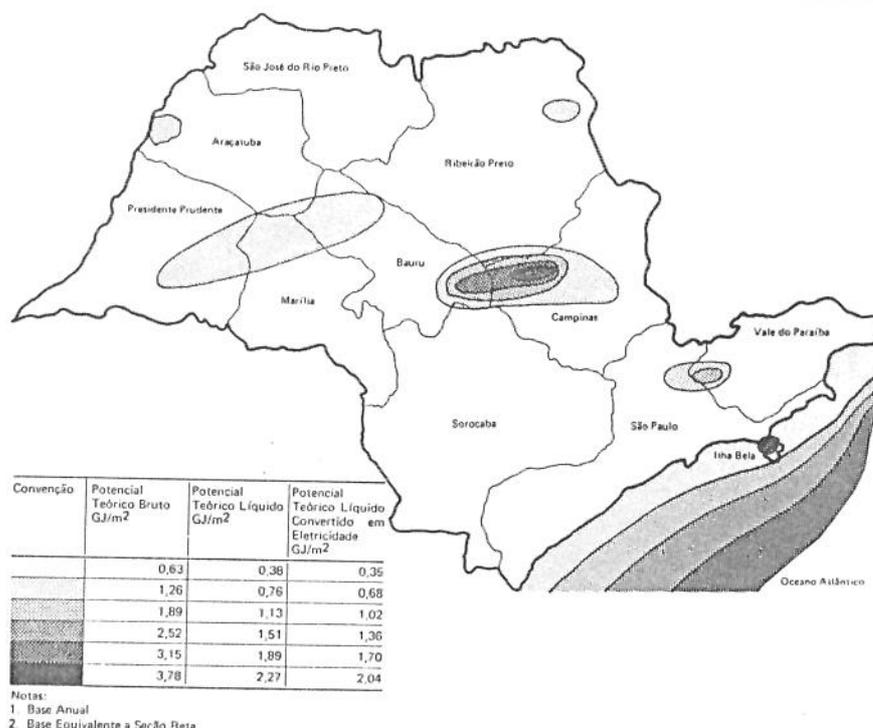
- * de baixa potência (até 5 kW);
- * de média potência (entre 5 e 50 kW);
- * de alta potência (acima de 50 kW).

Associando diversos aerogeradores em uma determinada área é possível produzir grandes quantidades de energia, obtendo-se as denominadas "fazendas de vento" as quais foram implantadas com sucesso na Califórnia/EUA no decorrer dos anos 70, como uma alternativa para diminuição da dependência energética externa daquela região americana. Maiores detalhes a respeito dessas fazendas eólicas são encontrados na referência [33].

Vários são os tipos de rotores existentes no mercado, destacando os de eixo horizontal tipo hélices e os de eixo vertical tipos Savonius, Darrieus e turbinas com torre, os quais se aplicam em função das especificações de cada projeto. Os rotores tipo hélices são os mais comuns, semelhantes aos de uso aeronáutico, necessitando de ventos com velocidades mais elevadas para a partida devido ao alto torque inicial. Os rotores Savonius são de fácil construção e de baixo custo porém, pelo fato do movimento de parte de suas pás ser contra a dos ventos, apresentam baixas eficiências. Os rotores Darrieus não necessitam de sistema de orientação; todavia precisam ser colocados em movimento inicial, sendo utilizados apenas para baixas potências. Maiores informações sobre tipos e características dos aerogeradores são encontradas na referência [31].

O potencial de energia eólica no Estado de São Paulo está na Figura 7.

FIGURA 7



Fonte: Conselho Estadual de Energia - BEESP - 1982 a 1983 [30]

Verifica-se que em uma determinada região da RAC (região de governo de Rio Claro), ocorre um dos melhores potenciais de energia eólica do Estado, chegando a apresentar um potencial teórico bruto de 3,78 GJ/m².ano.

Pela teoria que determina o potencial eólico [31], tem-se que a potência disponível P é função da velocidade (v) dos ventos, da densidade (ρ) do ar e da área (A) por onde flui o ar, sendo ela calculada pela equação: $P = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A \cdot v^3$. Dessa forma, para um potencial de 3,78 GJ/m² corresponde uma velocidade média dos ventos de 5,8 m/s, adequada para o aproveitamento da energia eólica [31].

Sabe-se que na prática apenas uma parte da energia eólica é aproveitada, especialmente porque o ar ao deixar o aerogerador ainda contém energia. A eficiência global do aerogerador η é composta pelas eficiências de cada parte envolvida no sistema eólico, matematicamente traduzido por $\eta = \eta_B \times \eta_a \times \eta_m \times \eta_g$, sendo:

η_B = eficiência máxima teórica (eficiência de Betz) = 0,58

η_a = eficiência aerodinâmica (pás, aerodinâmica etc) = \pm 0,50

η_m = eficiência mecânica (atrito mecânico etc) = \pm 0,80

η_g = eficiência do gerador = \pm 0,90, resultando para η cerca de 0,20.

Pelo exposto pode-se dizer que a um potencial teórico bruto de 3,78 GJ/m².ano, corresponde um potencial teórico líquido convertido em eletricidade de apenas 0,75 GJ/m².ano, fato este que aponta uma estimativa pouco realista nos dados contidos na coluna 4 da Figura 7.

De fato, é difícil neste caso ter-se uma idéia do potencial eólico disponível na região; todavia a implantação de cerca de 100 turbinas com potência média de 250 kW cada, consideradas as mais indicadas na atualidade, já corresponderia ao potencial de muitas das PCHs listadas no Anexo 12.

4.1.5- Potenciais de Energia das Biomassas

Dentre as fontes de biomassa existentes no Estado de São Paulo com possibilidades econômicas de geração de energia, destacam-se a silvicultura e a cana de açúcar. O produto energético da silvicultura é a lenha enquanto que da cana de açúcar são obtidos o álcool automotivo e o bagaço de cana, combustível este que se viabiliza cada vez mais como uma importante alternativa energética regional.

Com a utilização das colheitadeiras mecânicas para a cana crua, a queima do canavial será evitada eliminando assim a emissão de poluentes na atmosfera (CO₂, Fumaça, Fuligem etc), além de propiciar uma enorme quantidade de palhas e pontas de cana, combustíveis estes de grande utilidade com um poder calorífico equivalente ao do bagaço, cerca de 2.280 kcal/kg [34].

4.1.5.1- Lenha

O combustível lenha foi importante na matriz energética do Estado de São Paulo, perdendo paulatinamente a sua relevância até situar-se no ano de 1989 com apenas 4,45 % na matriz energética de consumo [22]. Na verdade, a lenha sempre foi considerada uma fonte energética de país subdesenvolvido - indicativo de atraso econômico e tecnológico-, caracterizando o fato típico "preconceito energético". A falta de dados e informações confiáveis a respeito da produção e consumo desse combustível na RAC impediu que o mesmo fosse melhor apreciado neste estudo.

As poucas florestas nativas encontradas na RAC estão cadastradas como unidades de conservação (reservas florestais, etc), sendo que os reflorestamentos existentes em muitas áreas constituem quase que exclusivamente matéria-prima para as indústrias de papel e celulose localizadas na região, fato este que evidencia a quase inexistência de potenciais de lenha para fins energéticos na RAC. Todavia, há um potencial de cogeração referente a madeira na indústria de papel e celulose (pontas de madeira e lixívia), assim estimado: sabendo que o potencial de cogeração no aludido segmento é de 71,5 MW (ítem 4.1.2) para todo o Estado e, sendo a participação desse segmento industrial na RAC de 28 %, conforme ítem 2.2, tem-se um potencial de cogeração de 20,0 MW para a região e, sendo a participação da lenha e lixívia como combustível em torno de 70 % [20], chega-se ao potencial de apenas 14 MW.

4.1.5.2- Álcool Automotivo

É sabido que o álcool automotivo passou a ser produzido em larga escala no Estado de São Paulo em decorrência das determinações governamentais na segunda etapa do PROÁLCOOL, implementada a partir de 1979, como estratégia do governo para o país diminuir a sua dependência externa relativa à importação de petróleo, a preços crescentes à época.

A queda dos preços internacionais do petróleo e a elevação dos preços do açúcar ocorridas no mercado externo, associadas às constantes indefinições do governo federal quanto as novas diretrizes para o PROÁLCOOL, contribuíram para a estagnação da produção do álcool automotivo em São Paulo, nos últimos 5 anos, em cerca de 7,5 bilhões de litros por safra [20].

A RAC, responsável por aproximadamente 20 % da produção estadual de álcool, vem produzindo em torno de 1,5 bilhões de litros/ano nos últimos 5 anos [20]. Não há previsão de que venha ocorrer na RAC um aumento substancial na produção de álcool automotivo, visto que em 1991 houve o retorno à fabricação de maior quantidade de carros à gasolina em detrimento do carro à álcool, fazendo crer que teremos doravante uma diminuição relativa da intensidade energética do álcool automotivo.

O programa de produção de energia elétrica via cogeração no Estado de São Paulo contribuirá para o fortalecimento do segmento sucroalcooleiro, através da receita proveniente da venda do sub produto energia elétrica às concessionárias, esperando-se que em decorrência haja uma diminuição do custo de produção do álcool e a melhoria de sua competitividade no mercado [25].

4.1.5.3- Bagaço de Cana

Nas regiões do Estado onde o segmento sucroalcooleiro é expressivo, a exemplo da RAC, cresce cada vez mais a importância do bagaço de cana como matéria-prima em alguns processos industriais e notadamente como um energético renovável.

Conforme foi assinalado no item 4.1.2, as novas tecnologias em curso concorrerão para que no processo de cogeração ocorra uma diminuição substancial na demanda de energia por tonelada de cana processada, o que representará um menor consumo do bagaço pelas unidades sucroalcooleiras, aumentando assim o volume desse combustível o qual poderá ser destinado à geração de uma maior quantidade de energia elétrica excedente.

Com o advento da mecanização da colheita não mais será feita a queima dos canaviais, possibilitando assim a utilização das palhas e pontas de cana como combustível nas caldeiras no período da safra, liberando o bagaço de cana excedente para ser usado na produção de energia elétrica na entressafra, ou ser comercializado para outros usos.

4.1.5.4- Palhas e Pontas

Com a utilização das colheitadeiras mecânicas para a cana crua, haverá entre outras vantagens a disponibilidade das palhas e pontas em grande quantidade e, com um poder calorífico equivalente ao do bagaço (2.280 kcal/kg), esses resíduos aumentarão as possibilidades de geração de energia pelo processo de cogeração.

Sabendo que, em média, 1 tonelada de cana gera 108 kg de palhas e pontas e admitindo que 50 % da colheita da cana da RAC sejam doravante mecanizadas [34] e, considerando ainda a produção anual de cana da RAC da ordem de 25.000×10^3 toneladas, pode-se estimar o potencial energético desses 2 resíduos. Assim, $25.000 \times 10^3 \text{ t} \times 108 \text{ kg/t} \times 2.280 \text{ kcal/kg} \times 0,50 = 3.078 \times 10^9 \text{ kcal}$, equivalente a 3.578.653 MWh, o que equivale a um potencial de 408 MW, a qual se reduz para 204 MW em face da eficiência na conversão em torno de 50%.

A substituição do corte manual pelo mecânico se justifica economicamente pelo maior rendimento do processo de corte e, em termos ambientais, pelo fim das queimadas, muito embora alguns problemas precisam ser resolvidos, a saber:

- * a mecanização não deve provocar desemprego em massa no setor, havendo necessidade de um treinamento adequado para permitir o reaproveitamento dos trabalhadores em ociosidade;

- * o terreno deve apresentar pequena declividade para permitir a entrada das colheitadeiras;

- * a plantação deve ser replanejada para permitir a passagem da máquina;

- * há maior risco de incêndio visto que as palhas e pontas deixadas no solo podem inflamar, muito embora colaborarem para as boas condições do solo.

4.2- Recursos Energéticos Não Renováveis

A região administrativa de Campinas é desprovida dos recursos energéticos não renováveis petróleo, gás natural, urânio, considerados de maior importância econômica dentro da categoria. Há ocorrência de recursos de carvão (± 10.000 toneladas), no município de Monte Mor, de xisto (não estimada), entre as cidades de Americana e Piracicaba e de turfa ($\pm 14.000.000 \text{ m}^3$), na região de Mogi Guaçu [30].

Tratando-se de recursos energéticos de baixo poder calorífico e ainda localizados em áreas muito urbanizadas, os mesmos não estão sendo considerados viáveis do ponto de vista econômico e ecológico para efeito de exploração.

É sabido que a RAC está prestes a ser beneficiada com a oferta de gás natural boliviano, em virtude da retomada dos entendimentos entre os governos do Brasil e da Bolívia para a viabilização do comércio daquele gás no Brasil, notadamente no Estado de São Paulo, a partir de 1997, após a construção do gasoduto Bolívia/São Paulo [35].

4.2.1- Caracterização do Gás Natural

O gás natural corresponde à porção do petróleo que existe na fase gasosa ou em solução no óleo, nas condições de reservatório, e que permanece no estado gasoso nas condições atmosféricas de temperatura e pressão, surgindo daí as denominações: gás natural não associado e gás natural associado ao petróleo.

Diferentemente do gás associado, que além do metano (68 %) e do etano (16%) contém o propano (10 %) e outros compostos (6 %), o gás natural não associado é quase todo constituído por metano (92 %) e etano (3 %), além de outros compostos (5 %).

Para ser comercializado o gás natural necessita primeiramente passar por uma unidade de tratamento (UTGN), onde ocorrem a dessulfurização e a desidratação do gás in natura, sendo após submetido à unidade de processamento (UPGN).

