

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE  
SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**TESE DE DOUTORADO**

**Prospecção de mercados regionais de energia,  
associada a planos energéticos nacionais e  
projeções estaduais, como contribuição a um  
planejamento integrado de recursos em bacias  
hidrográficas**

Autor: Alvaro Afonso Furtado Leite

Orientador: Sérgio Valdir Bajay

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE  
SISTEMAS ENERGÉTICOS**

**Prospecção de mercados regionais de energia,  
associada a planos energéticos nacionais e  
projeções estaduais, como contribuição a um  
planejamento integrado de recursos em bacias  
hidrográficas**

Autor: Alvaro Afonso Furtado Leite

Orientador: Sérgio Valdir Bajay

Curso: Planejamento de Sistemas Energéticos.

Tese de doutorado apresentada à comissão de Pós Graduação da Faculdade de Engenharia Mecânica, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Planejamento em Sistemas Energéticos.

Campinas, 2006

S.P. – Brasil

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

L536p Leite, Alvaro Afonso Furtado  
Prospecção de mercados regionais de energia, associada a planos energéticos nacionais e projeções estaduais, como contribuição a um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas / Alvaro Afonso Furtado Leite.-- Campinas, SP: [s.n.], 2006.

Orientador: Sérgio Valdir Bajay  
Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica.

1. Energia - Planejamento. 2. Bacias hidrográficas. 3. Conservação de energia. 4. Política energética. I. Bajay, Sérgio Valdir. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia Mecânica. III. Título.

Titulo em Inglês: A prospective study of regional energy markets, associated to national plans and state level forecasts, as a contribution to an integrated resources planning in river basins

Palavras-chave em Inglês: Integrated resources planning, Energy markets reserch, River basins, Energy efficiency programmers

Área de concentração:

Titulação: Doutor em Planejamento de Sistemas Energéticos

Banca examinadora: Gilberto De Martino Jannuzzi, Paulo Sérgio Franco Barbosa, Lineu Bérico dos Reis e Jamil Haddad

Data da defesa: 21/02/2006

Programa de Pós-Graduação: Planejamento de Sistemas Energéticos

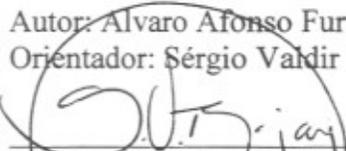
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA MECÂNICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PLANEJAMENTO DE  
SISTEMAS ENERGÉTICOS

TESE DE DOUTORADO

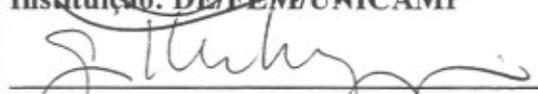
**Prospecção de mercados regionais de energia,  
associada a planos energéticos nacionais e  
projeções estaduais, como contribuição a um  
planejamento integrado de recursos em bacias  
hidrográficas**

Autor: Alvaro Afonso Furtado Leite

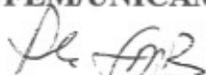
Orientador: Sérgio Valdir Bajay

  
Prof. Dr. Sérgio Valdir Bajay, Presidente

Instituição: DE/FEM/UNICAMP

  
Prof. Dr. Gilberto De Martino Jannuzzi

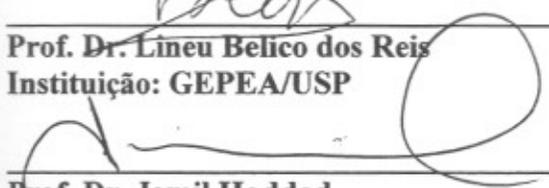
Instituição: DE/FEM/UNICAMP

  
Prof. Dr. Paulo Sérgio Franco Barbosa

Instituição: RH/FEC/UNICAMP

  
Prof. Dr. Lineu Belico dos Reis

Instituição: GEPEA/USP

  
Prof. Dr. Jamil Haddad

Instituição: Universidade Federal de Itajubá – UNIFEI

Campinas, 21 de fevereiro de 2006

1703

## **Dedicatória:**

Dedico este trabalho à minha amada esposa Cláudia e aos meus amados filhos: Daniela (*in memoriam*), Leandro e Juliana; suas existências é que alimenta a minha aspiração de desenvolvimento e a meus pais, que me ensinaram o valor da vida.

## **Agradecimentos**

Agradeço à minha querida esposa Cláudia e aos meus filhos Leandro e Juliana, por serem quem são, por sua paciência, por sua compreensão, pelas horas de ausência e, principalmente, por me apoiarem nas horas mais difíceis.

Agradeço aos meus pais José Afonso e Isis, pela educação que me deram, pelo apoio e por serem o quem são.

Agradeço ao Prof. Sérgio Valdir Bajay pela amizade, oportunidade, apoio e por ter acreditado em meu trabalho.

Agradeço aos meus amigos e companheiros do NIPE pela amizade, companheirismo, apoio e oportunidade.

Agradeço ao corpo docente e funcionários da FEM pelo apoio e presteza.

Agradeço aos colegas do Curso de Planejamento Energético pela amizade e companheirismo.

Agradeço à CPFL e à Fundação SEADE, pelo apoio na realização deste trabalho.

Agradeço aos meus irmãos e amigos, que me apoiaram e incentivaram.

Acima de tudo agradeço a Deus, pela vida.

Não sei para onde estou indo, mas sei  
que estou no meu caminho.

(Raul Seixas)

## Resumo

Neste trabalho se propõe a realização, no Brasil, de estudos de Planejamento Integrado de Recursos – PIR, de cunho indicativo, nas bacias hidrográficas do País, centrado em torno da disponibilidade, custo e qualidade da água, energia elétrica e gás canalizado como importantes vetores de desenvolvimento regional.

A implantação do tipo de planejamento proposto nesta tese é bastante complexa e inovadora, no Brasil e no mundo. Tais características impedem um tratamento, neste trabalho, ao mesmo tempo abrangente e detalhado em todas as suas múltiplas facetas. Optou-se, então, por definir, como uma contribuição específica da tese, o desenvolvimento, em detalhes, de estudos prospectivos do mercado de energia, incluindo programas de eficiência energética, em bacias hidrográficas, associados a planos nacionais e projeções de mercado estaduais. Para subsidiar estes estudos e se detectar tendências, realizou-se amplas análises retrospectivas sobre a economia e a matriz energética do Estado de São Paulo e da bacia escolhida, dentro do Estado, utilizando várias fontes de informações de uso público restrito e construindo uma base de dados sócio-econômicos e energéticos municipais para a bacia em questão.

A bacia hidrográfica escolhida para ilustrar os procedimentos propostos nesta tese foi a da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiáí (UGRH – PCJ).

Foram avaliados, neste trabalho, programas de eficiência energética implementados em um passado recente na bacia hidrográfica objeto de estudo, que são comparados com programas de eficiência energética que tiveram sucesso no exterior. Como resultado desta avaliação, são propostas novas políticas energéticas, sobretudo na área de eficiência energética, para serem implantadas na bacia; seus prováveis impactos na demanda energética também são estimados, com o auxílio do modelo de projeção de demanda desenvolvido na tese.

*Palavras Chave:* Planejamento Integrado de Recursos; prospecção do mercado de energia; bacias hidrográficas; programas de eficiência energética

## **Abstract**

Indicative studies of Integrated Resources Planning are proposed in this thesis for the Brazilian river basins, centred upon the availability, cost and quality of water, electricity and pipeline gas as important resources for regional development.

The implementation of the kind of planning proposed in this thesis is highly complex and innovative, not only in Brazil but in the world. Such characteristics hinder an approach, here, which could be, at the same time, broad and detailed, in all its multiple aspects. The option taken, then, as a specific contribution of the thesis, was to develop detailed prospective studies for the energy market in river basins, including energy efficiency programmes, associated to national plans and market forecasts at the state level. To provide subsidies for these studies and to detect trends, wide scope retrospective analysis concerning the economy and the energy market in the State of São Paulo and in the river basin chosen were carried out, using several sources of classified information. A data basis containing social, economic and energy consumption information for the municipalities of that river basin was also built.

The river basin chosen to illustrate the procedures proposed in this thesis was the UGRH-PCJ – Unit of Hydro Resources Management of the Piracicaba, Capivari and Jundiaí Rivers.

Energy efficiency programmes recently implemented in the river basin studied here are evaluated in this work. Comparisons are made with well succeeded programmes abroad. As a result of this assessment, new energy policies for this river basin, particularly those concerning energy efficiency, are proposed. The likely impacts of such policies in the basin's energy demand are also estimated, using the demand forecasting model developed in the thesis.

*Key Words:* Integrated Resources Planning; energy markets research; river basins; energy efficiency programmes

## Índice

Lista de Figuras.....	
Lista de Tabelas.....	
Momenclaturas.....	
1	Introdução.....1
1.1.	A recente valorização do planejamento energético no Brasil e seus novos desafios.....1
1.2	Os planos de recursos hídricos nas bacias hidrográficas brasileiras .....6
1.2.1	Uso múltiplo e integrado da água.....7
1.2.2	Recursos hídricos no mundo.....8
1.2.3	Recursos hídricos no Brasil.....9
1.2.4	Plano nacional dos recursos hídricos – PNRH.....13
1.2.5	Aspectos institucionais. ....15
1.3.	Os objetivos da tese.....16
1.4.	O escopo do trabalho.....18
2	Formas Descentralizadas de Planejamento Energético.....21
2.1	O PIR nos setores elétrico e de gás canalizado americano e canadense.....21
2.2	A experiência brasileira com formas descentralizadas de planejamento energético e novas perspectivas.....24
2.3	As vantagens e dificuldades de se trabalhar com bases de dados municipais.....27
2.4	A proposta de um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas.....28
3	Análise Sócio-Econômica e Energética do Estado de São Paulo.....32
3.1	Panorama sócio econômico do Estado de São Paulo.....32
3.1.1	Evolução da economia paulista.....33
3.1.2	Panorama do emprego e renda no Estado.....35

3.1.3	Escolaridade no Estado de São Paulo.....	36
3.2	Valor adicionado por setor.....	38
3.3	Análise do setor industrial utilizando a pesquisa da atividade econômica paulista de 2001.....	40
3.3.1	O universo da pesquisa.....	41
3.3.2	Variáveis investigadas.....	41
3.4	Análise do valor adicionado fiscal dos segmentos da indústria de transformação no Estado de São Paulo.....	62
3.5	O plano estadual de recursos hídricos.....	65
3.5.1	Consumo residencial de água.....	66
3.5.2	Consumo industrial de água.....	66
3.5.3	Consumo de água na irrigação.....	67
3.5.4	Uso rural da água.....	68
3.6	Evolução histórica recente da matriz energética do Estado de São Paulo.....	68
3.6.1	Consumo de energia.....	69
3.6.2	Participação dos principais energéticos no consumo total dos setores da economia.....	73
3.6.3	Oferta de energia.....	79
3.6.4	Dependência energética do Estado.....	85
3.6.5	Reservas e potenciais energéticos.....	86
3.6.6	Principais instituições governamentais e empresas do setor energético paulista.....	87
3.7	Intensidade energética total.....	92
3.7.1	Intensidades energéticas totais nos grandes setores da economia.....	92
3.7.2	Intensidades energéticas totais nos segmentos da indústria de transformação.....	93
4	Caracterização da Região da UGRH-PCJ .....	97
4.1	Estudos anteriores, sob a ótica do PIR, sobre a região da UGRH – PCJ.....	97

4.2	Caracterização da região da UGRH - PCJ.....	98
4.2.1	Localização, clima e relevo.....	100
4.2.2	Marco regulatório.....	101
4.2.3	Indicadores demográficos da UGRH - PCJ.....	102
4.2.4	A Economia da região.....	105
4.2.5	Análise dos valores adicionados fiscais dos segmentos da indústria de transformação e dos setores de comércio e de serviços da região da UGRH-PCJ.....	107
4.2.6	Análise do VA agrícola da UGRH-PCJ.....	111
4.2.7	A infra-estrutura básica de serviços.....	111
4.2.8	Energia.....	114
4.3	Intensidade elétrica dos segmentos industriais da UGRH-PCJ.....	123
5	Análise dos Impactos de Programas de Eficiência Energética na Demanda de Energia Elétrica da Região da UGRH – PCJ.....	129
5.1	O uso eficiente da energia no Brasil.....	129
5.1.1	O Conpet.....	130
5.1.2	O Procel.....	133
5.1.3	A Agência para Aplicação de Energia.....	136
5.2	Os programas de eficiência energética desenvolvidos pelo Procel na região da bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí.....	136
5.2.1	Os programas de eficiência energética da CESP.....	137
5.2.2	Os programas de eficiência energética da CPFL.....	139
5.3	Os programas anuais de combate ao desperdício de energia elétrica regulados pela ANEEL.....	141
5.3.1	Os programas anuais de combate ao desperdício de energia elétrica desenvolvidos na região da UGRH-PCJ.....	141

5.3.2	Rebatimento dos resultados dos programas para a região da UGRH-PCJ.....	146
5.4	Comparação de programas de combate ao desperdício de energia elétrica desenvolvidos na Califórnia e no Brasil.....	150
5.4.1	Histórico dos programas de conservação de energia na Califórnia.....	150
5.4.2	Suporte financeiro aos programas.....	151
5.4.3	Resultados obtidos pelos programas de eficiência energética na Califórnia.....	154
5.4.4	Comparação entre programas californianos e brasileiros.....	155
6	Proposta de um Modelo de Projeção da Demanda Energética.....	159
6.1	Tipos de modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos.....	159
6.2	Tipologia dos modelos de projeção de demanda e suas vantagens comparativas.....	160
6.3	Desenvolvimento histórico e usos.....	161
6.4	Tratamento de incertezas através da elaboração de cenários alternativos de desenvolvimento e de pesquisas de opinião do tipo Delphi.....	164
6.5	Um modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética.....	165
6.5.1	A escolha do modelo.....	165
6.5.2	Setores produtivos da economia.....	167
6.5.3	Setor residencial.....	172
6.6	Adaptações do modelo para se efetuar as projeções da demanda de energia na região da UGRH-PCJ.....	174
6.7	Agregação de municípios para efeito de projeção da sua demanda energética.....	175
7	Cenários Alternativos de Desenvolvimento.....	178
7.1	Principais exercícios recentes de cenarização energética elaborados no âmbito nacional.....	178
7.1.1	Projeções de 2001 e de 2002 da matriz energética nacional.....	180
7.1.2	Cenários do plano decenal de expansão 2004-2014 do setor elétrico.....	182

7.1.3	Os cenários macroeconômicos do plano decenal 2005 - 2016.....	184
7.1.4	Cenários corporativos priorizados no plano estratégico Petrobrás 2015.....	185
7.1.5	Cenários, para o Brasil, elaborados pela IEA e pela EIA/DoE.....	186
7.1.6	Hipóteses de desenvolvimento tecnológico adotadas pela IEA.....	188
7.2	Cenários alternativos para projeções da demanda energética no Estado de São Paulo.....	192
7.2.1	Hipóteses sobre a evolução futura do PIB do Estado de São Paulo.....	194
7.2.2	Hipóteses sobre a evolução futura do quociente VA/PIB nos setores da economia paulista.....	196
7.2.3	Hipóteses sobre a evolução futura da intensidade energética setorial.....	198
7.2.4	Hipóteses sobre a evolução futura da participação relativa dos principais energéticos no consumo energético total dos setores da economia. ....	202
7.2.5	Hipóteses assumidas no cenário de novos programas de eficiência energética.....	207
7.3	Possíveis cenários “locais” para a região da UGRH-PCJ.....	209
8	Projeções da Demanda Energética para o Estado de São Paulo, para um Segmento Energo-Intensivo e para a Região da UGRH-PCJ.....	211
8.1	Projeções da demanda energética para o Estado de São Paulo.....	211
8.1.1	Projeções das demandas energéticas total e setoriais.....	211
8.1.2	Comparação dos resultados obtidos com os de outro estudo de projeção da demanda energética do Estado de São Paulo.....	215
8.2	Projeções para um segmento industrial energo-intensivo.....	216
8.3	Projeções da demanda de energia elétrica na região da UGRH-PCJ.....	218
8.3.1	Agrupamentos de municípios pela taxa de crescimento de variáveis econômicas.....	222
8.4	Efeito de programas de eficiência energética na demanda de eletricidade da região da UGRH-PCJ.....	224
9	Conclusões, Recomendações.....	233

9.1	Conclusões.....	233
9.2	Recomendações.....	236
9.3.1	Avaliação dos programas de eficiência energética desenvolvidos na Califórnia, EUA.....	237
9.3.2	Recomendações de melhorias dos PACDEE's.....	241
	Referências Bibliográficas.....	249
	ANEXO A.....	258
	ANEXO B.....	279
	ANEXO C.....	283
	ANEXO D.....	287
	ANEXO E.....	290

## Lista de Figuras

Figura 3.1 – Evolução do PIB brasileiro, do PIB paulista e da proporcionalidade entre os dois PIB's.....	33
Figura 3.2 - Regressão linear da participação do PIB paulista no PIB do Brasil de 1985 a 2002.....	34
Figura 3.3 – Evolução do número de alunos matriculados, da população em idade escolar e da relação entre estas duas grandezas.....	37
Figura 3.4 – Evolução, de 1985 a 2002, do PIB e do VA dos principais setores da economia paulista, em R\$ de 2002.....	40
Figura 3.5 - Receitas das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$.....	44
Figura 3.6 - Custos e despesas das empresas industriais paulista, em 2001, excluindo custo com mão-de-obra, por atividade econômica, em R\$.....	45
Figura 3.7 – Percentagem de custos e despesas das empresas industriais paulistas, em 2001, excluindo custo com mão-de-obra, por tipo de custo.....	46
Figura 3.8 – Investimentos das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$.....	47
Figura 3.9 – Distribuição percentual dos investimentos das empresas industriais paulistas, em 2001, por tipo de investimento.....	49
Figura 3.10 – Nível de investimento por unidade de receita líquida, por tipo de investimento e por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo, em 2001.....	50
Figura 3.11 – Quociente entre o investimento e o patrimônio líquido das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica.....	52

Figura 3.12 – Número de pessoas ocupadas nas empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica.....	53
Figura 3.13 - Relação entre a receita líquida e o número de pessoas ocupadas, em R\$ per capita, por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo em 2001.....	54
Figura 3.14 – Salários pagos pelas empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$.....	55
Figura 3.15 – Relação entre salários pagos e receita líquida, por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo em 2001.....	56
Figura 3.16 – Renda média, em R\$/ano, por atividade econômica industrial do Estado de São Paulo em 2001.....	57
Figura 3.17 – Lucro líquido, em R\$, das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001.....	59
Figura 3.18 – Relação lucro por receita líquida das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001, por atividade econômica.....	60
Figura 3.19 - Relação lucro/patrimônio das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001, por atividade econômica.....	61
Figura 3.20 - Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor agropecuário do Estado de São Paulo.....	73
Figura 3.21 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor de transportes no Estado de São Paulo.....	74
Figura 3.22 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor industrial no Estado de São Paulo... ..	76
Figura 3.23 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor de comércio e serviços no Estado de São Paulo.....	76
Figura 3.24 – Evolução, de 1980 a 2002, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor residencial no Estado de São Paulo.....	77
Figura 3.25 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total da indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo.....	78

Figura 4.1 – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRH-PCJ.....	99
Figura 4.1 - Evolução, de 1985 a 2004, da participação relativa das classes de consumidores cativos de energia elétrica na UGRH-PCJ .....	116
Figura 4.2 – Distribuição percentual do consumo entre os segmentos atendidos por gás natural na UGRH – PCJ, em 2004. ....	122
Figura 4.3 – Distribuição percentual dos consumidores entre os segmentos atendidos por GN na UGRH – PCJ, em 2004.....	122
Figura 5.1 – Participação de cada tipo de projeto no investimento total das concessionárias em programas de eficiência energética.....	145
Figura 5.2 - Participação de cada tipo de projeto na energia conservada total, em um ano, pelas concessionárias, em programas de eficiência energética.....	145
Figura 5.3 - Participação de cada tipo de projeto na demanda retirada total no período de ponta, pelas concessionárias, por conta de programas de eficiência energética.....	146
Figura 7.1 – Projeções do PIB do Estado de São Paulo nos cenários de crescimento alto, médio e baixo.....	196
Figura 7.2 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, do setor agropecuário.....	199
Figura 7.3 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, do setor de transportes.....	199
Figura 7.4 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, do setor industrial.....	200
Figura 7.5 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, do setor de comércio e serviços.....	200
Figura 7.6 – Evolução histórica, de 1985 a 2002, e projeções, até 2025, da intensidade energética total, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, da indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo.....	202
Figura 7.7 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor agropecuário paulista no seu consumo energético total.....	203

Figura 7.8 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor de transportes paulista no seu consumo energético total.....	203
Figura 7.9 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor industrial paulista no seu consumo energético total.....	204
Figura 7.10 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor de comércio e serviços paulista no seu consumo energético total.....	205
Figura 7.11 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor residencial paulista no seu consumo energético total.....	206
Figura 7.12 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos da indústria de papel e celulose paulista no seu consumo energético total.....	207
Figura 8.1 – Projeções da demanda energética total do Estado de São Paulo para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	212
Figura 8.2 – Projeções da demanda energética do setor agropecuário no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	213
Figura 8.3 – Projeções da demanda energética do setor de transportes no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	213
Figura 8.4 – Projeções da demanda energética do setor industrial no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	214
Figura 8.5 – Projeções da demanda energética do setor de comércio e serviços no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	214
Figura 8.6 – Projeções da demanda energética do setor residencial no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia.....	215
Figura 8.7 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de baixo crescimento econômico.....	217
Figura 8.8 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de médio crescimento econômico.....	217
Figura 8.9 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de alto crescimento econômico.....	218

Figura 8.10 – Evolução da intensidade elétrica, em MWh/10 <sup>6</sup> R\$ na região da UGRH-PCJ: valores verificados - 1985 a 2004 - e projeções até 2025.....	219
Figura 8.11 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de baixo crescimento econômico.....	220
Figura 8.12 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de médio crescimento econômico.....	221
Figura 8.13 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de alto crescimento econômico.....	221
Figura 8.14 – <i>Clusters</i> de municípios da UGRH-PCJ.....	224
Figura 8.15 – Participação média, em %, de diversos equipamentos, no consumo residencial, segundo pesquisa de P&H da CPFL, realizada em 2004.....	227
Figura 8.16 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de geladeiras de uma porta.....	228
Figura 8.17 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição das demais geladeiras.....	229
Figura 8.18 Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição dos freezer's.....	229
Figura 8.19 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de lâmpadas LFC.....	230
Figura 8.20 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de aparelhos de ar condicionado.....	230

Figura 8.21 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de chuveiro.....231

Figura 8.22 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções envolvendo as substituições de todos os equipamentos analisados.....231

## Lista de Tabelas

Tabela 1.1 – Disponibilidade de água <i>per capita</i> em algumas regiões do mundo.....	9
Tabela 1.2 – Instituições governamentais, empresas e planos de expansão nas áreas de recursos hídricos e de energia no Brasil.....	15
Tabela 3.1 - Participação do Estado de São Paulo no valor adicionado bruto do Brasil a preço básico, segundo setores de atividade econômica, e no PIB a preço de mercado.....	34
Tabela 3.2 - Rendimento real médio dos ocupados, por posição na ocupação região metropolitana de São Paulo de 1985 a 1997, em reais de dezembro de 1997.....	36
Tabela 3.3 – Evolução do número de matrículas no Estado de São Paulo nos diversos níveis de ensino.....	37
Tabela 3.4 – Evolução, de 1985 a 2002, do PIB e do VA dos principais setores da economia paulista, em R\$ de 2002 e em %.....	39
Tabela 3.5 – Classificação dos segmentos industriais segundo a CNAE.....	43
Tabela 3.6 – Evolução, de 2000 a 2003, do Valor Adicionado Fiscal, em R\$ correntes, dos segmentos industriais do Estado de São Paulo.....	63
Tabela 3.7 – Participação relativa dos diversos segmentos no Valor Adicionado Fiscal da indústria de transformação paulista de 2001 a 2003.....	64
Tabela 3.8 – Consumo específico, em m <sup>3</sup> /unidade produzida, de água industrial por ramo de atividade e tipo de indústria.....	67
Tabela 3.9 - Consumo final de energia por setor de consumo no Estado de São Paulo, em 10 <sup>9</sup> kcal, de 1980 a 2004.....	70
Tabela 3.10 – Consumo energético final por tipo de energético no Estado de São Paulo, em 10 <sup>9</sup> kcal, de 1980 a 2004.....	71

Tabela 3.11 – Produção de fontes primárias de energia no Estado de São Paulo, em $10^9$ kcal, de 1980 a 2004.....	80
Tabela 3.12 – Oferta bruta de eletricidade no Estado de São Paulo, em GWh, de 1980 a 2004....	81
Tabela 3.13 – Petróleo refinado no Estado de São Paulo, em $10^3$ m <sup>3</sup> , de 1980 a 2004.....	82
Tabela 3.14 - Oferta bruta de gás natural , em $10^6$ m <sup>3</sup> , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004.....	82
Tabela 3.15 – Oferta bruta de álcool anidro, em $10^3$ m <sup>3</sup> , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004.....	83
Tabela 3.16 – Oferta bruta de álcool hidratado, em $10^3$ m <sup>3</sup> , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004.....	83
Tabela 3.17 – Oferta bruta e transformação de bagaço de cana, em $10^3$ t, no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004.....	84
Tabela 3.18 – Oferta interna de energia, em $10^9$ kcal, no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004.....	85
Tabela 3.19 - Suficiência energética total, dependência de energia primária e excedentes de energia secundária do Estado de São Paulo, em $10^9$ kcal e %, de 1980 a 2004.....	86
Tabela 3.20 – Intensidades energéticas totais, em $10^3$ kcal/R\$ de 2002, por setor da economia.....	93
Tabela 3.21 – Valor adicionado estimado, em milhões de R\$ constantes de 2003, dos diversos segmentos que compõem a indústria de transformação paulista, de 2000 a 2003.....	94
Tabela 3.22 – Consumo final de energia por segmento da indústria de transformação do Estado, em $10^9$ kcal, de 2000 a 2003.....	95
Tabela 3.23 – Evolução, de 2000 a 2003, da intensidade energética dos diversos segmentos da indústria de transformação do Estado de São Paulo, em $10^3$ kcal/R\$ constantes de 2003.....	96
Tabela 4.1- População, taxa de urbanização e densidade demográfica na UGRH-PCJ.....	102
Tabela 4.2 - População urbana e rural dae UGRH-PCJ – de 1998 a 2000 e estimativas de 2001 a 2005.....	103

Tabela 4.3 – População em idade economicamente ativa na UGRH-PCJ , de 2000 a 2003.....	103
Tabela 4.4 – Evolução dos empregos ocupados na UGRH-PCJ e sua distribuição pelos setores da economia, excluídos os poderes públicos locais.....	104
Tabela 4.5 – Evolução do número de empregos nas administrações direta e indireta, e câmaras de vereadores da UGRH-PCJ.....	104
Tabela 4.6 – Distribuição, em %, por faixa de renda, em 1991 e 2000, do rendimento das pessoas responsáveis pelos domicílios permanentes na UGRH-PCJ.....	104
Tabela 4.7 – Evolução do número de domicílios na UGRH – PCJ – 1980/1991/2000.....	105
Tabela 4.8 – Evolução de alguns indicadores sociodemográficos na UGRH-PCJ.....	105
Tabela 4.9 – Evolução, de 2000 a 2002, do valor adicionado, PIB, em milhões de Reais por ano, e PIB per capita, em Reais por ano, em preços correntes, da região da UGRH-PCJ.....	106
Tabela 4.10 –Valores adicionados fiscais da agropecuária, comércio, serviços e “outros setores”, em Reais de 2001 e, os valores adicionados fiscais da indústria e total, em Reais de 2003, da região da UGRH-PCJ.....	106
Tabela 4.11 – Valor adicionado fiscal, em R\$ de 2003, dos setores industriais da UGRH-PCJ , no período de 2000 a 2003.....	108
Tabela 4.12 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal dos diversos setores da indústria de transformação da UGRH-PCJ, de 2000 a 2003.....	109
Tabela 4.13 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal de alguns segmentos do setor de serviços em relação ao valor adicionado fiscal total do setor na UGRH-PCJ , em 2000 e 2001.....	110
Tabela 4.14 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal de alguns segmentos do setor de comércio em relação ao valor adicionado fiscal total do setor na UGRH-PCJ , em 2000 e 2001.....	110
Tabela 4.15 – Evolução das frotas dos diversos tipos de veículos na UGRH-PCJ , de 1998 a 2002.....	112
Tabela 4.16 – Evolução da quantidade de alunos na UGRH-PCJ , de 1999 a 2003, por nível de ensino.....	112

Tabela 4.17 – Média mensal de atendimentos nos hospitais públicos e particulares na UGRH-PCJ, de 1996 a 1998.....	113
Tabela 4.1 – Consumo de energia elétrica na UGRH-PCJ, em MWh, por classe de consumidores cativos, para os anos de 1980, 1985, 1988 a 1998 e 2001 a 2004.....	115
Tabela 4.2 - Número de unidades consumidoras cativas de energia elétrica na UGRH-PCJ , por classe, de 1980 a 2004.....	116
Tabela 4.3 – Total de consumidores e consumo cativo, em MWh, na UGRH – PCJ, por classe e segmento, para o ano de 2003.....	117
Tabela 4.21 – Consumo de gasolina na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001.....	119
Tabela 4.22 – Consumo de óleo diesel na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001.....	120
Tabela 4.23 – Consumo de GLP na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001.....	120
Tabela 4.24 – Consumo de óleo combustível na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001.....	121
Tabela 4.25 – Participação relativa, em %, do VAF dos segmentos industriais da UGRH-PCJ.....	124
Tabela 4.26 – Obtenção das estimativas dos VA's da indústria de transformação na UGRH-PCJ, de 2000 a 2003.....	125
Tabela 4.27 – Estimativas dos valores de VA, em R\$ de 2003, dos segmentos da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ, de 2000 a 2003.....	126
Tabela 4.28 – Quantidade de consumidores cativos e seu consumo de eletricidade, em MWh, nos segmentos da indústria de transformação na UGRH – PCJ, para o período de 2001 a 2003.....	127
Tabela 4.29 – Estimativas da intensidade elétrica, em kWh/R\$ de 2003, dos segmentos da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ , para o período de 2001 a 2003.....	128
Tabela 5.1 - Resultados acumulados pelo PROCEL no período 1986 -1998.....	135

Tabela 5.2 – Custo médio da energia conservada, em R\$/MWh, custo médio da demanda retirada, em R\$/kW, e a razão entre a energia média conservada e o mercado da concessionária distribuidora, em %.....	143
Tabela 5.3– Mercado de 2004 da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL e a parcela situada na UGRH-PCJ.....	147
Tabela 5.4– Mercado de 2004 da Elektro Eletricidade e Serviços e a parcela situada na UGRH-PCJ.....	148
Tabela 5.5 – Mercado de 2004 da Companhia Piratininga de Força e Luz e a parcela situada na UGRH-PCJ.....	148
Tabela 5.6 – Mercado de 2004 da Empresa Elétrica Bragantina e a parcela situada na UGRH-PCJ... .....	149
Tabela 5.7 – Mercado de 2004 da Companhia Jaguari de Energia e a parcela situada na UGRH-PCJ.....	149
Tabela 5.8 – Custo, em R\$,, energia conservada, em MWh/ano, e demanda retirada da ponta, em kW, dos programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras paulistas, por tipo de projeto, rebatidos para a região da UGRH-PCJ.....	149
Tabela 5.9 - Recursos orçados e investimentos realizados em programas de eficiência energética na Califórnia, em milhões de US\$, segundo suas fontes financiadoras.....	155
Tabela 5.10 – Energia conservada e redução da demanda de eletricidade dos programas de eficiência energética da Califórnia, de acordo com suas fontes de financiamentoFonte: CPUC, 2001.....	155
Tabela 5.11 – Custos unitários médios da eletricidade conservada, em US\$/MWh, e da demanda retirada, em US\$/MW, de empresas concessionárias da Califórnia e do Brasil.....	156
Tabela 5.12 - Custos unitários da eletricidade conservada, em US\$/MWh, e da demanda retirada, em US\$/MW, de programas de iluminação residencial de na Califórnia e no Brasil.....	157
Tabela 7.1 – Resumo dos cenários A, B e C do Plano Decenal 2004 – 2014.....	183
Tabela 7.2– Resumo do cenário alternativo de referência do Plano Decenal 2004 – 2014.....	183

Tabela 7.3 – Indicadores econômicos adotados nos diversos cenários do Plano Decenal 2004 - 2014.....	184
Tabela 7.4 – Plano Estratégico Petrobrás 2015: Premissas adotadas nos cenários.....	187
Tabela 7.5 – Projeções do PIB paulista, em milhões de R\$, nos cenários de baixo, médio e alto crescimento da economia, para o período de 2005 a 2025.....	197
Tabela 7.6 - Evolução assumida, até 2025, para o quociente VA/PIB, em %, dos grandes setores da economia paulista e da indústria de papel e celulose.....	198
Tabela 7.7 – Evolução assumida, de 2003 a 2025, para as intensidades energéticas totais, em 10 <sup>3</sup> kcal/R\$ de 2002, por setor da economia do Estado de São Paulo.....	201
Tabela 7.8 – Principais parâmetros assumidos no cenário de novos programas de conservação de energia.....	208
Tabela 8.1 – Resultados das projeções da demanda energética do Estado de São Paulo até 2012, em 10 <sup>9</sup> kcal, segundo este estudo e a dissertação de Carra, e os desvios correspondentes, em %.....	216
Tabela 8.2 – Participações dos VA's setoriais e total da UGRH-PCJ em relação aos valores correspondentes do Estado de São Paulo, em %, de 2000 a 2002.....	219
Tabela 8.3 – Médias aritméticas das taxas anuais de crescimento dos VA's industrial, comercial/serviços e agropecuário e do PIB dos municípios da UGRH-PCJ.....	222
Tabela 8.4 - Exemplo de resultado obtido com a planilha utilizada para a determinação da energia economizada com a melhoria da eficiência e incentivo à comercialização de equipamentos eficientes.....	226

## **Nomenclaturas**

### *Abreviações:*

BEN – Balanço Energético Nacional

BEU – Balanço Energético de Energia Útil

BIMSP - Base de Informações Municipais do Estado de São Paulo

CICE – Comissão Interna de Conservação de Energia

CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas

GLD – Gerenciamento pelo Lado da Demanda

IEL – Intensidade Elétrica

PACDEE – Programas Anuais de Combate e Desperdício de Energia Elétrica

PAEP – Pesquisa de Atividade Industrial Paulista

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

PERH – Plano Estadual de Recurso Hídrico

PGC – Public Goods Charge

PIB – Produto Interno Bruto

PIR – Planejamento Integrado de Recursos

PPP – Parcerias Público-Privadas

RE-SEB – Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico

RMC – Região Metropolitana de Campinas

SIPOT – Sistema de Potencial Hidrelétrico Brasileiro

SPSS - Statistical Package for Social Sciences

UGRHI-PS – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul

UGRH-PCJ – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí

VA – Valor Adicionado

VAF – Valor Adicionado Fiscal

VBC – Consórcio Votorantim, Bradesco e Camargo Correia

***Siglas:***

AAA - Agência para a Aplicação de Energia

ABINEE – Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica

ANA – Agência Nacional de Águas

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica

CCEE – Câmara de Comercialização de Energia Elétrica

CBEE – California Board for Energy Efficiency

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CENPES – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Américo M. de Mello

CEPE – Conselho Estadual de Política Energética

CESP – Companhia Energética de São Paulo

CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo

CGEE – Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética

CHESF – Companhia Hidro Elétrica do São Francisco

CNRH – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

CODEVASF – Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e do Parnaíba

COELBA – Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia

COFEHIDRO – Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos

COMGAS – Companhia de Gás de São Paulo

CONPET – Programa Nacional de Racionalização do Uso dos Derivados de Petróleo e Gás Natural

COPEL – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica

COPERSUCAR – Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo

CORHI – Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos

CPFL - Companhia Paulista de Força e Luz

CPFL<sub>Piratininga</sub> – Companhia Piratininga de Força e Luz

CPUC – Comissão das Concessionárias de Serviço Público da Califórnia

CRH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos

CSPE – Comissão de Serviços Públicos de Energia

CTC – Centro de Tecnologia Canavieira

DNAEE – Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica

EBE – Empresa Bandeirante de Energia S.A.

EDP – Eletricidade de Portugal

ELETRONORTE – Centrais Elétricas do Norte do Brasil

ELETROPAULO - Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A

ELETROS – Associação Nacional de Fabricantes de Produtos Eletroeletrônicos

EMAE – Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética

EPTE – Empresa Paulista de Transmissão de Energia S.A.

FETRANSPOR – Federação de Transportes de Passageiros Urbanos do Estado do Rio de Janeiro

FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo

MME – Ministério de Minas e Energia

PG&E – Pacific Gas & Electric

PNRH – Plano Nacional dos Recursos Hídricos

PROCEL – Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica

RECAP – Refinaria de Capuava

REPLAN – Refinaria de Paulínia

REVAP – Refinaria Henrique Lage

RPBC – Refinaria Presidente Bernades

SEADE - Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados

SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

SCE – Southern California Edison

SCG – Southern California Gas

SDG&E – San Diego Gas&Electric

SINGREH – Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos

SRH - Secretaria de Recursos Hídricos

UNICA – União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo

UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas

USP – Universidades de São Paulo

# Capítulo 1

## *Introdução*

A busca de uma sociedade, se não ideal, mas em que, pelo menos, crescimento econômico e justiça social possam coexistir em condições harmoniosas, deve se iniciar pela organização de seu Estado.

São muitos os desafios a serem enfrentados pela nação que se preocupa em alcançar um nível mínimo de organização, suficiente o bastante para promover o crescimento sustentado de seu Estado. Nenhum esforço, porém, pode se iniciar sem a realização de exercícios de planejamentos capazes e independentes.

O setor energético é vital para qualquer sistema sócio-econômico. O planejamento de qualquer empreendimento, do menor ao maior, se inicia, necessariamente, pelo estudo do fornecimento de seus energéticos. Atendida esta condição, pode-se pensar nas outras necessidades para a viabilização do empreendimento. Isto se aplica para uma fábrica, um estabelecimento comercial, uma propriedade rural ou um país.

### **1.1 A recente valorização do planejamento energético no Brasil e seus novos desafios**

A energia é um insumo fundamental para a qualidade de vida do ser humano moderno. A expansão de sua oferta cria condições favoráveis ao crescimento da economia como um todo. O significativo aumento de sua oferta, experimentado no Brasil, principalmente à partir dos anos sessenta, foi fundamental para viabilizar a expansão do parque industrial nacional e para o extraordinário processo de urbanização ocorrido no País.

O Brasil vem tendo, há quase três décadas, investimentos insuficientes em infra-estrutura. Desde o início dos anos oitenta, ao fim do chamado “*milagre brasileiro*”, que o País vem se

sustentando pela gordura acumulada naquele período, mais alguns investimentos esporádicos, em geral de caráter emergencial.

Esta situação teria que ser revertida, mas como? Um Estado que se via em uma situação de total carência de recursos, sem as mínimas condições de investimento nem mesmo nas necessidades básicas da população, não podia, e não pode, se dar ao “luxo” de desviar recursos para setores onde a iniciativa privada possui condições de fazê-lo.

Norteados por esse princípio, o governo, de orientação neoliberal, que assumiu o País em meados dos anos noventa, iniciou um Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico – RE-SEB, apoiado por técnicos do setor e por um consórcio internacional de consultoria. O relatório final do projeto RE-SEB propôs uma série de sugestões de reformas visando promover uma reestruturação do setor elétrico brasileiro, por meio da implantação de um modelo de competição na comercialização de energia elétrica, com garantia de livre acesso às redes de transmissão e distribuição e a redução do papel do Estado nas funções empresariais no setor, por meio da privatização das empresas existentes e a licitação da expansão do parque gerador e das linhas de transmissão (BRASIL, 2001).

O sucesso do novo modelo dependia da criação de entidades especializadas e autônomas para executar as funções de regulação, planejamento e operação do setor, o que não aconteceu por completo, pois apenas três dessas entidades foram criadas: o Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS, responsável pela coordenação da operação do sistema interligado nacional, a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, para a qual foi dada a missão de regular, fiscalizar e intermediar conflitos no setor e o mal sucedido Mercado Atacadista de Energia – MAE (atual Câmara de Comercialização de Energia Elétrica – CCEE), que tinha a missão de estabelecer um mercado de curto prazo para a energia elétrica, função básica em um mercado de livre concorrência (ELETROBRÁS, 1998). A tarefa de financiar e, até mesmo, impropriamente, definir políticas para o setor recaiu sobre o Banco Nacional de Desenvolvimento Social – BNDES.

Logo, faltou no modelo, a criação de uma entidade, devidamente capacitada para realizar o planejamento da expansão não só do setor elétrico, mas dos demais segmentos da indústria de energia afetos a ele.

No passado, com a predominância de empresas estatais nesta indústria, a tarefa de planejamento da expansão dos segmentos elétrico e de petróleo/gás foi realizado, com sucesso, pela Eletrobrás e Petrobrás, respectivamente. Cabia ao Ministério de Minas e Energia – MME, ao qual estas empresas estavam vinculadas, somente homologar tais exercícios de planejamento. Até a formulação de políticas energéticas, que tem sido atribuição do MME desde sua criação era, em geral, proposto por estas empresas estatais ao Ministério.

O novo modelo criou o Conselho Nacional de Política Energética – CNPE, presidido pelo Ministro de Minas e Energia e diretamente ligado à Presidência da República, para reforçar, no novo modelo, a capacidade de se formular novas políticas energéticas, mas deixou o MME completamente despreparado para realizar, de uma forma eficiente, as atividades de planejamento da expansão.

Pretendia-se privatizar as empresas do Grupo Eletrobrás e se quebrar o monopólio, até então existente, da Petrobrás sobre a maior parte dos elos da cadeia produtivos do petróleo e do gás natural. Logo, estas estatais não mais poderiam continuar a realizar os planos de expansão para o Ministério de Minas e Energia - MME.

Na realidade, o novo modelo da administração Fernando Henrique Cardoso previa a criação de um novo órgão de planejamento, que acabou não se materializando, por conta de disputas internas ao governo não resolvidas, sobre como ele deveria ser estruturado – vinculado a Eletrobrás, ou como uma fundação privada.