Na UPGN haverá uma separação dos componentes do gás natural, sendo que a primeira parte contendo apenas metano e etano sofrerá um processo de liquefação, obtendo-se o gás natural liquefeito (GNL), e uma segunda parte, constituída de uma mistura de propano, butano, pentano, hexano e heptano, na forma líquida, denominada líquido do gás natural (LGN). O LGN, a seguir, é submetido a um processo de fracionamento obtendo-se o GLP (propano + butano) e a gasolina natural (pentano, hexano e heptano).

Após processado, o gás natural apresenta um poder calorífico de 8.800 kcal/m³, sendo considerado um combustível relativamente limpo, de fluxo constante, com boa eficiência energética, prestando-se a múltiplos usos [35]. O transporte do gás natural pode ser feito através de gasodutos ou ainda através de navios especiais (metaneiros), quando se tem como carga o gás natural liquefeito (GNL).

4.2.2- Oferta e Consumo do Gás Natural Nacional

A rede de transporte de gás no Brasil é constituída aproximadamente de 3.400 km de gasoduto, sendo 62 % na região nordeste e o restante na região sudeste.

Os sistemas de produção e manutenção do gás no país são: sistema do Ceará (187 km), sistema do Rio Grande do Norte/Paraíba/Pernambuco (786 km), sistema Alagoas/Sergipe/Bahia (1.165 km), na região nordeste e os sistemas do Espírito Santo (200 km) e Rio de Janeiro/São Paulo (1.126 km), região sudeste [35].

O consumo de gás natural (excluído o consumo próprio da PETROBRÁS), foi de 8 milhões de m³/dia em 1991, representando apenas 3 % do consumo de gás natural da América Latina [35].

A distribuição do consumo do gás natural ocorre assim: na indústria, como energético (66 %) e como matéria-prima (24 %), sendo o restante (10 %) fracionado na incipiente frota de ônibus e táxis movida a gás natural, pequeno uso residencial e comercial (apenas Rio de Janeiro e São Paulo), e reduzida geração termoeétrica [35].

Segundo informações da COMGÁS a estimativa de disponibilidade de gás natural, nas bacias de Campos e de Santos nos próximos anos, é de que ela não será suficiente para o atendimento ao crescente mercado da região sudeste do País.

As previsões mais realistas indicam que a disponibilidade do gás natural nacional em 1995 será da ordem de 8,8 milhões de m³/dia, dos quais apenas 2,5 milhões de m³/dia para novos contratos [35]. Esse volume é pequeno para suprir o mercado de São Paulo atendido pela COMGÁS bem como o do Rio de Janeiro, cujo parque industrial é dependente do gás da bacia de Campos.

4.2.3- Oferta do Gás Natural Boliviano

O acordo assinado em 17 de agosto de 1992, pelos presidentes do Brasil e da Bolívia, estabelece um fornecimento de gás boliviano no volume de 8 milhões de m³/dia, equivalentes a 50 mil barris de petróleo/dia, bem ainda a construção do gasoduto ligando a cidade boliviana de Santa Cruz de La Sierra à cidade de São Paulo (± 1.800 km) [35].

O Brasil pagará anualmente US\$ 130 milhões pela compra do gás pelo período de 20 anos, sendo os preços reajustados conforme a variação no mercado internacional. O Estado de São Paulo receberá cerca de 48 % do gás importado (3,84 milhões de m³/dia), a partir de 1997, havendo uma previsão inicial de que 1 milhão de m³/dia seja destinado ao consumo da região administrativa de Campinas [35].

Sabe-se que, pela rota norte considerada nos estudos do governo federal o gasoduto a ser construído cortará a RAC na direção noroeste/sul, beneficiando sobremaneira importantes municípios da região: Rio Claro, Limeira, Cosmópolis, Americana, Paulínia, Sumaré, Campinas, Valinhos, Vinhedo, Jundiaí, Várzea Paulista, além de outros [35].

O trabalho alusivo a referência [5] analisa as possibilidades de penetração do gás natural boliviano no setor industrial da RAC, afirmando nas conclusões que em condições favoráveis poderá surgir um mercado potencial para o produto da ordem de até 26 % do consumo final de energia do setor industrial da RAC em 1991, o qual foi de 20.793×10^9 kcal (Tabela 6), assim calculado: $0,26 \times 20.793 \times 10^9$ kcal = 5.406×10^9 kcal, equivalente a 6.285.315 MWh que corresponde a 717,5 MW.

Com base nessas informações e considerando o poder calorífico do gás natural igual a 8.800 kcal/m³, podemos estimar o volume diário do gás a ser absorvido, a médio e longo prazos, pelo setor industrial da RAC, estando assim calculado: $(0,26 \times 20.793 \times 10^9 \text{ kcal} / 8.800 \text{ kcal} / \text{m}^3) / 365 \text{ dias} = 1.683.000 \text{ m}^3/\text{dia}$.

O consumo de 1,6 milhões de m³/dia do gás boliviano pelo setor industrial da região afetará sobremaneira a atual matriz de consumo do setor (Tabela 10), reduzindo em muito a demanda de óleo combustível e, em menor escala a de eletricidade, acreditando que com relação à participação das biomassas pouca modificação poderá ocorrer, continuando elevado o consumo de bagaço de cana.

A CPFL está elaborando projeto no sentido de utilizar o gás boliviano na termoelétrica de Carioba, localizada na RAC, eliminando assim o consumo de óleo combustível e ainda elevando a potência da usina para 350 MW, ajustada em 3 etapas a serem implementadas a partir de 1997 [17].

4.3- Estimativas dos Potenciais Energéticos

O Quadro 1 a seguir, resume as estimativas dos potenciais energéticos disponíveis na RAC com possibilidades efetivas de aproveitamento, dependendo tão somente de políticas a serem definidas para a consecução de tais objetivos.

QUADRO 1
Potenciais Energéticos da RAC

Fontes Primárias	Formas de Conversão	Energético	Potencial(MW) médio anual
Energia Hidráulica	PCH	Eletricidade	175
Bagaço de Cana	Cogeração	Eletricidade	83
Energia Solar	Col. Solares	Calor	56
Energia Eólica	Aerogeradores	Eletricidade	25
Lenha	Cogeração	Eletricidade	14
Palhas e Pontas	Cogeração	Eletricidade	204
Gás Natural*	Combustão	Calor	717
Gás Natural*	UTE	Eletricidade	350
Total:			1.624

* Fonte externa à RAC

Verifica-se que, aproximadamente 65 % do potencial energético estimado para a RAC estão associados ao gás boliviano a ser importado pelo Brasil, o qual substituirá produtos derivados do petróleo, sendo este também externo à região.

Os estudos da referência [5] estimam que o interesse das indústrias da RAC pelo uso do gás garantirá a absorção da parte mais expressiva da oferta projetada desse combustível. O consumo do gás boliviano deverá ocorrer de forma paulatina na medida em que as indústrias da região forem realizando os investimentos necessários em suas instalações para viabilizar a utilização.

Aproximadamente 12,5 % do potencial referido são inerentes aos novos combustíveis (palhas e pontas), os quais começam a ser ofertados na região com o advento das colheitadeiras. Acredita-se que o aumento da receita das empresas do segmento sucroalcooleiro com a venda da eletricidade excedente obtida via cogeração, compensará os investimentos requeridos para a compra das máquinas. Os restantes 22,5 % correspondem aos demais potenciais de menor expressão quantitativa.

CAPÍTULO 5: SUBSTITUIÇÃO DE ENERGÉTICOS NA RAC

A RAC poderá a longo prazo diminuir a sua intensidade energética relativa aos combustíveis derivados de petróleo e minimizar a sua elevada dependência da importação de eletricidade, desde que sejam aproveitados os potenciais energéticos disponíveis na região.

Neste capítulo serão analisadas as possibilidades de substituição parcial e paulatina de alguns energéticos com consumos elevados na RAC (óleo combustível, óleo diesel, GLP e eletricidade importada), não apenas por razões econômicas mas principalmente pela necessidade de uma maior proteção ao meio ambiente.

Serão apresentados argumentos que comprovam as possibilidades de substituição de alguns energéticos, justificando como dar-se-ia a oferta de substitutos mais eficientes, as vantagens a serem auferidas e os possíveis custos de uso.

5.1- Energia Elétrica Via Hidroeletricidade

O potencial hidroelétrico regional estimado em 175.385 kW (Anexo 12), poderá propiciar através das usinas a serem construídas um aumento da oferta de eletricidade no atual sistema interligado ou em sistemas isolados da RAC. Os benefícios decorrentes da operação das novas usinas podem ser previstos [36]:

- * considerável redução no consumo de óleo diesel em termoelétrica, inclusive o do óleo gasto no transporte do mesmo;

- * melhoria das condições básicas de formação de infra-estrutura, criando opções melhores para o beneficiamento de produtos agrícolas;

- * alternativa para a eletrificação rural nos casos em que a extensão da rede de transmissão existente ou a implantação de termoelétricas se mostrarem muito onerosas;

- * possibilidade de implantação de indústrias cujas tecnologias exijam o uso intensivo de eletricidade em determinadas regiões, onde a extensão de linhas de transmissão constitua obstáculo de ordem econômica.

As PCHs permitem uma melhor distribuição geográfica dos investimentos, além de proporcionarem rápidos retornos do capital aplicado, devido ao fato de suas construções ocorrerem num prazo de 30 meses, em média. Utilizando somente tecnologias nacionais, as pequenas usinas hidroelétricas geram mercados para as pequenas empresas nas áreas de projeto, construção, fabricação e montagem de equipamentos.

As PCHs propiciam muitos benefícios às regiões onde são implantadas, utilizando mão de obra local, compra de materiais e de serviços, e após concluídas asseguram energia elétrica para cargas prioritárias em situações de emergência ou racionamento, proporcionando ainda lazer e turismo às populações, através dos pequenos lagos que são formados.

Recentemente o governo do Estado de São Paulo definiu como parte de sua política energética a construção de pequenas hidroelétricas em parceria com a iniciativa privada, fruto dos entendimentos entre governo, empresários e líderes sindicais no Forum Paulista de Desenvolvimento [23].

Com relação aos custos de geração de energia elétrica, os estudos realizados pelas empresas concessionárias do Estado asseguram a geração de energia nas PCHs a custos razoáveis, de US\$ 30 a US\$ 50/MWh [36].

Pelo exposto, pode-se afirmar que é viável o aproveitamento do potencial hidroelétrico da RAC, devendo ser agilizada a obtenção de recursos financeiros para as construções das usinas, ressaltando todavia a necessidade de obediência à elaboração prévia dos estudos técnicos de avaliação dos impactos ambientais ressaltados no item 4.1.1.

Admitindo o aproveitamento de todo o potencial hidroelétrico existente na RAC (175 MW), teríamos ao final de um ano o equivalente a uma oferta de 1.533.000 MWh ($\pm 1.319 \times 10^9$ kcal), a qual representaria aproximadamente 12,5 % da eletricidade consumida na RAC no ano de 1992 (Vide Tabela 7).

5.2- Energia Elétrica Via Cogeração

Os estudos feitos pelas empresas CESP e CPFL, nos últimos anos, relativos à possibilidade de geração de energia elétrica via cogeração, indicam o segmento sucroalcooleiro como o de maior potencial e o mais receptivo à idéia.

Há grande interesse na geração de energia elétrica a partir do bagaço de cana decorrente de dois fatores. O primeiro está ligado à necessidade do segmento sucroalcooleiro de diversificar a sua produção, tornando possível a redução dos custos de seus principais produtos: açúcar e álcool. O segundo fator relaciona-se ao setor hidroelétrico, o qual precisa, com urgência, viabilizar um espaço maior à geração descentralizada, em decorrência dos problemas associados a sua constante dificuldade financeira frente aos investimentos em geração e transmissão [37].

Os esforços para a implementação da geração elétrica via cogeração vêm envolvendo negociações entre os empresários que detêm a posse das instalações industriais, as concessionárias de serviço elétrico que são as compradoras potenciais da energia elétrica excedente a ser gerada e, a sociedade representada em seus interesses por instituições governamentais com poder de regulamentação.

A cogeração propiciará inúmeros benefícios, podendo ser ressaltados:

- * não necessidade de investimentos em transmissão visto que a indústria é uma consumidora de energia elétrica do atual sistema interligado;
- * as perdas elétricas serão mínimas face a geração estar próxima à carga;
- * os riscos de "black out" não existem devido a geração estar pulverizada em muitos pontos da região;
- * menor dependência de condições climáticas devido ao fato da geração ser térmica;

- * a energia disponível no sistema durante o período seco (abril a novembro), coincide com o aumento da demanda pelos usuários (outono/inverno);

- * maturação rápida de cada projeto a custos financeiros bem menores, possibilitando acréscimos de energia de forma gradual em razão de um elevado número de cogeneradores, cada qual com pequena potência instalada;

- * impulsionará a indústria nacional (fornecedores de caldeiras, turbinas, geradores, painéis, empresas de consultoria e de montagens), devido ao domínio da tecnologia brasileira nesse particular;

- * haverá grande circulação, na própria região, dos recursos financeiros destinados aos investimentos;

- * os gastos da concessionária com suprimentos serão na própria região;

- * propiciará de uma forma natural a participação da iniciativa privada na produção de energia elétrica a ser adicionada ao sistema interligado ou isolado;

- * a cogeração acarretará maior competição na gestão energética da região.

A primeira providência concreta entre empresários e o setor elétrico regional, no esforço de parceria para a cogeração no segmento sucroalcooleiro, foi o Protocolo de Intenções celebrado aos 2 de julho de 1992 entre o governo do Estado de São Paulo e as entidades representativas do segmento [38].