Um conjunto de fatores como: falhas graves no planejamento e na sua execução, indefinição nos papéis que cabiam ao MME e a ANEEL no fomento à expansão do setor elétrico, um ano hidrológico bastante desfavorável e deficiências estruturais, principalmente no sistema de transmissão, acabaram conduzindo a uma grave crise no abastecimento de energia elétrica, que se iniciou em 2001 e terminou em 19 de fevereiro de 2002, com a Resolução nº 117, emitida pela Câmara de Gestão da Crise de Energia – GCE, que decretou o término do Programa Emergencial de Redução do Consumo de Energia Elétrica.

Além do problema do racionamento de 2001/2002, sem dúvida a maior falha do “novo modelo”, destaque-se, também, o não funcionamento, por um longo período, do mercado atacadista de curto prazo, o MAE, criado pelo modelo, em virtude de disputas jurídicas entre alguns de seus agentes.

Por conta das falhas apontadas e pelo fato do modelo criado no governo Fernando Henrique Cardoso não ter atingido o sucesso esperado, seu sucessor, o Presidente Luis Inácio Lula da Silva, criou o “*novíssimo modelo do setor elétrico*”, que, objetivando a atração de investimentos privados, a modicidade tarifária e a segurança no fornecimento, criou um *pool* de geradores públicos e privados que permite um *mix* entre as chamadas energias “nova” e “velha”.

A idéia básica do *pool* é que a geração, de baixo custo, das usinas existentes, que são, sobretudo, hidrelétricas, com seus ativos imobilizados já amortizados, seja ofertada em leilões de “energia velha”. Em uma outra categoria de leilão, chamada de “energia nova”, é ofertada a geração, mais cara, de novas usinas. O *mix* dos dois leilões comporá um custo final médio menor, possibilitando, assim, modicidade tarifária. Vencem ambos os tipos de leilões os geradores que ofertarem os menores preços para sua energia.

É importante ressaltar que esse novo modelo reafirma a necessidade da realização de estudos do planejamento do setor energético como um todo, através de um órgão de apoio ao MME que faça um planejamento estratégico de longo prazo eficaz, neutro, transparente e participativo, capaz de transmitir segurança ao mercado. As decisões políticas estariam a cargo do MME e as técnicas a cargo desse órgão de apoio (BAJAY, 2001).

Norteados por esta premissa, foi incluído no atual modelo do setor elétrico brasileiro a criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE. Ela foi chamada de empresa de pesquisa, e não de planejamento, pois tem a missão de elaborar estudos técnicos/científicos que servirão de base para o planejamento, que continua sendo de responsabilidade do MME. Seus estudos abrangem tanto o setor elétrico, como o de petróleo e gás. Cabe à EPE, também, realizar estudos de inventário hidrelétrico de bacias hidrográficas e obter licenças ambientais prévias para os projetos de usinas a serem licenciadas pelo MME, com o apoio da ANEEL (TOLMASQUIM, 2004).

O Art. 7º do estatuto de criação da EPE estabelece que sua administração se dará por um Conselho de Administração e por uma Diretoria Executiva. O Conselho Administrativo, que é o órgão de orientação superior da EPE, é formado por membros indicados diretamente pelo poder executivo, e este é que indicará os membros da Diretoria Executiva.

A questão de uma visão holística do setor energético, premissa básica para a execução de um bom exercício de planejamento energético, ficou bem resolvido quando visto pelo lado do

Conselho Consultivo da EPE, que, segundo o Art. 23 do Estatuto Social de sua formação, é composto por:

- Cinco representantes do Fórum de Secretários de Estado para Assuntos de Energia, sendo um de cada região geográfica do País;
- Dois representantes dos geradores de energia elétrica, sendo um de geração hidroelétrica e outro de geração termoeleétrica;
- Representante dos transmissores de energia elétrica;
- Representante dos distribuidores de energia elétrica;
- Representante das empresas distribuidoras de combustível;
- Representante das empresas distribuidoras de gás;
- Representante dos produtores de petróleo;
- Representante dos produtores de carvão mineral nacional;
- Representante do setor sucroalcooleiro;
- Representante dos empreendedores de fontes alternativas de energia;
- Quatro representantes dos consumidores de energia, sendo um representante da indústria, um representante do comércio, um representante do setor rural e um representante dos consumidores residenciais; e
- Representante da comunidade científica com especialização na área energética.

A EPE almeja equilíbrio entre os energéticos, por meio de uma distribuição igualitária de poder (e funcionários) entre as quatro diretorias que a compõem: energia elétrica, petróleo e gás e planejamento energético, responsável pela integração das duas primeiras, e uma diretoria administrativa. Até que ponto a diretoria de planejamento energético conseguirá, de fato, quebrar as fortes amarras corporativas setoriais, que sempre existiram no MME, só o futuro dirá.

Cada energético possui suas próprias peculiaridades, com distintos comportamentos de mercado e cada um com sua estratégia de exploração, beneficiamento, armazenamento, distribuição e comercialização, o que atribui, para cada um deles, diferentes e desafiadores esforços de planejamento.

No caso do setor elétrico, uma forma do País diminuir o risco de uma nova crise de abastecimento é aprimorando os estudos de previsão de mercado, tornando-os mais consistentes e abrangentes. Do lado da oferta, os estudos de expansão devem estar harmonizados com as questões ambientais e com o uso múltiplo da água dos reservatórios das usinas hidrelétricas, além de devidamente integrados com os exercícios de planejamento do setor de gás.

As projeções da demanda e da oferta de petróleo e gás, principalmente os de caráter estrutural, como, por exemplo, os relacionados à necessidade de novas refinarias, oleodutos e gasodutos, e sua localização, devem estar desvinculados dos interesses corporativos da Petrobrás, pois, por ser atuante no mercado, ela não pode impor, nestes estudos, tais interesses. Isto se, realmente, se pretende que haja investimentos por parte de outros agentes nestes setores.

Os principais desafios, de caráter geral, para a evolução do planejamento energético no País são a sua integração com as áreas ambiental e de recursos hídricos do governo, desde as primeiras etapas do planejamento, e a descentralização deste. Aliás, estas duas questões estão fortemente correlacionadas entre si, conforme discutido no capítulo 2 desta tese, onde se propõe a aplicação do Planejamento Integrado de Recursos na busca desta integração.

São vários os desafios, gerais e específicos, a serem enfrentados até que o Brasil possa ter um planejamento realmente descentralizado, abrangente e idôneo. Porém, há que se enaltecer a iniciativa de, finalmente, ter sido criada uma instituição, devidamente capacitada, com o propósito de realizar estudos, sobretudo de cunho estrutural, voltados ao planejamento energético. Este foi um passo importante para se vencer estes desafios.

## **1.2 Os planos de recursos hídricos nas bacias hidrográficas brasileiras**

Segundo Setti (2001), a gestão de águas se baseia em princípios e diretrizes resultantes de análises e criatividade, o que resulta em propostas orientadoras e normativas que forneçam subsídio ao gerenciamento e à tomada de decisões que objetivam “*promover o inventário, uso, controle e proteção dos recursos hídricos*”.

### 1.2.1 Uso múltiplo e integrado da água

Nos primórdios da humanidade, o uso da água se limitava à utilização doméstica, criação de animais e ao uso agrícola, que dependiam essencialmente da chuva. Com o desenvolvimento sócio-econômico da civilização, cresceram as demandas por alimentos e surgiram novas necessidades por bens de consumo, acarretando na crescente exploração dos recursos naturais, chegando, em muitos casos, a situações de escassez, resultando em conflitos entre usuários.

A água destina-se, basicamente, a três propósitos: o consumo final da *infra-estrutura social*, que corresponde à satisfação das necessidades básicas da sociedade; o uso *agrícola e a aqüicultura*, que visam criar as condições necessárias para a criação animal e cultivo de vegetais; e, finalmente, utilizações *industriais*, que preenchem as necessidades de água para processos industriais e para fins de geração de energia.

Pode-se classificar em três categorias os diferentes tipos de usos da água. Os chamados usos *consuntivos* da água são aqueles que diminuem sua disponibilidade ao serem utilizados. Há, portanto, uma perda entre o que é retirado e o que retorna à fonte de suprimento, como ocorre, por exemplo, na irrigação agrícola, uso industrial, uso urbano, etc. As utilizações *não-consuntivas* são aquelas onde existe o retorno de praticamente a totalidade da água retirada das fontes de suprimento, como ocorre na geração de energia hidroelétrica. Já a chamada utilização *local* é a que se refere ao uso em sua própria fonte, ou seja, não existe a retirada da água e sim a utilização no próprio local, como ocorre com a navegação, pesca e lazer (BRASIL, 2003).

Muitas são as situações de uso da água que geram conflito entre seus usuários, mas todas elas se resumem a problemas quanto à *quantidade*, no caso de uso intenso do recurso por parte de um ou mais usuários; *qualidade*, quando um ou mais usuários degradam a água a ponto de inviabilizar seu uso; e situação de *destino* da água, quando um ou um grupo de usuários utilizam-na para outro fim que não aquele determinada por decisão jurídica ou política.

São comuns os conflitos envolvendo usos da água se acumularem, como, por exemplo, no caso de uma só fonte de abastecimento servir a um usuário industrial que a degrada, tornando-a imprópria a sistemas de irrigação, que, por sua vez, a utiliza intensamente, diminuindo o nível d'água, o que acarreta prejuízos à geração de energia elétrica e à navegação. Somado a tudo isso, tal situação pode se agravar mais ainda em função do aumento da demanda hídrica por consequência do aumento populacional.

O uso múltiplo e integrado da água busca uma fórmula conciliadora para o uso compartilhado de um bem público. Ela é, portanto, o objetivo, fim de um estudo que se inicia com o levantamento das necessidades individuais, verificando as quantidades e sazonalidades inerentes a cada atividade.

Basicamente são duas as vantagens do uso integrado e compartilhado de uma fonte de recursos hídricos. Primeiro, busca-se o atendimento de todas as necessidades de abastecimento, alcançadas por meio da distribuição temporal do uso. Segundo, utiliza-se do compartilhamento na construção das estruturas necessárias para todos os usuários, diluindo seus custos fixos e variáveis entre todos, ganhando-se, assim, economias de escala nos empreendimentos.

O maior problema do uso múltiplo e integrado dos recursos hídricos reside na questão gerencial do sistema. A harmonia no compartilhamento dos recursos hídricos por vários usuários depende, fundamentalmente, do estabelecimento de regras operacionais rígidas, exercida por um colegiado administrativo central representativo dos diversos usuários, além de representação da sociedade organizada (SETTI, 2001).

### **1.2.2 Recursos hídricos no mundo**

Segundo Shiklomanov (1997), o planeta Terra tem um reservatório de aproximadamente 1.386.000 mil km<sup>3</sup> de água, dos quais 97,5% são de água salgada, restando, então, 34.650 mil km<sup>3</sup> de água doce, dos quais: 69,55% estão armazenadas em áreas congeladas (Antártida, Groenlândia, Ártico, solos congelados e montanhas), 30,06% no subsolo e 0,12% esta na forma de pântanos, umidade do solo, biomassa e vapor d'água; restando para uso viável do homem e de ecossistemas as águas doces dos rios e lagos, o que corresponde a apenas 0,27% do volume de água doce da Terra e cerca de 0,007% do volume total de água do planeta.

Apesar do volume de água no planeta ter se mantido constante nos últimos 500 milhões de anos, os estoques regionais variam substancialmente ao longo do tempo (SHIKLOMANOV,1999). Isso pode ser verificado na análise da Tabela 1.1, que apresenta a disponibilidade de água nos cinco continentes em termos de média *per capita*, em 1994 e uma tendência projetada para o ano 2000, segundo Rosegrant (1997).

Tabela 1.1 – Disponibilidade de água *per capita* em algumas regiões do mundo

CONTINENTE	1994	Projetado para 2000	Porcentagem de degradação (%)
	mil m <sup>3</sup> /ano/habitante	mil m <sup>3</sup> /ano/habitante	
África	9,4	5,1	45,75
Ásia	5,1	3,3	35,29
Europa	4,6	4,1	10,87
América do Norte e Central	21,3	17,5	17,84
América do Sul.	48,8	28,3	42,01

Fonte: (ROSEGRANT, 1997)

Observa-se, na Tabela 1.1, as percentagens de degradação mais elevadas nos continentes que comportam uma maioria de países em desenvolvimento.

Segundo estimativas da Organização Mundial de Saúde – OMS (OMS, 1998), atualmente, mais de 1 bilhão de pessoas vivem em condições insuficientes de disponibilidade de água, com uma estimativa de se chegar a 5,5 bilhões em 25 anos. Esta situação decorre, principalmente, da combinação do crescimento das demandas localizadas com a degradação dos recursos, por consequência de processos de crescimento urbano desordenado, industrialização e expansão agrícola.

No entanto, uma consequência do desenvolvimento não precisa ser, necessariamente, a aniquilação dos recursos naturais, sobretudo a água, que, por sua peculiaridade de usos múltiplos, é ainda mais vital. Por isso, necessita-se um modelo baseado nos princípios gerais de gestão ambiental, incorporando as peculiaridades da água.

### 1.2.3 Recursos hídricos no Brasil

O Brasil, país com 8.512.000 km<sup>2</sup> e uma população estimada de 184 milhões (<http://www.ibge.gov.br>, consultado em junho de 2005), possui uma situação privilegiada em relação ao volume de seus recursos hídricos. Estima-se que 13,7% do total da água doce disponível no planeta esteja em território brasileiro, o que o torna, em termos quantitativos, um dos mais ricos em água doce do mundo. Segundo dados da Agência Nacional de Águas – ANA, a vazão média do Brasil é de 160.067 m<sup>3</sup>/s, resultando em uma disponibilidade *per capita* de 30.000 m<sup>3</sup>/hab.ano (ANA, 2003).

Entretanto, no Brasil ocorrem desigualdades semelhantes às verificadas no mundo, pois, aproximadamente, 70% de sua água doce se encontra na região amazônica, que é habitada por menos de 5% da população, ou seja, 95% da população dispõe de 30% dos recursos hídricos do País. Além disso, deve ser considerada a região semi-árida do Nordeste, que apresenta escassez de água, com média inferior a 1.200 m<sup>3</sup>/hab.ano, chegando a ser registrado, em algumas bacias, até 500 m<sup>3</sup>/hab.ano (ANA, 2003).

A situação se agrava quando se verifica o panorama ainda mais alarmante da bacia do Alto Tietê, região metropolitana de São Paulo, que, devido à sua concentração populacional, crescimento exagerado e desordenado, aliado a um uso industrial desregrado, registra valores menores que 500 m<sup>3</sup>/hab.ano (<http://www.sigrh.sp.gov.br>, consultado em julho de 2005).

Além desta, outras regiões do País, a despeito da elevada disponibilidade natural de água, por consequência das altas e desordenadas concentrações populacionais, apresentam sérios conflitos de usos múltiplos da água, como, por exemplo, os verificados na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – UGRH-PCJ e na Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos do Rio Paraíba do Sul – UGRHI-PS, ambas no Estado de São Paulo.

Se fosse pela lógica, o Brasil deveria ser uma das nações com maior apreço no uso de seus recursos hídricos, pois o País possui, desde a década de 1930, o Código de Águas – Decreto n<sup>o</sup> 24.643, de 10 de julho de 1934, o que, na época, foi um avanço impar em relação às questões de uso da água. Mas, a despeito do Código de Águas, o que se verificou foi que ele não foi capaz de promover os meios de uma gestão descentralizada dos recursos hídricos, inalterando a idéia de abundância enraizada na cultura brasileira, mantendo o desperdício e levando sempre à postergação dos investimentos necessários para promover uma redução das contaminações e soluções para os conflitos de uso. Enfim, esta regulamentação não foi capaz de promover o uso eficiente dos recursos hídricos.

Diante deste arcabouço, iniciaram-se, nos anos 1980, os debates que levariam à formulação de uma regulamentação que viria a corrigir as imperfeições até então verificadas. Os primeiros resultados práticos, neste sentido, surgiram em 1993, com a criação do Ministério do Meio Ambiente e, em 1995, da Secretaria dos Recursos Hídricos – SRH/MME, que tinha, dentre as primeiras missões, o acompanhamento, junto ao Congresso Nacional, do projeto de Lei do

Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Finalmente, em 8 de janeiro de 1997, foi sancionada a Lei nº 9.433/97, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH.

O acesso à água tratada no Brasil apresentou uma grande melhora a partir dos anos 1960, atingindo cerca de 90% dos lares no fim da década de 1990, com um volume de água distribuída de aproximadamente 8,4 km<sup>3</sup>/ano (SRH/MMA, 2003). O maior problema verificado neste setor são as perdas estimadas em 45% da água distribuída.

Apesar do índice favorável de atendimento com relação à distribuição de água, o mesmo não pode ser comemorado com relação à coleta de esgoto, pois apenas 56% dos domicílios urbanos eram atendidos por esse serviço no fim da década de 1990 (IBGE, 2001). No entanto, o quadro mais grave se verifica na questão do tratamento dos resíduos, pois apenas 20% dos municípios brasileiros tratavam seus esgotos no início da atual década (ANA, 2003), o que corresponde a cerca de 4% do esgoto coletado recebendo tratamento adequado. Isto significa que um enorme volume de esgotos in natura são lançados em lagos, rios e no mar, causando poluição, com sérios comprometimentos ao meio ambiente, restringindo os usos múltiplos da água e acarretando altos custos com despoluição.

A geração de energia elétrica brasileira é, em grande parte, hidrelétrica, com uma potência instalada em hidroeletricidade de aproximadamente 70.754 MW (ANEEL, 2005), contra 20.416 MW em outras fontes (termonuclear e outras usinas termelétricas, geração eólica, etc). A ANEEL estima que exista no País um potencial hidrelétrico de 260 GW.

Existe uma forte tendência de incremento da participação da geração termelétrica para o atendimento do mercado brasileiro de energia elétrica, motivada, principalmente, pela tendência, de médio prazo, de aumento da disponibilização de gás natural.

Mesmo não resultando no consumo direto de água, o seu uso para geração hidrelétrica altera o volume dos reservatórios, interferindo na sua destinação para outros fins. A geração termelétrica, onde há uso consuntivo da água, principalmente em função das perdas por evaporação, também causa alterações consideráveis nas fontes d'água. Portanto, os novos projetos, tanto hidroelétricos como termelétrico, devem estar em sintonia com os outros usos da água, além, é claro, do constante aprimoramento das metodologias de cálculo de seus impactos ambientais.

O setor agrícola é o maior usuário consuntivo dos recursos hídricos no Brasil, com uma área irrigada de 3,149 milhões de hectares no fim da década passada, tendo um potencial de irrigação de 29,5 milhões de hectares (CRISTOFIDIS, 1999). Considerando a necessidade média de derivação de água para irrigação como sendo de 11.758 m<sup>3</sup> por hectare, a derivação total era de aproximadamente 37 km<sup>3</sup>/ano só para esse fim. Considerando o potencial brasileiro, este consumo poderia atingir 346.000 km<sup>3</sup>/ano.

Por sua importância estratégica para o Brasil, o uso da água para irrigação deve ser incentivado. Porém, o maior problema verificado neste tipo de uso é a baixa eficiência dos sistemas de condução e distribuição, que tem sido da ordem de somente 61% (CRISTOFIDIS, 1999). Logo, no bojo de programas de incentivo à irrigação, devem, também, ser criados programas de conscientização e educação para o uso eficiente deste recurso.

A demanda industrial por água tem sido estimada de maneira indireta, não havendo informações recentes e, nem muito menos, apoiadas por cadastros confiáveis. Os dados disponíveis tem sido obtidos na forma de somatórios de informações de secretarias de recursos hídricos estaduais. Estes estudos apontam para um consumo consuntivo na indústria na ordem de 4,4 km<sup>3</sup>/ano (SRH/MMA, 2003). Esta é o terceiro maior segmento consumidor de água no Brasil, ficando atrás do consumo agrícola e de abastecimento residencial.

Um outro problema sério diz respeito ao, cada vez maior, uso indiscriminado de aquíferos subterrâneos para o abastecimento industrial, comercial (sobretudo hotéis, hospitais e clubes) e residências (condomínios). Para amenizar esta situação, a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB realiza o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas por meio de coletas semestrais em 169 pontos de amostragem selecionados, de forma a abranger os principais aquíferos do Estado, incluindo, além de poços de abastecimento público, poços e nascentes de águas subterrâneas minerais na Região Metropolitana de São Paulo - RMSP, bem como poços particulares de abastecimento em indústrias (CETESB, 2004).

Por suas condições territoriais e climáticas, o Brasil possui uma situação privilegiada para o aproveitamento não consuntivo de seus recursos hídricos. A riqueza intrínseca em um país com 8.400 km de costa e 5.500.000 hectares de reservatórios de água doce e um clima altamente favorável não pode ser ignorado, pois, neste manancial, pode estar contido uma grande fonte de

recursos econômicos, que, se utilizados de maneira racional, podem ajudar a tirar o País de uma situação de miséria da grande maioria de sua população, bastando, para isso, iniciativas, sobretudo do governo, que possibilitem, à esta população, passar a encarar estes recursos naturais como fonte de riqueza e não como depósitos de lixo.

O Brasil, com o crescimento econômico das últimas décadas não acompanhado pelo crescimento de sua infra-estrutura, necessita realizar grandes investimentos, principalmente em transporte. O aproveitamento compartilhado dos cursos de água entre hidrovias e geração hidrelétrica se mostra como uma solução lógica de dois grandes problemas estruturais.

Levantamentos realizados na década de setenta, no âmbito do Plano Nacional de Viação (Lei nº 5.917 de 10 de setembro de 1976), contemplavam 40.000 km de hidrovias, que interligariam as grandes bacias hidrográficas e estas ao mar. Destas, foram implantadas cerca de 10.000 km, principalmente na bacia amazônica, na bacia do rio São Francisco e na bacia do rio Paraná (rios Tietê e Paraná).

O sistema interligado brasileiro (SIN) possui um parque gerador predominantemente hidrelétrico, complementado por usinas termelétricas, sobretudo a gás natural e, em menor escala, centrais a carvão, usinas nucleares e excedentes de unidades de cogeração que consomem resíduos da biomassa. Há, também, um parque gerador eólico significativo, em grande parte ainda em fase de instalação. Os planos de expansão do setor elétrico brasileiro prevêem um aumento substancial, a médio e longo prazos, da participação das termelétricas no parque gerador nacional. Estas usinas em geral requerem quantidades substanciais de água de refrigeração, de uso consuntivo, na operação de seus ciclos de potência.

Por fim, compartilhando o uso estrutural dos recursos hídricos, existem dois importantes aproveitamentos de grande potencial econômico: a exploração comercial da aquíicultura e a pesca, além do turismo e lazer. Para esses aproveitamentos, o Brasil, por sua condição altamente favorável, ao contrário da atual realidade, deveria ocupar lugar de destaque no cenário mundial.

#### **1.2.4 Plano nacional dos recursos hídricos – PNRH**

O Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos – SINGREH tem como premissa básica a organização do setor de recursos hídricos por meio da consolidação dos

sistemas de gestão integrada e sistêmica do uso da água através da conjunção do planejamento local, estadual e nacional dos recursos hídricos com os setores usuários.

Em 17 de julho de 2000 foi promulgada a Lei nº 9.984/00 que, entre outras disposições, criou a Agência Nacional de Águas – ANA, integrada ao SINGREH, que deve, entre suas incumbências, elaborar o Plano Nacional dos Recursos Hídricos – PNRH, em parceria com Secretaria de Recursos Hídricos – SRH – e o Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH<sup>1</sup>.

Segundo a ANA (2003), o PNRH consiste de um documento que tem como objetivo *“fundamentar e orientar a implantação da política e o gerenciamento dos recursos hídricos, propondo as diretrizes e grandes metas para a gestão dos mesmos”*.

O PNRH estabelece que o planejamento estratégico da gestão dos recursos hídricos deve ocorrer em regiões hidrográficas, ou áreas especiais de planejamento, que não são, necessariamente, as bacias hidrográficas, como determinado na Lei nº 9.433/97, mas sim, alguma especificidade que torne pertinente um outro recorte, que pode ser: aquíferos regionais e trans-fronteiriços, bacias trans-fronteiriças, eixos nacionais de integração e desenvolvimento, o sistema elétrico interligado, transposições entre bacias, áreas sujeitas à desertificação e outras macros e microrregiões selecionadas (ANA, 2003).

No entanto, o que é atualmente válido no PNRH é que os recortes de gestão e planejamento dos recursos hídricos devem obedecer à divisão estabelecida na Lei nº 9.433/97, que determina como sendo as bacias hidrográficas as áreas de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

A adoção de áreas de gestão e planejamento dos recursos hídricos diferentes das estabelecidas pelas bacias hidrográficas deve ser realizada com muita cautela, pois nestas é mais fácil de se efetuar o confronto entre as disponibilidades e as demandas de água, essenciais para o estabelecimento do balanço hídrico.

O Plano Nacional de Recursos Hídricos é um documento que norteia as metas estabelecidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos, estabelecendo uma série de diretrizes a serem alcançadas. Devem ser destacados alguns pontos de grande importância, neste plano: o uso

---

<sup>1</sup> O Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH é um órgão que agrega instituições governamentais, usuários e sociedade civil organizada.

múltiplo da água, o reconhecimento da água como bem finito, sua valorização econômica e a gestão descentralizada e participativa.

O princípio dos usos múltiplos da água coloca todos os seus usuários em condições isonômicas com relação a seu acesso e uso, sem que haja setores privilegiados em detrimento dos demais. Porém, seu uso deve ser realizado de maneira eficiente, reconhecendo-se que a água é um bem finito e vulnerável, devendo, por isso, ser preservado. Sua valorização econômica induz ao uso eficiente; portanto, há a necessidade de se implantar um sistema de cobrança como fator indutor de uso racional.

### 1.2.5 Aspectos institucionais

No âmbito federal, com a nova legislação de recursos hídricos instituída em 1997, a implementação do Conselho Nacional de Recursos Hídricos e a criação da Agência Nacional de Águas, a ANA, tem havido uma evolução institucional significativa nos últimos anos nesta área. Esta tendência vem sendo acompanhada pelos estados, com a criação de leis estaduais, complementares à legislação federal, a criação, ou fortalecimento, de secretarias e departamentos estaduais de recursos hídricos, e a instalação de comitês de bacias hidrográficas nos estados.

A Tabela 1.2 traça um paralelo entre os ministérios, outros órgãos governamentais, empresas e planos, nacionais, estaduais e regionais, dos setores de recursos hídricos e de suprimento de energia no Brasil. Pode-se observar, nesta tabela, o caráter bem mais descentralizado da área de recursos hídricos.

No Estado de São Paulo, uma única secretaria é responsável pelas áreas de energia e de recursos hídricos.

Tabela 1.2 – Instituições governamentais, empresas e planos de expansão nas áreas de recursos hídricos e de energia no Brasil

SUPRIMENTO DE ENERGIA	RECURSOS HÍDRICOS
Ministérios	
Ministério de Minas e Energia (MME)	Ministério do Meio Ambiente (Secretaria de Recursos Hídricos)
Outros órgãos do governo federal	
Agência Nacional de Energia Elétrica	Agência Nacional de Águas
Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e	

Biocombustíveis	
Conselho Nacional de Política Energética (CNPE)	
Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico	
Câmara de Comercialização de Energia Elétrica	
Operador Nacional do Sistema Interligado	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
Empresa de Pesquisa Energética	
<b>Órgãos dos governos estaduais</b>	
Secretarias de energia (alguns estados)	Secretarias de recursos hídricos / meio ambiente
Órgãos reguladores estaduais	Departamentos estaduais de água
<b>Órgãos governamentais regionais</b>	
	Comitês de bacias hidrográficas
<b>Empresas</b>	
Empresas do governo federal	
Empresas dos governos estaduais	Empresas dos governos estaduais (maioria)
Empresas dos governos municipais (poucas)	Empresas dos governos municipais
Empresas privadas	Empresas privadas (poucas)
<b>Planos governamentais de expansão</b>	
Plano energético de longo prazo do CNPE/MME	Plano Nacional de Recursos Hídricos
Plano decenal do setor elétrico nacional	Planos Estaduais de Recursos Hídricos Planos de recursos hídricos das bacias hidrográficas

Fonte: Elaboração própria

### 1.3 Os objetivos da tese

Este trabalho tem como objetivo geral a proposta de realização, no Brasil, de um estudo de Planejamento Integrado de Recursos – PIR, de cunho indicativo, nas bacias hidrográficas do País, centrado em torno da disponibilidade, custo e qualidade da água, energia elétrica e gás canalizado como importantes vetores de desenvolvimento regional. A prática internacional de PIR, envolvendo energia elétrica e gás canalizado, assim como a sua possível extensão também para os recursos hídricos, é discutida no capítulo 2 da tese.

O racionamento de energia elétrica em 2001 demonstrou, de uma forma cabal, a necessidade de se ter um bom planejamento energético no País. A retomada deste planejamento, que tem ocorrido nos últimos anos, tem sido excessivamente centralizada no governo federal, dificultando as fundamentais interações com as áreas ambiental e de recursos hídricos, que são bastante descentralizadas, envolvendo os governos estaduais e municipais. A implantação do PIR

em bacias hidrográficas, complementando o planejamento energético do governo federal<sup>2</sup>, permitiria um certo grau de descentralização do setor energético no Brasil, o que facilitaria enormemente as interações supra-citadas.

O Planejamento Integrado de Recursos – PIR, desenvolvido em bacias hidrográficas, buscaria solucionar, de uma maneira otimizada e integrada, problemas econômicos, sociais e ambientais envolvendo as áreas de recursos hídricos, energia elétrica e gás canalizado.

O PIR em bacias hidrográficas permitiria utilizar os “comitês de bacias” como fóruns descentralizados para o desenvolvimento, junto aos grupos ambientalistas e a sociedade em geral, das discussões subjacentes aos exercícios de planejamento.

A implantação do tipo de planejamento proposto nesta tese é bastante complexa e inovadora, no Brasil e no mundo. Tais características impedem um tratamento, neste trabalho, ao mesmo tempo abrangente e detalhado em todas as suas múltiplas facetas. Optou-se, então, por definir, como um objetivo específico da tese, o desenvolvimento, em detalhes, de estudos prospectivos do mercado de energia, incluindo programas de eficiência energética, em bacias hidrográficas, associados a planos nacionais e projeções de mercado estaduais.

A bacia hidrográfica escolhida para ilustrar os procedimentos propostos nesta tese foi a da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá (UGRH – PCJ).

O objetivo específico desta tese, dentro da proposta geral de implantação de um PIR em bacias hidrográficas no País, implicou na realização das seguintes atividades:

- (i) criação de uma base de dados sócio-econômicos e energéticos por municípios da bacia;
- (ii) realização de estudos retrospectivos para o Estado de São Paulo e para a região da UGRH – PCJ, utilizando, inclusive, bases de dados de circulação restrita (PAEP, CSPE, CPFL, COMGAS, dados recentes sobre valor adicionado fiscal dos segmentos industriais paulistas, etc.);

---

<sup>2</sup> Em um país cujo sistema elétrico está quase todo interligado e os suprimentos de derivados de petróleo e de gás estão cada vez mais integrados, não se pode mais conceber formas de planejamento energético regional que não estejam em sintonia com planos nacionais, ou políticas estaduais.

- (iii) implantação de uma metodologia de projeção da demanda energética, a longo prazo, baseada em cenários alternativos de desenvolvimento, que permite integrar estudos de âmbito nacional, estadual e regional (*clusters* de municípios);
- (iv) realização de projeções com tal metodologia;
- (v) avaliação de programas de eficiência energética desenvolvidos na região e uma comparação com programas de eficiência energética que tiveram sucesso no exterior; e
- (vi) proposição de novas políticas energéticas, sobretudo na área de eficiência energética, para serem implantadas na região, e avaliação de seus prováveis impactos na demanda energética.

## **1.4 O escopo do trabalho**

Neste capítulo, introdutório, se discute a re-valorização, recente, do planejamento energético no Brasil e os principais desafios que ora se colocam para este planejamento, sobretudo no que concerne à necessidade de descentralização e de integração com as áreas ambiental e de recursos hídricos. Em relação a esta última área, apresenta-se, ainda neste capítulo, o conceito de usos múltiplos e integrados da água, um panorama geral dos recursos hídricos no mundo e no Brasil e a criação do Sistema Nacional de Recursos Hídricos e seus principais elementos, tais como os comitês de bacias hidrográficas e os planos de recursos destas bacias, elaborados pelos respectivos comitês, de grande importância para as propostas desta tese.

No capítulo seguinte se discute experiências passadas de planejamento energético realizadas de uma forma descentralizada no País e as necessidades atuais de descentralização do processo de planejamento, sob a coordenação do Ministério de Minas e Energia e envolvendo estados e municípios, tal qual já ocorre nas áreas ambiental e de recursos hídricos. Mostram-se, também, as vantagens de se trabalhar com uma base de dados municipais. Conceitua-se, neste capítulo, o Planejamento Integrado de Recursos (PIR), conforme praticado em alguns países a partir de década de oitenta, e se estende este conceito para PIR em bacias hidrográficas, focado em um desenvolvimento integrado dos recursos hídricos, energia elétrica e gás canalizado como vetores de desenvolvimento regional, que é a proposta central desta tese.

O capítulo 3 se inicia com uma análise retrospectiva recente da economia paulista e de alguns de seus indicadores sociais. Esta análise é complementada e aprofundada, a seguir, para os diversos segmentos industriais, com o auxílio da Pesquisa de Atividade Industrial Paulista – PAEP, realizada pela Fundação SEADE no Estado, em 2001, e por uma base de dados recente sobre o valor adicionado fiscal destes segmentos. O capítulo se encerra com uma ampla análise retrospectiva da matriz energética paulista, incluindo a evolução histórica da intensidade energética setorial.

A caracterização sócio-econômica e energética da região da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí- UGRH – PCJ é feita no capítulo 4, que também mostra como se montou uma base de dados municipais para esta região. Ainda neste capítulo, se menciona alguns estudos anteriores, realizados para esta bacia, sob a ótica do PIR.

O capítulo 5 é dedicado à análise dos impactos de programas de eficiência energética na demanda energética da região da UGRH – PCJ. Na primeira parte do capítulo se discute tais impactos oriundos de programas realizados no passado recente, enquanto que, na segunda parte, à luz dos resultados positivos e negativos obtidos nestes programas e a partir de comparações com programas de sucesso realizados no Estado da Califórnia, são propostos novos programas para o Estado de São Paulo e para a região da UGRH – PCJ.

No capítulo 6 são apresentados os diversos tipos de modelos de projeção a longo prazo da demanda de energia, a cronologia de sua evolução, suas vantagens comparativas e limitações. É neste capítulo que são apresentadas as principais características dos modelos escolhidos para realizar as projeções de demanda energética desta tese e as razões desta escolha. O capítulo é encerrado com uma seção onde se discute o uso da técnica estatística de análise de agrupamentos (*cluster analysis*) para se agregar municípios e se realizar projeções para estes conjuntos e não, necessariamente, para cada município individualmente.

A principal técnica utilizada para se tratar as enormes incertezas associadas a projeções a longo prazo da demanda energética é a elaboração de cenários alternativos de desenvolvimento. No capítulo 7 se discute alguns cenários adotados recentemente pelo Ministério de Minas e Energia, Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Eletrobrás, Petrobrás, International Energy Agency e

Energy Information Administration (EIA) / US Department of Energy para realizar projeções de demanda energética para o Brasil. Estes cenários nacionais servem de balizadores para a montagem, neste capítulo, de cenários para o Estado de São Paulo e para a região da UGRH – PCJ.

Com base nos cenários elaborados no capítulo 7 e utilizando os modelos descritos no capítulo 6, realizam-se, no capítulo 8, projeções da demanda energética para o Estado de São Paulo e para a região da UGRH – PCJ, em um horizonte de 20 anos. Nas projeções para a região da UGRH – PCJ utiliza-se o grupamento de municípios com características semelhantes ou complementares. As implicações das diversas projeções alternativas na oferta de energia no Estado são discutidas e as projeções para o Estado de São Paulo são comparadas com as obtidas em um outro estudo recente.

As conclusões gerais e principais recomendações da tese se encontram no capítulo 9, destacando-se propostas de novas políticas públicas, sobretudo na área de eficiência energética, e de como se poderia implementar e difundir, pelo País, o PIR em bacias hidrográficas.

## Capítulo 2

### *Formas Descentralizadas de Planejamento Energético*

#### **2.1 O PIR nos setores elétrico e de gás canalizado americano e canadense**

O Planejamento Integrado de Recursos – PIR é uma maneira avançada de planejamento que se estabeleceu, para os setores elétrico e de gás canalizado, a partir da década de 1980, em alguns países, tais como EUA, Canadá e Dinamarca.

A principal característica do PIR é considerar, em seus estudos, uma ampla gama de opções para expandir os serviços de eletricidade ou gás canalizado, avaliando um grande número de alternativas de geração vis-a-vis aos recursos alternativos de produção, importação, transporte, distribuição e gerenciamento pelo lado da demanda (GLD), internalizando custos sociais e ambientais associados às diferentes opções.

Por considerar tanto opções do lado da oferta como do lado da demanda, o PIR encontrou fortes atrativos em mercados com empresas concessionárias verticalmente integradas, como no caso de sua aplicação pela Ontario Hydro, no Canadá, e pela PG&E, nos EUA, onde esta maneira de planejar constituiu-se em uma importante ferramenta de auxílio às decisões de investimento destas empresas. O PIR também pode fazer parte de um planejamento indicativo de longo prazo, executado por órgãos governamentais, onde a preocupação maior é com aspectos estratégicos, como ocorre nos EUA com o Northwest Power Planning Council (BAJAY & LEITE, 2004).

O emprego da metodologia de revisão tarifária baseada no “serviço pelo custo”, dominante nos EUA e Canadá, onde o órgão regulador avalia o que é razoável e prudente, ou seja, a recuperação dos custos “prudentes” com retornos “razoáveis” dos investimentos, fez com que as empresas das indústrias elétrica e de gás canalizado passassem a pedir um aval ao regulador quando da realização de seus investimentos. Em razão desta conjuntura, o regulador passou a induzir as empresas concessionárias a levarem em conta, em seu planejamento, opções do lado da

demanda e questões ambientais, trazendo, assim, vantagens às empresas no momento de sua revisão tarifária.

Em menor escala, os conceitos do PIR também se difundiram em alguns países europeus, como a Dinamarca, Alemanha e Espanha (REIS & SILVEIRA, 2001).

No PIR, busca-se um consenso na preparação e avaliação dos planos de expansão através da participação da sociedade, avaliando os riscos e incertezas inerentes de cada opção cogitada. Por estas características, o PIR vem de encontro aos interesses de grupos ambientalistas, na medida em que são considerados seriamente medidas do lado da demanda e fontes alternativas de geração, buscando-se, assim, minimizar os impactos ambientais e sociais inerentes aos sistemas energéticos.

Em geral, os exercícios de PIR tentam internalizar os custos ambientais e sociais, através de sua monetização, quando possível, ou, então, através de uma otimização multiobjetivo, onde, além da minimização do custo de fornecimento da energia elétrica ou do gás canalizado, são considerados, também, objetivos ambientais (ENNES, CORREIA & CHAN, 1994). No planejamento tradicional se almeja, essencialmente, a minimização do custo da energia fornecida; “restrições ambientais” fixas, mínimas, são impostas na busca da solução “ótima”. O PIR, de uma forma ou de outra, explícita ou implicitamente, trabalha com problemas multiobjetivos, permitindo explorar os *trade-offs* entre os diversos objetivos envolvidos (BAJAY *et alii*, 1996a).

Reis e Silveira (2001) consideram o PIR um aprimoramento em relação aos processos tradicionais de planejamento nos setores elétrico e de gás canalizado, no sentido de incorporar conceitos vinculados ao desenvolvimento sustentável.

Jannuzzi e Swisher (1997) definem o PIR da seguinte forma para o setor elétrico:

*“O PIR é o desenvolvimento combinado de oferta de eletricidade e de opções de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD) para oferecer serviços de energia a custo mínimo, incluindo custos sociais e ambientais. Este tipo de planejamento incorpora o esforço de se contabilizar o potencial de recursos em melhorias do uso de energia com o mesmo rigor empregado para se inventariar os recursos de oferta de energia”.*

A grande diferença do planejamento tradicional para o PIR está na incorporação de avaliações *ex-ante* de alternativas pelo lado da demanda, estando aí a fonte das maiores

dificuldades para sua implantação no Brasil, pois as empresas precisam estar conscientes das vantagens de se investir em programas de GLD, mantendo uma equipe especializada e permanente em seu quadro de pessoal, capaz de elaborar e conduzir programas que, por um lado, os viabilizem e, por outro, tragam vantagens indiretas à empresa, viabilizando o aparente paradoxo de se obter maiores lucros com a redução do consumo.

Há vários casos de sucesso, tanto nacionais como internacionais, que mostram que isso é possível. Os primeiros casos de investimento em eficiência energética, tanto no exterior como no Brasil, objetivavam, principalmente, a viabilidade do atendimento de um maior número de consumidores com uma mesma estrutura de oferta.

Entretanto, atualmente, alguns distribuidores de energia sabem que, mais do que simplesmente aumentar a carteira de clientes, programas de eficiência energética bem elaborados têm conseqüências muito mais abrangentes, pois eles, em primeira instância, viabilizam a diminuição do consumo específico, levando à diminuição do custo final do produto, acarretando no aumento das vendas e da produção e, por conseqüência, no aumento do consumo de energia.

Além desta, outras vantagens podem ser citadas, tais como a fidelização de consumidores e a melhoria da imagem da empresa (*marketing*), fazendo dos programas de eficiência energética, em muitos países do mundo, uma prática corriqueira, integrada ao *business* da empresa.

O PIR exige que sejam realizadas avaliações técnicas e econômicas e possíveis melhorias da eficiência energética de equipamentos e processos nas mesmas condições da expansão da oferta. Nos EUA e no Canadá estas avaliações se tornaram rotineiras e são realizadas utilizando as mesmas taxas de desconto empregadas para fazer investimentos no lado da oferta. Tanto as opções de oferta como os programas de GLD são hierarquizados pelos planejadores, começando pelas oportunidades de menor custo, sendo então, realizada a escolha entre financiar programas de eficiência energética ou pagar os custos marginais da nova oferta de eletricidade sobre bases relativamente iguais (JANNUZZI & SWISHER, 1997).

Experiências internacionais mostram que, à medida em que se inicia um processo de implementação de todo o arcabouço que envolve as técnicas de PIR, torna-se irreversível o processo de aumento da qualidade e diminuição da quantidade da energia demandada. Entretanto, esta nova forma de procedimento traz grandes complicações ao processo de planejamento, pois

introduz novos elementos nos exercícios de previsão do consumo de energia, tornando-o muito mais complexo (UDAETA, 1997).

## **2.2 A experiência brasileira com formas descentralizadas de planejamento energético e novas perspectivas**

Nas décadas de 1970 e 1980 vários estados brasileiros, como por exemplo, São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Sul e Bahia, tiveram importantes papéis no planejamento energético então realizado no País.

A sua atuação ocorreu em dois níveis, o da administração direta, através de suas secretarias de energia ou de infra-estrutura, com os altos e baixos verificados nas administrações públicas no País, e o da administração indireta, através de empresas estatais controladas pelos governos estaduais.

Estas últimas apresentaram maior continuidade e estabilidade ao longo do tempo. Destacaram-se, neste campo, a CESP em São Paulo, a CEMIG em Minas Gerais, a COPEL no Paraná, e a COELBA na Bahia, todas elas empresas concessionárias do setor elétrico.

A crescente interligação do parque gerador hidrotérmico nacional, sobretudo a partir da década de 1990, e o fortalecimento contínuo do Grupo Eletrobrás foram esvaziando paulatinamente estas atividades descentralizadas de planejamento energético no País.

O setor de petróleo, como um todo, e o de gás natural, em suas atividades *upstream*, no Brasil já nasceram com Petrobrás, de uma forma centralizada e continuam como tal. As atividades *dowstream* da indústria do gás, segundo determinação constitucional, estão sob a responsabilidade regulatória dos governos estaduais, que são os poderes concedentes destas atividades (distribuição, a partir dos *city gates* das redes de transporte, e comercialização aos consumidores finais). Os governos estaduais, no entanto, não tem estabelecido, até agora, políticas e diretrizes de planejamento para a expansão destas atividades no Estado, ficando esta expansão à mercê tão somente dos interesses comerciais, sobretudo de curto prazo, das empresas concessionárias distribuidoras, que, na maior parte dos estados, são controladas por grupos privados, tendo, como sócios minoritários, a Petrobrás e governos estaduais.

O planejamento de outras cadeias energéticas no País, como, por exemplo, as do álcool combustível, carvão mineral e carvão vegetal, tiveram uma fase de centralização na época do regime militar, descentralizando-se a partir da década de noventa. Já há anos as atividades destas cadeias carecem de uma coordenação adequada, o que tem comprometido sobremaneira o seu planejamento.

A administração do Presidente Luis Inácio Lula da Silva tem procurado fortalecer os papéis do MME como único formulador de políticas energéticas no País, papel este formalizado na figura do Ministro de Minas e Energia como presidente do Conselho Nacional de Política Energética, e como responsável pelo planejamento da expansão do setor energético brasileiro. A criação da Empresa de Pesquisa Energética – EPE, como órgão de apoio ao Ministério nas atividades de planejamento visou reforçar a concretização do segundo papel.

Se, de um lado, não tem havido contestações de que cabe ao MME estes dois papéis, por outro lado, para que aumentem as chances de que novas políticas e os planos sejam efetivamente implementados, outros agentes também devem participar de sua formulação, sob a coordenação do Ministério.

No mundo todo, a única forma de planejamento governamental que tem obtido sucesso, de uma forma sustentável, é o planejamento participativo, envolvendo diversos níveis governamentais e a iniciativa privada, através de suas instâncias mais representativas.

Tanto no planejamento energético como na formulação de políticas energéticas existe um importante espaço a ser preenchido, novamente, pelos governos estaduais. Diferente do passado, no entanto, isto poderia se dar de uma forma complementar à atuação do governo federal e sob a coordenação do MME.

Atividades como políticas de fomento a uma maior difusão do gás natural, geração distribuída de energia elétrica, novos programas de eficiência energética, e programas de universalização do acesso ao fornecimento de energia elétrica, e o seu correspondente planejamento, podem ser executados com eficácia pelos governos estaduais, explorando, com melhor conhecimento de causa e facilidade de interações com agentes, públicos e privados, interessados, as potencialidades locais (BAJAY, 2005).

Além disso, cada vez mais os rumos da expansão do setor energético dependem das políticas ambientais e da utilização de recursos hídricos vigentes e estas são descentralizadas no

País, através dos sistemas nacionais de meio ambiente e de recursos hídricos, respectivamente, que envolvem não só os governos estaduais, como também, os municipais. Esta descentralização, entre outros benefícios, facilitaria as negociações para a obtenção de licenças ambientais prévias, ou outorgas de uso de água, junto às instâncias estaduais correspondentes.

A descentralização de parte das atividades de formulação de políticas públicas na área de energia e de planejamento energético para os estados poderia ser efetuada através de convênios com as secretarias estaduais de energia, ou de infra-estrutura, no moldes, por exemplo, dos convênios que a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL possui com as agências reguladoras estaduais. Estes convênios garantiriam, tal qual ocorre no caso da ANEEL, a coordenação do processo pelo órgão do governo federal, no caso o MME. de uma forma similar aos convênios da ANEEL. Os convênios do MME também só seriam assinados com os estados que tivessem condições técnicas e organizacionais que garantissem uma execução adequada das tarefas objeto dos convênios; estas tarefas, inclusive, deveriam ser diferenciadas entre os estados refletindo os diferentes interesses e capacitações locais (CARVALHO, 2005).

Uma outra instância importante de possível descentralização de atividades de planejamento energético pode dar-se no âmbito dos Comitês de Bacias Hidrográficas, compostos por representantes das prefeituras dos municípios que compõem as bacias. De acordo com atual legislação de recursos hídricos, cabe a estes comitês definir as prioridades de uso da água, assim como elaborar um plano de utilização dos recursos hídricos das bacias. Esta parece ser a melhor forma de envolver os governos municipais, agregados por bacias hidrográficas, no planejamento energético.

O PIR no âmbito de bacias hidrográficas, conforme proposto neste trabalho, pode-se tornar uma importante ferramenta de integração entre a necessidade de se viabilizar novos empreendimentos nos setores elétrico e de gás canalizado, de um lado, e a disponibilidade e qualidade dos recursos hídricos locais e a preocupação de se buscar minimizar os impactos ambientais destes empreendimentos, do outro lado. A eventual aprovação de um projeto dependeria, além, evidentemente, de sua atratividade econômica, também de sua capacidade para atender as políticas públicas, definidas no âmbito das bacias e aderentes às diretrizes nacionais e estaduais existentes, nas áreas ambiental e de recursos hídricos.

## **2.3 As vantagens e dificuldades de se trabalhar com bases de dados municipais**

As pesquisas sociais ou econômicas realizadas pelo IBGE, sejam elas censitárias ou amostrais, em qualquer nível de agregação – regional, estadual ou federal, dependem, em geral, da coleta de informações municipais e, a partir destas, os dados são agregados até formarem a base final a ser tratada. Isto ocorre, por exemplo, nos censos econômicos, que partem da coleta de informações nos municípios; em seguida, realizam-se as devidas agregações até se chegar ao produto bruto dos estados ou do país como um todo.

Bases de dados municipais permitem a realização de estudos de planejamento para regiões, dentro de um dado estado, regiões envolvendo mais de um estado e, mesmo, regiões compreendendo mais de um país. Além disso, quando se utiliza uma base municipal de dados é possível se capturar especificidades sócio-econômicas da menor unidade administrativa de um país.

Os levantamentos de dados municipais no Brasil tiveram um forte avanço a partir da promulgação da Constituição de 1988, que introduziu a descentralização fiscal (ANDRADE & SERRA, 1999). A necessidade destes dados origina-se tanto na esfera burocrática, para a qual o interesse é o de ampliar a eficiência administrativa, quanto nos organismos representativos da sociedade civil, interessados, neste caso, em avançar os mecanismos de controle sobre a administração pública.

Atualmente existe um grande esforço, por parte do órgão paulista de estatística, a Fundação SEADE, no sentido de coletar e disponibilizar uma grande gama de dados em nível municipal, o que se revelou extremamente valioso para o desenvolvimento deste trabalho.

O Banco de Informações dos Municípios Paulistas, da Fundação SEADE, contém cerca de 700 indicadores, reunidos em 25 temas sócio-econômicos e demográficos para cada um dos municípios paulistas e regiões do Estado. Porém, trabalhar com bases de dados municipais nem sempre é uma tarefa trivial. Frequentemente, as séries históricas disponíveis, sua abrangência e confiabilidade variam muito entre estes indicadores, requerendo, em geral, um razoável esforço de depuração e eventual complementação quando possível, antes de sua utilização em estudos retrospectivos e prospectivos, como os realizados nesta tese.

Por outro lado, é importante se mencionar que boa parte dos modelos de projeção da demanda energética a longo prazo utilizados nos países desenvolvidos nos últimos anos necessitam de informações e dados sobre o estoque e utilização de tipos de equipamentos, por usos finais, estatísticas de venda e dados de consumo e eficiência energética destes equipamentos. Estes dados precisam ser levantados junto a fabricantes, entidades de classe e em pesquisas de campo, cuja base nem sempre é municipal.

## **2.4 A proposta de um planejamento integrado de recursos em bacias hidrográficas**

Há, atualmente, uma oportunidade histórica para se implementar no Brasil um planejamento integrado de recursos, de cunho indicativo, envolvendo os setores elétrico e de gás canalizado e a área de recursos hídricos, pelos seguintes motivos:

- (i) existe a necessidade de se voltar a realizar, regularmente, estudos de inventário e de viabilidade de novos empreendimentos hidrelétricos, tanto os economicamente mais atraentes como os de interesse estratégico;
- (ii) há a expectativa de se continuar construindo usinas termelétricas, sobretudo a gás natural, a médio e a longos prazos; e
- (iii) o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, incluindo a criação, ou consolidação, dos comitês de bacias e das agências de águas, está em implementação.

Os estudos de inventário e de viabilidade de aproveitamentos hidrelétricos precisam, agora, levar em conta os planos de recursos hídricos das bacias. Além disso, há uma tendência crescente, entre os órgãos de regulação ambiental, de se avaliar os impactos ambientais por bacia e não só por empreendimento.

As usinas termelétricas requerem interações, em termos de política, planejamento e regulação, entre os setores elétrico e as áreas de combustíveis e recursos hídricos (disponibilidade de água para o sistema de refrigeração das usinas), fora, evidentemente a área ambiental.

Uma outra interface desejável entre os setores elétrico e de gás canalizado envolve a execução de programas integrados de conservação de energia, como se faz hoje em quase todos os países desenvolvidos.

Vale a pena enfatizar, também, a fundamental importância de se ter usos múltiplos da água para viabilizar um maior número de futuros empreendimentos hidrelétricos no País, sobretudo os de grande porte. Os eventuais benefícios, sobretudo locais, dos usos de água que não para a geração hidrelétrica poderiam compensar os impactos ambientais e, sobretudo, sociais, locais, destes empreendimentos.

Como principais produtos da realização de PIR's indicativos por bacia hidrográfica poder-se-ia citar:

- (i) a definição de projetos específicos, pelo lado da oferta, ou metas de novas capacidades instaladas, econômica e ambientalmente factíveis e, conseqüentemente, de baixo “risco regulatório”, satisfazendo diretrizes emanadas dos comitês de bacias e dos órgãos ambientais, em termos de usos múltiplos da água e impactos ambientais, respectivamente, que estariam à disposição de empreendedores interessados; e
- (ii) a viabilização de programas integrados (eletricidade/gás canalizado) pelo lado da demanda.

Consideram-se como projetos de oferta de energia no PIR por bacia hidrográfica as usinas hidrelétricas, termelétricas e fontes renováveis não convencionais de geração de eletricidade, tanto de grande como de pequeno porte (geração distribuída), além da construção de novos gasodutos e *city gates*.

Para se alcançar as metas de PIR em bacias hidrográficas, os órgãos federais envolvidos, tais como MME, EPE, ANEEL, ANP, ANA e IBAMA e seus congêneres estaduais, terão que se articular norteados pelo objetivo comum de encontrar os melhores instrumentos para se atingir um arcabouço regulatório que induza os agentes do setor energético a atingir as metas deste novo tipo de planejamento.

No segundo semestre de 2002 a Secretaria de Energia do MME iniciou estudos de planejamento integrado de recursos nas bacias dos rios Piracicaba/Jundiaí/Capivari e Alto Tietê, na região Sudeste, rio São Francisco, na região Nordeste, e rio Xingu, na região Norte, tendo como parceiros a Agência Nacional de Águas – ANA, a ELETRONORTE (no caso do rio

Xingu), a CHESF e a CODEVASF (no caso do Rio São Francisco), EMAE (no caso do Alto Tietê), o Ministério do Meio Ambiente e secretarias estaduais de energia, meio ambiente e recursos hídricos (BAJAY & LEITE, 2004).

No caso do rio Xingu, estavam previstas importantes atualizações de estudos de inventário e de viabilidade, agora sob a ótica do PIR. Nas bacias da região Sudeste, iriam sobressair as questões de localização de novas usinas termelétricas e o uso da água para fornecimento municipal e saneamento, enquanto que na bacia do rio São Francisco teria destaque o uso da água para irrigação.

Houve inúmeras reuniões entre os parceiros, que permitiram a realização de diagnósticos dos principais problemas e interesses envolvidos nestas bacias. Infelizmente, o pouco tempo disponível até o fim do mandato da administração federal da época e o desinteresse dos dirigentes do MME na nova administração federal descontinuaram estas iniciativas.

Os estudos do PIR nas bacias dos rios Piracicaba/Capivari/Jundiaí foram os que mais conseguiram evoluir em 2002, graças a alguns trabalhos de consultoria de especialistas das Universidades de São Paulo – USP, e de Campinas – UNICAMP. Estes trabalhos envolveram a avaliação de programas de eficiência energética realizados nos últimos anos (BAJAY & LEITE &, 2004), aplicação de um modelo de otimização da localização de novas usinas termelétricas nestas bacias (FADIGAS *et alli*, 2003) e o desenvolvimento de uma ferramenta auxiliar de análise dos impactos dessas usinas termelétricas nos recursos hídricos da região. A avaliação de programas de eficiência energética nestas bacias, no contexto do PIR, teve continuidade na UNICAMP, neste trabalho.

Conforme mencionado no capítulo anterior, na impossibilidade de se realizar, com a devida abrangência e detalhe, um estudo completo de PIR em bacia hidrográfica, optou-se, neste trabalho, por se manter esta proposta geral, discutir alguns de seus aspectos ao longo da tese e se desenvolver uma metodologia de projeção, a longo prazo, da demanda energética na bacia, em uma estrutura de cenários alternativos de desenvolvimento, considerando a competição e relações de complementaridade<sup>3</sup> entre a energia elétrica e o gás natural, assim como com outros

---

<sup>3</sup> Na co-geração de energia elétrica e energia térmica, a partir da queima de gás natural.

energéticos, de uma forma aderente com planos nacionais e projeções estaduais. Tais projeções, firmemente embasadas em amplas análises retrospectivas da economia e da matriz energética do Estado e da região da bacia escolhida para este exercício, e em uma consistente base de dados sócio-econômicos e energéticos municipais, especialmente construída para estas projeções, constituem uma parte importantíssima da proposta de PIR aqui defendida. Uma outra contribuição específica significativa deste trabalho, no contexto do PIR, diz respeito à avaliação de programas de eficiência energética desenvolvidos nos últimos anos na bacia objeto de estudo e, com base em comparações com programas bem sucedidos realizados no exterior, a proposição de novos programas e a análise de seus possíveis impactos na demanda energética local.

## Capítulo 3

### *Análise Sócio-Econômica e Energética do Estado de São Paulo*

Este capítulo inicia-se com uma análise retrospectiva recente da economia paulista e de alguns de seus indicadores sociais. Avalia-se a evolução histórica da economia como um todo e de seus principais setores. Esta análise é complementada e aprofundada, a seguir, para os diversos segmentos industriais, com o auxílio da Pesquisa de Atividade Industrial Paulista (PAEP), realizada pela Fundação SEADE no Estado, em 2001, e por dados, de 2000 a 2003, do valor adicionado fiscal, calculado pela Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo. Apresentam-se, então, os principais elementos do atual Plano Estadual de Recursos Hídricos. O capítulo se encerra com uma ampla análise retrospectiva da matriz energética paulista e uma apresentação sobre as principais instituições e agentes que atuam no setor energético do Estado.

É importante se mencionar que, neste capítulo, se mostra e se analisa a evolução histórica, no Estado, das principais variáveis que compõem a metodologia de projeção de demanda adotada nesta tese, a decomposição estrutural da demanda energética, discutida no capítulo 6. Estas variáveis são: (i) o crescimento da economia como um todo, mensurado através do PIB; (ii) o crescimento econômico relativo, representado pelo quociente Valor Adicionado / PIB, dos segmentos da economia para os quais se deseja projetar a demanda energética; (iii) a evolução da intensidade energética total destes segmentos, em unidade de consumo de energia por valor adicionado; e (iv) a evolução da participação relativa dos principais energéticos no consumo energético total dos segmentos econômicos objeto de interesse.

#### **3.1 Panorama sócio econômico do Estado de São Paulo**

O Estado de São Paulo é o mais populoso e rico do País, com uma população estimada em 40 milhões (<http://www.seade.gov.br>, consultado em dezembro de 2005) e um PIB de 413 bilhões em 2002, representando, aproximadamente, 22% e 32,6% da população e do PIB

brasileiro, respectivamente. Apesar do porte de sua economia, o Estado de São Paulo, assim como os demais estados brasileiros, enfrenta sérios problemas sócio-econômicos.

### 3.1.1 Evolução da economia paulista

A Figura 3.1 apresenta a evolução do PIB brasileiro, do PIB paulista e do quociente entre os dois. Nesta figura, observa-se que a economia paulista vem, ao longo do tempo, perdendo participação relativa na economia nacional. Em 1985 essa participação era de 36,1%, caindo para 31,8% em 2003 (Tabela 3.1).

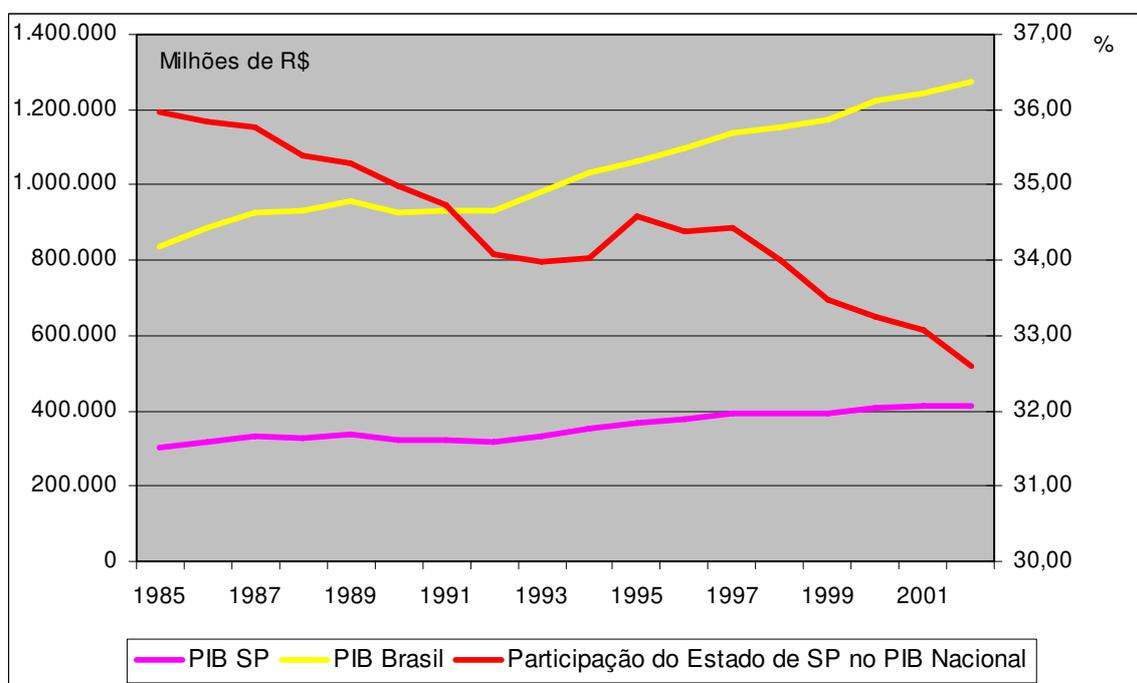


Figura 3.1 – Evolução do PIB brasileiro, do PIB paulista e da proporcionalidade entre os dois PIB's

A evolução, ao longo do tempo, da participação do Estado de São Paulo no PIB do Brasil pode ser representada, com um bom grau de ajuste, por uma regressão linear, conforme está indicado na Figura 3.2.

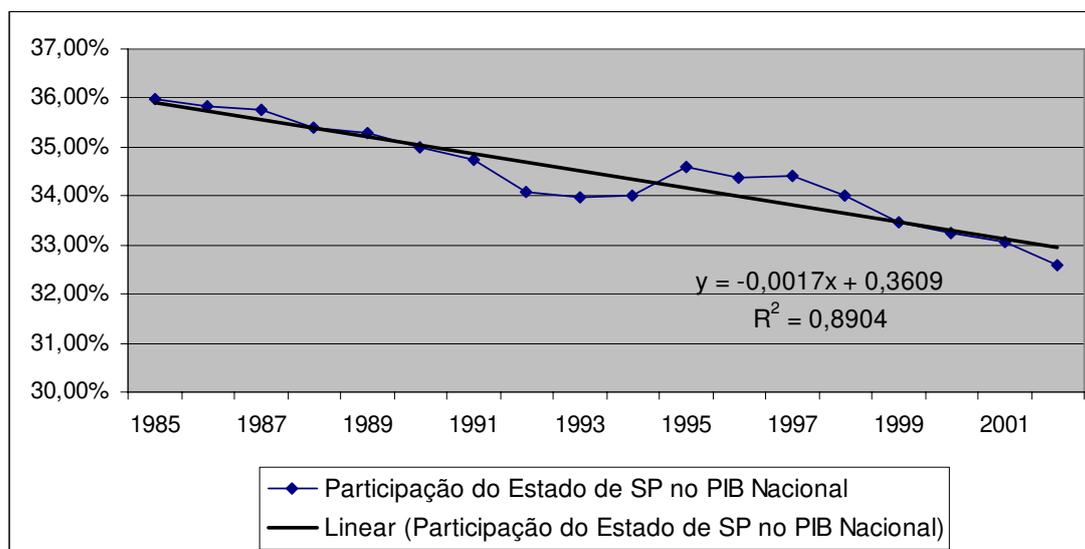


Figura 3.2 - Regressão linear da participação do PIB paulista no PIB do Brasil de 1985 a 2002

Tabela 3.1 - Participação do Estado de São Paulo no valor adicionado bruto do Brasil a preço básico, segundo setores de atividade econômica, e no PIB a preço de mercado

Setores de Atividade Econômica	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Agropecuária	18,00	11,78	15,21	14,94	14,35	20,25	22,22	23,84	21,02	19,88	21,45	18,04	21,18	23,70	20,79	18,19	26,10	26,60	23,90
Indústria Extrativa Mineral	0,44	0,49	0,54	0,52	0,51	0,51	0,48	0,40	0,36	0,42	0,44	0,41	0,42	0,52	0,25	0,16	0,10	0,10	0,10
Indústria de Transformação	51,58	51,47	52,79	52,02	49,87	48,25	46,41	45,44	45,49	44,53	45,71	43,75	43,96	43,53	41,79	42,05	41,80	40,60	40,40
Eletricidade, Gás e Água	27,11	31,63	36,55	27,24	38,05	37,61	32,74	40,53	38,93	39,85	40,85	41,17	41,52	40,65	38,85	36,27	30,00	29,10	29,40
Construção Civil	30,26	28,47	29,93	31,37	29,54	29,77	29,52	29,12	28,32	27,88	29,31	30,02	28,88	28,48	28,32	27,84	27,10	26,60	26,20
Comércio e Reparação de Veículos e de Objetos	36,06	35,16	35,62	35,22	35,52	32,53	31,54	30,07	30,50	33,81	35,87	37,62	36,12	35,69	35,21	33,83	32,50	31,20	29,30
Alojamento e Alimentação	21,42	18,63	20,27	14,73	21,73	17,56	15,10	15,34	14,31	13,61	16,30	18,04	15,49	14,75	30,22	31,01	31,40	31,40	31,40
Transportes e Armazenagem	25,99	26,06	25,26	23,91	24,30	23,90	24,98	23,56	23,66	24,95	23,34	25,71	24,92	23,28	20,67	30,10	30,20	31,30	25,10
Comunicações	36,17	31,38	33,14	37,51	35,59	33,38	35,63	31,27	31,76	35,37	35,58	36,32	36,21	37,86	39,04	43,78	40,80	35,90	35,60
Instituições Financeiras	41,32	41,32	41,32	41,32	40,98	35,69	39,23	44,15	48,52	47,65	49,64	48,93	48,88	45,74	46,84	47,96	52,00	47,00	50,30
Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços	34,58	36,21	38,16	40,50	44,48	40,32	39,01	39,50	40,23	41,93	45,05	41,16	42,71	43,15	43,60	43,40	43,10	42,70	42,30
Administração Pública, Defesa e Seguridade Social	23,30	25,89	25,94	25,54	28,21	25,13	24,57	25,31	24,81	22,68	22,80	24,74	26,39	27,48	27,51	21,47	20,90	21,70	21,90
Saúde e Educação Mercantis	33,95	35,16	35,15	36,44	37,93	34,69	34,65	34,26	34,68	35,15	35,62	35,23	35,22	34,75	34,03	34,15	34,20	33,20	32,50
Outros Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais	23,09	21,67	24,10	25,72	21,54	21,18	21,80	23,00	22,13	21,14	13,39	18,04	18,48	18,24	19,02	26,05	25,90	25,80	24,70
Serviços Domésticos Remunerados	35,90	35,25	31,72	31,45	32,32	31,83	32,17	32,48	32,93	33,75	34,54	32,86	34,42	32,71	32,80	34,15	35,40	34,50	34,70
<b>Valor Adicionado Bruto a Preço Básico</b>	<b>36,10</b>	<b>35,21</b>	<b>37,60</b>	<b>37,65</b>	<b>37,62</b>	<b>35,33</b>	<b>34,86</b>	<b>36,52</b>	<b>37,45</b>	<b>34,97</b>	<b>35,53</b>	<b>34,74</b>	<b>35,34</b>	<b>35,29</b>	<b>34,68</b>	<b>33,34</b>	<b>33,60</b>	<b>32,60</b>	<b>32,10</b>
<b>Produto Interno Bruto a Preço de Mercado</b>	<b>36,12</b>	<b>35,73</b>	<b>37,72</b>	<b>38,14</b>	<b>37,77</b>	<b>37,02</b>	<b>35,25</b>	<b>35,49</b>	<b>34,88</b>	<b>34,15</b>	<b>35,47</b>	<b>34,93</b>	<b>35,47</b>	<b>35,46</b>	<b>34,94</b>	<b>33,67</b>	<b>33,40</b>	<b>32,55</b>	<b>31,80</b>

Fonte: Fundação Seade; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Apesar dos setores comercial, de serviços e agropecuário propiciarem contribuições de peso na economia paulista, o Estado tem em sua indústria o maior contribuinte na composição de seu PIB.

Na Tabela 3.1 se pode observar a perda de participação de 11,18% no período, em relação ao Brasil, da indústria de transformação paulista. Outros segmentos que tiveram perdas de participação marcantes foram os de construção civil e comércio, com 4,60% e 6,76%, respectivamente.

Destacam-se como segmentos com crescimentos marcantes na participação relativa no País como um todo os de agropecuária, com 5,60%, alojamento e alimentação, com 9,98%, financeiro, com 8,98 e atividades imobiliárias, com 7,72%.

Outros setores com aumentos de participação relativa menos expressivos, em torno ou abaixo de 2%, foram os de eletricidade, gás e água e saúde e educação. Os demais se mantiveram com variações inexpressivas em relação aos seus congêneres no âmbito nacional.

### **3.1.2 Panorama do emprego e renda no Estado**

O Estado de São Paulo tinha, segundo a Fundação SEADE, em 2003, 8.748.152 empregos. O setor industrial era responsável por 17,79% deste total, o comercial por 3,61%, o agropecuário por 3,61% e a construção civil por 3,20%, porém o setor mais empregador era o de serviços, responsável por 52,33% do pessoal ocupado, correspondendo a 4.578.246 empregos.

O rendimento médio mensal dos trabalhadores empregados no Estado era, em 2003, de R\$ 1.202,95, sendo que a indústria era o que tinha a maior média salarial mensal, de R\$ 1.451,38, seguido do setor de serviços, com R\$ 1.282,38, da construção civil, com R\$ 901,60, do comércio, com R\$ 801,50 e finalmente do setor agropecuário, com R\$ 529,87.

A Tabela 3.2 apresenta o rendimento real médio dos ocupados, por posição na ocupação, na Região Metropolitana de São Paulo, de 1985 a 1997, em reais de 1997. Nesta tabela pode-se observar a perda de rendimento ocorrida no período.

Tabela 3.2 - Rendimento real médio dos ocupados, por posição na ocupação região metropolitana de São Paulo de 1985 a 1997, em reais de dezembro de 1997

Anos	Ocupados	Assalariados					Autônomos
		Total	Setor público	Setor privado			
				Total	Com carteira	Sem Carteira	
1985	1.137	1.189	1.497	1.140	1.241	439	898
1986	1.258	1.263	1.601	1.209	1.304	549	1.141
1987	941	943	1.218	900	966	428	873
1988	900	938	1.222	892	966	392	737
1989	981	986	1.339	931	1.005	451	905
1990	815	823	1.157	766	819	373	695
1991	707	720	979	673	732	354	563
1992	649	698	862	665	730	317	462
1993	737	785	973	746	826	345	538
1994	778	797	1.001	759	838	396	627
1995	874	835	1.093	789	862	477	774
1996	873	846	1.104	801	878	505	763
1997	869	866	1.141	820	902	522	707

Fonte: Convênio Seade - Dieese. Pesquisa de Emprego e Desemprego - PED

### 3.1.3 Escolaridade no Estado de São Paulo

A população entre 15 e 64 anos do Estado de São Paulo possuía, em 2000, uma média de 7,64 anos de estudo. Desta, 55,55%, com mais de 25 anos, possuía menos de 8 anos de estudo.

A Tabela 3.3, apresenta a evolução do número de matrículas no Estado de São Paulo nos diversos níveis de ensino, no período de 2000 a 2003. No início do período, São Paulo possuía cerca de 18.126.337 mil alunos matriculados. No entanto, observa-se, na tabela, que o número total de matrículas cai em 2001, aumentando no período seguinte, nos diversos níveis de escolaridade.

Não se percebe, na Tabela 3.3, um determinado nível escolar que se destaque, em relação aos demais, com relação a aumentos e diminuições de matrículas de 2001 a 2003, porém, pode-se notar uma queda nas matrículas do ensino fundamental e um crescimento, semelhante, dos demais níveis de ensino.

A Figura 3.4, apresenta a evolução da totalidade de alunos matriculados nos diversos níveis de ensino e a totalidade da população em idade escolar, ou seja, de 0 a 19 anos, bem como a relação entre estas duas grandezas.

Tabela 3.3 – Evolução do número de matrículas no Estado de São Paulo nos diversos níveis de ensino

NÍVEL DE ENSINO	2000	2001	2002	2003
Matrícula Inicial na Educação Infantil Total	1.389.242	1.482.957	1.574.954	1.675.808
Matrícula Inicial na Pré-Escola - Total	1.130.293	1.206.641	1.276.434	1.325.949
Matrícula Inicial na Creche Total	258.949	276.316	298.520	349.859
Matrícula Inicial no Ensino Fundamental - Total	6.225.204	6.092.455	5.993.885	5.898.603
Matrícula Inicial 1ª a 4ª Série - Total	2.990.401	3.018.133	3.042.411	3.034.777
Matrícula Inicial 5ª a 8ª Série - Total	3.234.803	3.074.322	2.951.474	2.863.826
Matrícula Inicial no Ensino Médio - Total	2.079.141	1.993.797	2.065.270	2.100.823
Matrícula na Educação Superior - Total	818.304	898.643	988.696	1.050.054
<b>TOTAL</b>	<b>18.126.337</b>	<b>18.043.264</b>	<b>18.191.644</b>	<b>18.299.699</b>

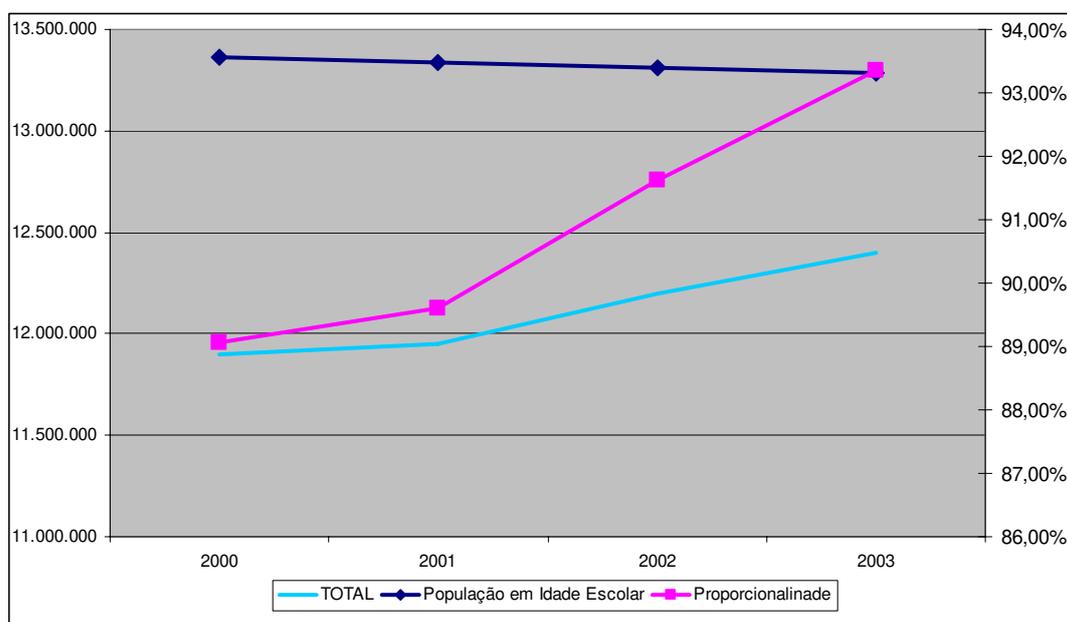


Figura 3.3 – Evolução do número de alunos matriculados, da população em idade escolar e da relação entre estas duas grandezas

Observe-se, na Figura 3.3, que houve, no período, uma ligeira queda na população em idade escolar, de 13.361 para 13.282 mil; isto, associado ao aumento nas matrículas escolares, resultou

em um aumento substancial da relação entre alunos matriculados e população em idade escolar, que passou, no período, de 89,07% para 93,36%.

### **3.2 Valor adicionado por setor**

Nesta seção se analisa a evolução histórica do valor adicionado (VA), calculado pelo IBGE, dos principais setores da economia paulista, tanto em termos absolutos, como em relação ao PIB do Estado. Este último quociente é uma das grandezas utilizadas nas projeções da demanda energética setorial, no capítulo oito. Os setores analisados e as atividades nelas contidas estão indicados a seguir:

#### *Setor Comercial e de Serviços*

- Comércio e Reparação de Veículos e de Objetos Pessoais e de Uso Doméstico
- Administração Pública, Defesa e Seguridade Social
- Alojamento e Alimentação
- Comunicações
- Intermediação Financeira
- Atividades Imobiliárias, Aluguéis e Serviços Prestados às Empresas
- Saúde e Educação Mercantis
- Outros Serviços Coletivos, Sociais e Pessoais
- Serviços Domésticos

#### *Setor de Transportes*

- Transportes e Armazenagem

#### • *Setor Agropecuário*

#### *Setor Industrial*

- Indústria Extrativa Mineral
- Indústria de Transformação
- Eletricidade, Gás e Água
- Indústria da Construção Civil

A Tabela 3.4 mostra a evolução histórica dos VAs destes setores, tanto em termos absolutos, como em relação ao PIB do Estado. A evolução dos valores absolutos também está ilustrada na Figura 3.4. Os valores de VA na Tabela 3.4 e na Figura 3.4 estão em R\$ constantes de 2002.

Tabela 3.4 – Evolução, de 1985 a 2002, do PIB e do VA dos principais setores da economia paulista, em R\$ de 2002 e em %

ANO	PIB total do Estado de SP	VA do setor agropecuário		VA do setor de transportes		VA do setor industrial		VA do setor de comércio e serviços	
	[R\$ Milhões]	[R\$ milhões]	[%]	[R\$ milhões]	[%]	[R\$ milhões]	[%]	[R\$ milhões]	[%]
1985	300.263,75	19.671	6,55	3.887	1,29	140.740	46,87	135.966	45,28
1986	318.247,99	14.377	4,52	4.264	1,34	156.487	49,17	143.120	44,97
1987	331.007,64	21.664	6,54	4.456	1,35	157.820	47,68	147.068	44,43
1988	329.719,97	20.634	6,26	4.555	1,38	154.905	46,98	149.626	45,38
1989	337.001,56	21.682	6,43	4.684	1,39	156.917	46,56	153.718	45,61
1990	324.093,67	22.314	6,89	4.672	1,44	143.197	44,18	153.910	47,49
1991	323.679,40	23.354	7,22	4.970	1,54	140.242	43,33	155.113	47,92
1992	316.785,93	24.106	7,61	4.654	1,47	133.521	42,15	154.504	48,77
1993	333.210,71	23.640	7,09	4.970	1,49	143.328	43,01	161.272	48,40
1994	351.024,16	23.223	6,62	5.372	1,53	153.022	43,59	169.408	48,26
1995	367.559,45	25.138	6,84	5.981	1,63	157.707	42,91	178.734	48,63
1996	377.152,52	27.755	7,36	6.863	1,82	159.344	42,25	183.190	48,57
1997	392.115,65	28.780	7,34	7.228	1,84	168.107	42,87	188.000	47,95
1998	391.864,02	28.093	7,17	7.539	1,92	165.704	42,29	190.528	48,62
1999	392.659,19	30.306	7,72	7.616	1,94	161.017	41,01	193.720	49,34
2000	406.699,98	29.432	7,24	7.977	1,96	169.097	41,58	200.193	49,22
2001	411.765,60	30.275	7,35	8.294	2,01	169.819	41,24	203.378	49,39
2002	415.314,92	32.520	7,83	8.404	2,02	169.062	40,71	205.329	49,44

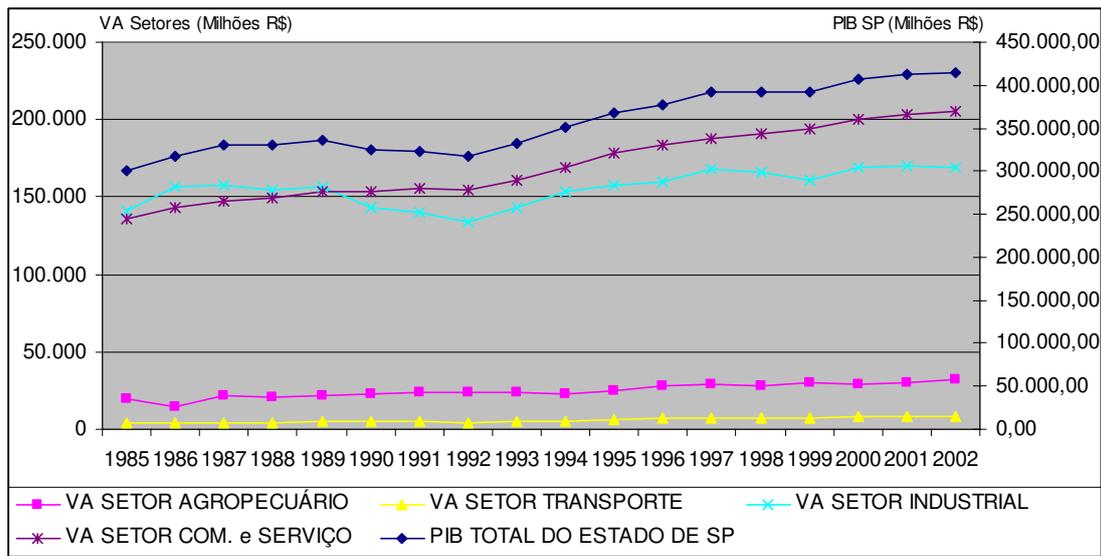


Figura 3.4 – Evolução, de 1985 a 2002, do PIB e do VA dos principais setores da economia paulista, em R\$ de 2002

Observa-se, na Figura 3.4, que o crescimento do PIB paulista, no período analisado, acompanhou de perto o crescimento do VA do setor comercial e de serviços, setor este que, desde o início da década de noventa, é o maior contribuinte na formação do PIB. O setor industrial também cresce no período, porém, pela Tabela 3.4, se verifica que ele perde peso na economia paulista, caindo de 46,87% para 40,71% do PIB. Os setores agropecuário e de transportes também crescem no período, tanto em termos absolutos como relativos.

### 3.3 Análise do setor industrial utilizando a pesquisa da atividade econômica paulista de 2001

Nesta seção se realiza uma análise dos dados fornecidos pela Pesquisa de Atividade Econômica Paulista – PAEP de 2001 (<http://www.seade.gov.br>, consultado entre 05 e 10 de abril de 2005), com o objetivo de auxiliar os trabalhos desenvolvidos nesta tese, procurando conhecer vários aspectos sócio-econômicos da indústria paulista, tais como: sua capacidade de investimento, sua receita, patrimônio, custos, número de pessoas ocupadas, salários pagos, entre

outros e, destes, levantar vários índices de relevância econômica, que auxiliem na tarefa aqui proposta.

O ano de realização da pesquisa, 2001, coincide com o racionamento de energia elétrica no País. No entanto, este não é um fator indutor de erro na pesquisa, pois a análise da curva de carga industrial mostra que o consumo de eletricidade deste setor foi pouco afetado naquele ano. Não houve, até a época de fechamento deste trabalho, nenhuma outra pesquisa semelhante. A pesquisa PAEP anterior a 2001 foi realizada em 1996.

Os dados analisados referem-se à indústria paulista como um todo, nos 27 segmentos que compõem sua atividade econômica qualificada em dois dígitos pela Classificação Nacional de Atividades Econômicas –CNAE, que define a atividade principal da empresa e de suas unidades locais <sup>4</sup>.

### **3.3.1 O universo da pesquisa**

A PAEP pesquisou, de uma maneira censitária, 10.861 indústrias do Estado de São Paulo, que, em 2001, representavam o universo das indústrias com 30 ou mais pessoas ocupadas<sup>5</sup>. Para as indústrias com menos de trinta pessoas ocupadas foi retirada uma amostra aleatória simples, para cada domínio do estrato aleatório calculado, de maneira a estimar a média de pessoal ocupado, com erro relativo e coeficiente de confiança compatíveis com esse tipo de pesquisa. O trabalho de compilação e análise de dados realizados nesta seção limitou-se às empresas com 30 ou mais pessoas ocupadas.