Posteriormente o programa de Cogeração e Produção Particular de Energia Elétrica no setor sucroalcooleiro do Estado de São Paulo, assinado aos 13 de agosto de 1993, estabeleceu as condições de operacionalização da política de incentivo à produção de energia elétrica pelas usinas de açúcar e destilarias de álcool. O programa prevê como meta inicial que, no período 1994 a 1995, as usinas de açúcar e as destilarias de álcool alcancem a auto suficiência em energia elétrica e produzam excedentes que, somados à auto suficiência, acrescentem na safra 70 MW de potência instalada ou 300.000 MWh/ano ($=258 \times 10^9$ kcal/ano), no Estado [38].

Ressalte-se que a meta inicial acima prevista será alcançada mediante ações para as melhorias do rendimento e do balanço térmico das usinas. Para o período 1996 a 2000 deverão ser acrescidos durante a safra mais 300 MW com a introdução de sistemas de extração - condensação e as primeiras unidades de gaseificação, correspondendo ao final desse período a uma produção adicional superior a 1.300.000 MWh/ano ($=1.118 \times 10^9$ kcal/ano).

No programa ficou estabelecido que a partir do ano 2000 a implementação será progressiva até o ano 2010, quando deverá estar sendo registrado na safra um acréscimo na potência instalada de 2.600 MW, equivalente a uma produção anual de 11.232.000 MWh/ano ($= 9.660 \times 10^9$ kcal/ano).

O preço a ser pago pela concessionária de energia terá como base o Custo Marginal de Expansão da Geração do Sistema Interligado Sul - Sudeste, considerado em US\$/MWh (ajustado em US\$ 42/MWh em agosto de 1993), e convertido para moeda nacional pelo valor do dólar comercial médio do mês da assinatura do contrato.

Antecipando o aludido programa, a CPFL nos últimos 3 anos estabeleceu contratos de cogeração com algumas empresas do segmento em caráter experimental, sendo constatado que durante a safra de 1992, 10 usinas transferiram para a rede elétrica cerca de 35.000 MWh ($= 30 \times 10^9$ kcal/ano) os quais correspondem a 4 MW médios instalados durante o ano ou 8 MW referido apenas ao período de safra [39].

Em síntese, acredita-se que ao longo dos anos 90 o segmento sucro alcooleiro da RAC absorva novas tecnologias, possibilitando que o potencial de cogeração, da ordem de 169 Mw/safra conforme calculado no Anexo 13, ou 83 MW médios ao ano possa ofertar uma energia de 730.000 Mwh/ano.

5.3- Utilização da Energia Solar para fins de Aquecimento

O aquecimento de água nas edificações, quando feito à base de sistema de aproveitamento de energia solar, concorre para o uso esporádico de chuveiros elétricos e a eliminação de aquecedores "boiler", economizando eletricidade, reduzindo a potência instalada, minimizando os custos, aumentando o conforto e a segurança.

Sabe-se que grande parte do consumo de energia elétrica do setor residencial no Estado de São Paulo refere-se ao uso final de aquecimento de água, chegando a atingir 32 % no caso de chuveiros elétricos, 40 % no caso de aquecedores de passagem e 51 % no caso de aquecedores tipo "boiler" [40].

A utilização de energia solar diminuirá as potências instaladas das edificações, eliminando as possibilidades de riscos. O usuário, muitas vezes, sentindo-se onerado com as altas contas de luz, decide desativar o aquecedor "boiler" de sua edificação, introduzindo dois ou mais chuveiros elétricos, elevando sobremaneira a potência instalada, acarretando problemas nas instalações elétricas e riscos indesejáveis.

O uso da energia solar, benéfica à sociedade e ao meio ambiente, também trará vantagens aos construtores, hoteleiros, proprietários de hospitais, arquitetos e projetistas. Ocorrerá com certeza a redução do consumo de fios e cabos de cobre, eletrodutos e disjuntores, tubos de cobre com conexões, aquecedor "boiler", chuveiros elétricos, mão-de-obra, propiciando uma menor administração de compras.

O sistema central de aquecimento de água por energia solar tem um custo de instalação superior ao do sistema convencional; todavia o menor dispêndio com a manutenção, associado à redução significativa dos valores das contas de energia elétrica, proporcionam o retorno do investimento a médio prazo. Maiores detalhes a respeito desta comparação são encontrados na referência [40].

O sistema à base de energia solar, sendo localizado na cobertura das edificações, não incomoda o usuário nem atrapalha na manutenção, visto ser esta muito rara, restringindo-se à limpeza dos vidros coletores. É importante que a opção pelo sistema de energia solar seja feita antes da concepção do projeto arquitetônico, obedecendo as seguintes etapas:

- * estudo de viabilidade técnico econômica, considerando a localização do terreno, o clima predominante, a área máxima para uso na cobertura etc;

- * integração dos diversos projetos da edificação a fim de assegurar uma maior economia de energia elétrica, a redução máxima da potência instalada e o conforto para os usuários;

- * cálculo e elaboração do projeto específico de aquecimento de água via energia solar, analisando a área disponível para coleta e estocagem de energia, clima local, sombras em cada período do dia e em cada época do ano, demanda de água quente, escolha do terreno e localização da edificação no mesmo etc;

- * instalação correta do sistema à energia solar, garantindo a obediência ao que foi estabelecido nos projetos elétrico e hidráulico.

Tratando-se a RAC de uma região muito urbanizada, a tendência será de uma maior utilização de coletores planos nas edificações da área urbana bem como em determinadas indústrias. O uso domiciliar de coletores planos em substituição aos chuveiros elétricos, acarretará uma diminuição dos investimentos públicos ou privados em usinas, linhas de transmissão e de distribuição, que seriam necessárias ao atendimento da demanda de eletricidade em horários de pico.

No setor industrial os aperfeiçoamentos tecnológicos estão permitindo a utilização de coletores solares, trazendo como benefício a diminuição do consumo de óleo combustível, usado na geração de calor, bem ainda a do consumo de eletricidade, usada para refrigeração e condicionamento ambiental.

Em que pese o elevado custo de instalação de um coletor solar residencial, as vantagens advindas da utilização do mesmo são compensatórias, daí porque acreditamos ser viável a sua instalação nas residências classe A e em 50 % das residências classe B, podendo esse universo ser ampliado caso incentivos sejam propiciados para tal fim.

Pelo exposto pode-se afirmar que a utilização da energia solar para fins térmicos já deveria estar sendo estimulada há tempos na RAC, pelas inúmeras vantagens que ela propicia.

5.4- Utilização da Energia Solar Via Conversão Fotovoltaica

A conversão fotovoltaica evoluiu consideravelmente em tecnologia, tornando possível a geração de energia elétrica a partir da energia solar, embora a custos altos. Em que pese a conversão fotovoltaica não ser economicamente viável no seu presente estágio tecnológico, tem-se como certa a queda dos seus custos ao longo do tempo, propiciando assim a viabilidade de sua utilização, hoje restrita às regiões mais remotas não atendidas pela rede de energia elétrica. Nas edificações situadas em áreas remotas a energia solar constitui uma opção para a eletrificação de escolas, postos de saúde, postos de fiscalização, instalações isoladas do sistema de telecomunicações etc [29].

No território brasileiro estão instaladas centenas de sistemas fotovoltaicos com atendimento confiável, em locais onde a demanda de energia é pequena, pontual e específica para determinados usos finais.

No Estado de São Paulo a CESP vem estudando a questão desde os anos 70, sendo que nos últimos 7 anos a empresa realizou investimentos e pesquisas na conversão fotovoltaica para atendimento às escolas e postos de saúde localizados em municípios da região administrativa do Ribeira [41]. A experiência em muito contribuiu para o amadurecimento da questão, possibilitando a adoção de novas diretrizes para a utilização da conversão fotovoltaica.

Segundo a CESP, os locais propícios ao uso do sistema fotovoltaico para a geração de energia devem satisfazer as condições seguintes [41]:

- * estarem em áreas onde a concessionária tem obrigação de atendimento;
- * não possuírem outra opção física de atendimento energético, pelo fato de estarem dentro de área de proteção ambiental;
- * serem locais de uso comum e não apenas de consumidores isolados;
- * localidades onde sejam oferecidos os serviços de atendimento básico à população como educação, saúde, ou ainda onde possa ser viabilizada uma atividade produtiva da comunidade;
- * localidade onde a análise dos custos indicar a conversão fotovoltaica como a melhor dentre as demais opções.

Ainda a respeito da experiência da CESP, podem ser acrescentados:

- * os projetos de conversão fotovoltaica devem priorizar e incentivar as comunidades que se organizarem para soluções de seus problemas;
- * não considerar a energia fotovoltaica como solução ideal do ponto de vista ambiental, visto que indiretamente haverá impactos ambientais decorrentes da fabricação de alumínio, material usado nas placas dos conversores, bem ainda na extração e processamento do silício etc;
- * os usos pontuais da energia solar não devem ser considerados como uma solução a ser extrapolada para grandes escalas.

A geração centralizada de blocos de energia via conversão fotovoltaica é possível, porém a preços elevados comparados às opções convencionais, além de perder uma das principais vantagens para o seu uso que é a não necessidade de rede de transmissão e de distribuição.

Ressalta a CESP que mesmo para os usos assinalados, o alto custo do sistema vem se constituindo em uma enorme barreira para a maior difusão da conversão fotovoltaica. Os altos custos atingem não só as células solares, mas também os periféricos, em razão do diminuto mercado consumidor, havendo necessidade de se buscar uma solução no sentido de os fabricantes nacionais apresentarem preços mais acessíveis dos módulos e periféricos, viabilizando uma maior utilização da conversão fotovoltaica.

Um problema técnico identificado e ainda não resolvido, constitui-se na pequena disponibilidade de periféricos que operam em corrente contínua, obrigando a utilização de conversores de corrente contínua para alternada. Esta operação, além de propiciar perdas de energia, implica na necessidade de mais módulos de conversão para atender a mesma demanda.

Uma outra experiência foi realizada pela LIGHT no ano de 1992 no município de Três Rios/RJ, onde foram instalados três sistemas solares fotovoltaicos (iluminação pública, iluminação residencial e bombeamento de água), totalizando uma potência de 235 Watts pico. O estudo ensejou uma análise comparativa entre os custos de instalação para o atendimento de um consumidor rural com energia solar fotovoltaica e com energia convencional [29].

No caso da energia solar os custos dos módulos, estruturas e baterias, atingiram o valor médio de US\$ 13/W enquanto para a energia convencional considerou-se o custo médio de extensão da rede elétrica de US\$ 4/metro, incluindo um transformador de 5 kVa (potência mínima para propriedade rural) e uma cabine de medição. Ao final concluiu-se que, caso o cliente esteja distante mais de 2 km da rede elétrica e com um consumo previsto de no máximo 67 kWh/mês (equivalente a 13 módulos solares), o atendimento com o sistema fotovoltaico seria o melhor.

Levando em conta as experiências relatadas pode-se afirmar que a RAC, no curto e no médio prazo, não se apresenta como propícia à utilização de sistemas fotovoltaicos, visto tratar-se de uma região muito urbanizada, estando a sua área rural quase toda eletrificada.

5.5- Utilização da Energia Eólica

Importantes atividades de pesquisas relacionadas com o aproveitamento da energia eólica no Brasil foram desenvolvidas, ao longo dos anos 80, em várias universidades e centros de pesquisas, com o objetivo de desenvolver tecnologias adequadas à realidade e às necessidades do País.

Diversas empresas fizeram investimentos destinados à produção de vários tipos de aerogeradores, algumas das quais estão relacionadas abaixo.

<u>Empresas</u>	<u>Tipo</u>	<u>Finalidade</u>
Comércio e Indústria Induco	hélice	eletricidade
Gera Bombas e Implementos	multipás	água
Indústria Ivel	hélice	eletricidade
Cataventos Kenya	multipás	água
Máq. Agr. Fortuna	hélice	eletricidade
Máq. Agr. Fortuna	multipás	água

Atualmente, projetos de sistemas eólicos vêm sendo implementados no território brasileiro, dos quais podemos destacar algumas informações [42]:

- 1 - CEMIG - instalação de "fazenda eólica".
 - * a ser instalada no Monte do Camelinho (1300 m), na Serra do Espinhaço, no município de Gouveia, a 240 km de Belo Horizonte;
 - * fazenda eólica de 1000 kW (4 turbinas de 250 kW), com operação prevista para 1994;
 - * turbina da Tacke (alemã), diâmetro das pás = 26 m, com 2 geradores (80/250 kW);
 - * recursos CEMIG/FINEP: US\$ 790.000 , totalizando US\$ 1.540.000;
 - * custo estimado da energia: US\$ 100/MWh.
- 2 - COELBA - realizando estudos em 4 regiões.
 - * vínculo com Projeto Eldorado e com instituições americanas.
- 3 - COELCE - instalação de "fazenda eólica".
 - * "fazenda eólica" de 1000 kW (4 a 7 turbinas de 150 a 250 kW - Projeto Eldorado);
 - * a ser instalada sobre a quebra do Mar do Porto de Mucuripe;
 - * custo de instalação: US\$ 975.000;
 - * custo estimado da energia: US\$ 50/MWh.
- 4 - Fernando de Noronha.
 - * prospecção executada ($v = 8\text{m/s}$);
 - * uma turbina conectada à rede mantida por gerador-diesel com penetração de 10 %;
 - * dados da turbina projetada pelo Volkcentre - Dinamarca.
potência = 75 kW (100 kW)
pás da LM, com diâmetro de 17 m
gerador alemão
 - * plano para instalar mais 3 turbinas de 100 kW;
 - * custo da geração diesel: US\$ 200/MWh;
 - * custo da eólico-diesel: US\$ 100 a US\$ 130/MWh;
 - * obtenção de uma economia de 70.000 litros de diesel por ano.