### **3.3.2 Variáveis investigadas**

Nem todos os dados abordados pela PAEP/2001 são relevantes para este trabalho, não sendo estes, por conseguinte, aqui apresentados. A análise restringiu-se aos dados considerados

---

<sup>4</sup> A atividade principal da empresa é aquela que gera maior receita. A CNAE segue um padrão internacional e é utilizada para a produção de estatísticas e o preenchimento de documentos legais (Imposto de Renda de Pessoa Jurídica, INSS, Rais, Registro de Empresas, etc.).

<sup>5</sup> A PAEP utilizou para a seleção das empresas o Cadastro das Empresas – CEMPE fornecido pelo IBGE (base de 1999, atualizado até junho de 2001).

mais relevantes, que, de alguma forma, podem contribuir no conhecimento do mercado industrial do Estado de São Paulo.

A Tabela 3.5 indica a lista completa dos segmentos industriais classificados pela CNAE. É importante destacar que todos os resultados apresentados se limitam a 24 segmentos e não aos 27 que compõe o universo da classificação CNAE de dois dígitos. Isto porque, os segmentos de extração de carvão mineral (código CNAE nº 10), extração de petróleo e serviços relacionados (código CNAE nº 11) e extração de minerais metálicos (código CNAE nº 13), só apresentam uma empresa ou unidade local, ou não existem, no Estado. No caso de haver menos de três empresas, a lei do sigilo da pesquisa veda a divulgação dos dados destas empresas.

Tabela 3.5 – Classificação dos segmentos industriais segundo a CNAE

CNAE	Descrição
10	Extração de carvão mineral
11	Extração de petróleo e serviços relacionados
13	Extração de minerais metálicos
14	Extração de minerais não-metálicos
15	Fabricação de produtos alimentícios e bebidas
16	Fabricação de produtos do fumo
17	Fabricação de produtos têxteis
18	Confeção de artigos do vestuário e acessórios
19	Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados
20	Fabricação de produtos de madeira
21	Fabricação de celulose, papel e produtos de papel
22	Edição, impressão e reprodução de gravações
23	Fabricação de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool
24	Fabricação de produtos químicos
25	Fabricação de artigos de borracha e de material plástico
26	Fabricação de produtos de minerais não-metálicos
27	Metalurgia básica
28	Fabricação de produtos de metal - exclusive máquinas e equipamentos
29	Fabricação de máquinas e equipamentos
30	Fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática
31	Fabricação de máquinas, aparelhos e materiais elétricos
32	Fabricação de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações
33	Fabricação de equipamentos de instrumentação médico-hospitalares, instrumentos de precisão e ópticos, equipamentos para automação industrial, cronômetros e relógios
34	Fabricação e montagem de veículos automotores, reboques e carrocerias
35	Fabricação de outros equipamentos de transporte
36	Fabricação de móveis e indústrias diversas
37	Reciclagem

Fonte: IBGE

### 3.3.2.1 Receita da empresa

A receita inferida por uma empresa de um determinado segmento industrial é fortemente correlacionada com sua capacidade de investimento; portanto, é importante se conhecer o montante do faturamento do segmento.

Desta análise, se verificou que os segmentos de maiores receitas líquida no Estado de São Paulo foram o de fabricação de alimentos e bebidas, cujo faturamento, no ano da pesquisa, foi da ordem de R\$ 56 bilhões, correspondendo a 20,23% da receita total pesquisada, seguida pela indústria química e pela de montagem de veículos automotores, com R\$ 49,66 bilhões (17,75 %)

e R\$ 39,45 bilhões (14,10%), respectivamente. Juntos, estes três segmentos representaram, em 2001, 52,08% de toda a receita líquida das indústrias paulistas analisadas.

O segmento industrial de menor receita líquida foi o de reciclagem, com uma receita líquida de R\$ 898 mil, o que correspondeu a 0,01% da receita líquida da indústria paulista.

Pela análise da Figura 3.5, percebe-se que existe uma grande variação nas receitas dos segmentos, cujo valor médio é de R\$ 11,66 bilhões.

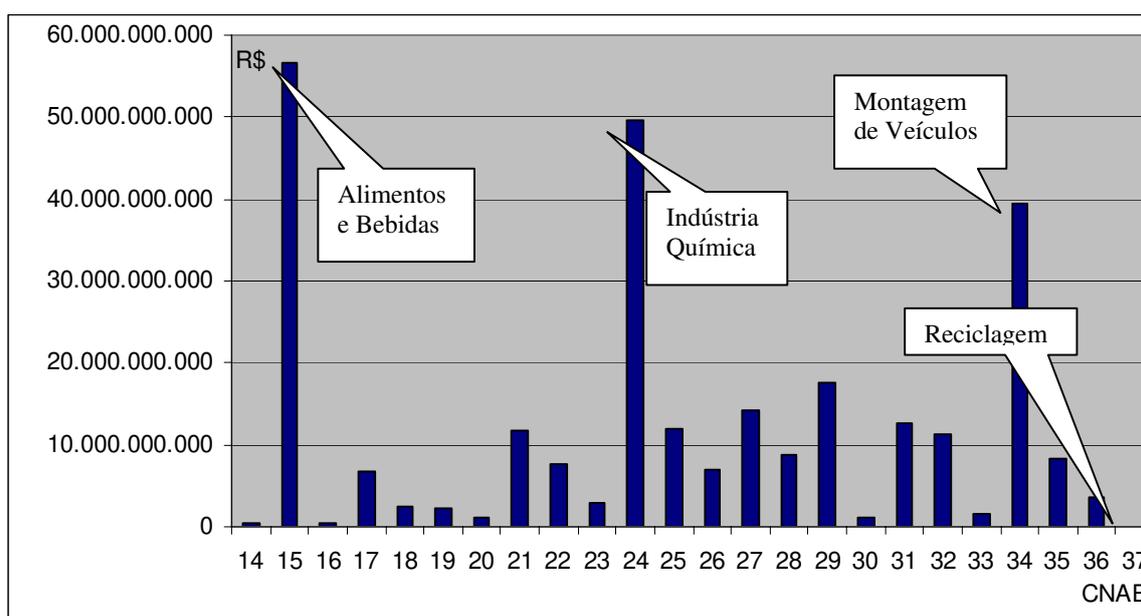


Figura 3.5 - Receitas das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$

### 3.3.2.2 Custos e despesas

Conhecer a proporção dos gastos dos diversos segmentos industriais em insumos, manutenção, aluguéis, serviços de terceiros, etc, em relação ao gasto total, permite conhecer como se dividem os custos das empresas e, além disso, permite avaliar a disposição das empresas em realizar determinados investimentos, como, por exemplo, o investimento em pesquisa e desenvolvimento e em modernização de seu parque industrial.

Verificando os custos e as despesas realizadas em 2001 por cada segmento, excluindo as despesas com salários, se pode concluir que os segmentos com maiores receitas, que são os de

alimentos e bebidas, química e montagem de veículos, códigos CNAE n<sup>os</sup> 15, 24 e 34, respectivamente, são, também, os que realizam maiores despesas (Figura 3.6). Mais do que isso, comparando as receitas líquidas com as despesas, se pode observar que a proporção entre elas se mantém constante, salvo raras exceções. Esta similaridade pode significar que as planilhas de custo das empresas não diferem muito entre si.

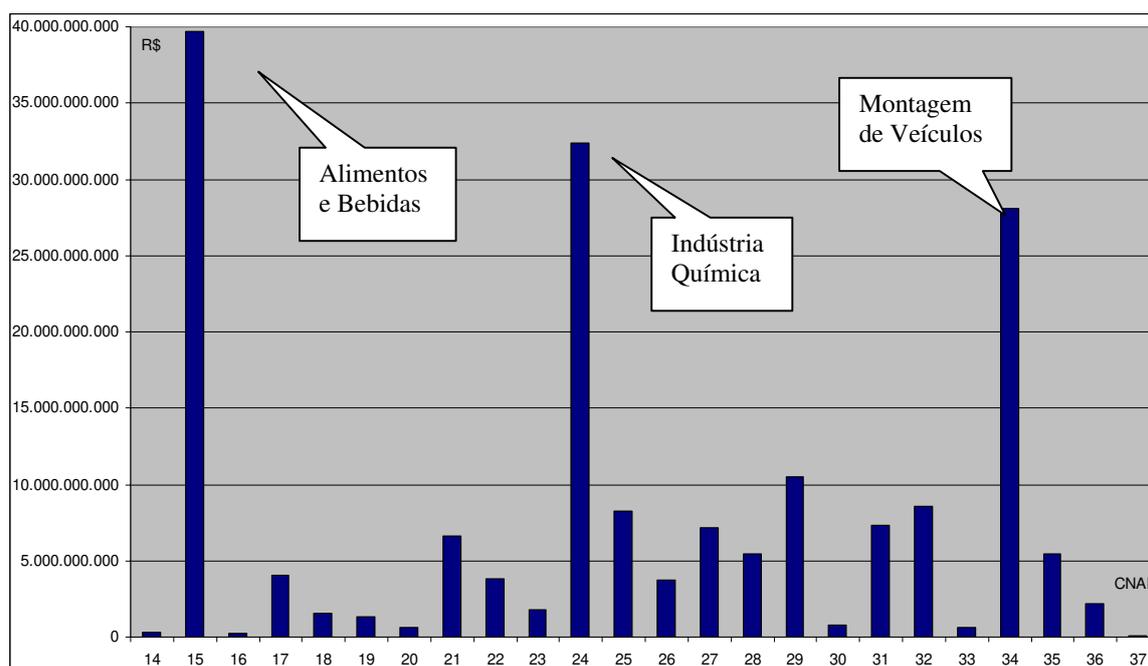


Figura 3.6 - Custos e despesas das empresas industriais paulista, em 2001, excluindo custo com mão-de-obra, por atividade econômica, em R\$

Para verificar a veracidade desta hipótese, foi analisada a relação de cada tipo de despesa em relação ao total. Isto feito, verificou-se que esta não é a realidade, pois esta aparente similaridade entre as planilhas de custo dos diversos tipos de segmento se limita aos gastos com compra de insumos, que representam 78,19 % do total (Figura 3.7), com um desvio padrão de apenas 7,88%. Por representar cerca de três quartos das despesas das empresas de todos os segmentos, os gastos com insumos transmitem a falsa idéia de igualdade da planilha de custos de todos os segmentos.

Algumas outras considerações importantes podem ser tecidas em relação às porcentagens dos diversos gastos. Por exemplo, destaca-se que se gasta somente 0,25% do total das despesas em arrendamento mercantil, o que pode ser uma indicação de que pouco se investe em modernização. Isto é muito inferior aos gastos com propaganda, que foram de 2,78%, em média. Porém, melhores conclusões a este respeito são obtidas quando se analisa, mais adiante, a disposição das empresas em realizar investimentos e em que áreas.

Outro ponto a observar é com relação aos gastos em pesquisa e desenvolvimento, 0,25% em média, igual aos gastos com arrendamento mercantil e próximo ao que se paga de royalties, 0,29% e 0,34%, no Brasil e no exterior, respectivamente. Porém, há segmentos, como o de fabricação de produtos minerais não-metálicos, o de fabricação de máquinas para escritório e equipamentos de informática e o de fabricação de outros equipamentos de transporte, que alegaram gastar 1,37%, 1,30% e 1,71%, em média, respectivamente, em P&D.

As indústrias de extração de minerais não-ferrosos e de edição, impressão e reprodução ficaram acima da média estadual em relação à utilização de mão-de-obra terceirizada; a indústria paulista, na média, despendeu 6,482% neste tipo de gasto, enquanto estes segmentos industriais despenderam 19,53% e 18,13%, respectivamente.

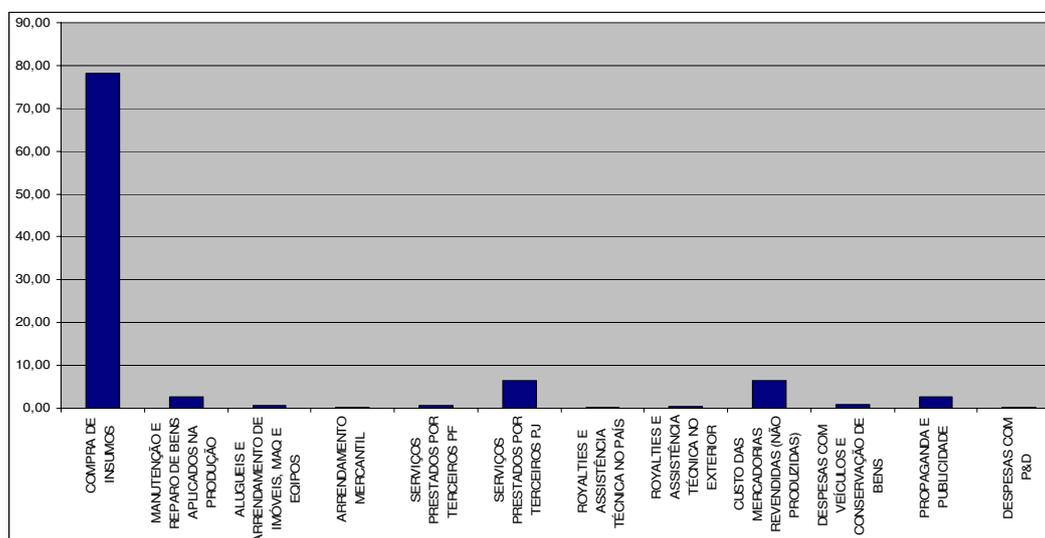


Figura 3.7 – Percentagem de custos e despesas das empresas industriais paulistas, em 2001, excluindo custo com mão-de-obra, por tipo de custo

### 3.3.2.3 Impostos e encargos

Conhecer os impostos pagos pelas empresas, em conjunto com sua receita líquida e despesas e custos, possibilita deduzir seu lucro e, por consequência, sua potencialidade para realizar investimentos, alavancando o crescimento do setor.

Porém, a análise isolada deste parâmetro não permitiu acrescentar novas conclusões a respeito dos segmentos industriais, pois as proporções de pagamento de impostos e encargos, incidentes ou não na produção, se mantiveram praticamente constantes, quando comparados com a receita líquida dos segmentos.

### 3.3.2.4 Investimentos realizados

Esta informação é de suma importância para se conhecer a disposição do empresariado dos diversos segmentos industriais a investimentos e de que tipo. Por meio desta variável, podem ser verificados os investimentos em modernização do parque industrial, em relação ao total dos investimentos, assim como quanto representa o investimento em relação à receita e ao patrimônio das empresas.

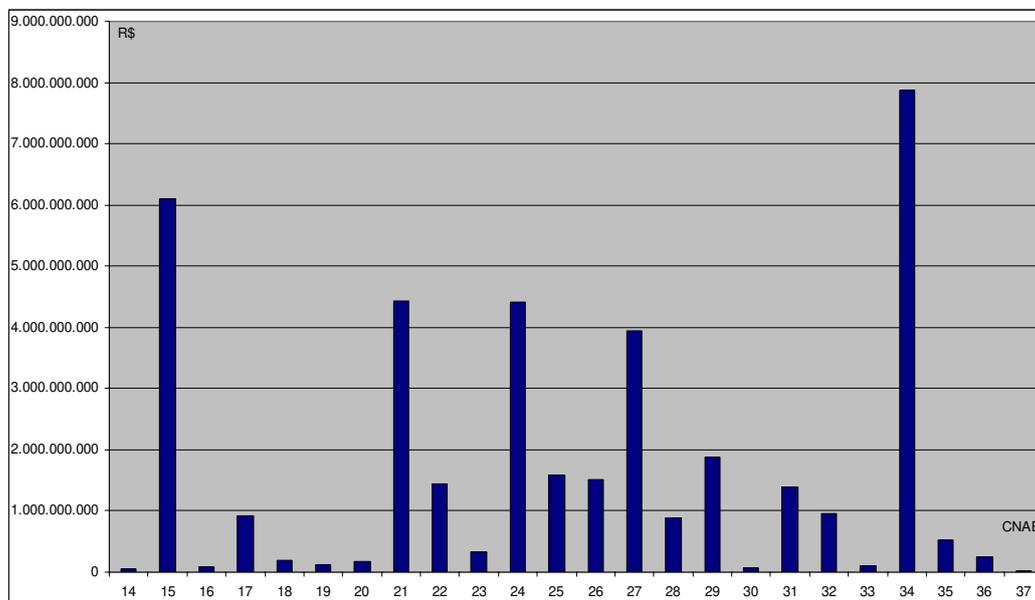


Figura 3.8 – Investimentos das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$

A Figura 3.8 indica, em valores absolutos, os investimentos realizados em 2001, por cada segmento industrial. Nesta figura pode-se observar que os segmentos com maiores receitas, que são os de alimentos e bebidas, química e montagem de veículos, códigos CNAE n<sup>os</sup> 15, 24 e 34, respectivamente, foram também, os que realizaram maiores investimentos. Destacam-se, no entanto, também, os grandes investimentos realizados pelos segmentos com código CNAE n<sup>o</sup> 21 e código CNAE n<sup>o</sup> 27, fabricação de celulose, papel e produtos de papel; e metalurgia básica, respectivamente.

As indústrias de extração de minerais não-metálicos e de reciclagem estão entre as que menos investiram, em 2001, ocupando as últimas posições em relação aos demais segmentos industriais do Estado, o que só vem a comprovar a tendência geral dos investimentos serem proporcionais à receita líquida (estes segmentos ocuparam, também, as últimas posições em relação à receita líquida).

De todas as categorias de investimentos, um dos mais importantes são os realizados em máquinas e equipamentos, pois podem indicar a tendência de modernização do processo de fabricação. A Figura 3.9 mostra a distribuição dos investimentos das empresas industriais paulistas em 2002, por tipo de investimento.

Os segmentos de extração de minerais não-metálicos e de reciclagem ocuparam as últimas posições em relação aos totais de investimentos e, com relação aos investimentos em máquinas e equipamentos, eles ocuparam, também, as últimas posições, segundo os dados da PAEP de 2001.

Um bom indicador para se averiguar a tendência de crescimento do segmento é verificar a parcela dos investimentos em aquisição de terrenos, construção e ampliações e, por este prisma, verifica-se, na base de dados PAEP 2001, que a indústria de reciclagem permaneceu estagnada, porém a indústria de extração de minerais não-metálicos realizou investimentos. Há de se destacar o grande crescimento apresentado pela indústria química (código CNAE n<sup>o</sup> 24) e de montagem de veículos (código CNAE n<sup>o</sup> 34).

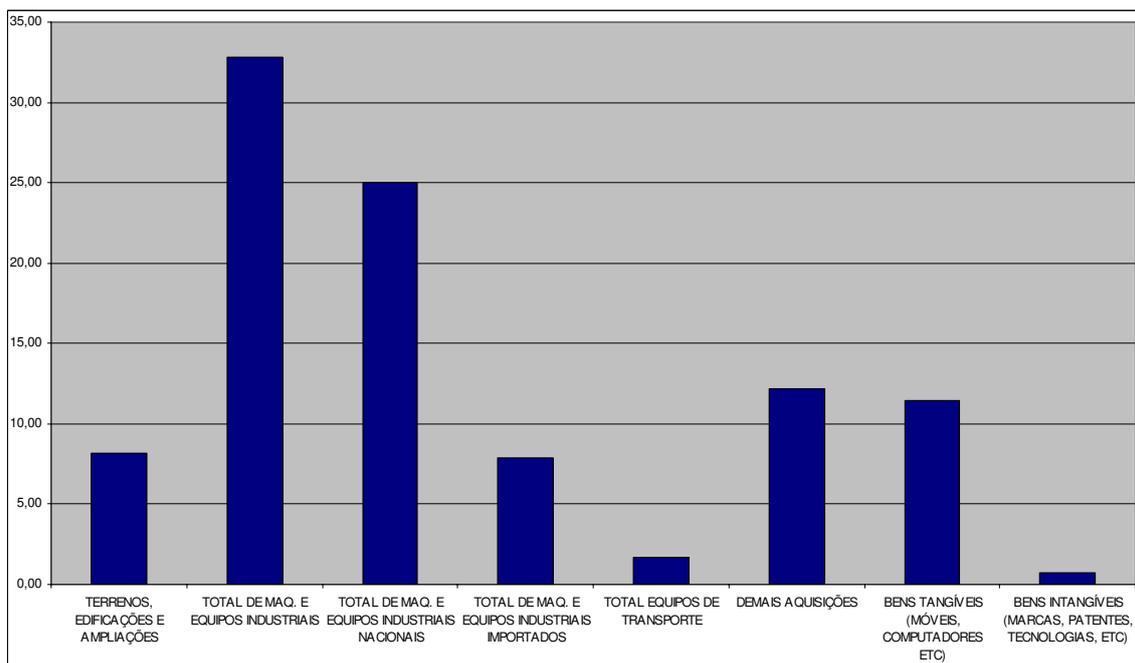


Figura 3.9 – Distribuição percentual dos investimentos das empresas industriais paulistas, em 2001, por tipo de investimento

### 3.3.2.5 Nível de investimento por unidade de receita líquida

O quociente entre investimento e receita líquida é uma importante relação econômica. Por meio dela é possível se averiguar a consistência de algumas das análises realizadas sobre os níveis absolutos de investimentos. A Figura 3.10 mostra este indicador por tipo de investimento e por atividade econômica.

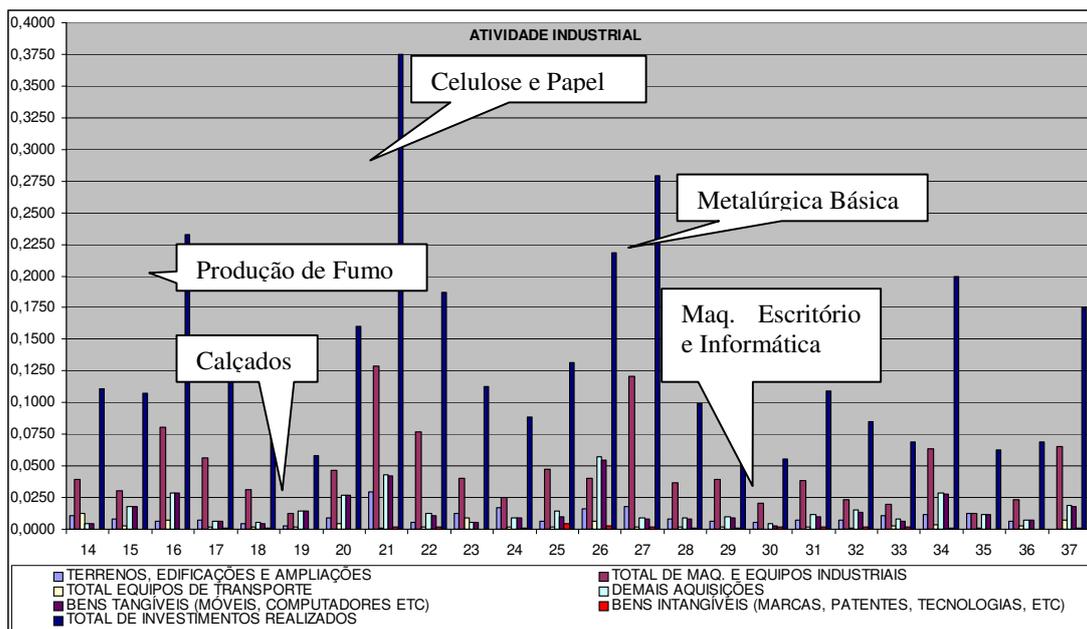


Figura 3.10 – Nível de investimento por unidade de receita líquida, por tipo de investimento e por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo, em 2001

Por meio deste índice, se confirmam as conclusões que vem sendo apresentadas ao longo deste trabalho.

O segmento de maior nível de investimento por unidade de receita líquida em 2001 foi o de papel e celulose, com um valor total de 0,37, sendo que os maiores investimentos se concentraram na aquisição de máquinas e equipamentos. Na seqüência, o segundo maior segmento foi o de metalúrgica básica, com um valor de 0,28. A novidade fica por conta do segmento de produção de fumo, com um valor de 0,23 e concentração de investimentos também em máquinas e equipamentos.

Em último lugar no Estado de São Paulo, em termos de nível de investimento por unidade de receita líquida, com um nível de 0,055, se encontrava a indústria de fabricação de máquinas de escritório e informática, enquanto o segmento calçadista, com um nível de 0,0581, se encontrava em penúltimo lugar, o que indica que estes são setores que pouco investem em relação à sua receita líquida, não devendo, por conseguinte, apresentar um crescimento substancial, pelo menos a curtos e médios prazos.

### 3.3.2.6 Relação entre investimento e patrimônio líquido

O quociente entre o investimento e o patrimônio líquido é uma importante relação financeira. Por meio dela também é possível se averiguar a consistência de algumas das análises realizadas sobre os níveis absolutos de investimentos.

Segundo o quociente investimento/patrimônio líquido, o segmento de maior expressão em 2001 foi o de fabricação e montagem de veículos, investindo 2,48 vezes o valor de seu patrimônio líquido (Figura 3.11). Analisando por este índice, a indústria de celulose teve uma queda considerável, ocupando a sétima posição no Estado. Esta é uma queda significativa em relação ao nível de investimento por unidade de receita líquida, onde ocupava, em 2001, a primeira posição. Outro destaque negativo, comparando estes dois índices, é a indústria do fumo, que neste caso apresentou uma relação negativa de 1,94.

Não considerando o caso atípico da indústria do fumo<sup>6</sup>, os segmentos industriais que apresentaram menores relações entre patrimônio e investimento foram a indústria fabricante de outros tipos de equipamentos de transporte (código CNAE nº 35), com 0,18, e a de calçados (código CNAE nº 19), com 0,19, resultado que não se distancia muito, quando comparado com o índice de investimento por unidade de receita líquida.

Um comentário interessante a respeito desta relação é que, se fossem expurgados da lista os segmentos de montagem de veículos e de produtos do fumo, que são os únicos segmentos que apresentarem grandes desvios em relação ao valor médio, que é de 0,50, os demais segmentos apresentaram uma certa constância, com um desvio padrão de 0,22.

---

<sup>6</sup> ,A indústria do fumo apresentou patrimônio negativo, ou seja, o passivo foi maior que o ativo.

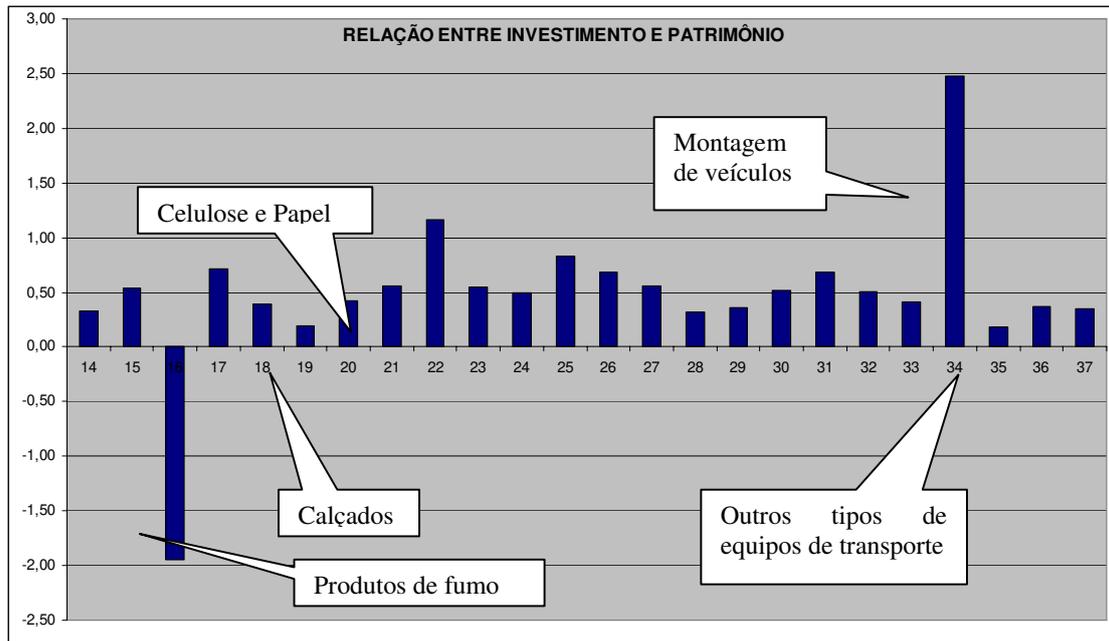


Figura 3.11 – Quociente entre o investimento e o patrimônio líquido das empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica

### 3.3.2.7 Pessoas ocupadas

A Figura 3.12 apresenta a distribuição, por ramo de atividade econômica industrial no Estado de São Paulo, do número de pessoas ocupadas, onde se pode verificar que, em termos de números absolutos, o segmento industrial maior empregador no Estado em 2001 foi o de fabricação de produtos alimentícios e bebidas, com 297 mil pessoas ocupadas, seguida pelo de montagem de veículos, com 149 mil, e a fabricação de máquinas e equipamentos, com 128 mil pessoas ocupadas. Os segmentos menos empregadores foram o de reciclagem e a indústria do fumo, com 1.946 e 3.158 pessoas ocupadas, respectivamente.

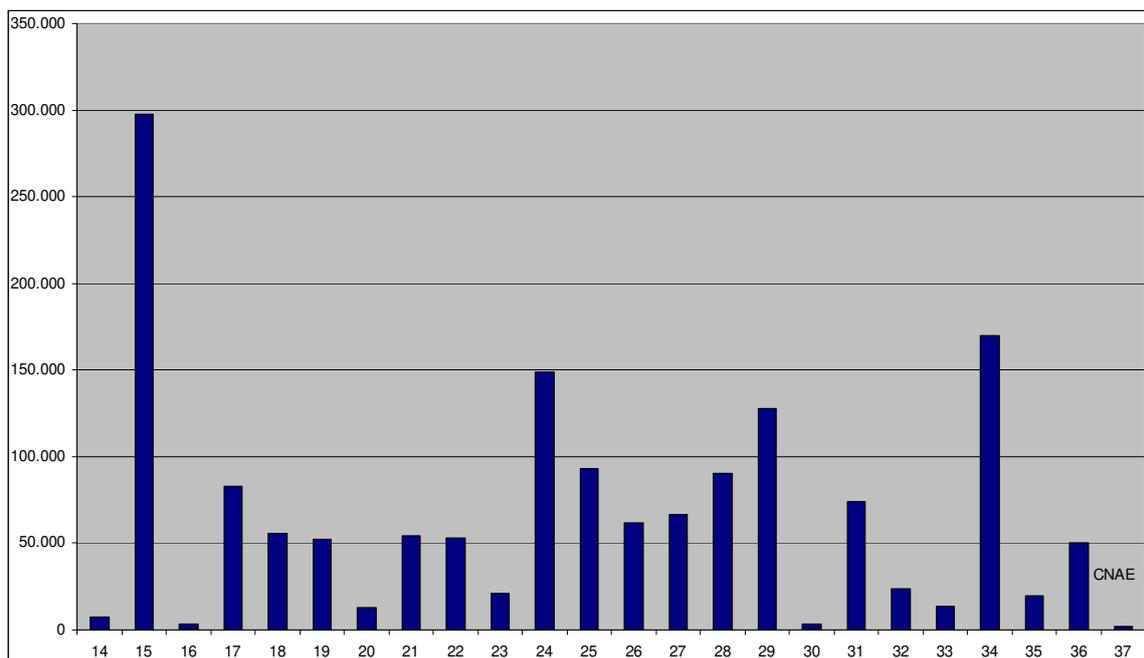


Figura 3.12 – Número de pessoas ocupadas nas empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica

### 3.3.2.8 Relação receita líquida por número de pessoas ocupadas

O quociente entre a receita líquida e o número de pessoas ocupadas é uma outra importante relação econômica, que possibilita averiguar a produtividade do trabalho em termos da geração da receita líquida por pessoa ocupada. A Figura 3.13 apresenta este indicador para os segmentos industriais analisados neste trabalho.

Observa-se que, em relação a este indicador de produtividade do trabalho, o segmento de maior expressão em 2001 foi o de fabricação de equipamentos eletrônicos e de telecomunicações, com uma receita líquida de R\$ 472 mil por pessoa ocupada. Isto pode ser justificado pela sofisticação tecnológica empregada em seus processos de fabricação. Provavelmente pelos mesmos motivos, vieram em seguida as indústrias de equipamentos de transporte, de equipamentos de informática e de escritório e a indústria química com R\$ 422 mil, R\$ 375 mil e R\$ 333 mil, respectivamente.

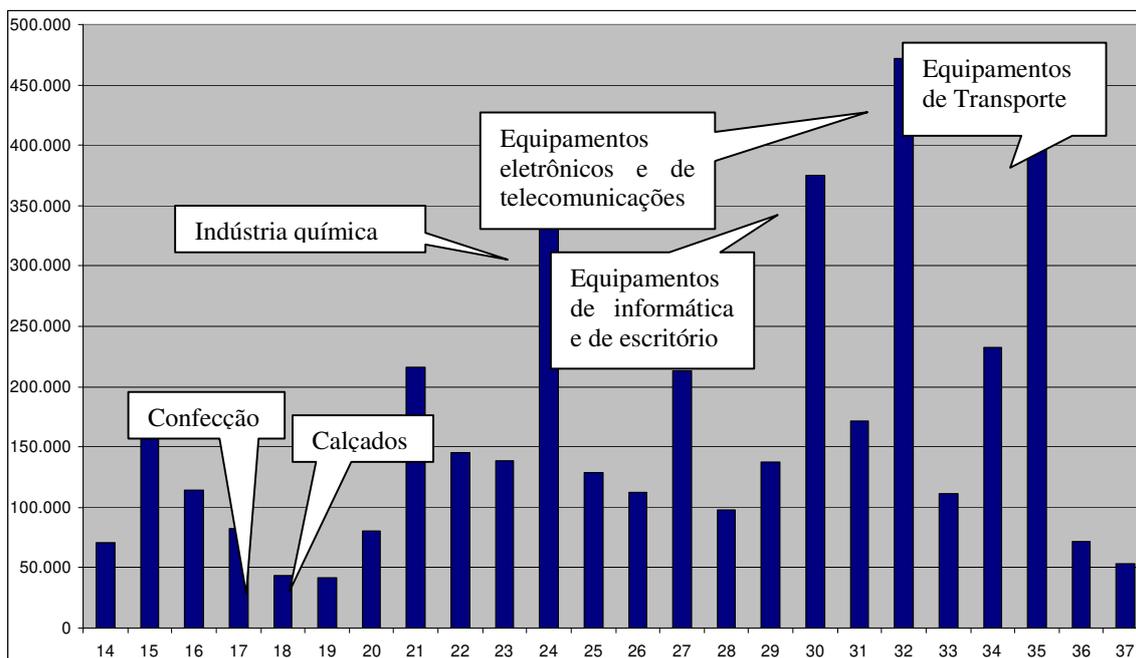


Figura 3.13 - Relação entre a receita líquida e o número de pessoas ocupadas, em R\$ per capita, por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo em 2001

O segmento industrial de menor expressão com respeito a este indicador em 2001 foi o de calçados, cujo valor de receita líquida por pessoa ocupada foi de R\$ 41 mil, seguido pelo segmento de confecções, com R\$ 43 mil. O que ocorre é que estes são segmentos que necessitam empregar grandes quantidades de mão-de-obra pouco qualificadas gerenciando e operando processos industriais relativamente simples, que não são capital-intensivos e possuem uma baixa produtividade.

Uma característica interessante deste indicador é sua grande diversidade, com valores que variaram desde R\$ 41 mil até R\$ 472 mil gerados por pessoa ocupada. Sua média foi de R\$ 169 mil e seu desvio padrão, em relação à média, foi de R\$ 120 mil.

### 3.3.2.9 Dispêndio das empresas com salários

O dispêndio das empresas com sua massa salarial constitui, usualmente, um dos principais componentes de seu custo total. A importância relativa deste componente, seja em relação ao

custo total, ou, preferencialmente, em relação à receita líquida, varia de um ramo de atividades a outro.

A Figura 3.14 mostra os montantes dos pagamentos das massas salariais das empresas, por ramo de atividade industrial da CNAE.

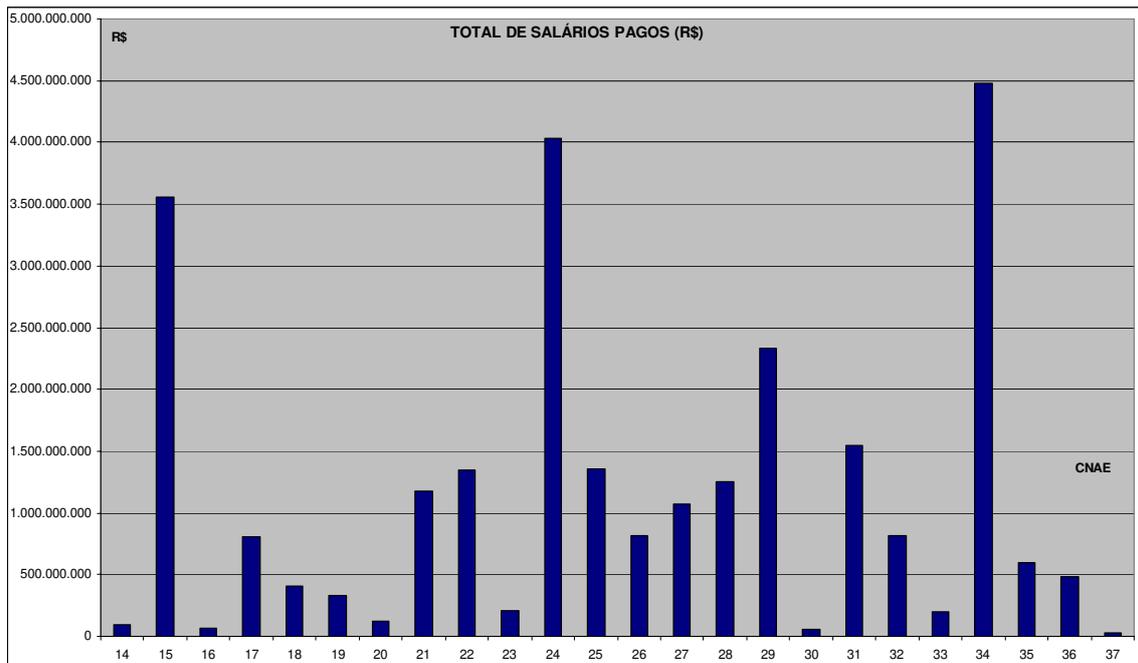


Figura 3.14 – Salários pagos pelas empresas industriais paulistas, em 2001, por atividade econômica, em R\$

Segundo os valores indicados na Figura 3.14, se verifica que, em termos absolutos, os segmentos responsáveis pelo pagamento da maior parte dos salários do Estado em 2001 foram os de fabricação de veículos automotores, com R\$ 4,48 bilhões, equivalendo a 16,47%, produtos químicos, com R\$ 4,03 bilhões, equivalendo a 14,83%, e a indústria alimentícia e de bebidas, com R\$ 3,56 bilhões, equivalendo a 13,08%, que, juntas, remuneravam 44,38% de todos os salários pagos pela indústria paulista naquele ano.

Os segmentos de menor expressão, em termos de volume de salários pagos, foram os de reciclagem (código CNAE nº 37), que pagou R\$ 24 milhões em salários, o de fabricação de máquinas para escritório e informática (código CNAE nº 30), com R\$ 53 milhões, o de produtos de fumo (código CNAE nº 16), com R\$ 64 milhões, e o de extração de minérios não-metálicos

(código CNAE nº 14), com R\$ 93 milhões. Apesar destes segmentos empregarem um grande número de pessoas, foram pouco representativas em relação ao total do setor industrial do Estado de São Paulo, pois representaram somente 0,09%, 0,20%, 0,24% e 0,34%, respectivamente, da massa salarial industrial do Estado.

Porém, para uma melhor análise crítica comparativa dos ramos de atividade industrial no Estado, se deve lançar mão de dois índices. Um deles é o quociente entre os salários e a receita líquida do segmento industrial e o outro é o quociente entre os salários pagos e o número de pessoas ocupadas, ou seja, a média salarial por segmento.

### 3.3.2.10 Salários pagos por receita líquida

A indústria de reciclagem (código CNAE nº 37) é a que apresentou maior relação entre salário e receita líquida (Figura 3.15); isto indica que a maior parte de sua receita foi destinada ao pagamento de seus colaboradores, o que faz sentido, pois este é um setor que sobrevive da coleta de material reciclável e, normalmente, esta tarefa é realizada em mutirões organizados em cooperativas de coletores.

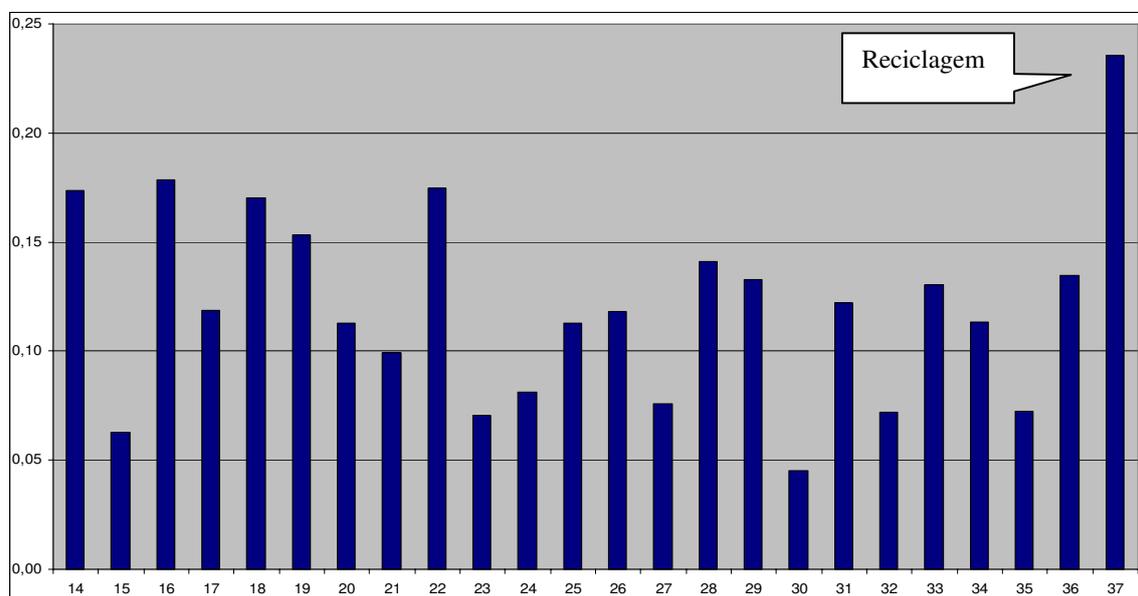


Figura 3.15 – Relação entre salários pagos e receita líquida, por atividade econômica industrial no Estado de São Paulo em 2001

Em média, a relação entre salários pagos e receita líquida em 2001 foi de 0,12, com um desvio padrão, em relação a esta média, de 0,05, o que indica que, no geral, os vários segmentos industriais se assemelham com relação a este índice.

### 3.3.2.11 Média salarial

Com relação à média salarial, o segmento que possuía a melhor média em 2001 era o de fabricação de material eletrônico e de telecomunicações (código CNAE nº 32), com uma média anual de R\$ 34 mil/ano.

A Figura 3.16 indica que foi muito diversificada a média salarial entre os vários segmentos industriais paulistas em 2001. A média dos salários da indústria paulista daquele ano foi de R\$ 16.782,00/ano, e seu desvio padrão, em relação a esta média, foi de R\$ 7.556,00.

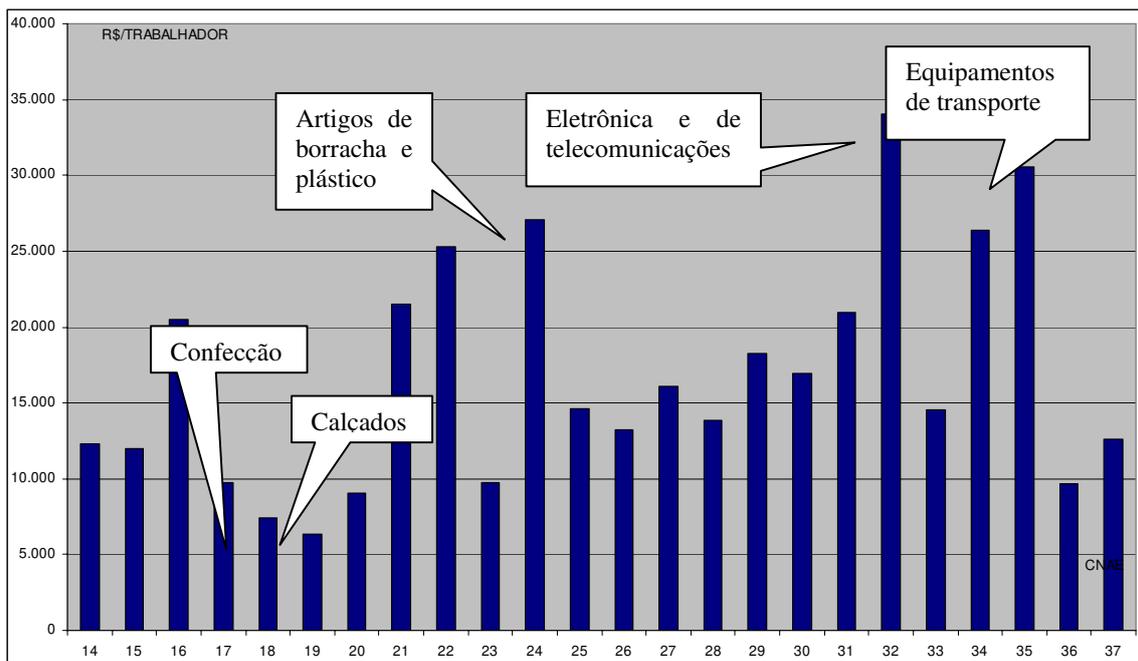


Figura 3.16 – Renda média, em R\$/ano, por atividade econômica industrial do Estado de São Paulo em 2001

Uma explicação para tamanha variação das médias salariais entre os segmentos industriais está na qualificação da mão-de-obra empregada. Esta conclusão vem da observação dos

segmentos que ocuparam as primeiras posições, em contrapartida aos que ocuparam as últimas posições nesta relação. A indústria de maior média salarial, o de fabricação de material eletrônico e de telecomunicações, é um exemplo desta situação. Seguindo a ordem de classificação dos segmentos, vem em segundo lugar o segmento de equipamentos de transporte, seguido pelo de fabricação de artigos de borracha e plástico.

Por outro lado, a indústria de calçados é a que teve a menor média salarial entre as indústrias do Estado, com uma média anual de R\$ 6.342,00, seguida pelas confecções, onde a média anual foi de R\$ 7.427,00. Ambos os segmentos não exigem maiores qualificações para se operar seus processos de fabricação.

### 3.3.2.12 Lucro líquido

O lucro líquido é obtido extraindo-se da receita líquida o valor dos salários pagos, das despesas e dos impostos não incidentes sobre a venda.

A Figura 3.17 indica, em valores absolutos, os lucros líquidos dos diversos segmentos da indústria paulista em 2001. Os maiores destaques ficaram por conta da indústria de alimentos e bebidas e da indústria química, com valores absolutos de lucro líquido de R\$ 11 bilhões e R\$ 10 bilhões, respectivamente, que juntas corresponderam a 38,68% do lucro de todas as indústrias do Estado.

Os segmentos com menor lucro líquido, naquele ano, foram os de reciclagem com R\$ 19 milhões, e o da indústria do fumo, com R\$ 26 milhões, correspondendo a, respectivamente, 0,03% e 0,05% dos lucros líquidos das indústrias paulistas em 2001.

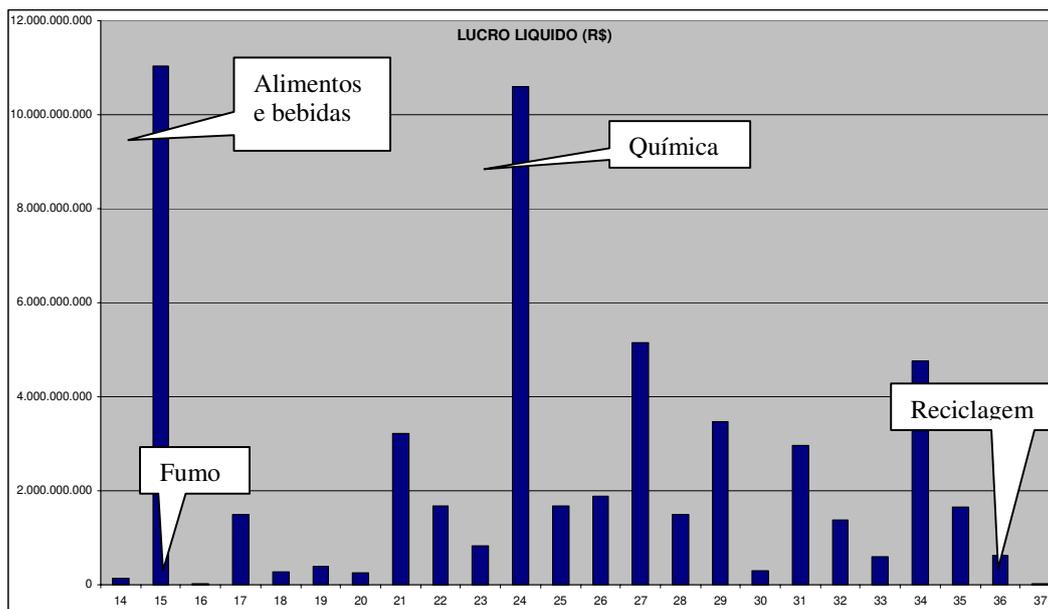


Figura 3.17 – Lucro líquido, em R\$, das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001

### 3.3.2.13 Relação entre o lucro e a receita líquida

A relação entre o lucro e a receita líquida é um indicador econômico clássico, que mede a lucratividade das empresas, ou de segmentos da economia.

Na média, a lucratividade da indústria paulista em 2001 foi de 21% (Figura 3.18). Os segmentos que apresentaram maiores lucratividades foram os de equipamentos médicos e hospitalares (código CNAE nº 33), com 39%, metalúrgica básica (código CNAE nº 27), com 36,5%, e as refinarias e usinas de álcool (código CNAE nº 23), com 28%. As menores lucratividades foram dos produtores de fumo (código CNAE nº 16), com 7%, as confecções (código CNAE nº 18), com 11%, e as empresas de montagem de veículos (código CNAE nº 34), com 12%.

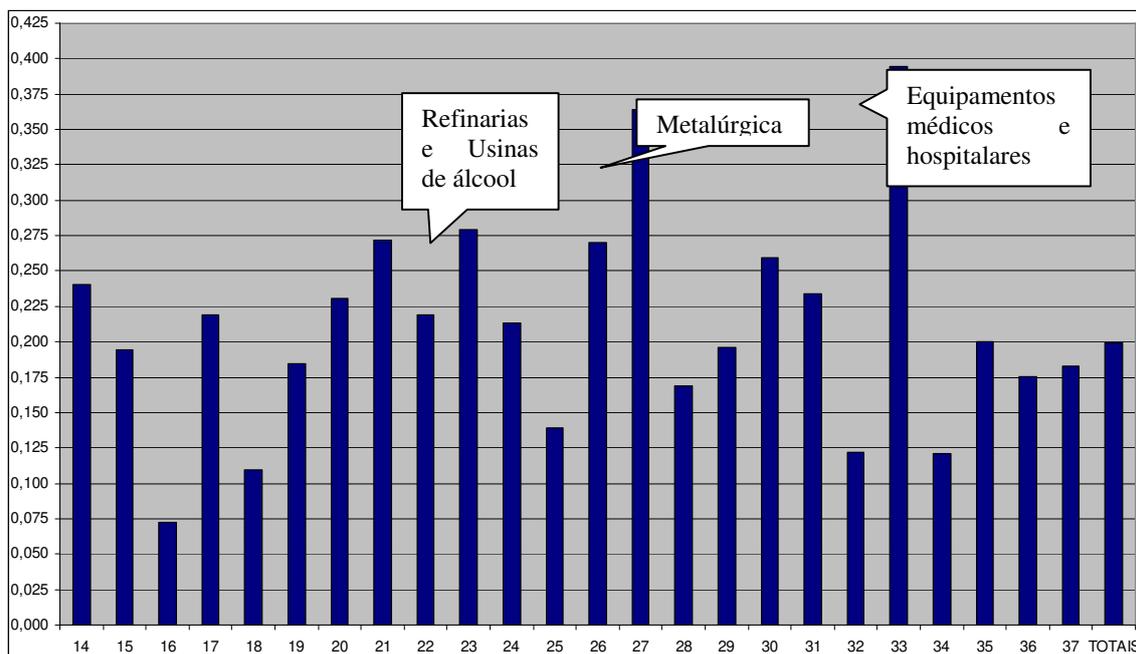


Figura 3.18 – Relação lucro por receita líquida das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001, por atividade econômica

Chama a atenção o fato que nenhum dos segmentos de maior receita líquida – alimentos e bebidas, indústria química e montagem de veículos – está na lista dos de maior lucratividade, muito pelo contrário, como é o caso dos montadores de veículos.

Dos segmentos que apresentaram maiores níveis de investimento por unidade de receita líquida, somente a indústria de produtos do fumo, que consta naquela seção como um dos principais, aqui, em termos de lucratividade, é o menor do Estado; os demais – celulose e papel e metalúrgica básica – continuam em destaque aqui, em termos deste indicador de lucratividade.

### 3.3.2.14 Relação entre o lucro e o patrimônio

A relação entre o lucro e o patrimônio líquido é um outro indicador clássico de lucratividade.

Na média, a indústria paulista lucrou 93% do seu patrimônio líquido em 2001, porém, o desvio padrão em relação a esta média foi grande: 63% (Figura 3.19).

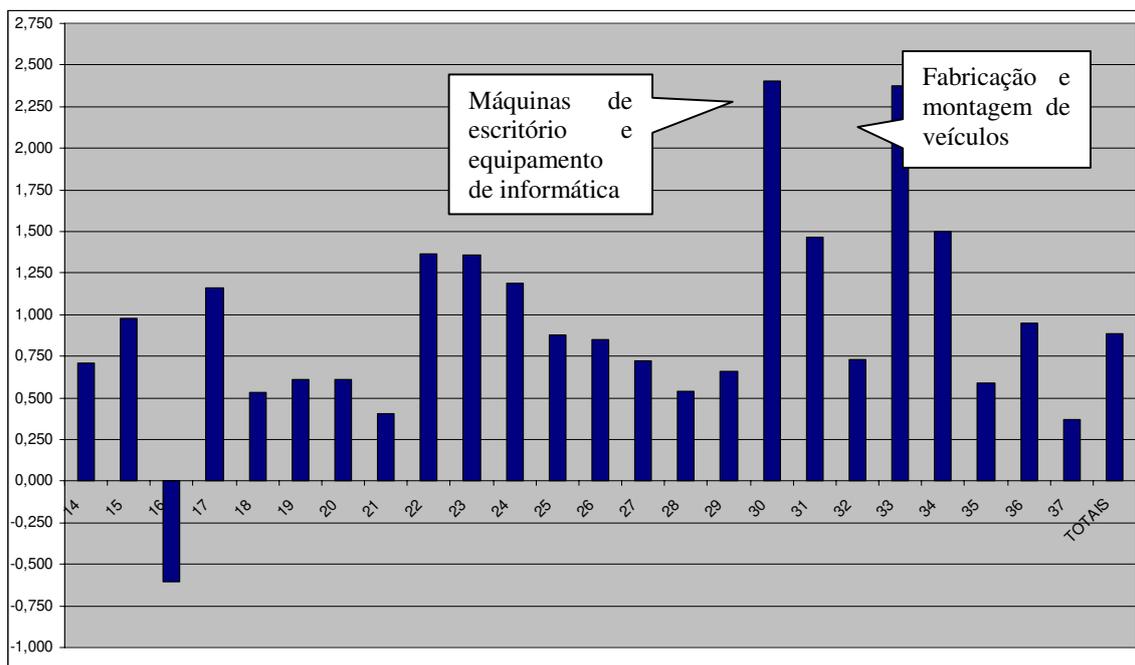


Figura 3.19 - Relação lucro/patrimônio das empresas industriais do Estado de São Paulo em 2001, por atividade econômica

Os segmentos que mais lucraram e se destacaram dos demais, em relação ao seu patrimônio líquido, foram os de fabricação de máquinas de escritório e equipamentos de informática (código CNAE nº 30), com uma relação de 2,40, e fabricação e montagem de veículos (código CNAE nº 33), com uma relação de 2,38. Estas grandes lucratividades, em relação ao patrimônio, podem ser explicadas pelo alto valor agregado nos produtos destes segmentos.

### 3.4 Análise do valor adicionado fiscal dos segmentos da indústria de transformação no Estado de São Paulo

A metodologia de projeção de demanda adotada nesta tese, a decomposição estrutural da demanda energética, discutida no capítulo 6, requer o uso de dados de valor adicionado (VA), que, no Brasil, são calculados pelo IBGE, para o País como um todo e para os estados da Federação. Este instituto, no entanto, não calcula o VA dos diversos segmentos que compõem a indústria de transformação dos estados, impossibilitando, por conseguinte, se utilizar esta metodologia para se projetar a demanda energética destes segmentos.

A melhor maneira que se encontrou para contornar este problema foi o uso de estatísticas de Valor Adicionado Fiscal (VAF), obtidas pela Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo, como *proxy* para se determinar a distribuição do VA da indústria de transformação paulista, calculado pelo IBGE, entre os segmentos que a compõem. Obteve-se, para este propósito, uma série histórica homogênea e confiável de VAF do setor industrial paulista, que se estende de 2000 a 2003.

Como houve mudanças no modo de se calcular o VAF em 1999 e as séries anteriores a 2000 não foram atualizadas com a nova metodologia de cálculo, decidiu-se, neste trabalho, por recomendação de professores e pesquisadores do Instituto de Economia da Unicamp familiarizados com o cálculo e uso do VAF, não utilizar estatísticas desta grandeza anteriores a 2000. Estes mesmos professores<sup>7</sup> asseguraram que o VAF é um bom “*second best*” para o VA dos segmentos industriais, enquanto o mesmo não é verdade para os demais segmentos da economia.

A Tabela 3.6 apresenta a evolução, em R\$ correntes, de 2000 a 2003, do VAF dos setores da indústria de transformação do Estado de São Paulo. Nestes quatro anos houve um forte crescimento médio anual, nominal, da indústria de reciclagem, de 41,58% a.a., seguido pelo segmento de metalurgia básica – ferrosos (24,48% a.a.), artigos de perfumaria e cosméticos (22,06% a.a.), artigos de borracha (20,95% a.a.) e madeira (17,60 a.a.); além destes, outros

---

<sup>7</sup> Prof. Wilson Cano e Prof. Cláudio Shüller Maciel.

setores<sup>8</sup> também ficaram acima do crescimento nominal da indústria como um todo, que foi de 10,14% a.a. no período.

Tabela 3.6 – Evolução, de 2000 a 2003, do Valor Adicionado Fiscal, em R\$ correntes, dos segmentos industriais do Estado de São Paulo

Segmento industrial	2000	2001	2002	2003
Artigos de borracha	2.250.371.289	2.622.180.422	3.154.881.411	3.981.370.726
Artigos de perfumaria e cosméticos	1.093.383.981	1.394.223.335	1.678.593.418	1.988.254.190
Bebidas	2.516.246.554	2.768.903.971	3.391.693.784	3.696.764.694
Combustíveis	19.760.187.172	23.749.618.243	27.088.202.691	28.979.387.584
Couros e calçados	792.405.003	883.702.349	973.503.211	1.043.260.068
Diversas	1.199.386.414	1.388.016.610	1.557.076.210	1.625.043.568
Edição, impressão e gravações	3.711.704.439	4.754.884.984	4.957.299.258	5.026.554.428
Eletrodomésticos	1.677.962.362	1.409.979.101	1.395.599.399	1.407.083.008
Equipamentos médicos, óticos, de automação e precisão	999.966.642	1.190.205.645	1.168.141.271	1.213.274.001
Fumo	1.283.553.520	23.906.048	93.809.663	91.655.103
Indústria extrativa	483.801.418	600.777.605	583.568.944	633.597.887
Madeira	755.443.327	903.497.405	1.016.366.010	1.228.773.689
Maquinas e equipamentos	7.012.526.786	8.758.420.336	10.134.518.021	10.369.904.232
Maquinas para escritório e equipamento de informática	1.213.198.381	1.650.324.665	1.432.905.373	1.372.839.304
Maquinas, aparelhos e materiais elétricos	4.120.287.180	4.730.292.047	4.101.981.404	4.433.550.933
Material de transporte (montadoras e autopeças)	17.911.251.917	19.425.423.747	21.271.156.796	20.780.779.354
Material eletrônico e equipamento de comunicações	3.818.391.528	4.295.426.216	2.938.865.058	2.947.392.073
Metalurgia básica - ferrosa	3.209.828.017	3.934.329.628	5.309.282.007	6.191.217.968
Metalurgia básica - não ferrosa	1.766.490.378	1.905.684.111	2.064.147.437	2.548.976.516
Minais não metálicos	4.038.572.082	4.364.204.890	4.884.126.166	5.175.741.614
Moveis	1.039.897.681	1.267.727.225	1.321.935.839	1.238.256.261
Papel e celulose	5.703.643.773	6.133.600.413	6.819.861.976	8.044.989.512
Produtos alimentícios	16.748.878.973	19.625.858.867	22.763.333.489	25.173.763.490
Produtos de metal	4.634.332.946	5.307.770.924	6.220.158.239	6.488.504.080
Produtos de plástico	4.365.338.944	4.979.814.610	5.269.474.294	6.179.135.535
Produtos farmacêuticos	7.378.412.767	7.330.011.403	7.214.973.844	8.246.050.329
Produtos químicos	12.757.233.496	13.145.079.729	14.520.338.070	17.302.440.701
Reciclagem	43.217.440	105.519.387	103.947.416	122.646.993
Têxtil	3.662.909.553	3.803.302.595	3.952.226.430	4.353.063.381
Vestuário e acessórios	1.554.019.184	1.605.914.081	1.671.688.794	1.830.981.572
<b>TOTAL DO ESTADO</b>	<b>137.502.843.147</b>	<b>154.058.600.592</b>	<b>169.053.655.923</b>	<b>183.715.252.794</b>

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo

Como destaque negativo, pode-se apontar a indústria do fumo, que teve uma queda média anual de 58,51% a.a., além da indústria de material eletrônico e equipamento de comunicações (-

<sup>8</sup> Edição, impressão e gravações, produtos químicos, produtos de metal, papel e celulose, produtos de plástico, metalurgia básica - não ferrosos, combustíveis, bebidas, maquinas e equipamentos, produtos alimentícios.

8,27% a.a.) e da indústria de eletrodomésticos (-5,70% a.a.). Os demais segmentos industriais da Tabela 3.6 – aparelhos e materiais elétricos, produtos farmacêuticos, máquinas para escritório e equipamento de informática, material de transporte (montadoras e autopeças), vestuário e acessórios, têxtil, moveis, equipamentos médicos, óticos, de automação e precisão, minerais não metálicos, indústria extrativa, couros e calçados - ficaram abaixo do crescimento industrial paulista neste período.

Tabela 3.7 – Participação relativa dos diversos segmentos no Valor Adicionado Fiscal da indústria de transformação paulista de 2001 a 2003

Setor industrial	2000	2001	2002	2003
Artigos de borracha	1,64%	1,70%	1,87%	2,17%
Artigos de perfumaria e cosméticos	0,80%	0,90%	0,99%	1,08%
Bebidas	1,83%	1,80%	2,01%	2,01%
Combustíveis	14,37%	15,42%	16,02%	15,77%
Couros e calçados	0,58%	0,57%	0,58%	0,57%
Diversas	0,87%	0,90%	0,92%	0,88%
Edição, impressão e gravações	2,70%	3,09%	2,93%	2,74%
Eletrodomésticos	1,22%	0,92%	0,83%	0,77%
Equipamentos médicos, óticos, de automação e precisa	0,73%	0,77%	0,69%	0,66%
Fumo	0,93%	0,02%	0,06%	0,05%
Industria extrativa	0,35%	0,39%	0,35%	0,34%
Madeira	0,55%	0,59%	0,60%	0,67%
Maquinas e equipamentos	5,10%	5,69%	5,99%	5,64%
Maquinas para escritório e equipamento de informática	0,88%	1,07%	0,85%	0,75%
Maquinas, aparelhos e materiais elétricos	3,00%	3,07%	2,43%	2,41%
Material de transporte (montadoras e autopeças)	13,03%	12,61%	12,58%	11,31%
Material eletrônico e equipamento de comunicações	2,78%	2,79%	1,74%	1,60%
Metalurgia básica - ferrosa	2,33%	2,55%	3,14%	3,37%
Metalurgia básica - não ferrosa	1,28%	1,24%	1,22%	1,39%
Minerais não metálicos	2,94%	2,83%	2,89%	2,82%
Moveis	0,76%	0,82%	0,78%	0,67%
Papel e celulose	4,15%	3,98%	4,03%	4,38%
Produtos alimentícios	12,18%	12,74%	13,47%	13,70%
Produtos de metal	3,37%	3,45%	3,68%	3,53%
Produtos de plástico	3,17%	3,23%	3,12%	3,36%
Produtos farmacêuticos	5,37%	4,76%	4,27%	4,49%
Produtos químicos	9,28%	8,53%	8,59%	9,42%
Reciclagem	0,03%	0,07%	0,06%	0,07%
Têxtil	2,66%	2,47%	2,34%	2,37%
Vestuário e acessórios	1,13%	1,04%	0,99%	1,00%

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo

A Tabela 3.7 apresenta a evolução, de 2000 a 2003, da participação relativa dos vários segmentos no VAF total da indústria de transformação no Estado de São Paulo. Tomando como base o ano de 2003, observa-se, nesta tabela, que os segmentos com maior participação no VAF da indústria de transformação no Estado foram o da indústria de combustíveis, com 15,77%, indústria de produtos alimentícios, com 13,70%, material de transporte (montadoras e autopeças), com 11,31%, e produtos químicos, com 9,42%. Para estes segmentos, ao longo do período 2000/2003, observa-se, na mesma tabela, uma queda contínua na participação do segmento de material de transporte e um aumento contínuo na participação do segmento de produtos alimentícios; os outros dois segmentos apresentam oscilações na sua participação neste período.

### **3.5 O plano estadual de recursos hídricos**

Os Planos Estaduais de Recursos Hídricos – PERH's apresentam diagnósticos das condições atuais dos recursos hídricos nos estados e servem para balizar alternativas e metas de curto, médio e longo prazos, de utilização, controle, proteção, recuperação e conservação dos recursos hídricos.

No Estado de São Paulo, este plano se constitui em um instrumento técnico para a implementação dos princípios e diretrizes da Política Estadual de Recursos Hídricos, consubstanciada na Lei nº 7.663/91, que instituiu o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos – SIGRH, do Estado de São Paulo.

Um dos objetivos do gerenciamento dos recursos hídricos é a distribuição equitativa das disponibilidades hídricas entre usos e usuários competitivos. Quanto maior a escassez da água, maior a necessidade e a importância do seu gerenciamento. De outra parte, o gerenciamento dos recursos hídricos também deve assegurar padrões de qualidade compatíveis com as necessidades dos usuários.

Segundo o PERH, o Estado possui uma área de drenagem de 248.809 km<sup>2</sup>, com uma vazão superficial média de 3.120 m<sup>3</sup>/segundo; a vazão mínima é de 892 m<sup>3</sup>/segundo. A vazão média de águas subterrâneas é de 488,1 m<sup>3</sup>/segundo. Os consumos mais expressivos de água são nos setores residencial, industrial, irrigação e rural, que são discutidos a seguir.

### **3.5.1 Consumo residencial de água**

O consumo doméstico das águas superficiais no Estado, estimado em mais de 110 m<sup>3</sup>/s, restringe-se praticamente ao fornecimento público, ligado aos sistemas de abastecimento. A participação do fornecimento doméstico privado é bem pequena, estando mais voltada à utilização de águas subterrâneas.

### **3.5.2 Consumo industrial de água**

Para uma estimativa do consumo industrial de água, o Plano Paulista de Recursos Hídricos utilizou dados do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE) sobre os volumes captados e lançados das principais indústrias com captação própria de água superficial. O DAEE estima que o uso industrial da água superficial no Estado de São Paulo esteja por volta de 93 m<sup>3</sup>/s.

A maior parte das indústrias concentra-se nas bacias do Alto Tietê, Piracicaba/Capivari/Jundiaí, Tietê/Sorocaba, Mogi-Guaçu, Baixada Santista, Pardo e Paraíba do Sul. No entanto, a região dos rios Mogi e Pardo reúne um número significativo de usinas de açúcar e álcool, grandes usuárias da água.

A presença das usinas de açúcar e álcool em outras regiões do território paulista também é responsável por mais da metade das demandas, como no caso das bacias do São José dos Dourados, Aguapeí e Médio Paranapanema.

A Tabela 3.8 apresenta o consumo específico (m<sup>3</sup>/unidade produzida) de água para vários ramos de atividades industriais. Nela pode-se observar que a atividade de maior consumo específico é a fabricação de lã, com 600 m<sup>3</sup>/t, seguida da fabricação de algodão, com 500 m<sup>3</sup>/t, ambas na indústria têxtil; o processo produtivo do nylon - polyester, ainda na indústria têxtil, consome 130 m<sup>3</sup>/t. A produção de borracha sintética, na indústria química, demanda 500 m<sup>3</sup>/t; nesta mesma indústria, se consome 150 m<sup>3</sup>/t na fabricação de sabão, 125 m<sup>3</sup>/t na produção de borracha e 115 m<sup>3</sup>/t no processo produtivo da amônia. A indústria de papel e celulose também é uma grande consumidora de água, chegando a 220 m<sup>3</sup>/t na produção integrada de polpa e papel e 200 m<sup>3</sup>/t na fabricação só de papel; os processos de produção e embranquecimento da polpa requerem 150 m<sup>3</sup>/t cada um.

Tabela 3.8 – Consumo específico, em m<sup>3</sup>/unidade produzida, de água industrial por ramo de atividade e tipo de indústria

Ramo	Tipo	Unidade	Consumo de Água (m <sup>3</sup> /unidade produzida)
Alimentar	Frutas e legumes em conserva	1 ton.de produto	40
	Doces	1 ton. de produto	20
	Açúcar de cana	1 ton.de produto	8
	Matadouros	1 boi / 2,5 porcos	0,4
	Laticícios	1000 litros de leite	8
	Margarina	1 ton.de produto	15
	Cerveja	1000 litros de cerveja	15
	Padaria	1 ton. de pão	4
	Refrigerante	1000 litros de refriger.	3
Têxtil	Algodão	1 ton. de produto	500
	Lã	1 ton. de produto	600
	Rayon	1 ton. de produto	50
	Nylon-Polyester	1 ton. de produto	130
	Lavanderia de lã	1 ton. de produto	50
	Tinturaria	1 ton. de produto	50
Couro	Curtume	1 ton.de produto	30
	Sapato	1000 pares	5
Polpa de Papel	Fabricação de polpa	1 ton.de produto	150
	Embraquecimento de polpa	1 ton.de produto	150
	Fabricação de papel	1 ton.de produto	200
	Polpa e papel integrado	1 ton.de produto	220
Químicas	Tinta	1 empregado	110
	Vidro	1 ton.de produto	15
	Sabão	1 ton.de produto	150
	Ácido base e sal	1 ton.de produto	50
	Borracha	1 ton.de produto	125
	Borracha sintética	1 ton.de produto	500
	Refinaria de petróleo	1 barril (117 litros)	0,3
	Detergente	1 ton.de produto	13
	Amônia	1 ton.de produto	115
	Dióxido de carbono	1 ton.de produto	80
	Gasolina	1 ton.de produto	25
	Farmacêutico (vitaminas)	1 ton.de produto	25
Mineração	Carvão	1 ton.de produto	10
	Ferro	1 m <sup>3</sup> de minério	16

Fonte: <http://www.tratamentodeagua.com.br>, consultado em 23 de janeiro de 2006

### 3.5.3 Consumo de água na irrigação

Apesar do elevado nível médio de precipitação no Estado, 1.376 mm/ano, ela é bastante desigual durante o ano. Nestas condições, o uso da irrigação se justifica para garantir ao agricultor uma safra boa e segura.

A estimativa do consumo de água (consuntivo) dos irrigantes é um problema, pois são inúmeros, e, com frequência, insuficientes, os dados necessários para determiná-la. O Plano Estadual de Recursos Hídricos adotou, por conseguinte, um consumo médio de 0,327 l/s/ha para todas as UGRHs, o que resultou em uma demanda da ordem de 143 m<sup>3</sup>/s para a irrigação.

Comparando-se esta vazão estimada e a efetivamente cadastrada na Divisão de Outorgas do DAEE, da ordem de 2,94m<sup>3</sup>/s, depreende-se que os usuários de recursos hídricos na agricultura irrigada não solicitam, em geral, as outorgas para o desenvolvimento das atividades hidroagrícolas.

#### **3.5.4 Uso rural da água**

A água classificada como de uso rural é toda aquela que é utilizada em atividades agrícolas, com exceção da irrigação e o uso humano.

Pelo cadastro do DAEE, o consumo outorgado dos recursos hídricos para uso agrícola é estimado em 4 m<sup>3</sup>/s. Porém, sabe-se que este cadastro deve estar bem aquém da realidade, pois o total de propriedades rurais é bem superior às cadastradas no DAEE.

### **3.6 Evolução histórica recente da matriz energética do Estado de São Paulo**

Analisa-se, nesta seção, a evolução do consumo e da produção de energia no Estado de São Paulo desde o início da década de 1980, situando-os, em 2004, junto com as reservas e potenciais energéticos, vis a vis as principais estatísticas nacionais correspondentes. Descreve-se, a seguir, a evolução institucional recente do setor energético no Estado, em termos de suas principais instâncias governamentais e empresas.

Este estudo é fundamental no contexto da tese, na medida em que um de seus objetivos específicos é a projeção da demanda de energia para a região da UGRH-PCJ, de uma forma aderente a projeções desta demanda para o Estado de São Paulo. Por seu turno, para se obter estas

últimas de uma forma bem embasada é de suma importância a realização de um bom estudo retrospectivo sobre a matriz energética do Estado.

### **3.6.1 Consumo de energia**

Segundo os dados dos balanços energéticos nacional e do Estado de São Paulo, 26,80% do consumo final de energia no País em 2004 ocorreu no Estado de São Paulo. Em termos setoriais, os segmentos industrial, comercial e de transportes se situaram acima desta média, com 31,35%, 34,5% e 28,90% do correspondente consumo nacional, respectivamente, enquanto que as participações inferiores a esta média couberam aos segmentos público – 27,51%, residencial – 19,34%, agropecuário – 13,91% e energético – 13,81%.

No setor industrial, os seguintes segmentos energo-intensivos no Estado tiveram em 2004 uma participação, no correspondente consumo energético nacional, superior à média do setor (31,35%): alimentos e bebidas – 55,11% e têxtil – 41,48%. Destaque-se, também, o segmento de papel e celulose, com 31,45%, metais não ferrosos e outros ramos da metalurgia, com uma participação de 30,14%, a indústria química, com 25,88%, e a indústria cerâmica, com 25,87%, que completam o rol destes segmentos no Estado com uma expressiva participação no correspondente consumo nacional.

Conforme indicado na Tabela 3.8, alguns destes segmentos industriais energo-intensivos, como as indústrias têxtil, química e de papel e celulose também são intensivas no uso da água.

As estatísticas apresentadas demonstram não só a grande participação do Estado no consumo energético final do País, de uma forma geral, como, também, a forte concentração de alguns segmentos industriais energo-intensivos no Estado e o elevado consumo relativo de bagaço de cana, derivados de petróleo, gás natural, eletricidade e álcool etílico no Estado.

As Tabelas 3.9 e 3.10, cujos dados foram extraídos do Balanço Energético do Estado de São Paulo (Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, 2005), indicam a evolução, de 1980 a 2004, do consumo final de energia no Estado de São Paulo por setor de consumo e do consumo final energético por tipo de energético, respectivamente.

Segundo os dados da Tabela 3.9, o setor industrial é o que mais consome energia no Estado, tendo sido responsável, em 2004, por 47,42% do consumo final energético. Destacaram-se,

também, o setor de transportes com 31,14% do consumo energético total, o setor residencial com 8,65%, o setor energético com 4,74% e o setor comercial com 3,75%.

Tabela 3.9 - Consumo final de energia por setor de consumo no Estado de São Paulo, em 10<sup>9</sup> kcal, de 1980 a 2004

SETORES	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Consumo Final	305.394	319.839	360.851	441.721	511.721	544.244	582.442
Cons. Final Não Energ.	40.622	39.661	37.280	54.878	77.387	94.884	105.060
Cons. Final Energético	264.772	280.178	323.571	386.843	434.334	449.360	477.382
Setor Energético	16.520	39.004	44.133	37.302	24.489	19.938	22.640
Residencial	22.260	25.316	31.034	36.095	43.192	40.136	41.302
Comercial	7.488	9.023	10.615	12.792	17.566	17.210	17.900
Público	3.393	4.455	5.360	6.759	8.673	9.043	9.005
Agropecuário	7.247	7.744	9.250	11.320	11.728	11.008	11.505
Transportes	81.162	82.214	101.595	131.269	150.659	142.254	148.641
Rodoviário	70.213	68.738	86.373	108.941	123.175	118.302	124.283
Ferrovário	1.534	1.541	1.704	1.501	841	1.378	1.326
Aéreo	3.616	3.261	5.076	12.611	15.634	15.722	16.269
Hidroviário	5.799	8.674	8.442	8.216	11.009	6.852	6.763
Industrial	126.702	112.422	121.584	151.306	178.027	207.289	226.389
Cimento	6.822	2.912	3.489	4.564	2.976	2.636	2.695
Ferro Gusa e Aço	18.183	18.443	20.719	22.648	22.562	23.752	23.690
Ferro Ligas	302	574	430	481	517	499	613
Mineração e Pelotiz.	3.716	654	640	947	1.380	1.271	1.484
Não Ferr./ Out. Met.	9.538	9.880	10.206	10.988	17.065	14.687	15.967
Químico	15.417	16.054	16.347	16.010	18.391	17.852	18.411
Alimentos e Bebidas	31.190	28.447	29.724	49.133	62.434	86.475	96.980
Têxtil	6.057	4.975	5.225	4.994	5.010	4.180	4.919
Papel e Celulose	10.356	9.230	11.341	15.142	19.118	21.486	22.954
Cerâmica	5.647	4.597	4.621	5.299	6.690	7.441	8.316
Outros	19.474	16.656	18.842	21.100	21.884	27.010	30.360

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

Tabela 3.10 – Consumo energético final por tipo de energético no Estado de São Paulo, em 10<sup>9</sup> kcal, de 1980 a 2004

<b>ENERGÉTICOS</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Gás Natural	0	0	1.939	7.479	13.286	28.388	33.085
Carvão Vapor	856	2.432	1.548	1.032	364	296	324
Lenha	10.094	14.882	12.504	9.511	10.863	10.929	11.028
Outras Fontes Primárias	1.972	2.812	3.589	5.721	7.364	8.226	8.664
Gás de Coqueria	2.148	2.702	2.842	3.032	2.433	2.051	2.274
Coque de Carvão Mineral	8.984	10.095	12.041	13.027	10.633	12.952	11.841
Eletricidade	40.569	54.600	64.005	76.854	91.773	88.041	95.468
Carvão Vegetal	1.312	2.753	1.806	1.511	1.261	1.185	1.238
Álcool Etilico	6.082	14.974	22.169	26.240	16.903	14.790	18.454
Bagaço de Cana	28.270	47.110	50.896	58.055	56.544	77.950	92.122
Outras Secundárias	3.060	3.847	4.041	4.625	10.576	9.781	10.266
Derivados de Petróleo	161.425	123.971	146.191	179.756	212.334	192.289	248.486
Óleo Diesel	43.732	43.638	52.203	60.495	76.649	77.482	80.479
Óleo Combustível	67.970	37.793	41.008	41.477	42.639	28.689	27.373
Gasolina	31.348	21.267	25.224	37.963	45.768	39.933	40.104
Gás Liquefeito de Petróleo	10.369	12.441	14.894	16.986	22.494	19.756	19.877
Nafta	1.812	2.445	2.055	2.232	773	729	23546
Querosene	4.771	4.066	5.956	13.148	15.839	16.421	16.855
Gás Canalizado	971	1.314	1.251	325	4	0	0
Outras Secundárias. de Petróleo	452	1.007	3.600	7.130	8.168	9.279	10.266
<b>Total</b>	<b>264.772</b>	<b>280.178</b>	<b>323.571</b>	<b>386.843</b>	<b>434.334</b>	<b>446.878</b>	<b>503.264</b>

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

No consumo energético do setor industrial, destacaram-se, em 2004, os seguintes segmentos energo-intensivos: alimentos e bebidas, que consumiu 42,8% do total deste setor; ferro gusa e aço, responsável por 10,5% deste total; papel e celulose, com 10,1%; indústria química, com 8,11%; e metais não ferrosos e outros da metalurgia, com 7,1%. O consumo energético da indústria paulista como um todo cresceu, em média, 2,45% ao ano de 1980 a 2004. Dos segmentos industriais energo-intensivos citados, o consumo energético de dois deles cresceu acima deste valor médio; trata-se da indústria de alimentos e bebidas, cujo consumo cresceu 4,84% a.a. neste período, e a indústria de papel e celulose, cujo crescimento foi de 3,37% a.a.. Quatro outros segmentos energo-intensivos tiveram taxas médias de crescimento abaixo do da indústria como um todo: metais não ferrosos e outros da metalurgia 2,17% a.a., cerâmica 1,63%,

ferro gusa e aço 1,11% a.a. e indústria química 0,74% a.a. e três setores tiveram crescimento negativo: têxtil -0,86%, mineração e pelotização - 3,75% e cimento -3,80%.

O setor de transportes foi responsável por 31,14% do consumo final energético. O principal responsável pelo consumo energético total do setor de transportes no Estado de São Paulo em 2004, com uma participação de 83,6%, foi o setor rodoviário, seguido pelo transporte aéreo, com 11,9%, transporte hidroviário, com 4,5%, e transporte ferroviário, com 0,9%. As taxas médias de crescimento de seus consumos de energia no período 1980-2004 foram de 2,41% a.a., 6,47% a.a., 0,64% a.a. e -0,61% a.a., respectivamente.

O consumo de energia dos setores residencial e comercial cresceu, respectivamente, 2,61% a.a. e 3,70% a.a. neste período.

Na Tabela 3.9 há uma linha que corresponde à evolução do consumo final “não energético”, associado a produtos não energéticos do petróleo e da cana de açúcar. Estes produtos não estão representados na Tabela 3.10. Em 2004, os derivados de petróleo, no seu conjunto, foram responsáveis por 49,37% do consumo final energético total daquele ano, seguidos pela eletricidade, com 18,97% total, bagaço de cana, com 17,4%, gás natural, com 6,57%, álcool etílico, com 3,67%, coque de carvão mineral, com 2,35%, lenha, com 2,19%, além de outros energéticos com participações menores.

Os derivados de petróleo mais consumidos naquele ano foram o óleo diesel, com 32,39% do total desses derivados, a gasolina, com 16,14% do total, o óleo combustível, com 11,02%, o gás liquefeito de petróleo (GLP), com 8,00%, o querosene, com 6,78%, e outras fontes secundárias do petróleo, com 4,13%, entre os quais se destaca o coque de petróleo.

As maiores taxas de crescimento entre os derivados de petróleo no período 1980-2004 foram as das outras fontes secundárias do petróleo, com 13,90% a.a., querosene, com 5,40% a.a., GLP, com 2,75% a.a., óleo diesel, com 2,57% a.a. e gasolina, com 1,03% a.a.; os consumos de óleo combustível, nafta e gás canalizado derivado do petróleo diminuíram neste período. Entre os outros energéticos da Tabela 3.10, destaque-se o crescimento, no período, do gás natural - 22,46% a.a. entre 1990 e 2004 (em 1985 ainda não se consumia gás natural no Estado), outras fontes primárias - 6,36% a.a., outras secundárias - 5,17% a.a., bagaço de cana - 5,05% a.a., álcool etílico - 4,73% a.a. e eletricidade - 3,63% a.a..

### 3.6.2 Participação dos principais energéticos no consumo total dos setores da economia

Apresenta-se, nesta seção, a evolução histórica da participação relativa dos principais energéticos nos vários setores da economia. Esta participação relativa é uma das variáveis do modelo de desagregação setorial utilizado nesta tese para projetar a demanda energética setorial no Estado e na região da UGRH – PCJ.

Foram destacados, em cada setor, os três ou quatro principais energéticos e agregou-se os demais em uma categoria denominada “outros energéticos”.

Apresenta-se, a seguir, a evolução histórica da participação dos principais energéticos nos setores agropecuário, de transportes, industrial, comércio e serviços, e residencial.