As informações relativas aos custos da energia eólica em alguns países são apresentadas para efeito de comparação.

Estados Unidos

O custo de eletricidade gerada por turbinas eólicas caiu de US\$ 250/MWh em 1981 para US\$ 50/MWh em 1989 nas melhores localidades, variando em outros locais de US\$ 70 a US\$ 90/MWh. A meta é cair para US\$ 50/MWh até o ano 2000.

Dinamarca

As empresas de eletricidade ELSAM e ELKRAFT produzem energia elétrica partindo da energia eólica, com custos entre US\$ 45 e US\$ 75/MWh.

Alemanha

O custo da eletricidade via energia eólica é da ordem de US\$ 53/MWh.

A tecnologia dos sistemas eólicos é conhecida no Brasil, tendo sido desenvolvida na época em que as alternativas energéticas estiveram na pauta de discussão do governo brasileiro, temeroso em relação às conseqüências do segundo choque do petróleo ocorrido em 1979.

O potencial de energia eólica da RAC tem condição de ser aproveitado nas áreas dos municípios da região de governo de Rio Claro (Anexo 3), através de fazendas eólicas com investimentos oriundos da iniciativa privada, com a constituição de consórcios de empresas localizadas na região, notadamente aquelas que apresentam elevado consumo de eletricidade.

Acredita-se que, a exemplo dos contratos de cogeração que vêm sendo estabelecidos entre as concessionárias e o segmento sucroalcooleiro no Estado, a idéia de consórcios de empresas para a exploração de fazendas eólicas poderá evoluir, bastando para isso entendimentos entre o governo e a iniciativa privada.

Finalizando deve-se ressaltar que alguns efeitos ambientais decorrem do funcionamento das fazendas eólicas, tais como poluição visual, ruídos dos ventos nas turbinas e ainda emissões eletromagnéticas, podendo no entretanto os mesmos serem minimizados instalando os sistemas eólicos em áreas mais isoladas.

5.6- Aproveitamento do gás natural boliviano

As diversas aplicações do gás natural nos setores da economia elevam o mesmo à condição de combustível de maior crescimento na matriz energética de diversos países. Nos países da OECD (Organization for Economic Cooperation and Development), cerca de 38 % dos suprimentos de gás natural são destinados aos setores residencial e comercial, 31 % ao setor industrial, 17 % ao setor de eletricidade e 14 % para usos diversos, tais como matéria-prima para fertilizantes e produtos químicos, e GNC (gás natural comprimido) para utilização em transporte [43].

Muitas são as vantagens comparativas do gás natural, a saber [43]:

- * eliminação de estoques - diferentemente de outros combustíveis cujos estoques são de responsabilidade dos consumidores, o gás é estocado por conta das companhias distribuidoras;

- * pagamento após consumo - o gás natural canalizado é pago após ter sido consumido, enquanto os outros combustíveis são pagos antes do consumo;

- * maior eficiência e automação de processos - o gás natural propicia maior eficiência devido as facilidades de regulagem e controle da combustão, permitindo maior automação dos processos;

- * melhoria da qualidade - o gás natural, em certas aplicações industriais, agrega valor ao produto final, especialmente nos processos onde não se permite a contaminação do produto por gases residuais de combustão;

- * menor corrosão, redução nas manutenções a melhoria nas condições ambientais - devido ao seu menor conteúdo de impurezas e ausência de elementos corrosivos, tais como enxofre e vanádio.

A importância sócio-econômica da RAC assegura um expressivo mercado para a penetração do gás boliviano nos mais diversos setores da economia da região. O gás poderá ser utilizado na indústria como fonte de energia calorífica, de forma direta ou em combinação com outras fontes de energia, bem ainda como matéria-prima no segmento petroquímico para a fabricação de amoníaco, adubos etc.

Geralmente o uso do gás natural pelo setor industrial é reservado para casos em que ar limpo e medidas de proteção ambiental são consideradas prioritárias, ou ainda para processos industriais onde é necessário evitar contaminação. Em indústrias tais como a metalúrgica, de cerâmica, de vidro e de panificação, a opção pelo gás natural traz vantagens inerentes à limpeza e controle, colaborando para a melhoria da qualidade e competitividade do produto final. Ocorre ainda uma outra importante utilização do gás natural na indústria como combustível adequado para o processo de cogeração [44].

Outra forma de aproveitamento do gás natural na região seria a sua utilização pelos consumidores residenciais e comerciais, reduzindo o consumo do GLP (gás liquefeito do petróleo), além de ajudar a diminuir a demanda de pico da eletricidade usada no aquecimento de água nas residências. Como a construção de rede de distribuição residencial/comercial de gás é dispendiosa, a mesma poderia ser feita apenas nas áreas urbanas densamente populosas [44].

Também devemos considerar a opção pelo uso do gás natural em usinas termoelétricas de pico, tanto para atender as variações horárias da demanda, como variações sazonais características dos suprimentos dos sistemas hidroelétricos. A CPFL está elaborando projeto no sentido de utilizar o gás natural boliviano na termoelétrica de Carioba, localizada na RAC, eliminando o consumo de óleo combustível e ainda elevando a potência da usina para 350 MW, ajustada em 3 etapas a partir de 1997, na expectativa de um custo operacional de US\$ 30/MWh.

O gás natural também poderá ser utilizado para fins automotivos, colaborando substancialmente para a redução do consumo de óleo diesel, diminuindo desse modo a importação de petróleo, além de ter um efeito bem menos nocivo ao meio ambiente, baixando consideravelmente os níveis de poluição urbana. Algumas cidades como Natal, Recife, Aracaju, São Paulo e Rio de Janeiro, vêm utilizando gás natural comprimido (GNC) em ônibus urbanos, reduzindo a emissão de resíduos e conferindo maior vida útil aos motores dessa frota [45].

O trabalho alusivo à referência [5], analisando a penetração do gás natural boliviano no setor industrial da RAC, afirma em sua conclusão:

* em condições favoráveis poderá ocorrer a longo prazo um mercado de grandes proporções - cerca de 26 % do consumo final do setor industrial da RAC - ;

* poderá ocorrer deslocamento acentuado dos derivados de petróleo em até 70% de seu consumo final (principalmente óleo combustível).

* expressiva redução do mercado das concessionárias de energia elétrica, estimando que até 12 % do consumo final de eletricidade seja substituído;

* a demanda de biomassas será pouco afetada com o gás natural.

O referido trabalho assegura que existe um mercado potencial expressivo para o gás natural boliviano na RAC, e que a utilização do mesmo causará impactos na matriz energética regional, em especial sobre o óleo combustível e a eletricidade.

Finalizando, é importante apontar alguns aspectos negativos que a utilização do gás boliviano trará para a RAC, representados pela total dependência externa do fornecimento e pela evasão de recursos financeiros da região.

5.7- Possibilidades de Uso dos Potenciais Energéticos da RAC

O Quadro 2 reúne os custos atuais estimados do MWh gerado e as possibilidades de uso dos potenciais energéticos, considerando o atual estágio das tecnologias de conversão e tendo como referência o custo do MWh gerado em uma usina hidroelétrica, estabelecido em US\$ 34/ MWh.

QUADRO 2
Possibilidades de Uso dos Potenciais Energéticos da RAC

<u>Fontes</u> <u>Primárias</u>	<u>Tipo de</u> <u>Energético</u>	<u>Custos</u> <u>(US\$/MWh)</u>	<u>Possibilidades de Uso</u>		
			<u>(curto</u>	<u>médio</u>	<u>longo)</u>
Energia hidráulica	Eletricidade	34	sim	sim	sim
Bagaço de cana	Eletricidade	42	sim	sim	sim
Energia solar	Calor	25	sim	sim	sim
Energia solar	Eletricidade	>100	não	não	sim
Energia eólica	Eletricidade	50	sim	sim	sim
Lenha	Eletricidade	42	sim	sim	sim
Palhas e pontas	Eletricidade	42	sim	sim	sim
Gás Natural Boliviano	Eletricidade	30	não	sim	sim
Gás natural Boliviano	Calor	30	não	sim	sim

Os custos foram estimados com base nas informações obtidas junto aos setores técnicos e comerciais das empresas concessionárias de energia elétrica, expressando as expectativas de custos por elas consideradas nos estudos e projeções alusivas às possibilidades de uso dessas fontes primárias de energia.

As possibilidades de utilização dos potenciais energéticos da RAC estão estabelecidas nos prazos: curto (até 5 anos), médio (entre 6 e 15 anos) e longo (acima de 15 anos), levando em conta que à nível mundial os custos de geração de energia de fontes não convencionais vem declinando devido aos avanços tecnológicos.

CAPÍTULO 6: UMA POLÍTICA ENERGÉTICA NA RAC

6.1- As razões para uma Política Energética

Na atualidade, um dos mais sérios desafios que se apresenta aos países em desenvolvimento é o de manter o crescimento econômico consumindo energia de forma racional. A solução deste problema passa pela readequação da matriz energética de consumo tornando-a compatível com as características de cada região, com as limitações dos recursos físicos e econômicos e com os imperativos de preservação do meio ambiente.

No Brasil, algumas das dificuldades que se antepõem à consecução de tal objetivo poderão ser superadas através de investimentos em pesquisas, visando a descoberta de novas tecnologias ou a aquisição de conhecimentos acumulados em países desenvolvidos, onde a difusão de tecnologias de ponta ensejou a criação de programas com o objetivo de estimular a substituição de energéticos. Paralelamente a esses investimentos precisam ser implementadas campanhas de esclarecimentos e de conscientização dos consumidores para essa nova postura perante o uso da energia.

Óbvio que os custos inerentes a essas transformações, a serem pagos pela sociedade, deverão ser devidamente avaliados de modo que a velocidade a ser dada ao processo de mudanças atenda, satisfatoriamente, às questões de ordem estratégica, econômica e ambiental. Além disso, se não bastasse a questão dos custos, sérios e persistentes entraves ocorrem à realização de uma política de energia para o aproveitamento dos potenciais energéticos regionais, citando dentre outros:

- * a falta de empenho das administrações municipais no trato das questões energéticas de suas regiões, continuando a delegar ao governo estadual e/ou nacional a tarefa de encontrar as soluções para esses problemas;

- * a não continuidade de ações e propósitos definidos nos planejamentos energéticos elaborados pelos sucessivos governos dos Estados;

- * a legislação atual ainda dificultando a descentralização de ações e responsabilidades, cerceando a liberdade no planejamento energético regional;

- * a questão relativa aos preços subsidiados dos combustíveis álcool, óleo diesel, GLP e também da eletricidade, dificulta uma avaliação da competitividade entre os chamados energéticos convencionais e os não convencionais;

- * a manipulação pelo governo federal dos preços dos derivados de petróleo e de eletricidade em razão de políticas econômicas;

- * a dificuldade em obter uma boa interação entre os órgãos de pesquisas tecnológicas e o setor produtivo, retardando a produção de tecnologias de interesse nacional nas universidades e centros de pesquisas.

Naturalmente, esses entraves precisam ser superados para que políticas energéticas regionais possam ser implementadas e alcancem os seus objetivos, estimulando o aproveitamento dos potenciais disponíveis nas regiões, a conservação de energia e a substituição de energéticos de efeitos nocivos ao meio ambiente.

Os municípios brasileiros após a Constituição de 1988, passaram a ter maiores responsabilidades na gestão de seus recursos naturais e na preservação do meio ambiente. Assim sendo, as administrações municipais precisam demonstrar maior interesse no aproveitamento de seus recursos e, especificamente passarem a considerar a questão energética interligada com as demais, isto é, merecedora de igual atenção tanto quanto àquela dispensada ao fornecimento de água, tratamento de esgotos, coleta de lixo, poluição ambiental, etc.

Uma política energética para a região analisada neste trabalho, a Região Administrativa de Campinas, deve ter como ponto de partida o estabelecimento de um cronograma de aproveitamento dos potenciais energéticos levantados, a definição da forma de participação do capital privado na geração de energia e a implementação de um programa de conservação de energia a ser aplicado, prioritariamente, no setor industrial responsável por cerca de 44 % do consumo de energia na região.

Instrumentos de política energética poderiam ser postos em prática, tais como: a exigência de padrões máximos de emissão de gases poluentes, linhas de financiamento às empresas produtoras de equipamentos que propiciem uma melhor utilização de energia, programas de apoio aos consumidores para a racionalização de energia, promoção e estímulo às pesquisas de novas tecnologias, etc.

6.2- As gestões para o aproveitamento dos potenciais energéticos

Os potenciais energéticos disponíveis na região precisam ser aproveitados e gestões nesse sentido são imprescindíveis, não mais sendo concebível a protelação dos estudos de projetos básicos das usinas hidroelétricas e o início das construções de algumas delas. Por outro lado, enquanto continuam as discussões relativas aos ajustes de tarifas e margens de lucro, perduram os desperdícios de energia nos processos de produção de açúcar e álcool na região devido a não utilização da cogeração.

A produção de energia elétrica na própria RAC (hidro, eólica, cogeração), significa uma redução da "importação" de eletricidade de outras regiões, diminuindo a evasão de divisas ou limitando a construção de termoelétricas.

Os potenciais levantados, as características da região, as atuais condições econômicas regionais e a ausência de uma clara política energética nacional, permitem elencar o que precisa ser feito para a exploração destes potenciais.

6.2.1- Potenciais Hidroelétricos

O potencial hidroelétrico da RAC, estimado em 175 MW, encontra-se bem distribuído na região e não apresenta dificuldade de ordem tecnológica para a sua utilização; todavia os estudos de aproveitamento da maior parte desses potenciais estão em fase tão somente de inventário, sendo que de um total de 37 apenas 6 têm a viabilidade já constatada, 2 projetos básicos concluídos e, por falta de recursos financeiros das concessionárias 2 usinas estão com as suas construções paralizadas.