No setor agropecuário paulista, os principais energéticos são o óleo diesel, a eletricidade e o óleo combustível, nesta ordem. A Figura 3.20 ilustra como variou a participação relativa destes três energéticos neste setor de 1980 a 2004. Observa-se, nesta figura, uma ligeira queda na participação relativa do óleo diesel na segunda metade da década de noventa, um pequeno aumento na participação relativa do óleo combustível nos últimos seis anos e um crescimento gradual e lento da participação da energia elétrica.

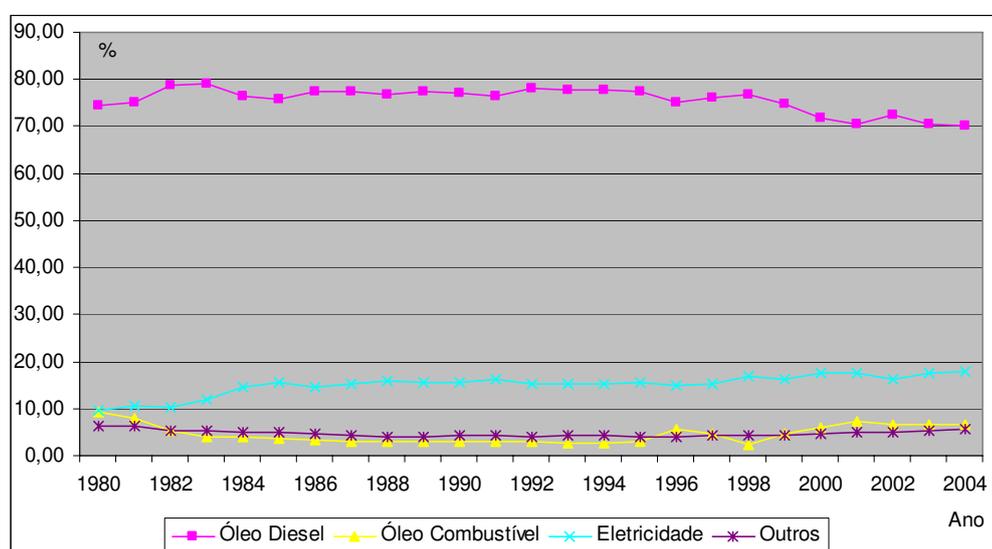


Figura 3.20 - Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor agropecuário do Estado de São Paulo

Os principais energéticos do setor de transportes são, em ordem de importância, o óleo diesel, a gasolina e o álcool etílico. Decidiu-se incluir entre os energéticos analisados de uma forma desagregada também a energia elétrica, apesar de sua baixa participação relativa no consumo energético total deste setor. A Figura 3.21 mostra a evolução histórica da participação relativa destes energéticos.

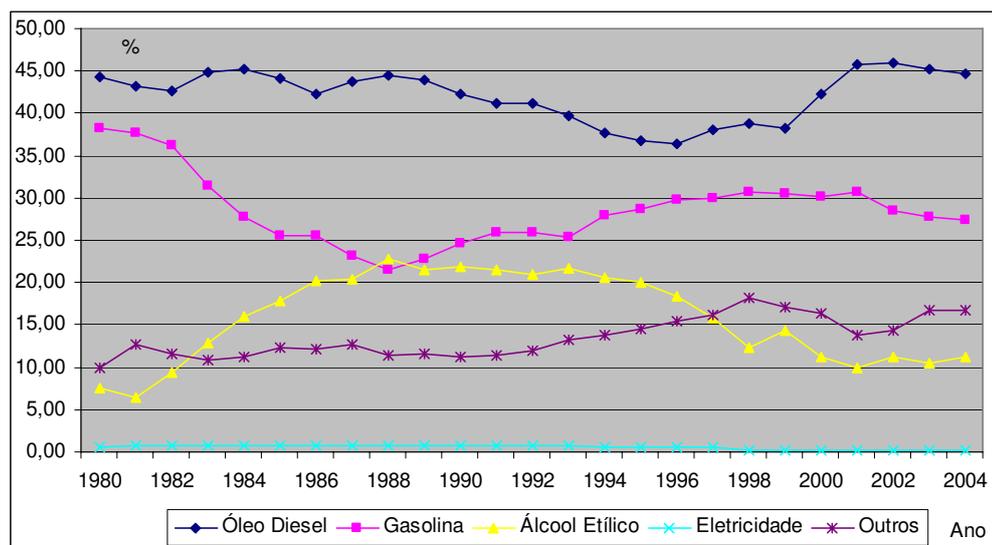


Figura 3.21 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor de transportes no Estado de São Paulo

Todas as participações relativas dos energéticos no setor de transportes, exceto a participação minúscula da eletricidade, variaram bastante no período analisado. A participação, majoritária, do óleo diesel caiu em boa parte da década de noventa, mas, no início da corrente década, recuperou a sua posição mais frequente no histórico considerado, correspondendo a uma participação em torno de 45%. A participação relativa da gasolina diminuiu rápida e continuamente de 1980 a 1988, recuperando parte destas perdas até 1996; deste ano até 2001 sua participação no consumo energético total do setor permaneceu em torno de 30%, diminuindo, a seguir, de 2002 a 2004. Durante a maior parte do período analisado, o comportamento da participação relativa do álcool etílico, o maior competidor da gasolina no Brasil, foi o oposto do da gasolina, como era de se esperar. A participação mais elevada do álcool etílico foi em 1988, em torno de 23% e a mais baixa foi em 1981, cerca de 6%. A queda da participação relativa do álcool durante a década de noventa parou em 2001, com uma participação relativa em torno de

10%, crescendo nos anos seguintes, por conta do consumo crescente de álcool nos carros “*flex fuel*”<sup>9</sup>. O consumo, crescente, de gás natural veicular, em táxis e automóveis particulares, está embutido na categoria “outros combustíveis”, na Figura 3.21, sendo o responsável pelo crescimento, de 2001 a 2004, da participação relativa do consumo desta categoria.

No setor industrial, os energéticos escolhidos para uma avaliação individualizada são o bagaço de cana, a eletricidade e o gás natural. Este setor, no entanto, consome um grande número de combustíveis e resíduos, ou sub-produtos, como o coque de petróleo, gás de coqueria, gás de alto forno, bagasso da cana, restos de cavacos de madeira e a lixívia negra. A categoria “outros combustíveis” é a que possui a maior participação relativa no consumo energético total deste setor em todo o horizonte analisado na Figura 3.22; esta participação, no entanto, caiu de cerca de 64% em 1980 para 35% em 2004. A participação do bagaço de cana permaneceu durante muitos anos em torno de 30%, aumentando, com oscilações, nos últimos nove anos, para valores próximos a 35%. A participação da energia elétrica tem variado muito pouco em torno do valor de 20%. O gás natural aumentou de uma forma bastante significativa a sua participação na matriz energética industrial paulista; partindo de valores insignificantes no fim da década de oitenta, ela chegou a um valor acima de 10% em 2004.

O energético dominante no setor de comércio e serviços é a energia elétrica, cuja participação relativa no consumo energético total do setor, segundo a Figura 3.23, aumentou durante a maior parte do período analisado, situando-se, em 2004, em torno de 84%. A participação relativa do GLP mudou muito no histórico disponível; nos últimos dois anos, esta participação foi da ordem de 6%, após uma certa estabilização em torno de 8%, durante a década de noventa e início da atual década. A participação do óleo diesel também variou muito, apresentando uma possível tendência, nos últimos anos, de estabilização em torno de 5%. A participação da categoria gases, que contempla atualmente só o gás natural, tem crescido paulatinamente, mas situou-se, ainda, em 2004, abaixo de 3%. A participação relativa da categoria “outros energéticos” caiu de cerca de 20% em 1980 para valores que se estabilizaram, desde 1995, em torno de 3%.

---

<sup>9</sup> Veículos que podem consumir gasolina, álcool, ou qualquer mistura destes combustíveis.

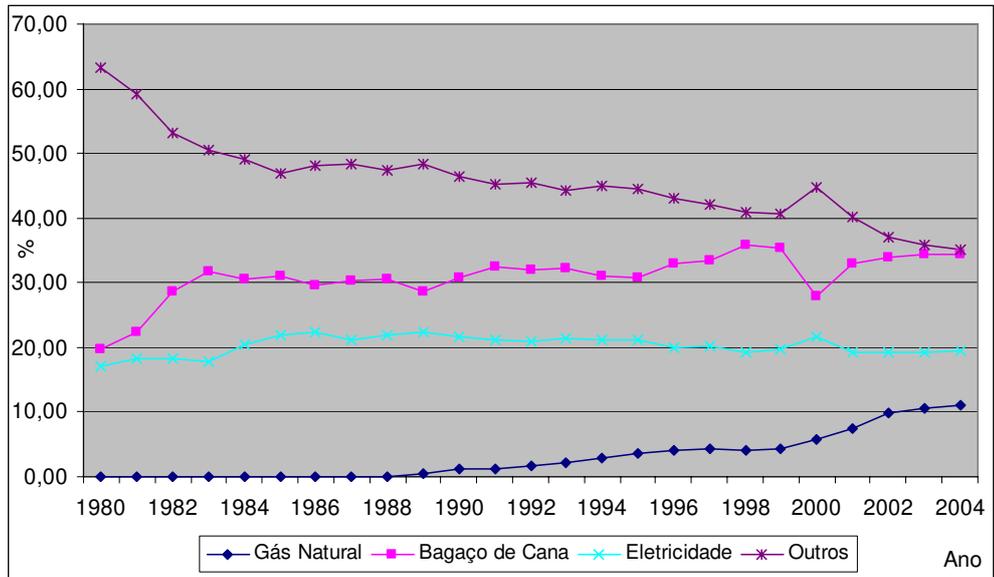


Figura 3.22 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor industrial no Estado de São Paulo

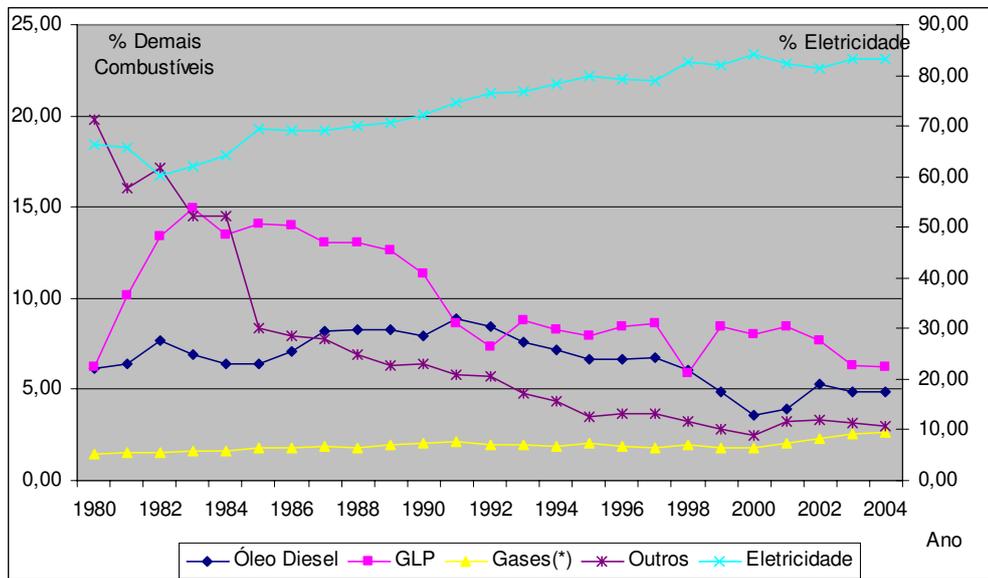


Figura 3.23 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor de comércio e serviços no Estado de São Paulo

O energético dominante no setor residencial é a energia elétrica, cuja participação no consumo energético total do setor aumentou, desde 1980, atingindo cerca de 55% em 2000, caindo em seguida, por conta do racionamento de 2001, para um valor em torno de 49% em 2002 e voltando a crescer em 2003 e 2004 (Figura 3.24). O consumo de GLP é o segundo maior neste setor; sua participação relativa oscilou entre 35 e 40% durante todo o histórico analisado. A participação relativa da lenha caiu continuamente de 1980 a 2000, atingindo um mínimo de 7,5% em 2000, e subindo, a seguir, em função da queda da participação relativa da eletricidade, para cerca de 9% em 2002; nos dois anos seguintes esta participação caiu um pouco, atingindo cerca de 8% em 2004. A participação relativa do consumo do gás natural neste setor cresceu ligeiramente, mas permanece, em 2004, um pouco acima de 2%. A participação da categoria “outros energéticos” tem sido praticamente desprezível no setor.

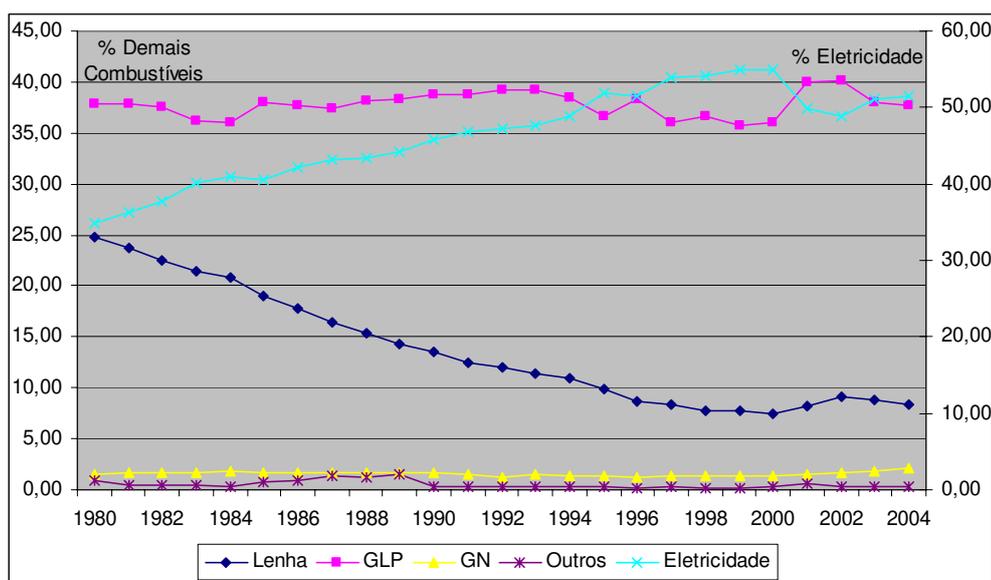


Figura 3.24 – Evolução, de 1980 a 2002, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total do setor residencial no Estado de São Paulo

A análise retrospectiva realizada nesta seção, para estes cinco grandes setores da economia paulista, baliza as hipóteses de evolução futura das participações dos principais energéticos no consumo energético total destes setores, na montagem dos cenários alternativos de

desenvolvimento, no capítulo 7 da tese. Associados, então, a cada um destes cenários, há as projeções da demanda energética setorial, apresentadas no capítulo 8.

A fim de ilustrar, nos capítulos 7 e 8, a aplicação do método de projeção da demanda energética adotado nesta tese, o método da desagregação estrutural da demanda, em um segmento industrial energo-intensivo, escolheu-se o setor de papel e celulose para esta finalidade e se apresenta, a seguir, uma breve análise retrospectiva sobre a evolução da participação relativa dos principais energéticos – lixívia, óleo combustível e eletricidade - no consumo energético total deste segmento (Figura 3.25).

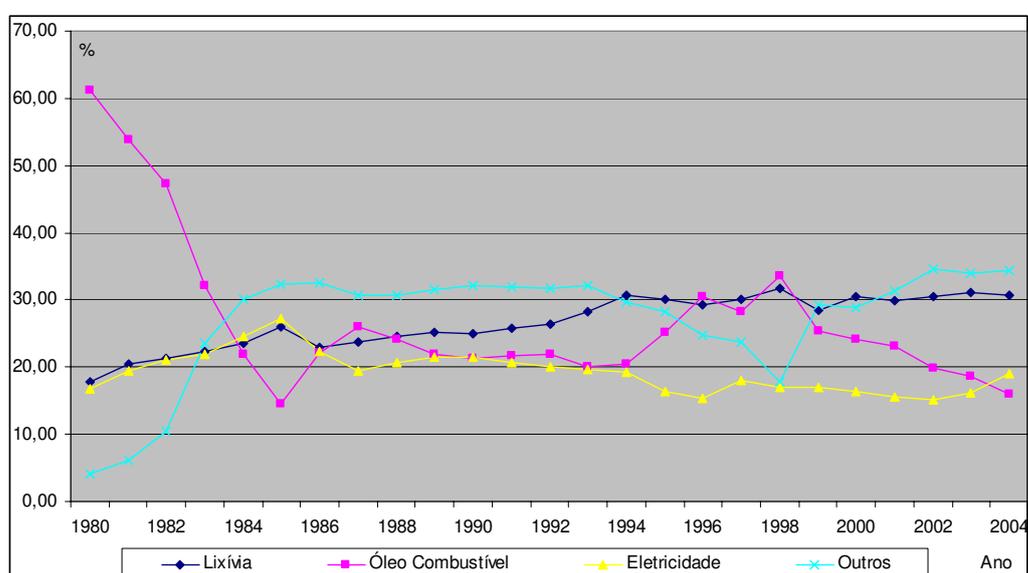


Figura 3.25 – Evolução, de 1980 a 2004, da participação relativa dos principais energéticos no consumo total da indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo

Dos três energéticos escolhidos para uma avaliação individual neste setor, a lixívia é o que possui consumo mais elevado; sua participação cresceu até 1994, estabilizando-se, em seguida, em torno de 30%. A energia elétrica vem em seguida; sua participação variou pouco, de 1987 a 1994, em torno de 20%, caindo, depois, para valores pouco acima de 15% e crescendo, novamente, nos dois últimos anos do histórico, para quase 20% em 2004. A participação do óleo combustível caiu abruptamente de cerca de 61% em 1980 para um valor em torno de 15% em 1985, por conta do programa Conserve, de substituição de derivados de petróleo, envolvendo um

protocolo entre a Associação dos Fabricantes de Papel e Celulose e o Ministério de Ciência e Tecnologia, vigente naquela época. De 1985 até 2004 esta participação relativa oscilou bastante; de 1998 em diante a tendência foi de queda, atingindo cerca de 16% em 2004. Os “outros energéticos” deste setor contemplam a lenha e os resíduos da madeira, como cavacos e cascas de árvores, cujos consumos relativos são elevados. A participação relativa do consumo desta categoria aumentou muito até 1985, substituindo o óleo combustível, conforme previsto no protocolo do programa Conserve, referido acima. A partir deste ano, a participação relativa desta categoria tem flutuado, refletindo a competição com o óleo combustível, situando-se, boa parte do tempo, um pouco acima de 30%; em 2002/2003/2004 sua participação situou-se em torno de 34%.

As tabelas correspondentes às Figuras 3.20 a 3.25 encontram-se no Anexo A.

### **3.6.3 Oferta de energia**

Nesta seção se aborda, inicialmente, a evolução da oferta de energia primária no Estado e a sua importância relativa, em 2004, frente à oferta nacional. Em seguida, são apresentadas e comentadas estatísticas sobre a evolução da capacidade de produção dos principais centros de conversão de energia primária em secundária no Estado e da sua produção efetiva, além do seu peso relativo no País. A seção se encerra com uma análise da oferta interna de energia no Estado.

Segundo informações compiladas pela Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo sobre a produção de energia primária, o Estado foi responsável por 54,1% dos produtos da cana de açúcar ofertados pelo País em 2004. A participação do Estado na produção nacional de energia hidráulica naquele ano também foi substancial: 21,4%. Por outro lado, as parcelas das produções de gás natural e lenha no Estado foram pequenas – 6,3% e 4,4%, respectivamente, enquanto que as produções locais de petróleo e carvão mineral foram nulas em 2004.

A Tabela 3.11 mostra a evolução, de 1980 a 2004, da produção de energia primária no Estado, que apresentou uma taxa média de crescimento de 3,81% a.a.. Em 1980, 100% da energia primária produzida no Estado era renovável, 52,53% na forma de produtos da cana de açúcar, 37,43% era energia hidráulica, 7,85% lenha e 2,19% outras fontes primárias renováveis. Em 2004, a participação da cana de açúcar e de outras fontes renováveis aumentou para 71,69% e

4,98%, respectivamente, enquanto que as parcelas de mercado da energia hidráulica e da lenha diminuíram, respectivamente, para 20,09% e 3,25%. Em termos absolutos, as produções das outras fontes primárias renováveis, da cana de açúcar e da energia hidráulica aumentaram 7,41% a.a., 5,16% a.a. e 3,81% a.a., respectivamente, de 1980 a 2004.

Tabela 3.11 – Produção de fontes primárias de energia no Estado de São Paulo, em 10<sup>9</sup> kcal, de 1980 a 2004

<b>Energéticos</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Energia prim. renovável	120.219	181.559	181.911	212.283	217.586	274.079	294.596
Energia hidráulica	44.993	51.721	45.477	54.828	59.269	60.367	59.172
Lenha	9.433	14.064	11.354	8.390	9.371	9.436	9.567
Cana-de-açúcar	63.157	111.584	119.812	139.473	135.951	190.344	211.194
Outras prim. renov.	2.636	4.190	5.268	9.592	12.995	13.932	14.663

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

De acordo com o Balanço Energético Nacional de 2005, da capacidade de geração de energia elétrica instalada no Brasil em 2004, 16,0% localizava-se no Estado de São Paulo. Dos 90.732 MW de capacidade instalada, sendo 84.108 MW de centrais de serviço público e 6.625 MW de usinas de autoprodutores instalados no País, 10.607 MW (38,4%) e 2.448 MW (12,8%), respectivamente, estavam situados no Estado, evidenciando a forte presença local dos autoprodutores. A capacidade de autoprodução de eletricidade no Estado em 2004 estava distribuída entre os seguintes principais segmentos econômicos, em ordem decrescente de participação, no Estado: açúcar e álcool – 49,2%, alumínio – 17,3%, papel e celulose – 14,8%, indústria química – 5,2% e setor energético – 5,1%. Dos 10.286 MW de centrais de serviço público e dos 2.386 MW de centrais de autoprodutores instalados no Estado, 5,3% e 80,9% correspondiam a usinas termelétricas, respectivamente, indicando o caráter dominante desta tecnologia entre os autoprodutores, sobretudo na forma de plantas de cogeração, e o seu papel ainda pequeno entre as centrais de serviço público no Estado. Estas últimas foram responsáveis por 10,6 % da eletricidade produzida por este tipo de central em 2004 no País.

A Tabela 3.12 indica a evolução da produção - em centrais de serviço público e em centrais de autoprodutores, importação, exportação e perdas na distribuição e armazenamento de energia elétrica no Estado de São Paulo, no período de 1980 a 2004. Pode-se observar, nesta tabela, que:

- (i) A produção em centrais de autoprodutores cresceu muito mais – 5,48% a.a., ao longo deste período, do que a geração nas centrais de serviço público – 1,23% a.a. instaladas no Estado;
- (ii) As exportações de eletricidade do Estado tem oscilado, sem um padrão definido; e as importações de energia elétrica cresceram, em média, 20,51% a.a. no período considerado.

Tabela 3.12 – Oferta bruta de eletricidade no Estado de São Paulo, em GWh, de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Produção	53.835	61.131	54.736	66.704	75.340	77.827	78.797
Cent. elét. de serv. público	50.925	58.438	51.176	62.015	68.836	68.818	68.316
Centr. elét. de autoprod.	2.910	2.693	3.560	4.689	6.504	9.009	10.481
Importação	535	15.645	25.953	38.202	43.973	39.802	47.044
Exportação	-1.044	-4.406	-85	-842	-291	-687	-829
Perdas na distribuição	-6.151	-8.884	-6.183	-8.940	-12.308	-11.684	-14.001
Oferta bruta	47.175	63.486	74.421	89.365	106.714	105.258	111.011

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

A capacidade de refino de petróleo instalada no Estado de São Paulo em 2004 era de 133.500 m<sup>3</sup>/dia, ou 839.600 barris/dia, o que correspondia a 41,1% da capacidade de refino instalada no Brasil. Já as plantas de gás natural instaladas no Estado naquele ano tinham uma capacidade de 2.400.000 m<sup>3</sup>/dia, representando só 6,2% da capacidade destas plantas instaladas no País.

A Tabela 3.13 permite constatar que a quantidade de petróleo refinada no Estado de São Paulo cresceu, em média, 2,24% a.a. entre 1980 e 2004. Esta tabela também ilustra o forte processo de substituição entre o petróleo importado e o nacional, proveniente sobretudo da Bacia de Campos, no Estado do Rio de Janeiro, nas décadas de 1980 e 1990.

Tabela 3.13 – Petróleo refinado no Estado de São Paulo, em  $10^3 \text{ m}^3$ , de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Importação	21.055	10.383	10.134	9.237	5.626	5.207	9.081
Importação estadual	5.822	16.488	20.276	25.715	37.276	36.268	36.680
Oferta bruta	26.877	26.871	30.410	34.952	42.902	41.475	45.761
Total da transformação	26.877	26.871	30.410	34.952	42.902	41.475	45.761

Obs.: O total da transformação do petróleo inclui reprocessamento de cargas provenientes de refinarias de outros Estados

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

A evolução da produção, da importação estadual, das perdas na distribuição e no armazenamento e da oferta bruta de gás natural no Estado de São no período de 1980 a 2004 está representada na Tabela 3.14. Verifica-se, nesta tabela, o forte aumento da sua importação estadual – 21,10% a.a., em média, de 1990 a 2004.

Tabela 3.14 - Oferta bruta de gás natural , em  $10^6 \text{ m}^3$ , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004

	1990	1995	2000	2003	2004
Produção	0	561	324	388	383
Importação Estadual	255	386	1.361	3.128	3.720
Perdas na Distr. e Arm.	-16	-25	-47	-16	-24
Oferta Bruta	239	922	1.638	3.500	4.079

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

São Paulo é o Estado maior produtor de álcool no País, exportando para os outros Estados e, eventualmente, quando surgem oportunidades, para o exterior. A produção e a exportação de álcool anidro no Estado cresceram, em média, 5,3% a.a. e 5,2% a.a., respectivamente, de 1980 a 2004, conforme indicado na Tabela 3.15. As estatísticas correspondentes para o álcool hidratado, obtidas a partir dos dados da Tabela 3.16, indicam que a produção e a exportação são de 5,43% a.a. e 5,09% a.a., respectivamente. Estas taxas de crescimento indicam claramente uma preferência dos produtores paulistas pela produção e exportação de álcool anidro, devido à maior

lucratividade média propiciada por este tipo de álcool, que é misturado à gasolina em proporções definidas periodicamente pelo governo federal.

Tabela 3.15 – Oferta bruta de álcool anidro, em  $10^3 \text{ m}^3$ , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Produção	1.542	2.496	941	2.248	3.566	5.934	5.321
Exportação	-1.063	-963	-381	-1.116	-1.918	-4.220	-3.592
Var. Estoques + Perdas	516	-730	-71	245	-109	-117	-127
Oferta Bruta	995	803	489	1.377	1.539	1.597	1.602

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

Tabela 3.16 – Oferta bruta de álcool hidratado, em  $10^3 \text{ m}^3$ , no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Produção	1.064	5.151	6.977	5.875	2.890	2.872	3.783
Exportação	-456	-2.117	-2.479	-1.339	-806	-1.342	-1.501
Var. Estoques + Perdas	-255	-296	-181	-190	-172	-122	-133
Oferta Bruta	353	2.738	4.317	4.346	1.912	1.408	2.149

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

A indústria sucro-alcooleira paulista utiliza equipamentos de cogeração consumindo bagaço de cana há várias décadas, mas foi só nas duas últimas é que ela buscou, em um primeiro momento, a auto-suficiência em energia elétrica, e, em um segundo momento, a venda de excedentes significativos deste energético, nas usinas mais eficientes, para a rede pública. Este comportamento pode ser ilustrado pelos dados da Tabela 3.17, através dos quais se verifica que a oferta bruta de bagaço de cana cresceu, em média, 4,97% a.a. entre 1980 e 2004, enquanto que a transformação do bagaço em eletricidade nas plantas de cogeração cresceu 6,63% neste mesmo período. As perdas na distribuição e armazenamento do bagaço só aumentaram 4,42% a.a. neste período, indicando melhorias no aproveitamento deste resíduo, fundamental na competitividade desta indústria.

Tabela 3.17 – Oferta bruta e transformação de bagaço de cana, em 10<sup>3</sup> t, no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Produção	18.587	30.683	33.161	38.024	37.064	50.856	58.729
Perdas Distr. e Armaz.	-2.080	-3.123	-3.316	-3.802	-3.706	-5.086	-5.873
Oferta Bruta	16.507	27.560	29.845	34.222	33.358	45.770	52.856
Transformação (*)	217	386	496	670	653	914	1014

(\*) Geração de energia elétrica nas destilarias de álcool

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

Com o auxílio dos dados da Tabela 3.18 verifica-se que a oferta interna de energia no Estado de São Paulo aumentou, em média, 2,72% a.a. entre 1980 e 2004. A participação dos principais energéticos nesta oferta mudou bastante entre estes dois anos. Em 1980, 64% da oferta eram constituídos por fontes não renováveis de energia: 59,9% de petróleo e derivados e 4,1% de carvão mineral e derivados; os 36% de fontes renováveis eram compostos por 17,4% de cana de açúcar, 13,6% de energia hidráulica e eletricidade, 3,5% por lenha e carvão vegetal e 1,5% por outras fontes primárias renováveis. Já em 2004, a fração das fontes não renováveis de energia decresceu para 49,55%, o petróleo e seus derivados só respondendo por 41,85% do total, o gás natural ocupando 5,34% e o carvão mineral o restante – 3,27%; a parcela das fontes renováveis aumentou para 49,55%, distribuída da seguinte maneira: cana de açúcar – 29,63%, energia hidráulica e eletricidade – 15,89%, lenha e carvão vegetal – 2,06% e outras fontes primárias renováveis – 1,99%.

Tabela 3.18 – Oferta interna de energia, em 10<sup>9</sup> kcal, no Estado de São Paulo, de 1980 a 2004

<b>ENERGÉTICOS</b>	<b>1980</b>	<b>1985</b>	<b>1990</b>	<b>1995</b>	<b>2000</b>	<b>2003</b>	<b>2004</b>
Energia Não Renovável	210.417	173.969	206.686	254.733	302.742	289.344	314.592
Petróleo e Derivados	196.304	157.110	186.561	227.391	273.841	241.718	260.937
Gás Natural	0	0	2.068	7.681	13.667	28.519	33.280
Carvão Mineral e Deriv.	14.113	16.859	18.057	19.661	15.234	19.108	20.375
Energia Renovável	117.072	176.950	192.495	231.436	241.831	280.151	308.921
Hidráulica e Eletricidade	44.555	61.387	67.724	82.005	96.836	94.006	98.917
Lenha e Carvão Vegetal	11.638	18.414	14.949	11.651	12.683	12.697	12.850
Cana de Açúcar	57.094	91.774	105.164	128.188	121.413	161.603	184.719
Out. Fon. Prim. Renov.	3.785	5.375	4.658	9.592	10.899	11.845	12.435
<b>Total</b>	<b>327.489</b>	<b>350.919</b>	<b>399.181</b>	<b>486.169</b>	<b>544.573</b>	<b>569.495</b>	<b>623.513</b>

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

### 3.6.4 Dependência energética do Estado

O Estado de São Paulo tem sido dependente, desde a década de 1980, da importação, de outros Estados e do exterior, de fontes primárias de energia, sobretudo petróleo e gás natural; segundo os dados da Tabela 3.19, esta dependência aumentou de 32% em 1980 para 60,4% em 2004. Observe-se, no entanto, uma diminuição desta dependência nos últimos anos, graças ao aumento da produção estadual de gás natural.

Por outro lado, o Estado produz excedentes de energia secundária em suas unidades de conversão, destacando-se os derivados de petróleo e o álcool. A porcentagem destes excedentes aumentou, de acordo com a Tabela 3.19, de 14,8% em 1980 para 23,1,4% em 2004.

O resultado líquido destas duas tendências tem sido positivo, já que o Estado aumentou o seu nível de suficiência energética total de 36,7% em 1980 para 47,78% em 2004, conforme indicado na Tabela 3.19.

Tabela 3.19 - Suficiência energética total, dependência de energia primária e excedentes de energia secundária do Estado de São Paulo, em 10<sup>9</sup> kcal e %, de 1980 a 2004

	1980	1985	1990	1995	2000	2003	2004
Suficiência Total							
10 <sup>9</sup> kcal	120.219	181.559	181.911	216.833	220.214	277.226	297.703
%	36,7	51,5	45,6	44,6	40,4	48,7	47,7
Dependência En. Prim.							
10 <sup>9</sup> kcal	253.317	254.978	289.936	332.169	406.284	406.708	454.036
%	32	41,8	61,5	64,8	64,8	59,3	60,4
Excedente En. Sec.							
10 <sup>9</sup> kcal	44.684	83.019	68.372	65.289	79.259	112.366	127.601
%	14,8	26,3	19,4	15,1	15,9	21,8	23,1

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

### 3.6.5 Reservas e potenciais energéticos

Segundo o Balanço Energético Nacional de 2004 (BEN – 2004), em 2003 o Estado de São Paulo tinha reservas medidas pouco expressivas de petróleo,  $1,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , e de gás natural,  $3.508 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , correspondendo a 0,06% e 1,4% das reservas nacionais, respectivamente. Em 2004, no entanto, a Petrobrás descobriu novas reservas de gás natural, no montante de 419 bilhões de  $\text{m}^3$ , a maior parte na Bacia de Santos, no Estado de São Paulo, elevando as reservas atuais do Brasil para cerca de 750 bilhões de  $\text{m}^3$  (Pereira, 2004). Em função destas novas descobertas, o Balanço Energético Nacional de 2005 (BEN – 2005) indica que, em 2004, o Estado passou a possuir reservas medidas de petróleo e de gás natural de  $6,0 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  e  $78.471 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ , correspondendo a 0,35% e 24,06% das reservas nacionais, respectivamente.

De acordo com registros do Sistema de Potencial Hidrelétrico Brasileiro – SIPOT, reproduzidos pelo BEN – 2005, do potencial total do País, de 259.668 MW, 5,9%, ou seja, 15.317 MW situam-se no Estado de São Paulo. Do potencial paulista, 66,5% já era explorado em 2004 por usinas em operação e 0,6% correspondia a usinas em construção; o potencial remanescente está associado a possíveis novas usinas, essencialmente de pequeno e médio porte.

### **3.6.6 Principais instituições governamentais e empresas do setor energético paulista**

No início da década de 1980, início, também, do período de 25 anos analisado neste trabalho, havia, em São Paulo, o Conselho Estadual de Energia, composto por secretários de Estado, representantes da indústria, dos sindicatos, da Assembléia Legislativa e da comunidade técnico-científica, que era um colegiado responsável por propor, ao governo do Estado, políticas públicas na área de energia e realizar exercícios de planejamento energético (Bajay, 1989). Não existia, ainda, nesta época, uma Secretaria de Energia. Por conta de divergências políticas no governo do Estado, o Conselho teve uma existência curta.

As principais empresas do setor elétrico paulista naquela época eram controladas pelo governo do Estado: a Companhia Energética de São Paulo – CESP, a Eletricidade de São Paulo – ELETROPAULO e a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL. Tratava-se de empresas verticalmente integradas. As três geravam e distribuíam energia elétrica, mas a maior parte da geração ocorria na CESP. A CESP e a Eletropaulo tinham linhas de transmissão, com predominância da primeira.

O governo do Estado também detinha o controle da Companhia de Gás de São Paulo – COMGAS, que, na época, produzia e distribuía gás canalizado obtido a partir da nafta. Sua rede de distribuição restringia-se a uma pequena parte da região metropolitana de São Paulo. No fim da década de 1980, ela passou a receber gás natural produzido na Bacia da Campos, no Estado do Rio de Janeiro.

Na década de 1980 o Estado de São Paulo já exportava derivados de petróleo e etanol para outros Estados e, eventualmente, para o exterior. Nesta época ainda havia o monopólio legal da Petrobrás na produção, importação, transporte e processamento de petróleo e gás natural. A produção de álcool combustível, por outro lado, ocorria em inúmeras destilarias anexas e autônomas espalhadas por todo o Estado, mas com uma forte concentração nas regiões de Ribeirão Preto e Piracicaba. No setor sucro-alcooleiro paulista se destacava a atuação da Cooperativa Central dos Produtores de Açúcar e Álcool do Estado de São Paulo – Copersucar, tanto no volume de produção de álcool no Estado, como no desenvolvimento tecnológico do setor, através de seu Centro de Tecnologia Canavieira – CTC. Já nesta época, as maiores usinas e, sobretudo, as mais eficientes, se localizavam no Estado (Bajay, 1989).

Atuando no “lado da demanda”, havia a Agência para a Aplicação de Energia – AAE e o Departamento de Energia da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo – FIESP.

A Agência para Aplicação de Energia realizou um bom trabalho de divulgação de técnicas de conservação e substituição de energia nos vários setores de consumo. Destaque-se, também, um importante esforço de levantamento de dados de consumo energético por usos finais e rendimentos de conversão nestes usos (Bajay, 1989). As atividades da Agência eram custeadas pelas empresas energéticas do governo paulista, recebendo, também, eventuais aportes de recursos do governo federal destinados a programas de conservação de energia.

A FIESP, através de seu Departamento de Energia, tem tido, desde a década de 1980, uma marcante atuação na discussão de problemas energéticos e na defesa dos interesses dos consumidores industriais no Estado. As suas posições têm encontrado uma forte penetração junto aos governos estadual e federal (Bajay, 1989).

Em meados da década de 1990, o governo do Estado de São Paulo decidiu privatizar suas companhias energéticas, mantendo sob controle estatal só a atividade de transmissão de energia elétrica (Carra, 2003), e criar uma agência estadual para regulá-las (Bajay *et alii*, 1996). No caso da distribuição de gás canalizado, a decisão foi privatizar a Comgás, após restringir a sua área de concessão às regiões onde já atuava na época – Região Metropolitana de São Paulo e Vale do Paraíba, mais a Região Metropolitana de Campinas, e leiloar o direito de exploração das áreas de concessão Noroeste e Sul do Estado, onde, tal qual na Região de Campinas, não havia ainda nenhuma rede de distribuição instalada.

Em julho de 1996 foi sancionada a Lei Estadual nº 9.361, aprovando o Programa Estadual de Desestatização (PED), que dispunha sobre a reestruturação societária e patrimonial do setor energético.

Em outubro de 1997 foi aprovada a Lei Complementar nº 833/97, criando a Comissão de Serviços Públicos de Energia – CSPE, como autarquia estadual especial. Como a Constituição Federal define os governos estaduais como poder concedente para as atividades de distribuição e comercialização de gás canalizado, a CSPE atua como tal, representando o governo, e regula estas atividades no Estado. A mesma constituição, por outro lado, estabelece a União como poder concedente para todas as atividades do setor elétrico. A lei federal que criou a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, no entanto, permite que esta agência, através de convênios,

descentralize suas atividades e repasse tarefas de regulação e, sobretudo, de fiscalização, para agências estaduais. Por conta desta possibilidade, a CSPE foi uma das primeiras agências estaduais a firmar tal convênio com a ANEEL.

Em novembro de 1997 foi leiloada a primeira das empresas energéticas do governo do Estado, a CPFL, que foi adquirida pelo consórcio VBC, formado pelas empresas brasileiras Votorantim, Bradesco e Camargo Correa.

Em dezembro de 1997 foi realizada a cisão da Eletricidade de São Paulo S.A. – ELETROPAULO em quatro empresas: Empresa Paulista de Transmissão de Energia S.A. – EPTE, Empresa Metropolitana de Águas e Energia S.A. – EMAE, Empresa Bandeirante de Energia S.A. – EBE e Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo S.A., a primeira atuando exclusivamente na transmissão de eletricidade, a segunda na geração e as duas últimas na distribuição.

Em janeiro de 1998 foi aprovada a criação da Elektro Eletricidade e Serviços S.A. pela Assembléia Geral de Acionistas da CESP, como subsidiária desta. A Elektro agregou todos os ativos de distribuição da CESP.

Em abril, julho e setembro de 1998 foram leiloadas, respectivamente, a Eletropaulo Metropolitana de Eletricidade de São Paulo S.A., a Elektro Eletricidade e Serviços S.A. e a Empresa Bandeirante de Energia S.A.. A primeira delas foi adquirida pela empresa americana AES, a segunda pela ENRON, uma outra companhia americana, e a terceira por um consórcio formado entre a EDP, de Portugal, e o grupo brasileiro VBC.

Em março de 1999 foi assinado o Decreto Estadual nº 43.889, aprovando o regulamento de concessão e permissão da prestação de serviço de distribuição de gás canalizado.

Ainda em março de 1999 foi aprovada, em Assembléia de Acionistas, a cisão da CESP em quatro empresas: Companhia de Transmissão de Energia Elétrica – CTEEP, Companhia de Geração de Energia Elétrica Paranapanema, Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê e Companhia Energética de São Paulo – CESP.

Em abril, julho e outubro de 1999 foram leiloadas a Companhia de Gás de São Paulo – COMGÁS, a Companhia de Geração de Energia Elétrica Paranapanema e a Companhia de Geração de Energia Elétrica Tietê, respectivamente. A primeira delas passou a ser controlada pela

empresa britânica British Gás, a segunda pela empresa norte americana Duke Power e a terceira pela AES; as duas últimas tiveram o seu nome alterado para Duke Energy e AES Tietê, respectivamente.

O governo do Estado não conseguiu privatizar a CESP, por falta de interessados, por conta da elevada dívida associada à construção da usina de Porto Primavera, e a EMAE, em virtude do contencioso ambiental referente à proibição de bombeamento das poluídas águas do Rio Pinheiros na represa Billings e posterior utilização na usina hidrelétrica Henry Borden, em Cubatão, a maior central da empresa.

Em novembro de 1999 e março de 2000 foram leiloados os direitos de exploração das áreas de concessão Noroeste e Sul de distribuição de gás canalizado, que foram adquiridos pelo grupo italiano ENI, formando a Gás Brasileiro, e pelo grupo espanhol Gás Natural, que criou a Gás Natural Sul, respectivamente.

Mais recentemente, houve uma fusão entre as duas empresas de transmissão de eletricidade do governo paulista, a CTEEP e a EPTE, mantendo-se, para a empresa resultante, a denominação da primeira delas, e uma cisão da Empresa Bandeirante de Energia S.A. em duas: uma delas manteve o nome e ficou sob controle único da EDP e a outra passou a se denominar Companhia Piratininga de Força e Luz - CPFL<sub>Piratininga</sub>, sob controle da ex-sócia da EDP, a CPFL.

Resumindo, o governo do Estado de São Paulo, através da Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento (resultado da fusão recente da Secretaria de Energia com a Secretaria de Recursos Hídricos e Saneamento), ainda controla a CESP, a EMAE e a CTEEP. A secretaria também tem como órgãos vinculados a ela a CSPE e o Departamento Estadual de Água.

A capacidade de geração de energia elétrica no Estado em 2004, em termos de empresas concessionárias de serviço público, estava distribuída entre as empresas do seguinte modo, em ordem decrescente de capacidade: CESP – 7.455 MW, AES Tietê – 2.651 MW, Duke Energy – 2.306 MW, EMAE – 1.597 MW, CPFL – 155 MW e outras empresas – 151 MW (Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, 2005).

A Petrobrás não mais detém o monopólio legal das atividades da cadeia do petróleo, mas ainda exerce um poder de mercado de tal magnitude que, a maioria dos potenciais concorrentes tem preferido se associar a ela, do que competir com ela. A empresa tem quatro refinarias no Estado de São Paulo, com as seguintes capacidades instaladas em 2004: REPLAN – 56.000

m<sup>3</sup>/dia, REVAP – 40.000 m<sup>3</sup>/dia, RPBC – 27.000 m<sup>3</sup>/dia e RECAP – 8.500 m<sup>3</sup>/dia (Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, 2005).

Conforme se pode constatar pelas estatísticas apresentadas nas seções anteriores, o setor sucro-alcooleiro continua crescendo no Estado, mais por conta de ampliações e modernizações de usinas e destilarias existentes do que pela criação de novas unidades produtoras. A Copersucar continua importante no Estado, embora tenha perdido alguns de seus membros. O CTC passou a ser financiado também por usinas não cooperadas. Criou-se, no fim da década de 1990, a União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo - UNICA, que é hoje o principal instrumento de *lobby* dos interesses deste setor no Estado, além de um importante depósito de estatísticas setoriais.

Com a privatização da maior parte das empresas energéticas do governo do Estado, principais financiadoras das atividades da Agência para a Aplicação de Energia, ela foi extinta, no fim da década de 1990.

A FIESP continua atuante na discussão dos problemas energéticos do Estado e na defesa dos interesses de seus associados, só que, agora, através de seu Departamento de Infra-Estrutura, que absorveu o antigo Departamento de Energia.

A Lei nº 11.248, de 04/11/2002, criou o Conselho Estadual de Política Energética – CEPE, integrado à Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo. À CEPE, regulamentada pelo Decreto Estadual nº 47.907, de 24/06/2003, cabe assessorar o Poder Executivo na formulação das diretrizes e políticas de energia do Estado de São Paulo. O Conselho é integrado pelo Secretário de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento, que o preside; Secretário-Chefe da Casa Civil, como Vice-Presidente; Secretário de Agricultura e Abastecimento; Secretário da Ciência, Tecnologia, Desenvolvimento Econômico e Turismo; Secretário de Economia e Planejamento; Secretário do Meio Ambiente; representante da Assembléia Legislativa; representante da Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; representante da Federação do Comércio do Estado de São Paulo; representante da Federação de Agricultura do Estado de São Paulo; representante das Universidades Públicas do Estado, especialista no campo de energia; representante dos institutos de pesquisa; e até cinco membros, de notório saber, experiência ou representatividade no campo da energia e que não tenham vínculos com as empresas concessionárias de energia.

Apesar de ter sido criado por lei estadual em novembro de 2002 e regulamentado por um decreto de junho de 2003, o Conselho não foi implementado até o fim de 2005. É desejável que a sua instalação ocorra o mais rápido possível, já que o Conselho pode ser um foro privilegiado de discussões sobre possíveis novas políticas energéticas para o Estado e realização de exercícios de planejamento para testar os impactos destas políticas, além de servir como um canal permanente de comunicação, para as questões energéticas, entre as principais secretarias do governo estadual, assembléia legislativa, federações da indústria, comércio e agricultura, e especialistas na área de energia, incluindo representantes das universidades e institutos de pesquisa do Estado que tenham destaque nesta área.

### **3.7 Intensidade energética total**

A intensidade energética total, ou seja, o quociente entre o consumo energético total e o valor adicionado de um determinado setor da economia, é uma das variáveis utilizadas na metodologia de desagregação da demanda para se projetar, nesta tese, as demandas de energéticos deste setor.

Analisa-se, nesta seção, o comportamento desta grandeza, para o histórico de dados disponível, nos cinco grandes setores da economia, assim como nos segmentos que compõem a indústria de transformação no Estado.

#### **3.7.1 Intensidade energéticas totais nos grandes setores da economia**

Os grandes setores da economia paulista considerados nesta tese são o industrial, comércio e serviços, transportes, agropecuário e residencial. Para cada um deles, calculou-se a intensidade energética total para a série histórica disponível, utilizando os dados de consumo energético total do balanço energético do Estado de São Paulo de 2005 e os dados de VA levantados pelo IBGE para estes setores no Estado. No caso do setor residencial, que não possui Valor Adicionado, já que não é um setor produtivo, utilizou-se o PIB estadual no denominador. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 3.20. Os valores desta tabela oscilam muito ao longo do tempo, como é usual ocorrer com esta grandeza, para todos os setores. Pode-se observar, no entanto, tendências

de decréscimo desta grandeza nos setores agropecuário e de transportes e de crescimento nos setores industrial, comércio/serviços e residencial.

Tabela 3.20 – Intensidades energéticas totais, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, por setor da economia.

ANO	SETOR AGROPECUÁRIO	SETOR DE TRANSPORTES	SETOR INDUSTRIAL	SETOR DE COMÉRCIO E SERVIÇOS	SETOR RESIDENCIAL
1985	0,394	21,151	1,076	0,099	0,084
1986	0,601	21,505	0,991	0,099	0,083
1987	0,424	20,943	1,035	0,100	0,083
1988	0,448	21,322	1,080	0,103	0,087
1989	0,433	21,481	1,061	0,102	0,089
1990	0,415	21,745	1,157	0,104	0,096
1991	0,415	21,595	1,234	0,104	0,100
1992	0,416	23,229	1,296	0,106	0,104
1993	0,431	22,518	1,263	0,109	0,101
1994	0,463	22,911	1,219	0,109	0,098
1995	0,450	21,948	1,196	0,109	0,098
1996	0,435	21,558	1,242	0,114	0,105
1997	0,440	21,719	1,236	0,120	0,102
1998	0,410	20,671	1,288	0,124	0,107
1999	0,414	21,125	1,310	0,128	0,107
2000	0,398	18,886	1,198	0,131	0,106
2001	0,353	17,534	1,259	0,120	0,097
2002	0,348	17,365	1,276	0,122	0,096

Fonte: Elaboração própria, a partir de dados do BESP e do IBGE

### 3.7.2 Intensidades energéticas totais nos segmentos da indústria de transformação

Nesta seção calcula-se, com base nos dados de consumo de energia do BESP e do VA do IBGE, a intensidade energética (IE) dos segmentos da indústria de transformação do Estado de São Paulo, de 2000 a 2003.

Para se determinar a IE, deve-se, inicialmente, determinar o VA para cada segmento da indústria de transformação paulista. Para isso, utilizou-se a participação relativa do Valor Adicionado Fiscal (VAF) destes segmentos no VAF da indústria de transformação, apresentada na Tabela 3.6.

A Tabela 3.21 apresenta a distribuição do VA da indústria de transformação paulista entre seus segmentos componentes, estimado de acordo com a participação relativa de seu VAF no VAF desta indústria, em milhões de R\$, em valor constante de 2003.

Tabela 3.21 – Valor adicionado estimado, em milhões de R\$ constantes de 2003, dos diversos segmentos que compõem a indústria de transformação paulista, de 2000 a 2003

<b>SEGMENTOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO PAULISTA</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Artigos de borracha	2.810	3.041	2.705	3.587
Artigos de perfumaria e cosméticos	1.371	1.610	1.432	1.785
Bebidas	3.135	3.220	2.908	3.323
Combustíveis	24.619	27.585	23.177	26.070
Couros e calçados	994	1.020	839	942
Diversas	1.490	1.610	1.331	1.455
Edição, impressão e gravações	4.626	5.528	4.239	4.530
Eletrodomésticos	2.090	1.646	1.201	1.273
Equipamentos médicos, óticos, de automação e precisa	1.251	1.377	998	1.091
Fumo	1.593	36	87	83
Indústria extrativa	600	698	506	562
Madeira	942	1.055	868	1.108
Maquinas e equipamentos	8.737	10.179	8.666	9.324
Maquinas para escritório e equipamento de informática	1.508	1.914	1.230	1.240
Maquinas, aparelhos e materiais elétricos	5.140	5.492	3.516	3.984
Material de transporte (montadoras e autopeças)	22.323	22.558	18.200	18.697
Material eletrônico e equipamento de comunicações	4.763	4.991	2.517	2.645
Metalurgia básica - ferrosa	3.992	4.562	4.543	5.571
Metalurgia básica - não ferrosa	2.193	2.218	1.765	2.298
Minerais não metálicos	5.037	5.063	4.181	4.662
Moveis	1.302	1.467	1.128	1.108
Papel e celulose	7.110	7.120	5.831	7.241
Produtos alimentícios	20.867	22.790	19.488	22.648
Produtos de metal	5.773	6.172	5.324	5.836
Produtos de plástico	5.431	5.778	4.514	5.555
Produtos farmacêuticos	9.200	8.515	6.178	7.423
Produtos químicos	15.898	15.259	12.428	15.573
Reciclagem	51	125	87	116
Têxtil	4.557	4.419	3.385	3.918
Vestuário e acessórios	1.936	1.860	1.432	1.653
<b>VA total da indústria de transformação paulista</b>	<b>171.320</b>	<b>178.889</b>	<b>144.678</b>	<b>165.313</b>

A Tabela 3.22 mostra o consumo final de energia por segmento da indústria de transformação do Estado, em  $10^9$  kcal, de 2000 a 2003.

Tabela 3.22 - Consumo final de energia por segmento da indústria de transformação do Estado, em  $10^9$  kcal, de 2000 a 2003

SEGMENTOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO	2000	2001	2002	2003
Minerais não metálicos	9.666	9.667	10.352	10.209
Metalurgia básica - ferrosa	22.562	23.079	22.165	21.478
Mineração e Pelotiz.	1.380	1.123	1.185	1.313
Não Ferr./ Out. Met.	17.065	13.377	13.545	14.981
Químico	18.391	17.809	17.555	18.191
Alimentos e Bebidas	62.434	75.414	81.474	86.731
Têxtil	5.010	4.478	4.361	4.325
Papel e Celulose	19.118	19.294	20.165	21.694
Outros	21.884	24.760	25.433	27.855

Fonte: Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo

A Tabela 3.23 contém as intensidades energéticas dos segmentos da indústria de transformação do Estado de São Paulo, em  $10^3$  kcal/R\$ constantes de 2003, para os anos de 2000 a 2003.

Observando a Tabela 3.23, constata-se que os dois segmentos de maior intensidade energética, a indústria de metais não ferrosos e outros da metalurgia e a metalurgia básica – ferrosa, foram os únicos que diminuíram sua IE no período, indo de 7,782 para 6,520 kcal/VA e 5.652 para 3.855 kcal/VA, respectivamente. Isto comprova uma real preocupação dos empresários destes segmentos na melhoria da eficiência de seus processos produtivos, por conta da forte participação dos custos da energia no custo total de seus produtos.

Outros segmentos da indústria de transformação, de grande importância para o Estado, as indústrias de alimentos e bebidas e de papel e celulose, tiveram, no período de 2000 a 2003, um aumento da sua IE, de 2,601 para 3,340  $10^3$  kcal/R\$ de 2000 e 2,689 para 2,996  $10^3$  kcal/R\$ de 2003, respectivamente. Nestes dois segmentos, este aumento da sua IE provavelmente pode ser explicado pela diminuição do valor unitário da sua produção, ou seja, o VA por tonelada produzida.

Tabela 3.23– Evolução, de 2000 a 2003, da intensidade energética dos diversos segmentos da indústria de transformação do Estado de São Paulo, em  $10^3$  kcal/R\$ constantes de 2003

<b>SEGMENTOS DA INDÚSTRIA DE TRANSFORMAÇÃO</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Minerais não metálicos	1,919	1,910	2,476	2,190
Metalurgia básica - ferrosa	5,652	5,059	4,879	3,855
Mineração e Pelotiz.	2,301	1,610	2,340	2,336
Não Ferr./ Out. Met.	7,782	6,030	7,674	6,520
Químico	0,695	0,702	0,876	0,734
Alimentos e Bebidas	2,601	2,899	3,638	3,340
Têxtil	1,099	1,013	1,288	1,104
Papel e Celulose	2,689	2,710	3,459	2,996
Outros	0,301	0,326	0,432	0,434

## **Capítulo 4**

### ***Caracterização da Região da UGRH-PCJ***

Este capítulo é dedicado à caracterização sócio-econômica e energética da região da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (UGRH – PCJ). Esta caracterização é iniciada pela menção a estudos anteriores sobre esta bacia, sob a ótica do PIR. Indica-se, também neste capítulo, como se montou uma base de dados municipais para esta região.

#### **4.1 Estudos anteriores, sob a ótica do PIR, sobre a região da UGRH - PCJ**

A região das bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí foi objeto de estudos anteriores, sob a ótica do PIR, tanto por sua importância econômica, nos âmbitos estadual e nacional, como, também, por suas características sociais e ambientais, tornando-a uma importante referência para estudos, segundo esta ótica, aplicados a outras regiões do País.

Um trabalho pioneiro foi desenvolvido por Gilberto De Martino Jannuzzi (JANNUZZI, 1995), que objetivava o desenvolvimento de planos de uso eficiente de energia para a região destas bacias, no âmbito de um PIR. A preocupação central daquele trabalho era o desenvolvimento de políticas de penetração do uso eficiente de energia e as possibilidades de produção e uso de fontes alternativas de energia, investigando suas possibilidades e benefícios nos níveis municipal e regional, bem como a criação de cenários de desenvolvimento sustentados por estas novas políticas.

O desenvolvimento deste projeto colaborou para a elaboração de uma tese de doutorado e uma dissertação de mestrado de alunos de pós-graduação da FEM/UNICAMP, integrantes da equipe. A tese de doutorado seguiu as mesmas linhas do trabalho e, na dissertação de mestrado, foi desenvolvida uma ferramenta computacional com o objetivo de projetar a demanda de energia e calcular os custos envolvidos no processo de geração, transmissão e distribuição para os setores

residencial, comercial e industrial, no âmbito de um PIR regionalizado. A dissertação de mestrado utilizou a Região Administrativa de Campinas como estudo de caso (UGAYA, 1996).

Conforme mencionado na seção 2.4 desta tese, em 2002 a Secretaria de Energia do MME iniciou estudos de PIR nas bacias dos rios Piracicaba/Jundiaí/Capivari, entre outras. Naquela ocasião foi desenvolvido um estudo de modelagem, por Eliane Aparecida F. Amaral Fadigas, que objetivou avaliar as possibilidades de localização de termelétricas na região da bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. Este trabalho avaliou diferentes tecnologias de geração termelétrica e seus impactos ambientais na região, de forma a servir de base para uma escolha otimizada dos locais de instalação destas usinas (FADIGAS, 1995).

Um outro trabalho foi desenvolvido naquela ocasião por Paulo Sérgio Franco Barbosa, que teve como objetivos caracterizar a disponibilidade hídrica e analisar o consumo de energia elétrica e de água para abastecimento urbano dos principais municípios da região da UGRH-PCJ. Neste trabalho se construiu cenários de disponibilidade hídrica baseados nas metas do plano desta bacia hidrográfica para o período 2000-2003 (BARBOSA, 2002).

À guisa de complemento, pode-se mencionar dois outros trabalhos que, apesar de não serem aplicados às bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, são fortemente relacionados aos temas tratados nesta tese. Eldis Camargo Neves da Cunha e Lineu Belico dos Reis (NEVES & REIS, <http://www.ebape.fgv.br>, acessado em dezembro de 2005) analisam a integração da gestão da água e a competência dos órgãos públicos na gestão ambiental e de recursos hídricos. Um outro trabalho descreve um exercício de PIR na região do Médio Paranapanema, no Estado de São Paulo, baseado no conceito de desenvolvimento sustentável e visando o preenchimento das necessidades básicas da população rural, a fim de fixar o homem no campo (UDAETA, GALVÃO & REIS, 2000).

## **4.2 Caracterização da região da UGRH - PCJ**

A Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí – UGRH-PCJ (Figura 4.1) é formada pelas sub-bacias dos rios Atibaia, Jaguari, Camanducaia, Corumbataí, Piracicaba e Jundiaí, situadas nas áreas territoriais de 62 municípios, sendo 58 no Estado de São Paulo e 4 em Minas Gerais. Os municípios mineiros

situam-se nas cabeceiras dos rios Jaguari e Camanducaia, que são formadores do Rio Piracicaba. Dos municípios paulistas, 57 pertencem à Região Administrativa de Campinas e 1 (Salto) pertence à Região Administrativa de Sorocaba.

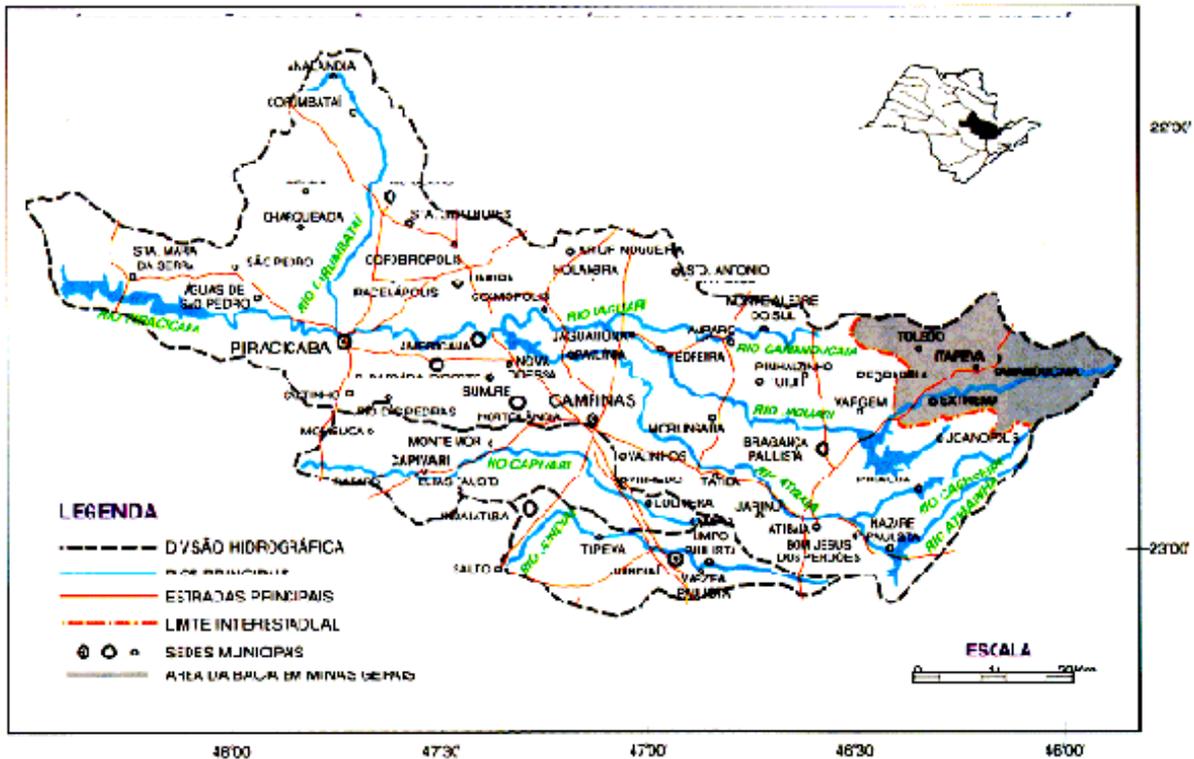


Figura 4.1 – Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos das bacias hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – UGRH-PCJ

Os municípios paulistas, que constituem a área objeto de estudo nesta tese, totalizam uma superfície aproximada de 14.040 km<sup>2</sup>, com uma população estimada para 2005 de 4.804 mil habitantes (<http://www.seade.gov.br>, consultado em 02/07/2005), perfazendo uma densidade populacional média de 290,6 habitantes/km<sup>2</sup>. É o terceiro pólo industrial do País, ficando somente atrás das regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro. Possui uma agricultura avançada, com grandes áreas irrigadas.

O uso da água se constitui em um dos grandes problemas enfrentados pela região. O seu consumo é intenso nos setores industrial e agrícola, fazendo com que a demanda seja ocasionalmente superior à disponibilidade, causando conflitos sobre os usos e reusos “índiretos” da água. Além disso, existem grandes transferências de água para o Sistema Cantareira, na Região Metropolitana de São Paulo, reduzindo os recursos para a própria região. Por ser uma região altamente industrializada, ela recebe elevadas cargas poluidoras; além disso, o tratamento de esgoto urbano ainda é muito precário na maioria dos municípios da região.

Por conta destes problemas, o comitê da bacia hidrográfica da região deve considerar seriamente todas as possibilidades do lado da demanda, incentivando programas de uso eficiente, não só da energia elétrica, como também dos combustíveis, sobretudo do gás natural, e da água. Além do mais, deve-se considerar todas as outras opções factíveis, para a região, de produção local de energia, como, por exemplo, as várias formas de geração distribuída de eletricidade. Desta forma se estaria praticando um PIR na região, de cunho indicativo, buscando-se um consenso na preparação e avaliação de possíveis planos de expansão local da oferta e de gerenciamento da demanda de energia e de água através da participação da sociedade, por meio do comitê de bacia, que avaliaria os riscos e incertezas inerentes de cada opção cogitada.

#### **4.2.1 Localização, clima e relevo**

A área objeto de estudo neste trabalho, a UGRH – PCJ, faz parte, com exceção do município de Salto, da Região Metropolitana de Campinas (RMC), Região de Governo de Campinas e Região Administrativa de Campinas. Localiza-se entre os meridianos 46° e 49° oeste e as latitudes 22° e 23,5° sul e possui uma extensão aproximada de 300 km, no sentido leste-oeste, e de 100 km, no sentido norte-sul.

Possui clima tropical, com influência das massas de ar atlânticas polares, com predominância de ventos sul. De modo geral, o clima é do tipo quente, temperado e chuvoso, com precipitações superando 2.000 mm anuais, e predominância de ocorrências nos meses de dezembro e janeiro, com médias entre 190 e 270 mm, respectivamente, caindo para 25 e 40 mm nos meses menos chuvosos de julho e agosto (CBHRPCJ, 1999).

Sua geomorfologia é caracterizada por três porções distintas: a porção leste tem predominância do Planalto Atlântico, com relevo montanhoso que alcança altitudes superiores a

1.200 metros e vales com cotas mínimas de 750 metros; a parte central é dominada pela Depressão Periférica, que se caracteriza por topografia na forma de colinas (mares de morros) e, finalmente, o nordeste da UGRH é dominado por um relevo escarpado conhecido como Cuestas Basálticas.

#### **4.2.2 Marco regulatório**

A primeira iniciativa no sentido de se instituir um Sistema de Gestão de Recursos Hídricos se iniciou em 1982, quando o extinto Departamento Nacional de Água e Energia Elétrica – DNAEE realizou uma série de encontros que finalizou com a elaboração de um Relatório Final. Este deu origem, em 1986, por meio da Portaria nº 661, de 05 de maio, do Ministro de Minas e Energia, a um Grupo de Trabalho cuja missão foi elaborar um Plano Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, que influenciou na decisão de se explicitar na Constituição Federal de 1988, artigo 21, inciso XIX, a necessidade de instituição do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

A Constituição Paulista, em seu Capítulo IV, Seção II, também dedicou atenção especial ao assunto. Em 7 de fevereiro de 1991 foi aprovado o Plano Estadual de Recursos Hídricos - PERH, primeiro documento técnico de natureza abrangente sobre este tema, que revelou a situação preocupante do futuro dos recursos hídricos no Estado, caso as demandas de água e o crescimento demográfico continuassem no mesmo ritmo observado até então (<http://www.comitepcj.sp.gov.br/historico.html>, consultado em 17/08/2005).

O principal marco regulatório que disciplinou os diversos usos das águas públicas do Estado de São Paulo, incluindo sua cobrança, veio com a aprovação da Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991, que instituiu a Política Estadual de Recursos Hídricos e o Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos, dando origem aos seguintes colegiados: Conselho Estadual de Recursos Hídricos – CRH, Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos – CORHI, Conselho de Orientação do Fundo Estadual de Recursos Hídricos – COFEHIDRO.

O Comitê de Bacia Hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá também foi criado pela Lei nº 7.663. Sua efetiva instalação só ocorreu em 18 de novembro de 1993. Ele foi o primeiro comitê de bacia do Estado de São Paulo.

### 4.2.3 Indicadores demográficos da UGRH - PCJ

A Região Administrativa de Campinas é onde se localiza o parque industrial mais significativo da UGRH-PCJ. O valor adicionado total desta região vem crescendo, desde a década de 1970, mais que o do Estado.

A Tabela 4.1 apresenta a evolução da população, taxa de urbanização e densidade demográfica na UGRH-PCJ, com base nos censos de 1970, 1980, 1991, 1996 e 2000 e com projeções estimadas pela Fundação SEADE para o período de 2001 a 2005.

Tabela 4.1- População, taxa de urbanização e densidade demográfica na UGRH-PCJ

Variável	1980	1991	1996	2000	2001*	2002*	2003*	2004*	2005*
Densidade demográfica (hab/km <sup>2</sup> )	177,46	248,20	281,97	309,55	315,77	322,15	328,67	335,34	342,17
Taxa de urbanização (%)**	79,10	81,64	83,32	84,03	84,70	85,34	85,96	85,05	79,10
População	2.491.509	3.484.791	3.958.833	4.346.031	4.433.459	4.522.927	4.614.474	4.708.193	4.804.110

\* Estimativas

\*\* Taxa média dos municípios da UGRH-PCJ

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 06/06/2005

A alta velocidade de crescimento populacional da UGRH-PCJ (72% na década de 1940, 106% na década de 1950 e 77% na década de 1960)<sup>10</sup> culminou entre os anos de 1970 e 1980, quando o número de habitantes aumentou 84% no período. Nas décadas seguintes, 1980-1991 e 1991-2000, as taxas de crescimento se reduziram, estabilizando-se em torno de 2% a.a., abaixo da taxa média anual da RMC, de 2,7% a.a. entre 1991 e 2000 e um pouco acima da do Estado de São Paulo – 1,8% a.a. – no mesmo período.

De acordo com o Censo de 2000 do IBGE, a UGRH-PCJ, com 4.348.031 habitantes era a segunda UGRH mais populosa do Estado, suplantada apenas pela da região do Alto Tietê. A sua população correspondia a 11,76% da população do Estado, a taxa de urbanização era de 84,3%, contra 83,74% do Estado, e a densidade demográfica era de 309,55 hab/km<sup>2</sup>, contra 271,46 hab/km<sup>2</sup> para o Estado de São Paulo.

---

<sup>10</sup> Índices baseados na Região Metropolitana de Campinas.

Em relação ao crescimento populacional, a UGRH-PCJ apresenta a mesma tendência da dinâmica populacional observada no Estado de São Paulo, como no Brasil em geral: crescente redução das taxas médias anuais de crescimento populacional a partir da década de 1980. Tal fato deve-se, principalmente, à queda da taxa de fecundidade e, também, porque a região deixou de ser um grande pólo de atração de fluxos migratórios.

A Tabela 4.2 apresenta estimativas do IBGE e da Fundação Seade para o crescimento populacional urbano e rural da UGRH-PCJ de 1998 a 2004.

Tabela 4.2 - População urbana e rural da UGRH-PCJ – de 1998 a 2000 e estimativas de 2001 a 2005

<b>Ano</b>	<b>Urbano</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
<b>1998</b>	3.897.533	253.752	4.151.285
<b>1999</b>	3.998.688	250.943	4.249.631
<b>2000</b>	4.097.276	248.755	4.346.031
<b>2001</b>	4.189.736	243.723	4.433.459
<b>2002</b>	4.284.134	238.793	4.522.927
<b>2003</b>	4.380.512	233.962	4.614.474
<b>2004</b>	4.478.961	229.232	4.708.193
<b>2005</b>	4.562.101	242.009	4.804.110

Fontes: IBGE e Fundação Seade

#### 4.2.3.1 População economicamente ativa, empregos e salários

Na Tabela 4.3 se encontram estimativas da população economicamente ativa da região, obtidas na Base de Informações Municipais do Estado de São Paulo – BIMSP, da Assembléia Legislativa do Estado.

Tabela 4.3 – População em idade economicamente ativa na UGRH-PCJ , de 2000 a 2003

<b>Ano</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
<b>População economicamente ativa</b>	2.333.870	2.930.037	3.096.261	3.093.147

Fonte: BIMSP, Assembléia Legislativa do Estado de São Paulo

A evolução, de 1991 a 2003, dos empregos ocupados na UGRH-PCJ e a sua distribuição pelos setores da economia, excluídos os poderes públicos locais, estão indicados na Tabela 4.4. Observe-se, nesta tabela, que os empregos na indústria da UGRH-PCJ eram dominantes até 1997; a partir daí, os empregos do setor de serviços passaram a ser mais numerosos. Pode-se notar,

também, a queda no número total de empregos em 1997, que ocorreu, essencialmente, na indústria e no setor “outros”, e a lenta recuperação a partir de 1998.

Tabela 4.4 – Evolução dos empregos ocupados na UGRH-PCJ e sua distribuição pelos setores da economia, excluídos os poderes públicos locais

Anos	1991	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Indústria	373.723	371.796	357.117	345.794	322.953	330.162	353.808	357.643	340.896	356.317
Comércio	100.991	121.711	129.560	137.565	143.128	151.650	165.965	180.352	193.894	206.539
Serviços	234.504	295.595	314.024	333.749	335.694	360.682	383.117	390.923	410.181	423.069
Outros	77.786	31.455	28.285	31.090	29.394	26.425	26.894	28.396	34.178	53.702
Total	787.004	820.557	828.986	848.198	831.169	868.919	929.784	957.314	979.149	1.039.627

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/05/2005

Os empregos ocupados, de 1990 a 1992, em 1995 e em 1997, nas administrações direta e indireta e nas câmaras de vereadores da UGRH-PCJ estão relacionados na Tabela 4.5. Os valores desta tabela não estão incluídos no setor de serviços da Tabela 4.4.

Tabela 4.5 – Evolução do número de empregos nas administrações direta e indireta, e câmaras de vereadores da UGRH-PCJ

Classe	1990	1991	1992	1995	1997
<b>Número de empregos na administração direta</b>	44.972	48.742	44.442	35.641	58.052
<b>Número de empregos na administração indireta</b>	5.197	10.691	10.327	12.761	8.020
<b>Número de empregos nas câmaras de vereadores</b>	424	463	390	760	1.145
<b>Numero de funcionários da prefeitura/habitante (%)</b>	-	-	1,66	1,68	2,15

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/05/2005

De acordo com o banco de dados da Fundação Seade, a renda per capita da UGRH-PCJ em 2000 foi de R\$ 473,23 por mês, enquanto que o rendimento médio mensal das pessoas responsáveis pelos domicílios particulares permanentes, naquele ano, foi de R\$ 1.133,31.

A Tabela 4.6 mostra a distribuição, em %, do rendimento das pessoas responsáveis pelos domicílios permanentes na UGRH-PCJ em 1991 e em 2000, por faixa de renda. Observe-se a concentração, nesta tabela, nas faixas de rendimentos entre 1 e 10 salários mínimos.

Tabela 4.6 – Distribuição, em %, por faixa de renda, em 1991 e 2000, do rendimento das pessoas responsáveis pelos domicílios permanentes na UGRH-PCJ

Rendimento	1991	2000
<b>Pessoas com Rendimento até 1/2 sal.min.</b>	5,15	0,35
<b>Pessoas com Rendimento entre mais de 1/2 a 01 sal.min.</b>	11,24	11,80
<b>Pessoas com Rendimento entre mais de 01 a 02 sal.min.</b>	28,73	19,28
<b>Pessoas com Rendimento entre mais de 02 a 03 sal.min.</b>	20,53	17,11
<b>Pessoas com Rendimento entre mais de 03 a 05 sal.min.</b>	19,40	22,70
<b>Pessoas com Rendimento entre mais de 05 a 10 sal.min.</b>	15,09	20,25
<b>Pessoas com Rendimento maior que 10 sal.min.</b>	7,87	10,76
<b>Pessoas sem Declaração de Rendimento</b>	0,34	0,00
<b>Pessoas sem Rendimento</b>	3,45	6,39

Fonte: <http://www.ibge.gov.br>, consultado em 04/08/2005

#### 4.2.3.2 Domicílios

A Tabela 4.7 apresenta a evolução do número de domicílios urbanos e rurais existentes na UGRH-PCJ. Observe-se a quase estagnação do número de domicílios rurais na região.

Tabela 4.7 – Evolução do número de domicílios na UGRH – PCJ – 1980/1991/2000

Anos	1980	1991	2000
<b>Total de domicílios(residenciais e territoriais)</b>	569.709	907.264	1.236.911
<b>Domicílios urbanos</b>	0	832.164	1.157.824
<b>Domicílios rurais</b>	0	64.684	64.782

Nota: dados disponíveis

Fontes: Fundação Seade e Fundação IBGE

#### 4.2.3.3 Indicadores sócio-demográficos

Com relação aos indicadores sócio-demográficos apresentados na Tabela 4.8, observe-se que a taxa de mortalidade infantil, a taxa de fecundidade e a taxa de natalidade apresentaram uma grande redução, enquanto a taxa de mortalidade geral experimentou uma pequena redução, no período analisado. Por outro lado, a taxa de mortalidade por homicídio cresceu consideravelmente, refletindo, na região, o grave problema nacional da violência urbana.

Tabela 4.8 – Evolução de alguns indicadores sociodemográficos na UGRH-PCJ

Indicador	1980	1991	1994	1996	1997	1999	2003
<b>Taxa de mortalidade geral, por mil habitantes</b>	6,83	5,86	6,34	6,36	6,19	6,20	5,95
<b>Taxa de mortalidade infantil, por mil nascidos vivos</b>	44,41	24,76	23,70	19,54	23,25	16,64	13,79
<b>Taxa de mortalidade por homicídio, por cem mil habitantes</b>	-	7,82	11,91	13,07	11,08	13,91	17,71
<b>Taxa de fecundidade geral, por mil mulheres entre 15 e 49 anos</b>	95,63	68,17	71,97	68,53	67,88	67,12	52,15
<b>Taxa de natalidade, por mil habitantes</b>	23,43	17,58	18,93	18,13	17,99	17,77	14,64

Fontes: Fundação Seade e Fundação IBGE

#### 4.2.4 A Economia da região

A UGRH-PCJ apresenta atualmente uma economia diversificada e consolidada, com destacada predominância do setor secundário, principalmente na região de Campinas e em algumas cidades no entorno dela, como Paulínia, Indaiatuba, Sumaré, Americana, Santa Bárbara

d Oeste, Piracicaba, Limeira e Jundiaí. Além do setor industrial, a região também conta com uma forte presença de atividades comerciais e de serviços.

O setor agropecuário na região da Bacia do Piracicaba, apesar de importante, vem perdendo força desde o início dos anos noventa. Sua principal atividade agrícola é a cultura canavieira, seguida da citricultura, hortifruticultura e floricultura, esta última na região em torno de Campinas. Destacam-se, também, com menor importância, reflorestamentos e a pecuária.

#### 4.2.4.1 PIB e PIB per capita da região

A Tabela 4.9 apresenta a evolução, de 1999 a 2002, do PIB e do PIB per capita da região, a partir dos valores adicionados dos setores industrial, comercial, serviços e agropecuário. Embora os valores desta tabela estejam em preços correntes, o que dificulta a comparação ao longo do tempo, pode-se constatar o bom desempenho em 2002.

Tabela 4.9 – Evolução, de 2000 a 2002, do valor adicionado, PIB, em milhões de Reais por ano, e PIB per capita, em Reais por ano, em preços correntes, da região da UGRH-PCJ

	2000	2001	2002
Valor adicionado da indústria	19.219	22.504	25.016
Valor adicionado do comércio e serviços	20.245	22.181	24.934
Valor adicionado da agropecuária	1.070	1.910	2.350
Valor adicionado total	40.534	46.595	52.300
PIB	45.642	52.650	58.666
PIB per capita	614.444	684.599	806.588

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 15/06/2005

#### 4.2.4.2 Valor adicionado fiscal dos setores da economia e de seus principais segmentos

As séries disponíveis de valor adicionado fiscal da região da UGRH-PCJ estão dispostas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Valores adicionados fiscais da agropecuária, comércio, serviços e “outros setores”, em Reais de 2001 e, os valores adicionados fiscais da indústria e total, em Reais de 2003, da região da UGRH-PCJ

	Agropecuária	Comércio	Serviços	Outros	Indústria	Total
2000	221.826.762	7.311.878.798	4.569.796.576	1.903.364.624	28.397.537.543	52.316.097.114
2001	218.972.126	8.591.138.820	5.381.280.464	1.706.951.239	32.079.953.222	56.409.667.215
2002	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	37.279.330.824	57.688.956.573
2003	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	43.385.079.934	66.794.988.821

n.d.: dados indisponíveis

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/05/2005

Na Tabela 4.10, o valor adicionado total não é a soma dos valores adicionados setoriais, porque o primeiro está em Reais de 2003 e os demais em Reais de 2001, com a exceção do VAF do setor industrial, que também está em Reais de 2003. O setor industrial continua sendo o componente dominante, bem à frente dos demais (64,9% do valor adicionado fiscal total em 2003, em Reais daquele ano). Segundo alguns professores do Instituto de Economia da UNICAMP, familiarizados com a metodologia de cálculo do valor adicionado fiscal no Estado de São Paulo, tal grandeza para o setor agropecuário é pouco confiável<sup>11</sup>. Segundo estes mesmos especialistas, ocorreu, de 1999 para 2000, uma mudança na metodologia de cálculo do valor adicionado fiscal; por esta razão, valores anteriores a 2000 não são apresentados na Tabela 4.10.

#### **4.2.5 Análise dos valores adicionados fiscais dos segmentos da indústria de transformação e dos setores de comércio e de serviços da região da UGRH-PCJ**

Para a projeção da demanda de eletricidade da região da UGRH-PCJ, diferente do caso do Estado de São Paulo, utiliza-se, nesta tese, a intensidade elétrica, pois não se dispõe de dados de consumo energético total para os municípios da região.

A Tabela 4.11 apresenta o VAF dos setores da indústria de transformação da região da UGRH-PCJ no período de 2000 a 2003. Pode-se observar, nesta tabela, que, neste período, houve um forte crescimento médio anual da indústria de artigos de perfumaria e cosméticos, 105,42% a.a., seguida pelas indústrias de reciclagem (26,30% a.a.), madeira (23,97% a.a.), metalurgia básica - ferrosos (20,19%) e máquinas de escritório e informática (19,71); além destes, outros setores<sup>12</sup>, também ficaram acima do crescimento da indústria como um todo, que foi de 15,17% a.a. no período.

O único destaque negativo fica por conta da indústria de impressão, gravação e edição, que teve uma queda média anual de 3,85% a.a.. Os demais segmentos - móveis, produtos de metal, papel e celulose, material eletrônico e equipamento de comunicações, máquinas e equipamentos,

---

<sup>11</sup> Informações prestadas verbalmente pelos professores Cláudio Maciel e Wilson Cano em janeiro de 2006.

<sup>12</sup> Produtos farmacêuticos, bebidas, produtos químicos, combustíveis, artigos de borracha, diversas, produtos alimentícios

produtos de plástico, minerais não metálicos, material de transporte (montadoras e autopeças), couros e calçados, têxtil, metalurgia básica - não ferrosos, máquinas, aparelhos e materiais elétricos, eletrodomésticos, vestuário e acessórios, e equipamentos médicos, óticos, de automação e precisão - ficaram abaixo do crescimento médio da indústria na região.

Tabela 4.11 – Valor adicionado fiscal, em R\$ de 2003, dos setores industriais da UGRH-PCJ, no período de 2000 a 2003

SETOR INDUSTRIAL	2000	2001	2002	2003
Artigos de borracha	623.645.617	724.249.210	930.217.344	991.595.067
Artigos de perfumaria e cosméticos	29.414.091	108.993.919	249.163.063	254.951.669
Bebidas	619.700.312	854.116.044	878.575.460	1.028.743.693
Combustíveis	7.459.344.513	8.239.321.360	10.206.738.922	12.047.405.240
Couros e calçados	15.509.188	17.321.971	17.874.331	20.851.977
Diversas	156.316.799	197.688.620	217.351.508	244.462.603
Edição, impressão e gravações	176.293.617	143.398.178	148.729.528	156.724.857
Eletrodomésticos	291.304.741	292.420.343	375.301.096	372.133.915
Equipamentos médicos, óticos, de automação e precisa	148.320.262	173.007.193	134.414.962	173853272
Fumo				
Industria extrativa				
Madeira	213.723.298	225.736.729	279.168.277	407.233.960
Máquinas e equipamentos	1.477.352.075	1.732.120.073	2.219.605.980	2.107.259.108
Máquinas para escritório e equipamento de informática	396.282.723	378013243	312.510.953	679.789.901
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	553.022.924	755.128.621	812.744.527	734.973.611
Material de transporte (montadoras e autopeças)	2.978.055.662	3.291.204.484	3.820.955.310	4.154.955.353
Material eletrônico e equipamento de comunicações	1.165.696.186	1.584.934.393	958.994.703	1.689.269.862
Metalurgia básica - ferrosos	454.685.488	588.111.253	703.511.880	789.449.165
Metalurgia básica - não ferrosos	31.159.453	42.158.180	51.494.640	41.512.068
Minerais não metálicos	869.149.702	962.449.102	1.068.299.347	1.221.415.944
Moveis	124.622.999	217.077.258	235.432.621	187.372.219
Papel e celulose	1.693.432.562	1.825.468.180	1.998.138.521	2.461.210.643
Produtos alimentícios	1775823260	2.109.665.258	2.429.944.794	2.731.373.432
Produtos de metal	862.093.058	925.045.131	1.253.288.656	1.284.234.696
Produtos de plástico	938.896.931	1.057.188.353	1.148.952.523	1.330.268.829
Produtos farmacêuticos	783.876.553	849.164.299	1.125.529.830	1.319.505.954
Produtos químicos	2940942697	3009366209	3.805.646.664	4.794.159.519
Reciclagem	14.060.118	17.284.413	14.165.781	28329809
Têxtil	1.440.136.207	1.583.769.489	1.700.884.684	1.926.877.583
Vestuário e acessórios	164.676.507	175.551.716	181.694.919	205165985
<b>TOTAL DA UGRH-PCJ</b>	<b>28.397.537.543</b>	<b>32.079.953.222</b>	<b>37.279.330.824</b>	<b>43.385.079.934</b>

A Tabela 4.12 apresenta a participação percentual dos valores adicionados fiscais dos vários segmentos industriais na UGRH-PCJ no valor adicionado fiscal total do setor industrial da região, de 2000 a 2003.