O aproveitamento desses potenciais poderia ser feito pelo setor privado, priorizando as construções das pequenas centrais hidroelétricas que requeressem menor montante de investimentos, ficando sob a responsabilidade da CESP e da CPFL a elaboração dos projetos e o fornecimento dos subsídios de caráter técnico necessários durante a construção, bem ainda o acompanhamento da operação das PCHs e do seu sistema elétrico associado.

Uma solução plausível para a participação do capital privado na geração de energia seria a redução do período de concessão para a exploração desse serviço público, possibilitando que se tenha um perfil do retorno do capital empregado dentro dos prazos praticados pelo sistema financeiro, assegurando a renegociação das tarifas e concessões após o período de pagamento dos empréstimos.

6.2.2 - Potenciais de Cogeração

O potencial de cogeração à base do bagaço de cana estimado em 83 MW, bem ainda aquele relativo às palhas e pontas de 204 MW, são os de aproveitamento de mais fácil consecução porque não implicam em grandes investimentos nas instalações industriais de muitas das usinas. Algumas usinas já vêm cogerao em caráter experimental, necessitando apenas que o preço do MWh gerado pela indústria, a ser pago pelas concessionárias, seja ajustado entre as partes interessadas em caráter definitivo para que ocorra a demaragem do processo.

A participação do capital privado na geração de eletricidade, desobrigando a concessionária estatal de investir, propicia a esta uma economia de investimentos que poderia proporcionar condições financeiras para que a mesma invista em novos projetos de geração, e até mesmo financie o consumidor de eletricidade estimulando-o a substituir equipamentos obsoletos, garantindo uma real economia de energia.

O segmento sucroalcooleiro deve promover os investimentos necessários à modernização dos atuais equipamentos, investir em pesquisas de novas tecnologias, estabelecendo para esse fim convênios com universidades e centros de pesquisas a exemplo do que vem ocorrendo com alguns projetos em determinadas áreas de conhecimento da UNICAMP.

As indústrias sucroalcooleiras devem estabelecer metas reais de produção de excedente de eletricidade, elevando a receita da empresa com a venda desse sub produto, diminuindo assim o custo de produção do álcool, procurando torná-lo competitivo com a gasolina, e propiciando ao País o corte dos subsídios que há muito tempo vêm sendo concedidos ao álcool automotivo.

Ainda que o processo de cogeração no segmento sucroalcooleiro não seja suficiente para tornar o álcool competitivo com a gasolina, ter-se-á dado um passo a mais para a continuidade do PROÁLCOOL, assegurando as vantagens dele advindas, representadas pelo expressivo número de empregos proporcionados à região e a elevação da arrecadação de impostos para os cofres do Estado, dentre outras.

6.2.3 - Potenciais de Energia Solar

Conforme ficou demonstrado, a região em estudo é também privilegiada do ponto de vista da incidência solar em grande parte de sua área, apresentando um potencial de energia solar de pelo menos 56 MW, os quais já poderiam estar sendo aproveitados em sistemas de aquecimento de água nas edificações.

A utilização de sistemas de coletores solares para aquecimento central de água nas edificações está dependendo da participação efetiva dos agentes envolvidos. Os construtores precisam edificar unidades habitacionais dotadas de sistemas de coletores solares propiciando menor consumo de energia elétrica, maior conforto e mais segurança. Os arquitetos e projetistas devem elaborar projetos hidráulicos e elétricos compatíveis com os sistemas de coletores solares, inovando as edificações dentro da mais avançada consciência ecológica predominante na atualidade.

Assim ocorrendo, as residências, escritórios, hotéis, hospitais, "Shopping Centers" etc, teriam uma substancial economia de energia elétrica e diminuição dos custos de manutenção do sistema de aquecimento de água, vantagens estas que justificariam o interesse empresarial pelos sistemas de aquecimento solar.

O governo estadual deve tomar providências no sentido de determinar a introdução nos programas de financiamento de edificações residenciais, da parcela inerente à instalação do sistema de coletores solares, criando assim um sistema de financiamento dos coletores, acessível à grande maioria dos mutuários.

Muito embora a produção de eletricidade via células fotovoltaicas ainda seja pouco utilizada, face aos custos elevados decorrentes do atual processo de conversão, esforços devem continuar a ser envidados em estudos e pesquisas de novas tecnologias, objetivando a incorporação dos benefícios decorrentes desse processo à população rural da região.

6.2.4- Potenciais de Energia Eólica

Foi ressaltada que a região de governo de Rio Claro reúne condições favoráveis para o aproveitamento da energia eólica contida nos ventos que ali ocorrem frequentemente, admitindo inclusive a possibilidade de um projeto para a instalação de fazendas eólicas naquela região para o aproveitamento de 25 MW considerando a participação do capital privado. É evidente que haveria necessidade de um estudo mais acurado no sentido de se chegar a um projeto de viabilidade da iniciativa, o qual poderia ser feito mediante um entendimento entre o setor privado, um consórcio de municípios e a UNICAMP.

O sucesso obtido na operação da turbina eólica instalada na ilha Fernando de Noronha sinaliza a possibilidade de implantação de sistemas eólicos em regiões de elevados potenciais, daí porque a idéia de fazendas eólicas naquela região da RAC não deve ser desprezada, devendo todo apoio ser dado nesse sentido.

À medida em que vai se consolidando na RAC o processo de participação do setor privado na geração de eletricidade via cogeração, é de se esperar que, comece a surgir o interesse privado na geração de eletricidade através das fazendas eólicas, notadamente se incentivos (não subsídios) forem considerados em um programa direcionado para esse objetivo.

6.2.5 - Potenciais do Gás Natural Boliviano

Conforme foi analisado, o gás natural boliviano vem sendo aguardado com muito interesse pelos futuros consumidores, deduzindo daí que o seu consumo poderá superar as expectativas, modificando sobremaneira a matriz energética de consumo da região. Os estudos da CPFL para a utilização do gás natural na UTE de Carioba asseguram uma potência de 350 MW ao final da terceira fase da usina, enquanto o consumo do gás pelo setor industrial da RAC pode, a médio prazo conforme foi mostrado, corresponder a uma potência de 717 MW.

Pelo exposto pode-se deduzir que a penetração do gás natural boliviano nos mercados da RAC acarretará a diminuição do consumo de energéticos tradicionais atualmente consumidos em larga escala. No setor industrial o gás natural deslocará o óleo combustível nos processos de produção de calor, enquanto no setor residencial o GLP e a eletricidade poderão ter os seus consumos afetados, caso o gás natural venha a penetrar neste setor em decorrência de decisões políticas regionais.

Os impactos previstos terão efeitos benéficos, a exemplo da diminuição do consumo de eletricidade para o aquecimento de água, contribuindo sobremaneira para eliminar a sobrecarga no horário de ponta. De forma diferente, o impacto a ser provocado no mercado de óleo combustível causará perdas à empresa PETROBRÁS, exigindo providências quanto a ajustes na estrutura de refino do petróleo.

Os danos a serem causados a PETROBRÁS poderão ser minimizados, desde que estudos sejam feitos no sentido de utilizar parte do óleo combustível excedente em substituição ao óleo diesel nas usinas termoeletricas em regiões mais distantes e carentes de energia.

A substituição do GLP pelo gás natural nas residências classes A e B trará benefícios vez que o GLP, historicamente subsidiado, poderá ser direcionado às áreas distantes com população de baixa renda, para a qual faz sentido a continuidade dos subsídios e exatamente onde a construção de uma rede de gás seria antieconômica.

Uma política adequada para a utilização do gás natural boliviano na RAC, precisará incorporar estratégias que procurem amortecer o impacto do gás natural sobre o mercado de outros combustíveis e ao mesmo tempo alocar os suprimentos do gás a usos finais mais nobres.

Conforme foi ressaltado o consumo do gás natural não implicará em uso de recursos regionais, todavia a consequência principal da sua penetração na região será a redução do consumo de derivados de petróleo, o que corresponderá a um menor gasto da RAC com a "importação" de petróleo.

6.3 - As ações dos Municípios da RAC

De todo o exposto nos itens anteriores, fica muito evidente o fato de que doravante as administrações municipais precisam participar e coresponsabilizarem-se na busca de soluções para as questões energéticas que afetam as populações dos seus municípios, desde o equacionamento do suprimento de energéticos, os programas de conservação de energia até a diminuição dos efeitos poluentes que decorrem da combustão dos energéticos utilizados.

A formulação de políticas energéticas regionais deve ser feita com a participação das administrações municipais, fazendo com que estas exerçam os seus direitos e responsabilidades asseguradas pela constituição federal. As autoridades municipais da RAC devem atentar para as vantagens que os seus municípios poderão ter com o aproveitamento racional dos potenciais energéticos existentes na região.

As administrações municipais precisam se empenhar para que sejam implementados os programas de cogeração objetivando o melhor aproveitamento dos combustíveis bagaço, palhas e pontas de cana, não mais se omitindo da discussão da questão. Igual procedimento elas devem ter no sentido de que sejam agilizados os aproveitamentos dos potenciais hidroelétricos existentes em seus municípios.

As Câmaras Municipais devem elaborar estudos com vistas a reforma do Código de Obras dos municípios, adequando-os ao uso racional de energia com a introdução de normas para a utilização de coletores solares e do gás natural nas edificações. Os municípios devem criar comissões permanentes para os estudos relativos à energia e ao meio ambiente, com o propósito de apresentarem sugestões compatíveis com a necessidade de suprimento, desenvolvimento dos seus municípios, aproveitamento racional de seus recursos energéticos e a preservação ambiental.

As administrações municipais devem incentivar o uso racional de energia, através da concessão de destaques e prêmios às empresas que demonstrarem significativa redução de consumo via programas de substituição de energéticos e de conservação de energia em seus estabelecimentos produtivos.

As administrações municipais devem atuar fazendo cumprir a legislação pertinente, devendo dar o exemplo providenciando a racionalização dos usos energéticos na iluminação pública, nas edificações e nas frotas de veículos do poder público municipal.

As administrações municipais terão que se estruturar para que possam estar em condições de abordar e apresentar sugestões relativas à questão energética, devendo capacitar-se com pessoal técnico qualificado, podendo este problema ser resolvido através da oferta de cursos de especialização nas universidades, mediante convênios ajustados com os consórcios e ou associações de municípios da região.

Em síntese, pode-se afirmar que no equacionamento e na solução da questão energética regional, um grande espaço está reservado à participação do poder público municipal, não mais sendo admissível a omissão, quase sempre constatada.

Capítulo 7: CONCLUSÃO

Esta dissertação apresenta como principais resultados o levantamento dos potenciais energéticos da RAC e as possibilidades de aproveitamento dos mesmos, levando em conta a disponibilidade de recursos energéticos regionais e os custos da energia obtida, com base nas tecnologias atualmente à disposição no mercado.

Como principal conclusão ela evidencia a necessidade de se ter um planejamento energético regional, onde o consumo de energia passe a ser considerado como uma importante variável do processo de desenvolvimento da região e sobre a qual os agentes envolvidos devem atuar em busca da sua melhor solução.

O planejamento energético da RAC estabelecerá um cronograma, a forma e as condições adequadas para a utilização dos potenciais energéticos estimados, procurando conciliar o crescimento econômico da região com a imperiosa necessidade de racionalização do consumo de energia e de preservação do meio ambiente.

A união de esforços conjugados dos municípios, dos centros de pesquisas, das universidades e do setor privado, com certeza, será capaz de elaborar e colocar em prática o planejamento energético da RAC com incontáveis benefícios para a população e quiçá um modelo de iniciativa a servir a outras regiões. Fica a sugestão!!!

Por fim deve-se mencionar que ao longo das análises realizadas, muitos aspectos relevantes da questão energética na RAC deixaram de ser tratados de uma forma mais acurada tendo em vista os propósitos da dissertação, previamente delineados. Todavia, dado o grande interesse da Área de Planejamento de Sistemas Energéticos-AIPSE, já referido, em aprofundar os estudos energéticos na RAC, alguns tópicos superficialmente abordados neste trabalho poderão ser objetos de estudos específicos, entre eles:

- * avaliação do potencial de conservação de energia no setor industrial;
- * avaliação do potencial de conservação de energia em caldeiras;
- * impactos do gás natural no mercado de derivados de petróleo;
- * viabilidade de "fazenda eólica" na região de governo de Rio Claro;
- * avaliação do mercado potencial para o GLP nas periferias de Campinas.

RELAÇÃO DOS ANEXOS

- Anexo 1 - Planta 1 registrando os nomes de todos os municípios da RAC e dos distritos existentes.
- Anexo 2 - Nome, população, área, densidade demográfica, taxa geométrica de crescimento anual da população e taxas de urbanização dos 83 municípios da RAC, por regiões de governo com base no Censo Demográfico de 1991.
- Anexo 3 - Evolução da população da RAC por regiões de governo no período compreendido entre os Censos Demográficos de 1980 a 1991.
- Anexo 4 - Planta 2 assinalando os rios, lagos, barragens/represas, área inundável etc, existentes na RAC.
- Anexo 5 - Planta 3 assinalando o reconhecimento e a classificação do solo da RAC.
- Anexo 6 - Classificação das águas dos principais rios das bacias hidrográficas da RAC por níveis de qualidade - 1988.
- Anexo 7 - Poluição do ar na RAC devido ao SO₂ e a Fumaça.
- Anexo 8 - Relação das Usinas Hidroelétricas em operação, na RAC - dezembro de 1991.
- Anexo 9 - Relação nominal, classe, localização e produção das indústrias sucroalcooleiras da RAC - Base: Safra 1989.
- Anexo 10 - Usos finais de energia na Indústria da RAC por energéticos - Ano 1988.
- Anexo 11 - Intensidades Energéticas no Estado de São Paulo - Período 1980 a 1991.
- Anexo 12 - Potenciais Hidroelétricos da RAC.
- Anexo 13 - Potencial de Cogeração da RAC.

ANEXO 1

Legenda, escala e fontes

SEDES ADMINISTRATIVAS

REGIONAL DE GOVERNO	○
MUNICIPAL	○
DISTRITAL	•

LIMITES ADMINISTRATIVOS

REGIONAL DE GOVERNO	—
MUNICIPAL	- - -
DISTRITAL	· · · · ·

REDE VIARIA PRINCIPAL

AUTO ESTRADA	—
RODOVIA PAVIMENTADA	- - -
FERROVIA	· · · · ·

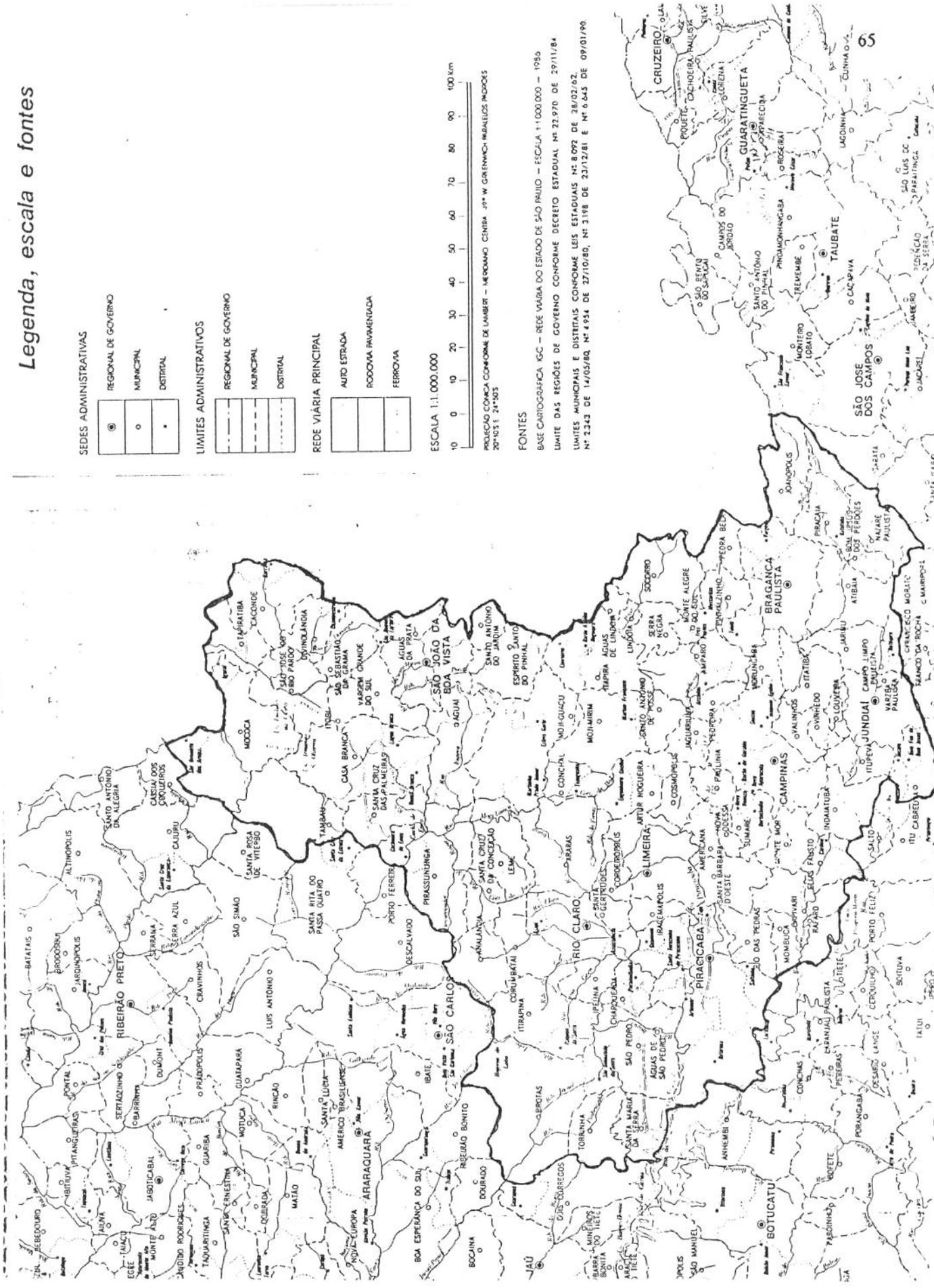
ESCALA 1:1.000.000



PRODUÇÃO GRÁFICA CONFORME DE LAMBERT - MERCATOR - CENIPA - 1ª W. GÖTTENWICH - REINAUER, INCORPÓR. 20*03 E 24*50'S

FONTES

BASE CARTOGRAFICA IGC - REDE VIARIA DO ESTADO DE SÃO PAULO - ESCALA 1:1.000.000 - 1985
 LIMITE DAS REGIÕES DE GOVERNO CONFORME DECRETO ESTADUAL Nº 22.970 DE 29/11/84
 LIMITES MUNICIPAIS E DISTRITAIS CONFORME LEIS ESTADUAIS Nº 8.092 DE 28/02/82
 Nº 2.343 DE 14/05/80, Nº 4.954 DE 27/10/80, Nº 3.198 DE 23/12/81 E Nº 6.645 DE 09/01/90



ANEXO 2
MUNICÍPIOS DA RAC

Nome, população, área, densidade demográfica, taxa de crescimento populacional e taxa de urbanização dos municípios da RAC - Censo Demográfico de 1991 -

RG e Municípios	Popul. (hab.)	Área (Km ²)	Dens. Dem. (hab./Km ²)	Taxa C.* %	Taxa U. % * *
<u>RG de Brag. Paulista</u>	380.114	4.074	93,68	2,54	79,69
Águas de Lindóia	11.951	64	187,45	2,48	94,96
Amparo	50.472	463	109,31	1,80	81,49
Atibaia	85.691	478	180,32	3,70	86,62
Bom Jesus dos Perdões	9.782	120	81,91	3,01	91,28
Bragança Paulista	108.204	762	142,52	2,36	84,83
Joanópolis	8.180	377	21,71	0,50	87,43
Lindóia	4.107	43	95,86	2,31	86,00
Monte Alegre do Sul	5.422	117	46,41	1,01	50,53
Nazaré Paulista	11.592	322	36,17	3,00	35,73
Pedra Bela	5.138	148	34,76	0,84	17,24
Pinhalzinho	8.362	161	52,14	2,50	45,16
Piracaia	19.000	374	51,05	3,03	100,00
Serra Negra	21.590	203	106,69	2,06	80,30
Socorro	30.623	442	69,55	2,41	55,27
<u>RG de Campinas</u>	2.019.329	5.290	383,88	3,29	94,88
Americana	153.273	144	1.067,91	2,13	99,88
Artur Nogueira	27.811	331	84,73	5,27	48,43
Campinas	843.516	890	951,05	2,22	97,33
Cosmópolis	36.421	178	205,99	4,24	89,41
Indaiatuba	99.949	299	337,18	5,45	91,01
Itapira	56.381	529	106,82	1,51	88,00
Jaguariuna	24.819	116	215,53	4,62	76,35
Mogi Guaçu	106.848	929	115,65	3,51	93,08
Mogi Mirim	64.523	484	133,78	2,26	90,60
Monte Mor	25.291	236	108,12	5,59	86,23
Nova Odessa	33.876	62	549,95	4,11	93,86
Paulínia	36.298	142	257,77	5,29	89,69
Pedreira	27.653	1116	239,28	2,40	95,84
Sta. Bárbara Oeste	143.945	270	538,21	5,99	97,19
Sto. Antônio Posse	14.272	147	97,48	2,54	78,39
Sumaré	223.553	226	1.001,00	7,53	99,41
Valinhos	67.545	111	611,41	3,02	88,25
Vinhedo	33.355	80	419,64	4,07	98,18
<u>RG de Jundiá</u>	534.129	1.755	305,76	2,68	89,96
Cabreúva	18.631	267	70,27	4,38	70,84
Campo Limpo Paulista	44.924	84	540,64	6,86	97,95
Itatiba	61.236	325	189,50	3,62	87,75

Itupeva	17.921	196	92,21	5,34	64,03
Jarinu	10.802	200	54,46	5,24	50,26
Jundiá	288.228	450	641,43	1,00	92,02
Louveira	16.140	54	300,89	4,21	86,92
Morungaba	8.174	143	57,34	2,10	76,10
Várzea Paulista	68.073	36	1.910,97	6,67	98,72
<u>RG de Limeira</u>	465.002	2.902	160,98	2,93	86,97
Araras	86.983	610	143,20	2,72	90,44
Conchal	19.137	212	90,79	3,61	81,74
Cordeirópolis	13.267	123	108,41	3,24	75,68
Iracemápolis	11.886	105	113,80	3,39	90,01
Leme	67.803	396	172,19	3,59	94,63
Limeira	206.456	579	358,23	2,96	85,62
Pirassununga	56.547	722	78,58	2,13	83,13
Sta. Cruz da Conceição	2.923	155	18,88	0,79	48,80
<u>RG de Piracicaba</u>	394.800	3.515	112,80	2,70	90,63
Águas de São Pedro	1.684	3	565,00	4,07	100,00
Capivari	34.026	319	107,14	2,82	84,31
Charqueada	10.712	179	60,01	1,72	80,79
Elias Fausto	11.570	203	57,28	3,13	59,42
Mombuca	2.598	136	19,09	-0,21	49,04
Piracicaba	202.492	1.452	195,34	2,58	95,11
Rafard	8.553	140	61,42	3,44	76,30
Rio das Pedras	18.978	221	86,31	3,21	87,30
Sta. Maria da Serra	4.262	266	16,14	3,88	80,51
São Pedro	19.919	596	33,63	3,89	77,50
<u>RG de Rio Claro</u>	188.024	3.319	56,84	2,11	90,30
Analândia	3.008	312	9,68	2,50	52,70
Brotas	14.344	1.062	13,55	2,26	75,71
Corumbataí	3.148	264	11,94	1,10	40,15
Ipeúna	2.685	170	15,88	3,50	65,95
Itirapina	9.862	567	17,49	3,31	75,42
Rio Claro	137.041	521	263,86	2,03	96,03
Sta. Gertrudes	10.444	100	104,85	2,51	92,45
Torrinha	7.492	323	23,24	1,27	74,99
<u>RG S J da Boa Vista</u>	401.054	6.224	64,63	1,86	77,28
Aguai	23.202	462	50,45	2,88	82,27
Águas da Prata	6.678	155	43,18	1,43	78,60
Caconde	17.248	464	37,19	0,46	55,35
Casa Branca	25.226	865	29,22	1,38	75,39
Divinolândia	11.827	246	48,17	1,31	47,04
Esp. Sto. do Pinhal	37.109	394	94,32	0,99	77,88
Itobi	6.768	144	47,11	1,53	74,97
Mococa	58.237	845	69,13	1,93	83,11
Sta Cruz das Palmeiras	21.672	322	67,60	2,79	88,70
Sto. Antonio do Jardim	5.685	104	54,68	0,30	40,07

S. João da Boa Vista	68.884	500	138,18	1,94	88,07
S. José do Rio Pardo	44.438	407	109,51	1,92	70,63
S. Sebastião da Gramma	11.794	235	50,21	0,37	48,48
Tambaú	19.782	586	33,88	2,31	80,94
Tapiratiba	11.756	228	51,69	1,62	52,09
Vargem Grande do Sul	30.748	267	115,87	3,88	89,87
<u>Região Adm. Campinas</u>	<u>4.382.452</u>	<u>27.079</u>	<u>162,62</u>	<u>2,91</u>	<u>89,94</u>

Taxa C. * : Taxa Geométrica de Crescimento Anual da População

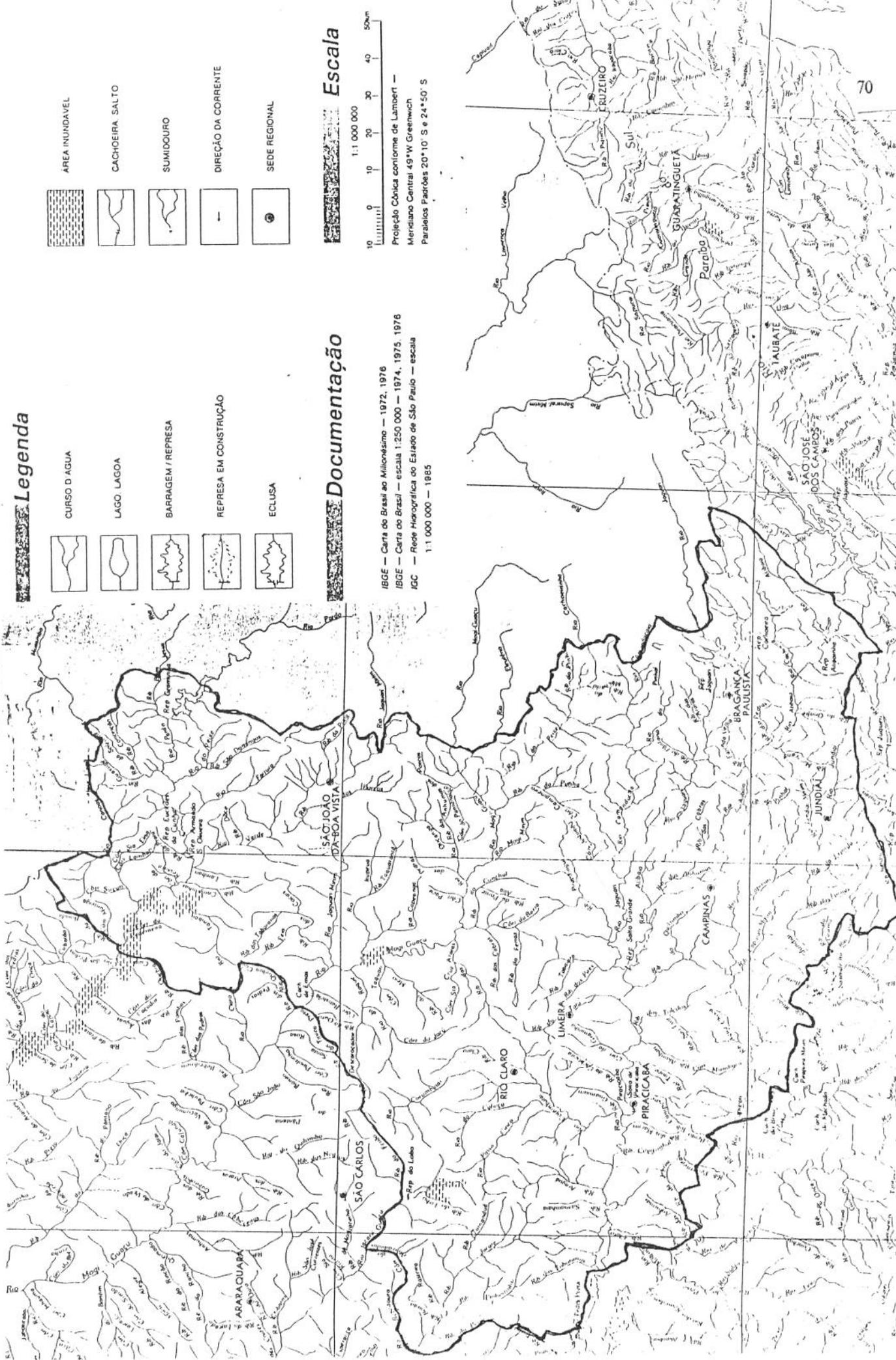
Taxa U.** : Taxa de Urbanização

Fonte SEADE - Perfil Municipal do Estado de São Paulo - 1991 São Paulo / SP, 1993 [11]

ANEXO 3**Evolução da População da RAC por Regiões de Governo
(Unidade: Habitantes)**

<u>Regiões de Governo</u>	<u>1980</u>	<u>1985</u>	<u>1988</u>	<u>1989</u>	<u>1990</u>	<u>1991</u>
Bragança Paulista	288.495	327.865	353.316	362.099	371.036	380.114
Campinas	1.399.531	1.651.533	1.825.560	887.827	1.952.404	2.019.329
Jundiaí	399.447	454.148	491.943	505.486	519.540	534.129
Limeira	338.487	392.257	427.500	439.750	452.250	465.002
Piracicaba	249.437	337.468	365.367	375.013	384.827	394.800
Rio Claro	149.315	166.336	177.027	180.660	184.329	188.024
S. J. Boa Vista	327.257	359.802	380.156	387.068	394.032	401.054
Total (RAC)	<u>3.196.969</u>	<u>3.689.409</u>	<u>4.020.869</u>	<u>4.137.913</u>	<u>4.258.418</u>	<u>4.382.452</u>

Fonte: SEADE - Perfil Municipal de São Paulo - 1991 [11]



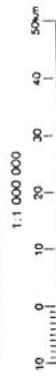
Legenda

-  CURSO D'ÁGUA
-  LAGO, LAGOO
-  BARRAGEM / REPRESA
-  REPRESA EM CONSTRUÇÃO
-  ECLUSA
-  ÁREA INUNDAVEL
-  CACHOEIRA, SALTO
-  SUMIDOURO
-  DIREÇÃO DA CORRENTE
-  SEDE REGIONAL

Documentação

- IBGE — Carta do Brasil ao Milionésimo — 1972, 1976
- IBGE — Carta do Brasil — escala 1:250 000 — 1974, 1975, 1976
- IGC — Rede Hidrográfica do Estado de São Paulo — escala 1:1 000 000 — 1985

Escala



ANEXO 6

Classificação das Águas dos principais rios da RAC por Níveis de Qualidade .

<u>Nome dos Rios</u>	<u>Bacia Hidrográfica</u>	<u>Classificação Índices</u>	<u>Classificação Qualidade da Água</u>
Médio Pardo	Médio Rio Pardo	52-79	Boa
Cubatão	Médio Rio Pardo	0-19	Imprópria
Canoas	Médio Rio Pardo	0-19	Imprópria
Guaxupé	Médio Rio Pardo	0-19	Imprópria
Verde	Médio Rio Pardo	0-19	Imprópria
Médio Mogi	Médio Mogi Guaçu	37-51	Aceitável
Juaguari	Médio Mogi Guaçu	0-19	Imprópria
Peixe	Médio Mogi Guaçu	0-19	Imprópria
Piracicaba	Piracicaba	20-36	Imprópria p/ T. C. *
Alto Corumbataí	Piracicaba	52-79	Boa
Baixo Corumbataí	Piracicaba	37-51	Aceitável
Alto Camanducaia	Piracicaba	52-79	Boa
Baixo Camanducaia	Piracicaba	37-51	Aceitável
Jaguari	Piracicaba	52-79	Boa
Atibaia	Piracicaba	37-51	Aceitável
Alto Capivari	Capivari - Tietê	20-36	Imprópria p/ T.C. *
Baixo Capivari	Capivari - Tietê	20-36	Imprópria p/ T.C. *
Alto Jundiaí	Tietê	20-36	Imprópria p/ T.C. *
Baixo Jundiaí	Tietê	20-36	Imprópria p/ T. C. *

* T. C. : Tratamento Convencional

Fonte: CETESB - 1991 [13]

ANEXO 7

Poluição do ar na RAC devido ao SO₂ e a Fumaça
Médias Anuais de Dióxido de Enxofre e Fumaça 1992
Rede do Interior da CETESB

Unidade: µg/m³

Estação	SO ₂	SO ₂	Fumaça	Fumaça
	Média Anual	1ª Máx. Diária	Média Anual	1ª Máx. Anual
Americana	60	108	32	93
Araraquara	7	20	17	64
Araras	36	73	26	73
Campinas	53	130	30	104
Franca	44	69	43	108
Itú	34	87	13	37
Jundiaí	48	175	36	89
Limeira	45	114	33	91
Mogi Guaçu	26	92	14	35
Paulínia	53	127	29	67
Rio Preto	33	82	58	112
São Carlos	7	20	21	49
São José Campos	38	80	9	65
Santos	44	147	30	65
Sorocaba	65	111	34	117
Taubaté	38	95	17	43
Votorantim	31	59	19	59
Média da RAC	46	-	29	-
Média do Interior	34	-	26	-
Média da RMSP	*25	-	50	-

* Na RMSP as concentrações de Dióxido de Enxofre sofreram uma redução sensível nos últimos anos, encontrando-se atualmente, em todas as estações, bem abaixo dos padrões primários de qualidade do ar.

Fonte: CETESB - 1992 [15].

ANEXO 8

Relação das Usinas Hidroelétricas, em operação, localizadas na RAC em dezembro de 1991.

Total de Usinas em operação : 28 (dezembro de 1991)

<u>Nome da Usina</u>	<u>Empresa Proprietária</u>	<u>Bacia de Localização</u>	<u>Potência (k W)</u>
Caconde	CESP	Alto Pardo	80.400
J. Figueredo	Usina Itaiquara SA	Alto Pardo	3.500
Rio do Peixe	Cia Paulista de EE	Alto Pardo	3.060
Santa Alice	Cia Paulista de EE	Alto Pardo	624
Euclides da Cunha	CESP	Alto Pardo	108.800
A. S. de Oliveira	CESP	Alto Pardo	32.200
S. Sebastião	Cia L. F. Mococa	Alto Pardo	592
Emas c/ Ampliações	CESP	Alto Mogi	14.360
Eloy Chaves	CPFL	Alto Mogi	18.800
Pinhal c/ Ampliações	CPFL	Alto Mogi	8.000
Corumbataí	CESP	Piracicaba	2.130
Luiz Queiroz	Ferro Ligas Piracicaba	Piracicaba	1.500
Americana	CPFL	Piracicaba	33.600
Ester	Us. Açucar. Ester SA.	Piracicaba	600
Jaguari	CPFL	Piracicaba	14.400
Dr. Tosta	E. E. Bragantina	Piracicaba	848
M. Branco	Cia. Jaguari Eletricid.	Piracicaba	2.363
S. Grande c/ Ampliações	CPFL	Piracicaba	3.900
Lobo	CESP	Jacaré Guaçu	2.500
B. Figueredo	N. Figueredo I. C. SA.	Piracicaba	1.100
Boyes	C. I. e Agrícola Boyes	Piracicaba	1.300
Cariobinha	CPFL	Piracicaba	1.350
Santana	CPFL	Jacaré Guaçu	4.100
Três Saltos	CESP	Jacaré Guaçu	800
Rafard	Usina Rafard SA.	Tietê	200
Porto Góes	Eletropaulo	Tietê	10.500
São Pedro	Fiação Tec. S. Pedro	Tietê	1.700
Rasgão	Eletropaulo	Tietê	14.400
			<u>367.627</u>

Fonte : CESP - Usinas Hidroelétricas em São Paulo [18].

ANEXO 9

Indústrias sucroalcooleiras na RAC
 Relação nominal, classe, localização e produção.
 Base: Safra 1989.

<u>Usina</u>	<u>Classe</u>	<u>Área de Concessão</u>	<u>Moagem (ton.cana)</u>	<u>Horas Trabalhadas</u>	<u>* TCH</u>
S.João	Anexa	CESP	3.182.115	2.966	1.072,9
Costa Pinto	Anexa	CPFL	2.811.461	3.003	936,2
Iracema	Anexa	CESP	2.517.548	3.172	793,7
Santa Bárbara	Anexa	CPFL	1.591.015	3.763	422,8
N. Aparecida	Anexa	CPFL	1.165.012	3.494	333,4
Ester	Anexa	CPFL	1.087.120	2.846	382,0
Santa Cruz	Anexa	CPFL	1.072.643	3.855	278,2
Rafard	Anexa	CPFL	950.803	2.700	352,1
S. Francisco	Anexa	CPFL	848.712	3.083	275,3
Modelo	Anexa	CPFL	775.217	4.200	184,6
Furlan	Anexa	CPFL	761.971	3.664	208,0
Cresciuma	Anexa	CESP	751.287	2.924	256,9
Bom Retiro	Anexa	CPFL	749.803	3.662	204,8
Santa Lúcia	Anexa	CESP	654.100	3.319	197,1
S. João	Autônoma	CESP	621.658	3.680	168,9
S. Helena	Anexa	CPFL	617.776	3.680	167,9
São José	Anexa	CPFL	495.118	3.348	147,9
S. Alexandre	Anexa	Mococa **	495.025	3.311	149,5
Bom Jesus	Anexa	CPFL	492.680	3.680	133,9
S. Terezinha	Anexa	CPFL	455.758	3.515	129,7
Palmeiras	Anexa	CESP	411.363	3.718	110,6
Itaiquara	Anexa	Geral ***	353.618	4.131	85,6
S. Marino	Autônoma	CESP	194.806	2.848	68,4
S. Luiz	Anexa	CESP	180.743	3.364	53,7
Maluf	Anexa	CESP	176.124	2.201	80,0
S. Antônio	Anexa	CPFL	129.204	3.280	39,4
Paraíso	Autônoma	CPFL	68.848	865	79,6
			23.611.528		

* TCH: Toneladas de cana por hora

** Mococa: Cia. Luz e Força de Mococa

*** Geral: Cia. Geral de Eletricidade

Fonte: Walter, A.C. S. [19].

ANEXO 10

Usos finais de energia na Indústria da RAC

Ano: 1988 Unidade: tep

	Total (Tep)	Caldeira	A.A/F, Term.	Forno	Sec/Estufa	F.Motriz	Demais Usos
Óleo Combustível	334.285,8	146.594,3	1.737,3	169.275,3	16.678,9	-	-
Óleo Diesel	10.731,5	54,3	117,9	1.211,8	-	-	9.347,5
GLP	1.796,4	214,3	24,7	414,8	-	-	1.142,6
Querosene	1.359,6	303,1	-	221,1	-	-	835,4
Outros D. Petróleo	87,8	31,2	-	56,6	-	-	-
Energia Elétrica	220.866,7	23.962,3	1.016,4	44.784,8	659,0	126.875,6	23.568,6
Bagaço de Cana	800.655,6	790.627,8	-	-	10.027,8	-	-
Outros Insumos	105.949,1	98.245,7	-	4.897,3	-	-	2.806,1
Carvão Vegetal	6.790,8	-	-	-	4.080,5	-	2.710,3
Lenha	136.545,8	132.873,5	-	620,8	126,1	-	2.925,4
Outras Primárias	126.492,5	126.492,5	-	-	-	-	-
Total	1.745.5561,6	319.399,0	2.896,3	221.482,5	31.698,4	126.875,6	43.335,9
%	100%	<u>75,58%</u>	0,16%	<u>12,69%</u>	1,83%	<u>7,26%</u>	2,48%

Fonte: AGÊNCIA Para Aplicação de Energia [22].

ANEXO 11

Intensidades Energéticas no Estado de São Paulo (período 1980 - 1991)

	1980	1985	1988	1989	1990	1991
Consumo Energético (em 10 ³ Gcal)	247.573	265.661	300.747	307.034	310.063	323.248
População (habitantes)	24.953.238	27.715.306	29.517.213	30.143.516	30.783.108	31.436.273
Valor Adicionado * (10 ³ US\$ médio 1991)	120.429.750	93.143.406	100.934.190	127.458.830	108.310.350	95.907.284
Consumo Energético na Indústria (10 ³ Gcal) P.O. na Indústria	115.191	112.617	140.525	142.008	143.248	150.915
	2.265.748	2.622.069	2.957.634	3.016.760	2.945.674	2.875.861
Intensidade Energética (Gcal / 10 ³ US\$)	2,05	2,85	2,98	2,41	2,86	3,37
Intensidade Energética (Gcal / habitante)	9,92	9,58	10,19	10,18	10,07	10,28
Intensidade Energética na Indústria (Gcal/POD)	50,86	42,95	47,59	47,07	48,62	52,47

* US\$ (médio de 1991) : Cr\$ 441,64

Em itálico/negrito : Números estimados

Fonte : SEADE - Perfil Municipal de São Paulo [11].

ANEXO 12**Potenciais Hidroelétricos Levantados na RAC**

<u>Denominação</u>	<u>Empresa</u>	<u>Bacia de Local.</u>	<u>Potência (kW)</u>	<u>Fase</u>
1- Mogi Guaçu	CESP	Alto Mogi	7.000	Construção
2- Socorro	CPFL	Alto Mogi	1.000	Construção
3- São José	CESP	Alto Pardo	19.000	Proj. Básico
4- Carrapatos	CESP	Alto Mogi	17.000	Proj. Básico
5- Eleutério	CPFL	Alto Mogi	7.200	Viabilidade
6- Saltinho	CPFL	Alto Mogi	7.500	Viabilidade
7- Nova Pinhal	CPFL	Alto Mogi	5.100	Viabilidade
8- Divisa Baixa	CPFL	Piracicaba	5.800	Viabilidade
9- S. M. da Serra	CESP	Tietê	12.000	Viabilidade
10- Baguari	CESP	Alto Pardo	7.500	Viabilidade
11- São Geraldo	CESP	Alto Pardo	2.200	Inventário
12- S. Antônio	CESP	Alto Pardo	1.400	Inventário
13- Retirão	CESP	Alto Pardo	3.700	Inventário
14- Barreiro	CESP	Alto Pardo	10.000	Inventário
15- Fco. L.S.Dias	CESP	Alto Pardo	1.600	Inventário
16- Jacubinha	CESP	Alto Pardo	4.500	Inventário
17- N. S. Graças	CESP	Alto Pardo	2.400	Inventário
18- N. S. Fátima	CESP	Alto Pardo	2.000	Inventário
19- Ponte Nova	CPFL	Alto Mogi	600	Inventário
20- Capivari	CPFL	Piracicaba	3.400	Inventário
21- Jaguari 1	CPFL	Piracicaba	2.100	Inventário
22- Laranjal Paulista	CESP	Piracicaba	6.400	Inventário
23- Camanducaia	CPFL	Piracicaba	5.000	Inventário
24- Jaguari 2	CPFL	Piracicaba	10.100	Inventário
25- São Carlos	CPFL	Jacaré Guaçu	4.500	Inventário
26- Corredeira	CPFL	Tietê	4.500	Inventário
27- Porto Feliz	CESP	Tietê	3.200	Inventário
28- Tietê	CESP	Tietê	4.800	Inventário
29- São Joaquim	CESP	Alto Pardo	2.900	Desativada
30- São José	CESP	Alto Pardo	3.500	Desativada
31- Santa Inês	CESP	Alto Pardo	1.600	Desativada
32- Três Quedas	CESP	Alto Mogi	s/ equip.	Desativada
33- São Valentim	CESP	Alto Mogi	1.445	Desativada
34- Tatu	CESP	Piracicaba	780	Desativada
35- Feixos	CPFL	Piracicaba	1.000	Desativada
36- Arpuí	CESP	Piracicaba	660	Desativada
37- Jacaré	CESP	Tietê	2.000	Desativada
Total:			175.385 kW	

Fonte: CESP : Usinas Hidroelétricas em São Paulo - junho 1993 [18].

ANEXO 13

Potencial de Cogeração no segmento sucroalcooleiro da RAC (excluídas as unidades de pequena produção)

- 1 - Relação das 16 usinas na regional da CPFL de Campinas: V.A Ester, União S.P., Modelo S.A., São Bento, Costa Pinto, V.A.S. Francisco, Bom Retiro, V. A. Santa Cruz, Vir. de Oliveira, Sta. Helena, Bom Jesus, Furlan, Sta. Bárbara, São José, Sta. Terezinha.
- 2 - Produção das 16 usinas em 1985: 16.176.939 ton.cana.
Produção das 16 usinas em 1986: 13.412.814 ton.cana.
- 3 - Potencial de cogeração das 16 usinas (estimativas) : 114 MW/safra.
- 4 -Relação das 5 usinas na área da CESP da RAC: São João (anexa), Iracema, Cresciúma, Santa Lúcia, São João (autônoma).
- 5 - Produção das 5 usinas em 1989: 7.726.708 ton.cana.
- 6 - * Potencial de cogeração das 5 usinas (estimativa): 55 MW/safra.
- 7 - Estimativa do potencial total de cogeração das usinas sucroalcooleiras da RAC:
169 MW/safra.

Fonte: CPFL - Relatório interno

* Potencial de cogeração estimado com base na comparação do total de cana moída pelas 16 indústrias da área da CPFL em 1985, com a moída pelas 5 usinas da CESP em 1989.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BARONE, J. C. O balanço energético como instrumento para o planejamento energético regional. Campinas: AIPSE/FEM/UNICAMP, 1990. 154p. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos).
- [2] CONSUMO de energia nas indústrias do Estado de São Paulo: relatório final. São Paulo, SP: Agência para Aplicação de Energia, 1989. 45 p.
- [3] JANNUZZI, G. M. Uso de lenha em áreas urbanas. Revista Ciência e Cultura, São Paulo, SP, v.40, n.3, p. 289-291, março 1988.
- [4] O POTENCIAL energético da região de Campinas. Revista São Paulo-Energia, São Paulo, SP, v.2, n.16, p.36-37, junho 1985.
- [5] VEIRANO, M.S.; GUERRA, S.M. As possibilidades de penetração do gás natural no setor industrial da região de Campinas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais ...Rio de Janeiro/RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.3, p.1159-1170.
- [6] JANNUZZI; G.M. et al. Estimativas do consumo de eletricidade para o ano 2.000 para o Estado de São Paulo e região de Campinas, considerando possíveis modificações no estoque de tecnologias. Campinas: AIPSE/FEM/UNICAMP, 1993. (Relatório de projeto financiado pela The Alton F.Jones Foundation e de Tides Foundation).
- [7] SEADE. Anuário Estatístico do Estado de São Paulo - 1991. São Paulo,SP: SEADE, 1993. 815 p.
- [8] INSTITUTO GEOGRÁFICO E CARTOGRÁFICO (São Paulo). Divisão político-administrativa do Estado de São Paulo-1990: regiões de governo. São Paulo,SP: IGC, 1990. mapa; 100x80cm. Escala 1: 1.000.000.
- [9] O NOVO retrato de São Paulo: avaliação dos primeiros resultados do censo demográfico de 1991. São Paulo, SP: SEADE, 1992. 151 p.
- [10] NEGRI, B. A indústria de transformação do Estado de São Paulo (1970-89). In: SÃO PAULO NO LIMIAR DO SÉCULO XXI, 1992, São Paulo. Anais... São Paulo,SP: SEADE, 1992. v. 3, 211 p., p.15 - 79.

- [11] PERFIL municipal do Estado de São Paulo-1991. São Paulo, SP: SEADE, 1993. 265 p.
- [12] BECCARI, A.; OLIVEIRA, M. As estradas de água. Globo Ciência, p.58-62, fev. 1992.
- [13] SÃO PAULO. Plano estadual de recursos hídricos: diagnóstico complementar. São Paulo,SP: CESP, 1989. 85 p.
- [14] MONTICELI, J. J.; MARTINS, J. P. S. A luta pela água: nas bacias dos rios Piracicaba e Capivari. Capivari: E M E, 1993. 124p.
- [15] CETESB. Qualidade do ar no Estado de São Paulo- 1992, São Paulo,SP: Série Relatórios, CETESB, Junho/1993, 120 p.
- [16] BRASIL. Ministério da Infraestrutura. Balanco energético nacional-1993: ano base 1992. Brasília: MIE, 1993. 140 p.
- [17] CPFL. Relatório Anual -1992. Campinas: CPFL,1993. 32p.
- [18] USINAS Hidroelétricas do Estado de São Paulo: mapa de localização dos aproveitamentos hidroelétricos. São Paulo,SP: CESP, 1993. mapa; 85x55cm.
- [19] WALTER, A.C.S. Planejamento de sistema de cogeração: estudo de caso do segmento sucroalcooleiro. Campinas: AIPSE/FEM/UNICAMP, 1993. Tese (Doutorado em Planejamento de Sistemas Energéticos- em elaboração).
- [20] CESP. Balanco energético do Estado de São Paulo-1990. São Paulo,SP, CESP, 1992. 121p.
- [21] CESP/CPFL/ELETROPAULO. Anuário Estatístico de Energia Elétrica. São Paulo,SP: CESP, 1980-1992. 12v.
- [22] USO final de energia nas indústrias do Estado de São Paulo por Regiões Administrativas-1986/1989. São Paulo,SP: AGÊNCIA para APLICAÇÃO de ENERGIA, 1990. 26p.
- [23] CONSTRUÇÃO de pequenas hidroelétricas. São Paulo, SP: CPFL, 1993. 3p.
- [24] DA SILVA, E. P. Hidroeletricidade. Campinas: AIPSE/FEM/UNICAMP, 1992. 27p. (Apostila do curso de Planejamento de Sistemas Energéticos).

- [25] A INTRODUÇÃO da cogeração no sistema elétrico: subsídios para uma estratégia. São Paulo,SP: CESP, 1987. 34p.
- [26] CODECEIRA NETO, A. et al. Bagaçõ de Cana: análise comparativa de tecnologias para geração de eletricidade no nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993, v.3, p. 921- 930.
- [27] DA SILVA, E.P. Energia Solar. Campinas: AIPSE/FEM/UNICAMP,1992. 27p. (Apostila do curso de Planejamento de Sistemas Energéticos).
- [28] POTENCIAL para utilização da energia solar no Estado de São Paulo. São Paulo,SP: AGÊNCIA para APLICAÇÃO de ENERGIA ,1985. 133p.
- [29] OLIVEIRA, R.X.et al. Energia Solar Fotovoltaica: uma alternativa para a eletrificação rural.In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA,6,1993, Rio de Janeiro. Anais..FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA,v.3,p.11371141.
- [30] SÃO PAULO. Conselho Estadual de Energia. Balanço energético do Estado de São Paulo-1982 e 1983. São Paulo,SP: CESP, 1985. 111p.
- [31] DA SILVA, E.P. Energia Eólica.Campinas:AIPSE/FEM/UNICAMP,1992.113p. (Apostila do curso de Planejamento de Sistemas Energéticos).
- [32] FEITOSA, E.A.N. et al. Projeto e operação da primeira turbina eólica de grande porte no Brasil: ilha de Fernando de Noronha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro,RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.3, p.793-798.
- [33] SCIENTIFIC AMERICAN REVIEW. Energy for Planet Earth.Special Number, v.263, n.3, September 1990
- [34] ZYLBERSZTAJN, D.; COELHO, S.T. Avaliações de impactos ambientais e sociais decorrentes da cogeração de eletricidade a partir do bagaçõ de cana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.1, p.41- 47.
- [35] MIGUEZ, J.D.G.et al. Importância do gás da Bolívia fator de integração latino americano. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais...Rio de Janeiro, RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v. 2, p. 533-539.

- [36] SILVA, J.R.; CAMPOS FILHO, M.M. Cogeração e pequenas centrais hidroelétricas: um esforço da CPFL. Revista Águas e Energia Elétrica, São Paulo, SP, v.5, n.15, jan./abr.1989.
- [37] WALTER, A.C.S.et al. Cogeração e produção independente de eletricidade nas usinas de açúcar e álcool. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.2, p.731-737.
- [38] SÃO PAULO. Secretaria de Energia. Programa de cogeração e produção particular de energia elétrica no segmento sucroalcooleiro. São Paulo, SP: Secretaria de Energia, 1993. 8p. (Protocolo de intenções celebrado em 02 de julho de 1992).
- [39] COGERAÇÃO: aquisição de excedentes de energia elétrica de Autoprodutores. Campinas: CPFL, 1992. 4p.
- [40] MATTOSO E SOUSA, K.Q.; ALVES DE SOUZA, R.M. Energia Solar: Uma fonte de energia alternativa viável. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.3, p.849-854.
- [41] DANIEK, A.C. et al. Sistemas fotovoltaicos viabilizados pela CESP no vale do Ribeira: energia, meio ambiente e desenvolvimento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993.v.3, p.1125-1130.
- [42] SIMÕES, F.J. Energia Eólica. Campinas: IPSE/FEM/UNICAMP, 1993. (Algumas transparências de palestras).
- [43] CHRISTODOULOU, D. Gás natural: o novo componente da matriz energética brasileira. Revista Energia, São Paulo, SP, v.3, n.43/44, p.12-17. maio/ago. 1986.
- [44] LUERCIO, C.A. As possibilidades e dificuldades para a expansão do gás natural no Rio de Janeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, RJ: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993. v.3, p.1001-1006.
- [45] PALLOTTINO, J.T.; et al. Gás natural - Um fator de qualidade total. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 6, 1993, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: FORUM DE CIÊNCIA E CULTURA, 1993.v.3, p.1007-1011.