Tabela 4.12 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal dos diversos setores da indústria de transformação da UGRH-PCJ, de 2000 a 2003

SETOR INDUSTRIAL	2000	2001	2002	2003
Artigos de borracha	2,20	2,26	2,50	2,29
Artigos de perfumaria e cosméticos	0,10	0,34	0,67	0,59
Bebidas	2,18	2,66	2,36	2,37
Combustíveis	26,27	25,68	27,38	27,77
Couros e calçados	0,05	0,05	0,05	0,05
Diversas	0,55	0,62	0,58	0,56
Edição, impressão e gravações	0,62	0,45	0,40	0,36
Eletrodomésticos	1,03	0,91	1,01	0,86
Equipamentos médicos, óticos, de automação e precisa	0,52	0,54	0,36	0,40
Fumo	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria extrativa	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,75	0,70	0,75	0,94
Maquinas e equipamentos	5,20	5,40	5,95	4,86
Maquinas para escritório e equipamento de informática	1,40	1,18	0,84	1,57
Maquinas, aparelhos e materiais elétricos	1,95	2,35	2,18	1,69
Material de transporte (montadoras e autopeças)	10,49	10,26	10,25	9,58
Material eletrônico e equipamento de comunicações	4,10	4,94	2,57	3,89
Metalurgia básica - ferrosos	1,60	1,83	1,89	1,82
Metalurgia básica - não ferrosos	0,11	0,13	0,14	0,10
Minerais não metálicos	3,06	3,00	2,87	2,82
Moveis	0,44	0,68	0,63	0,43
Papel e celulose	5,96	5,69	5,36	5,67
Produtos alimentícios	6,25	6,58	6,52	6,30
Produtos de metal	3,04	2,88	3,36	2,96
Produtos de plástico	3,31	3,30	3,08	3,07
Produtos farmacêuticos	2,76	2,65	3,02	3,04
Produtos químicos	10,36	9,38	10,21	11,05
Reciclagem	0,05	0,05	0,04	0,07
Têxtil	5,07	4,94	4,56	4,44
Vestuário e acessórios	0,58	0,55	0,49	0,47

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado de São Paulo

Em função do alto valor adicionado fiscal advindo das atividades da refinaria de petróleo da Petrobrás em Paulínia, observa-se, na Tabela 4.12, que o segmento com maior participação no VAF da indústria de transformação da UGRH-PCJ é o de combustíveis. Esta participação subiu de 26,27% em 2000 para 27,77% em 2003. O pólo petroquímico, que depende da refinaria, fez com que a indústria química tivesse a segunda maior participação relativa no valor adicionado fiscal da indústria na UGRH – PCJ: 11,36% e 11,05% em 2000 e 2003, respectivamente.

O terceiro segmento industrial, em termos de importância relativa no valor adicionado fiscal da indústria na UGRH-PCJ, é a indústria fabricante de materiais de transporte – montadoras

e fabricantes de autopeças, cuja participação relativa era de 10,49% em 2000 e caiu para 9,58% em 2003.

Estes três segmentos foram responsáveis, juntos, por 48,40% do valor adicionado fiscal da indústria na UGRH-PCJ em 2003.

As participações percentuais dos valores adicionados fiscais de três segmentos do setor de serviços da UGRH-PCJ no valor adicionado fiscal total do setor na região, em 2000 e 2001, encontram-se na Tabela 4.13. Observe-se, nesta tabela, a importância relativa dos serviços de comunicação e dos serviços de transporte, nesta seqüência, no valor adicionado fiscal total do setor de serviços da região; ambos representaram mais de 85% deste total em 2001.

Tabela 4.13 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal de alguns segmentos do setor de serviços em relação ao valor adicionado fiscal total do setor na UGRH-PCJ , em 2000 e 2001

	2000	2001
<b>Serviços de transporte</b>	34,19	30,88
<b>Serviços de comunicação</b>	42,09	49,38
<b>Produção e Distribuição de Energia Elétrica</b>	13,47	13,39
<b>Outros serviços</b>	10,24	6,36

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/08/2005

Na Tabela 4.14 se encontra a participação relativa do valor adicionado fiscal de alguns segmentos do setor de comércio na UGRH-PCJ em 2000 e 2001, em relação ao valor adicionado fiscal total deste setor na região naqueles anos. Note-se a predominância do comércio varejista e, dentro deste, a importância relativa, entre os segmentos relacionados na tabela, da distribuição de combustíveis, das revendedoras de veículos e dos supermercados, nesta seqüência.

Tabela 4.14 – Participação relativa, em %, do valor adicionado fiscal de alguns segmentos do setor de comércio em relação ao valor adicionado fiscal total do setor na UGRH-PCJ , em 2000 e 2001

	2000	2001
<b>Comércio varejista – distribuição de combustíveis</b>	20,80	17,75
<b>Comércio varejista – revendedoras de veículos</b>	5,35	4,70
<b>Comércio varejista – lojas de departamentos</b>	0,27	0,27
<b>Comércio varejista – supermercados</b>	4,51	4,29
<b>Comércio varejista – outros</b>	13,24	14,30
<b>Total do comércio varejista</b>	44,29	41,44
<b>Comércio atacadista</b>	11,55	17,26

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/08/2005

#### **4.2.6 Análise do VA agrícola da UGRH-PCJ**

Em 1999, a região era ocupada por 3.138,90 km<sup>2</sup> (22,4%) de culturas agrícolas temporárias e 820,5 km<sup>2</sup> (5,8%) de culturas agrícolas perenes. Havia 926,7 km<sup>2</sup> (6,6%) de cobertura vegetal natural, 454,78 km<sup>2</sup> (3,24%) de reflorestamentos, 8.007,89 km<sup>2</sup> (57,1%) de pastagens e 691,5 km<sup>2</sup> (4,9%) correspondiam a áreas urbanas e industriais (CBHRPCJ, 1999).

A região apresenta uma grande diversidade de culturas agrícolas. Com relação às culturas perenes, existe o predomínio dos citros e fruticultura; já com relação às culturas temporárias, destacam-se a cana-de-açúcar, a oleicultura e o milho. O predomínio destas culturas varia de acordo com a sub-bacia.

Na sub-bacia do Camanducaia, região adjacente ao Estado de Minas Gerais, predominavam, em 1999, as culturas do milho, café e cana-de-açúcar, com, respectivamente, 4,45%, 3,96% e 2,31% da área da sub-bacia. Estas três culturas também dominavam a sub-bacia do Atibaia, sendo que o milho representava 2,57%, a cana-de-açúcar 2,00% e o café 0,77% da sub-bacia. Já nas regiões interioranas do Estado, como na sub-bacia do Corumbataí, predominavam as culturas da cana-de-açúcar, com 27,51%, laranja, com 5,34% e milho, com 1,71% da sub-bacia. Na sub-bacia do Jaguari, a cana-de-açúcar representava 9,74%, a laranja 8,28%, e o milho 4,57% da área total. Na sub-bacia do Piracicaba, a cana-de-açúcar representava 32,39% de sua área, seguida pela laranja e milho, com 3,05% e 1,97%, respectivamente.

Semelhante à sub-bacia do Piracicaba, a do Capivari também era dominada pela cana-de-açúcar, com 31,02%, seguida pelo milho, com 5,12%, e, surgindo pela primeira vez, a fruticultura, com a uva de mesa representando 1,25% de sua área total. A presença da uva de mesa se intensifica na sub-bacia do Jundiá, onde ela representava 2,33% da área da sub-bacia em 1999, seguida pelo milho, com 2,26%, e da cana-de-açúcar, com 1,43%.

#### **4.2.7 A infra-estrutura básica de serviços**

##### **4.2.7.1 Transporte de passageiros**

A Tabela 4.15 apresenta, para o período de 1998 a 2002, a frota de veículos na UGRH-PCJ desagregada em automóveis, ônibus, caminhões, microônibus / camionetas / utilitários,

reboques / semi-reboques, motocicletas e assemelhados, e outros tipos de veículos, mais o número de habitantes por automóvel. Observe-se, nesta tabela, o forte crescimento, 5,45% a.a. em média, da frota de veículos na região, bem maior que o crescimento da população local, o que resulta em uma diminuição contínua do número de habitantes por automóvel, - 7,75% a.a. em média.

Tabela 4.15 – Evolução das frotas dos diversos tipos de veículos na UGRH-PCJ , de 1998 a 2002

	1998	1999	2000	2001	2002
<b>Automóveis</b>	148.806	158.408	167.790	177.642	186.318
<b>Número de habitantes por automóvel</b>	211,12	188,14	172,10	160,08	150,48
<b>Ônibus</b>	1.985	2.040	2.107	2.229	2.350
<b>Caminhões</b>	1985	2040	2107	2229	2350
<b>Microônibus, camionetas e utilitários</b>	24.952	25.079	26.652	27.840	28.895
<b>Reboques e semi-reboques</b>	5.277	5.619	5.977	6.468	6.871
<b>Motocicletas e assemelhados</b>	36.559	37.644	39.638	43.091	47.006
<b>Outros tipos de veículos</b>	13.212	13.727	14.091	14.291	14.436
<b>Total de veículos</b>	232.987	244.745	258.534	273.950	288.376

Fontes: <http://www.seade.gov.br> , consultado em 04/08/2005

O principal responsável pela alta taxa de crescimento dos veículos tem sido os automóveis, com uma taxa média anual de 5,90%. Os crescimentos médios anuais das frotas de motocicletas e assemelhados, de caminhões e de ônibus foram semelhantes (4,12%, 4,36% e 4,36%, respectivamente) e abaixo do crescimento médio dos veículos.

#### 4.2.7.2 Educação

A Tabela 4.16 mostra, para o período de 1999 a 2003, a evolução da quantidade de alunos matriculados na UGRH-PCJ , por nível de ensino. O crescimento médio anual dos alunos matriculados em todos os níveis foi de 1,61%, abaixo do crescimento populacional médio do período, que foi de 2,02% a.a..

Tabela 4.16 – Evolução da quantidade de alunos na UGRH-PCJ , de 1999 a 2003, por nível de ensino

Escolaridade	1999	2000	2001	2002	2003
<b>Matrícula Inicial na Educação Infantil Total</b>	-	165.420	176.186	189.737	199.941
<b>Matrícula Inicial no Ensino Fundamental - Total</b>	718.381	710.464	706.973	696.521	688.447
<b>Matrícula Inicial no Ensino Médio - Total</b>	230.180	231.011	226.387	232.533	238.281
<b>Matrícula na Educação Superior - Total</b>	77.822	86.072	98.640	113.004	125.579
<b>Matrícula Inicial na Educação Especial - Total</b>	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	8.905

- n.d.: Dado não disponível

Fontes: <http://www.seade.gov.br> , consultado em 04/08/2005

Os maiores crescimentos médios anuais de matrículas foram registrado nos níveis superiores e de educação infantil, que, para o período apresentado na Tabela 4.16, foram de 12,85% a.a e 6,51% a.a., respectivamente. Já o ensino fundamental apresentou uma queda média de 1,13% a.a. neste período, contrabalançado pelo ensino médio, que apresentou um crescimento médio de 1,42% a.a..

#### 4.2.7.3 Saúde

A Tabela 4.17 traz a evolução do número de internações nos hospitais públicos e particulares da região, de 1969 a 1998.

Tabela 4.17 – Média mensal de atendimentos nos hospitais públicos e particulares na UGRH-PCJ, de 1996 a 1998

<b>Atendimentos</b>	<b>1996</b>	<b>1997</b>	<b>1998</b>
<b>Total das internações no período</b>	23.514,00	23.666,00	21.600,75
<b>Total das internações em hospitais municipais no período</b>	1.656,00	1.955,00	2.050,00
<b>Total das internações em hospitais contratados no período</b>	5.118,00	4.003,00	2.502,00
<b>Total das internações em hospitais filantrópicos no período</b>	11.190,00	11.924,00	10.945,34
<b>Total das internações em hospitais universitários no período</b>	5.552,00	5.786,00	6.103,42

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 04/08/2005

#### 4.2.7.4 Abastecimento de água

Segundo a Fundação Seade, em 1991, 95,15% da população da UGRH-PCJ era atendida por rede de água encanada e tratada. Em 2000, este índice subiu para 97,29%, o que corresponde a 3.500.000 habitantes. Em 1999, segundo o plano de recursos hídricos da UGRH – PCJ, o total de água demandada para uso residencial na região era de 14,9 m<sup>3</sup>/s, devendo atingir 18,1 m<sup>3</sup>/s em 2010 e 21,1 m<sup>3</sup>/s em 2020.

A demanda de água para uso industrial na região em 1999 era de 17,3 m<sup>3</sup>/s.

#### 4.2.7.5 Coleta de lixo

Por dia, são coletas, pelas prefeituras municipais da UGRH – PCJ, 1.953,4 toneladas de resíduos domésticos, o que representa, aproximadamente, 04 kg de lixo/ habitante por dia.

Segundo os dados disponíveis (Moretti, 1999), 89,2% são destinados a aterros sanitários, 9,11% para lixões e 1,7% para valas

Quanto aos resíduos hospitalares, por dia são despejadas 14,4 toneladas, das quais 68% são incinerados, enquanto o restante é encaminhado a aterros sanitários ou lixões.

As 923.700 toneladas/ano de resíduos industriais produzidos na UGRH – PCJ possuem vários destinos: 46,0% deles são reprocessados, 10,3% se destinam a aterros municipais, 8,1% se destinam a aterros industriais, 7,2% são estocados, 8,7% são incinerados, 3,7% são tratados, 1,8% vão para lixos municipais ou particulares, 1,5% infiltram-se no solo e 1,0% vão para “*land farming*”<sup>13</sup>.

## 4.2.8 Energia

### 4.2.8.1 Energia elétrica

A demanda dos consumidores cativos<sup>14</sup> de energia elétrica na UGRH-PCJ é atendida pelas seguintes concessionárias: Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL<sub>Paulista</sub>), Companhia Piratininga de Força e Luz (CPFL<sub>Piratininga</sub>), Elektro Eletricidade e Serviços, Empresa Elétrica Bragantina e Companhia Jaguari de Energia.

A Tabela 4.18 mostra a evolução, para os anos de 1980, 1985, 1988 a 1998 e 2001 a 2004, do consumo de eletricidade, por classe de consumidores cativos, na região da UGRH-PCJ. Observe-se, nesta tabela, a predominância do consumo industrial e a queda no consumo em 2001, ocasionada pelo racionamento de eletricidade naquele ano.

A Figura 4.2 apresenta a evolução, de 1985 a 2004, da participação relativa das classes de consumidores cativos de energia elétrica na UGRH-PCJ.

A evolução, de 1980 a 2004, do número de consumidores na região, por classe, está representada na Tabela 4.19. O número total de consumidores não parou de crescer neste período,

---

<sup>13</sup> Processo de degradação por microorganismos na camada superior do solo.

<sup>14</sup> É aquele que recebe energia elétrica de sua concessionária local com tarifas estabelecidas pela ANEEL.

principalmente por conta do crescimento contínuo dos consumidores residenciais e comerciais. No período de 2001 a 2004 houve uma significativa migração de consumidores cativos para livres, no setor industrial.

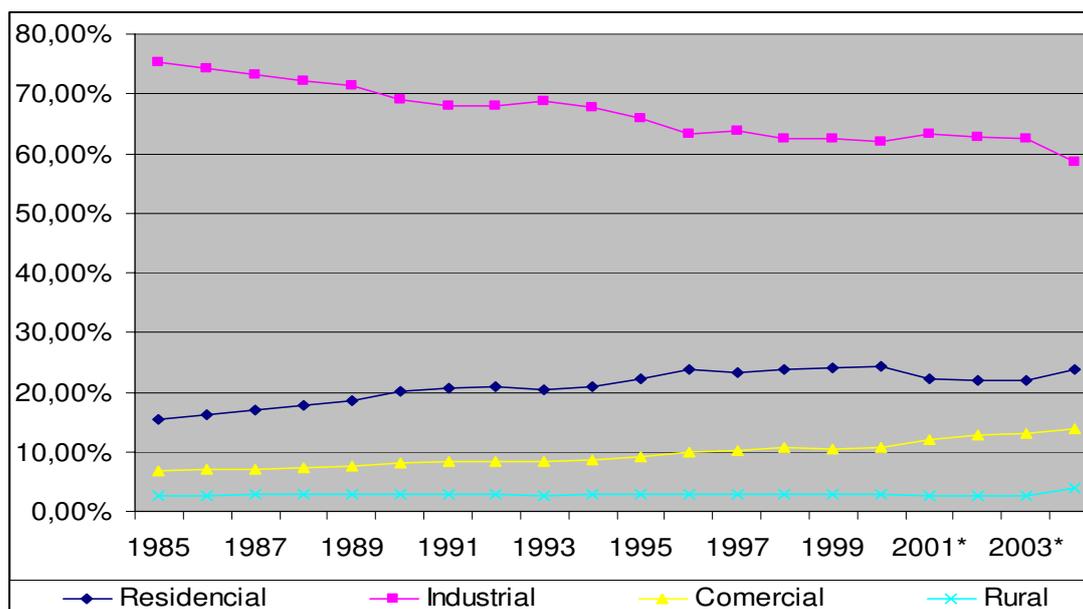
Para a elaboração da Figura 4.2, foram realizadas regressões lineares simples para se preencher os dados de 1986, 1987, 1999 e 2000.

Tabela 4.18 – Consumo de energia elétrica na UGRH-PCJ, em MWh, por classe de consumidores cativos, para os anos de 1980, 1985, 1988 a 1998 e 2001 a 2004

	<b>Residencial</b>	<b>Industrial</b>	<b>Comercial</b>	<b>Rural</b>	<b>Total</b>
<b>1980</b>	812.780	3.698.326	360.044	137.249	5.008.399,00
<b>1985</b>	1.182.271	5.756.591	520.828	193.608	7.653.298,00
<b>1988</b>	1.498.540	6.113.823	616.908	243.036	8.472.307,00
<b>1989</b>	1.624.846	6.279.273	656.693	244.828	8.805.640,00
<b>1990</b>	1.779.834	6.112.136	716.761	252.088	8.860.819,00
<b>1991</b>	1.930.988	6.334.215	769.219	273.598	9.308.020,00
<b>1992</b>	2.000.347	6.538.899	796.220	275.664	9.611.130,00
<b>1993</b>	2.083.069	7.005.731	852.883	258.343	10.200.026,00
<b>1994</b>	2.194.250	7.150.790	907.716	296.997	10.549.753,00
<b>1995</b>	2.475.082	7.377.605	1.027.058	318.123	11.197.868,00
<b>1996</b>	2.707.043	7.243.352	1.142.495	336.166	11.429.056,00
<b>1997</b>	2.910.195	7.998.694	1.277.851	366.612	12.553.352,00
<b>1998</b>	3.070.453	8.090.480	1.401.251	361.735	12.923.919,00
<b>2001*</b>	2.805.613	7.989.873	1.533.175	319.684	12.648.344,43
<b>2002*</b>	2.771.385	7.900.082	1.614.519	318.062	12.604.048,10
<b>2003*</b>	2.916.914	8.280.748	1.738.435	334.730	13.270.826,49
<b>2004*</b>	2.988.962	7.353.822	1.743.802	495.326	12.581.911,11

\* não inclui o consumo referente aos consumidores livres

Fonte: <http://www.seade.gov.br>, consultado em 31/10/2005, CSPE, CPFL, ELEKTRO



\* não inclui o consumo referente aos consumidores livres

Figura 4.2 - Evolução, de 1985 a 2004, da participação relativa das classes de consumidores cativos de energia elétrica na UGRH-PCJ

Tabela 4.19 - Número de unidades consumidoras cativas de energia elétrica na UGRH-PCJ , por classe, de 1980 a 2004

	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Total
<b>1980</b>	446.416	10.058	39.038	13.510	509.022
<b>1985</b>	610.621	11.707	51.758	17.399	691.485
<b>1988</b>	700.777	15.568	59.426	19.536	795.307
<b>1989</b>	736.718	17.164	63.240	19.805	836.927
<b>1990</b>	777.366	18.267	66.976	19.897	882.506
<b>1991</b>	812.835	19.684	70.847	20.241	923.607
<b>1992</b>	858.661	20.154	74.274	20.710	973.799
<b>1993</b>	905.052	21.444	78.839	20.908	1.026.243
<b>1994</b>	955.433	22.609	83.281	21.373	1.082.696
<b>1995</b>	996.080	24.043	88.425	21.295	1.129.843
<b>1996</b>	1.040.086	25.606	93.796	21.757	1.181.245
<b>1997</b>	1.091.091	27.196	99.252	21.866	1.239.405
<b>1998</b>	1.138.082	28.656	101.552	21.270	1.289.560
<b>2001*</b>	1.332.238	23.607	119.522	23.324	1.498.691
<b>2002*</b>	1.395.329	23.701	123.626	24.571	1.567.227
<b>2003*</b>	1.412.706	23.006	123.370	25.245	1.584.327
<b>2004*</b>	1.466.645	21.008	127.888	31.499	1.647.040

\* não inclui aos consumidores livres

Fonte: SEADE e CSPE

A Tabela 4.20 apresenta, para o ano de 2003, o detalhamento do número de consumidores e do consumo de energia elétrica por segmento de cada uma das classes de consumo, para os consumidores cativos da região.

Tabela 4.20 – Total de consumidores e consumo cativo, em MWh, na UGRH – PCJ, por classe e segmento, para o ano de 2003

CLASSE DE CONSUMIDORES	CONS.	MWh
COM. SERV E OUTRAS ATIVIDADES - Comércio	44.397	692.695
COM. SERV E OUTRAS ATIVIDADES - Outros serviços e outras atividades	71.156	846.838
COM. SERV E OUTRAS ATIVIDADES - Serviço de Comunicações e Telecomunicações	1.613	107.893
COM. SERV E OUTRAS ATIVIDADES - Serviço de Transporte, exclusive tração elétrica	1.498	22.249
<b>TOTAL COMERCIAL</b>	<b>118.664</b>	<b>1.669.675</b>
CONSUMO PRÓPRIO - Interno	75	4.331
CONSUMO PRÓPRIO - Próprio	91	8.647
CONSUMO PRÓPRIO - Canteiro de Obras	3	3
<b>TOTAL CONSUMO PRÓPRIO</b>	<b>169</b>	<b>12.981</b>
ILUMINAÇÃO PÚBLICA - Iluminação Pública	590	362.964
<b>TOTAL ILUMINAÇÃO PÚBLICA</b>	<b>590</b>	<b>362.964</b>
RURAL - Agropecuária	<b>19.737</b>	<b>220.536</b>
RURAL - Coletividade Rural	183	7.646
RURAL - Cooperativa de Eletrificação Rural	3	53.594
RURAL - Industria Rural	2.659	25.950
<b>TOTAL RURAL</b>	<b>22.582</b>	<b>307.726</b>
IND - Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1.507	43.100.660
IND - Construção civil	2.598	631.885.991
IND - Fab. de produtos alimentícios e bebidas	227	23.388.339
IND - Edição, impressão e reprodução de gravações	117	11.122.717
IND - Extração de carvão mineral	6	215.418
IND - Extração de minerais metálicos	51	11.450.805
IND - Extração de minerais não metálicos	2	34.817
IND - Extração de petróleo e serviços correlatos	346	375.808.071
IND - Fab. de artigos de borracha e plástico	229	828.367.311
IND - Fab. de celulose, papel e produtos de papel	16	18.842.242
IND - Fab. de coque, refino de petróleo, elaboração de combustíveis nucleares e produção de álcool	40	9.682.958
IND - Fab. de instrumentos médico-hospitalares, de precisão, ópticos e para automação industrial	628	188.004.600
IND - Fab. de máquinas e equipamentos	10	9.083.747
IND - Fab. de máquinas para escritório e equipamentos de informática	92	45.921.304
IND - Fab. de máquinas, aparelhos e materiais elétricos	49	77.364.923
IND - Fab. de material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunicações	603	41.856.876
IND - Fab. de móveis e indústrias diversas	27	28.254.209
IND - Fab. de outros equipamentos de transporte	568	83.127.618
IND - Fab. de produtos de madeira	1.471	224.870.948
IND - Fab. de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	1.609	751.045.578
IND - Fab. de produtos de minerais não-metálicos	3	83.046
IND - Fab. de produtos do fumo	368	810.024.424

IND - Fab. de produtos químicos	513	421.169.693
IND - Fab. de produtos têxteis	106	291.656.166
IND - Fab. e montagem de veículos automotores , reboques e carrocerias	264	602.682.859
IND - Metalurgia básica	647	57.049.659
IND - Outras indústrias	74	4.294.197
IND - Preparação de couros e fabricação de artefatos de couro, artigos de viagem e calçados	1.507	43.100.660
<b>TOTAL INDUSTRIAL</b>	<b>12.171</b>	<b>5.590.389.176</b>
PODER PÚBLICO - Poder Público Estadual / Distrital	1.633	92.613
PODER PÚBLICO - Poder Público Federal	337	14.011
PODER PÚBLICO - Poder Público Municipal	5.967	95.664
<b>TOTAL PODER PÚBLICO</b>	<b>7.937</b>	<b>202.288</b>
RESIDENCIAL - Residencial	1.061.381	2.410.681
RESIDENCIAL - Residencial Baixa Renda	294.297	382.895
<b>TOTAL RESIDENCIAL</b>	<b>1.355.678</b>	<b>2.793.576</b>
SERVIÇO PÚBLICO - Água, Esgoto e Saneamento	1.054	398.779
SERVIÇO PÚBLICO - Tração Elétrica	1	101
<b>TOTAL DE SERVIÇO PÚBLICO</b>	<b>1.055</b>	<b>398.879</b>

Fonte: CSPE

A classe industrial representa na região da UGRH – PCJ um consumo de energia elétrica de 57,70%, com apenas 1,42% do número total de consumidores cativos. Destes, o segmento mais expressivo, em termos de consumo cativo, é o de fabricação de produtos têxteis, com 15,66% do consumo industrial total, seguido pelos segmentos de fabricação de produtos químicos e de papel e celulose, com 13,24% e 12,85%, respectivamente. Outros segmentos industriais de expressão na região são o de fabricação de minerais não metálicos (9,33%), metalúrgica básica (8,48%), fabricação de produtos alimentícios e bebidas (6,83%) e fabricação de produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos (6,80%). Há de se destacar que, na região, o segmento de construção civil, que é responsável por somente 0,55% do consumo industrial, emprega 24,5% de toda mão-de-obra industrial da região.

A classe residencial é responsável por 20,56% do consumo de energia elétrica da região, representando, no entanto, 88,70% dos consumidores cativos, sendo que destes, 21,71% são de baixa renda, que consomem 13,71% do total da classe.

O restante do consumo se divide nas classes comercial, com 12,29% do consumo total da UGRH – PCJ, serviço público, com 2,94%, iluminação pública, com 2,67%, rural, com 2,26%, poder público, com 1,49% e, finalmente, o consumo próprio das concessionárias, com 0,10%.

Seria de se esperar que, em uma região de grande desenvolvimento econômico como o da UGRH – PCJ, o consumo rural deveria ter uma maior representatividade em relação ao consumo total da região. Porém, esta baixa participação pode ser explicada quando se verifica a relação entre as áreas urbanas e rurais dos municípios da região, que, em sua maioria, possuem uma reduzida extensão de terras rurais.

#### 4.2.8.2 Derivados de petróleo

A Tabela 4.21 apresenta a evolução, de 1994 a 2001, do consumo de gasolina na UGRH-PCJ , por categoria de consumidor. Pode-se observar o consumo dominante nos postos de revenda e o crescimento contínuo do consumo total ao longo do período representado na Tabela 4.21, com a exceção de 1999 e 2000.

A evolução, de 1994 a 2001, do consumo de óleo diesel na UGRH-PCJ , por categoria de consumidor, encontra-se na Tabela 4.22, onde se pode verificar o uso dominante no transporte rodoviário, via vendas diretas para empresas de transporte e via postos de revenda. O consumo total cresceu, de uma forma geral, no período analisado, com quedas em 1999 e 2001.

Tabela 4.21 – Consumo de gasolina na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Total da indústria</b>	3.082	3.449	3.398	4.515	4.105	4.258	4.062	4.598
<b>Postos de revenda</b>	816.910	1.046.580	1.180.342	1.329.772	1.549.962	1.433.954	1.377.768	1.363.237
<b>Setor comercial</b>	173	470	224	1.532	1.113	4.968	1.088	369
<b>Entidades públicas</b>	7.551	8.144	8.835	10.308	11.593	11.679	12.143	13.930
<b>Total</b>	829.849	1.061.080	1.194.866	1.348.415	1.569.504	1.456.530	1.397.747	1.431.768

Fonte: ANP

Tabela 4.22 – Consumo de óleo diesel na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Total da indústria</b>	57.339	51.987	39.830	43.837	41.422	44.039	58.549	49.895
<b>Indústria química</b>	13.298	15.184	9.492	9.918	6.592	8.688	11.565	7.361
<b>Indústria têxtil</b>	306	272	1.160	1.307	370	507	887	300
<b>Indústria de alimentos</b>	8.526	5.709	3.420	2.420	1.954	1.146	4.291	2.305
<b>Indústria extrativa mineral</b>	2.306	2.680	1.293	3.203	1.381	5.160	6.769	4.995
<b>Outras indústrias</b>	18.510	12.666	9.333	9.739	15.350	13.801	18.014	18.754
<b>Transporte rodoviário</b>	153.519	163.195	173.468	182.021	181.568	173.486	184.111	180.819
<b>Postos de revenda</b>	566.999	602.258	665.660	753.034	832.781	823.154	973.525	803.528
<b>Setor comercial</b>	9.203	3.076	9.555	10.933	9.180	10.204	12.822	11.162
<b>Entidades públicas</b>	8.908	8.501	7.824	7.442	7.925	7.009	8.485	7.465
<b>Entidades privadas</b>	12	0	0	0	18	675	652	680
<b>Forças armadas</b>	5.485	1.329	1.162	1.317	1.333	1.234	496	401
<b>TRR</b>	95.291	152.826	139.476	174.933	196.183	183.940	236.339	186.585
<b>Total</b>	939.702	1.019.682	1.061.673	1.200.103	1.296.058	1.273.043	1.516.505	1.274.249

Fonte: ANP

A Tabela 4.23 traz a evolução, de 1994 a 2001, do consumo de GLP na região, por categoria de consumidor. Note-se o forte crescimento do consumo industrial e a participação dominante, durante todo o período, do consumo doméstico.

Tabela 4.23 – Consumo de GLP na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Total da indústria</b>	198.813	254.009	338.230	431.133	444.565	450.928	491.446	384.392
<b>Indústria cerâmica</b>	153.879	203.040	269.892	329.575	270.487	279.319	304.210	215.560
<b>Indústria de cimento</b>	2	0	0	0	141	1.389	2.067	2.123
<b>Indústria metalúrgica</b>	6.783	6.599	12.296	17.378	41.366	45.916	50.085	55.626
<b>Indústria de papel e celul.</b>	3.229	3.148	4.925	6.034	4.993	5.355	10.508	15.185
<b>Indústria química</b>	2.004	2.052	2.190	2.879	1.239	1.478	2.146	3.683
<b>Indústria têxtil</b>	720	583	502	1.888	15.094	11.590	38.126	25.600
<b>Indústria de alimentos</b>	11.048	14.769	19.267	20.061	22.444	22.821	22.404	20.214
<b>Outras indústrias</b>	10.862	11.189	13.920	32.360	64.987	54.513	31.112	21.254
<b>Transporte rodoviário</b>	390	559	234	12	2	15	29	38
<b>Postos de revenda</b>	62.902	68.315	75.125	77.240	68.858	62.201	50.969	51.921
<b>Agropec., criação animal</b>	183	210	619	3.554	3.161	5.095	6.068	4.792
<b>Setor doméstico</b>	413.903	418.786	443.505	436.042	555.996	655.362	617.779	650.259
<b>Entidades privadas</b>	2.908	8.095	16.002	39.663	69.078	88.116	103.369	100.750
<b>Forças armadas</b>	4.244	11.230	6.879	13.653	21.829	21.318	42.371	27.854
<b>Outros setores</b>	9.249	12.272	5.797	3.377	3.056	11.198	17.670	20.521
<b>Total</b>	881.119	1.014.857	1.209.385	1.414.851	1.587.294	1.716.613	1.790.359	1.599.772

Fonte: ANP

Tabela 4.24 – Consumo de óleo combustível na UGRH-PCJ , em tep/ano, por categoria de consumidor, de 1994 a 2001

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Total da indústria</b>	741.762	792.815	871.346	886.871	854.211	892.224	833.335	692.746
<b>Indústria cerâmica</b>	19.434	19.853	18.377	18.189	17.269	21.481	21.363	12.909
<b>Indústria de vidros</b>	6.218	8.038	8.102	7.855	8.297	8.578	8.448	6.304
<b>Indústria de papel e celul.</b>	147.818	153.430	184.119	180.225	192.398	208.273	197.615	139.142
<b>Indústria química</b>	224.375	258.700	283.915	306.257	297.118	282.478	285.841	276.609
<b>Indústria têxtil</b>	111.591	87.634	68.286	73.603	68.406	67.561	73.127	59.516
<b>Indústria de alimentos</b>	61.212	93.372	125.917	117.786	104.694	113.539	78.824	73.250
<b>Indústria de bebidas</b>	11.337	15.913	17.278	17.935	18.458	16.644	15.018	12.055
<b>Indústria extrativa mineral</b>	435	871	2.281	3.066	3.627	19.875	18.452	107
<b>Outras indústrias</b>	159.105	165.037	185.135	179.868	174.191	193.841	181.173	153.669
<b>Agricultura</b>	9.262	10.086	12.957	13.492	12.290	11.796	18.074	23.861
<b>Setor comercial</b>	3.193	5.494	9.384	10.694	10.430	11.270	11.841	10.006
<b>Geração de energia elétrica</b>	19.073	8.070	32.853	18.930	12.636	28.248	46.991	46.253
<b>Forças armadas</b>	23.178	24.789	27.447	22.153	17.902	16.953	12.785	6.508
<b>TRR</b>	49.081	48.776	48.726	54.710	66.336	67.925	66.351	67.414
<b>Outros setores</b>	3.497	4.763	7.770	8.539	7.935	8.224	9.620	7.948
<b>Total</b>	1.590.571	1.697.642	1.903.890	1.920.173	1.866.198	1.968.910	1.878.859	1.588.296

Fonte: ANP

A evolução, de 1994 a 2001, do consumo de óleo combustível na UGRH-PCJ , por categoria, encontra-se na Tabela 4.24, que indica a predominância do consumo industrial; os setores industriais maiores consumidores são as indústrias química e de papel e celulose. O consumo total oscilou no período considerado, decrescendo bastante a partir do ano 2000.

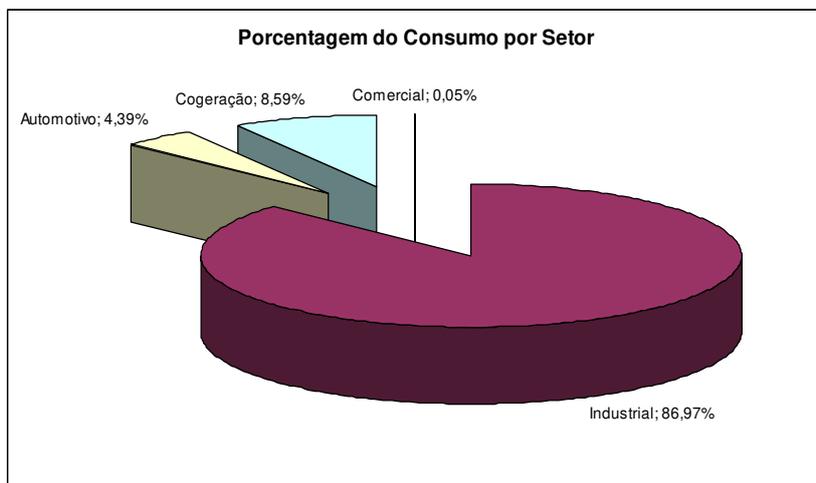
#### 4.2.8.3 Gás natural

A concessionária distribuidora de gás canalizado que atende a UGRH-PCJ é a Companhia de Gás de São Paulo (Comgás), cuja rede atingiu, em 2003, 19 municípios da região, que juntos consumiram 947.310,2 mil de m<sup>3</sup>, distribuídos por 214 consumidores, sendo 4 do setor comercial, com 370,9 mil m<sup>3</sup>, 186 industriais, com 815.393,4 mil m<sup>3</sup>, 21 postos automotivos, com 32.106,2 mil m<sup>3</sup> e 3 unidades de cogeração, com 99.439,7 mil m<sup>3</sup>.

Em 2004, eram 21 municípios na região, que juntos passaram a consumir 1.107.516,0 mil m<sup>3</sup> de gás natural, distribuídos por 185 consumidores, sendo 6 do setor comercial, com 522,6 mil m<sup>3</sup>, 148 industriais, com 963.241,1 mil m<sup>3</sup>, 28 postos automotivos, com 48.640,2 mil m<sup>3</sup> e 3 de unidades cogeração, com 95.112,1 mil m<sup>3</sup>.

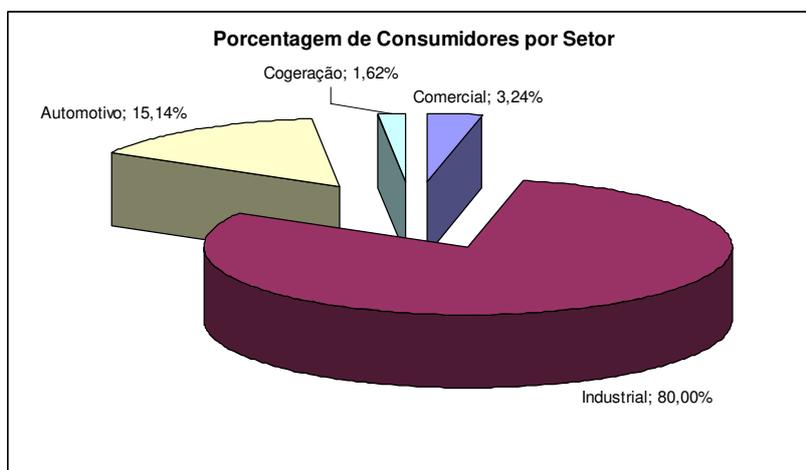
Pelos dados de consumo de gás natural na região, observa-se que, de 2003 para 2004, aumentaram em 2 o número de cidades atendidas, com crescimento da demanda total em

aproximadamente 17%. Porém, observa-se uma redução do número total de consumidores de 214 para 185 e mais, esta diminuição ocorreu justamente no setor industrial, que, conforme pode ser observado nas Figuras 4.3 e 4.4, é o maior de todos, tanto em termos de consumo como de número de consumidores da concessionária, na UGRH – PCJ.



Fonte: CSPE

Figura 4.3 – Distribuição percentual do consumo entre os segmentos atendidos por gás natural na UGRH – PCJ, em 2004.



Fonte: CSPE

Figura 4.4 – Distribuição percentual dos consumidores entre os segmentos atendidos por GN na UGRH – PCJ, em 2004.

No mercado da Comgas como um todo, em 2004, os segmentos industriais de maior representatividade foram: petroquímica, com 25,1%; cerâmica, com 16,14%; papel e celulose, com 12,4%; bebidas e alimentos, com 9,19%; siderurgia, com 9,0%; automotivo e pneumático, com 7,87%, vidros e cristais, com 6,89%; metais e fundição, com 5,04% e têxtil, com 4,64%.

A região da UGRH – PCJ foi, em 2004, responsável por 31,87% deste consumo. Com exceção das indústrias automotiva e siderúrgica, todos os demais segmentos industriais mencionados no parágrafo anterior são importantes na região, Por exemplo: Paulínia, um grande polo petroquímico, é responsável por 8,02% do consumo industrial da Comgas; Santa Gertrudes e Rio Claro, que possuem uma concentração de indústrias cerâmicas, juntas são responsáveis por 7,47% deste consumo; Piracicaba tem uma indústria alimentícia que representa 3,02% do consumo industrial total; e Americana, um grande centro têxtil, possui 1,11% deste mercado.

### **4.3 Intensidade elétrica dos segmentos industriais da UGRH-PCJ**

Nesta seção, determina-se a intensidade elétrica (IEL) dos segmentos da indústria de transformação da região da UGRH-PCJ.

Como a intensidade elétrica é o quociente entre o consumo de energia elétrica e o valor adicionado (VA), e este só é disponibilizado pelo IBGE para a indústria de transformação do Estado de São Paulo como um todo, foi necessário desenvolver uma metodologia para se estimar os VA's dos diversos segmentos industriais na UGRH-PCJ.

Tabela 4.25 – Participação relativa, em %, do VAF dos segmentos industriais da UGRH-PCJ

<b>Indústria de Transformação</b>	<b>2000</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Artigos de borracha	2,20	2,26	2,50	2,29
Artigos de perfumaria e cosmeticos	0,10	0,34	0,67	0,59
Bedidas	2,18	2,66	2,36	2,37
Combustiveis	26,27	25,68	27,38	27,77
Couros e calçados	0,05	0,05	0,05	0,05
Diversas	0,55	0,62	0,58	0,56
Edicao, impressao e gravacoes	0,62	0,45	0,40	0,36
Eletrodomesticos	1,03	0,91	1,01	0,86
Equipamentos medicos, oticos, de automacao e precisa	0,52	0,54	0,36	0,40
Fumo	0,00	0,00	0,00	0,00
Industria extrativa	0,00	0,00	0,00	0,00
Madeira	0,75	0,70	0,75	0,94
Maquinas e equipamentos	5,20	5,40	5,95	4,86
Maquinas para escritorio e equipamento de informatic	1,40	1,18	0,84	1,57
Maquinas, aparelhos e materiais eletricos	1,95	2,35	2,18	1,69
Material de transporte (montadoras e autopecas)	10,49	10,26	10,25	9,58
Material eletronico e equipamento de comunicacoes	4,10	4,94	2,57	3,89
Metalurgia basica - ferrosos	1,60	1,83	1,89	1,82
Metalurgia basica - nao ferrosos	0,11	0,13	0,14	0,10
Minerais nao metalicos	3,06	3,00	2,87	2,82
Moveis	0,44	0,68	0,63	0,43
Papel e celulose	5,96	5,69	5,36	5,67
Produtos alimenticios	6,25	6,58	6,52	6,30
Produtos de metal	3,04	2,88	3,36	2,96
Produtos de plastico	3,31	3,30	3,08	3,07
Produtos farmaceuticos	2,76	2,65	3,02	3,04
Produtos quimicos	10,36	9,38	10,21	11,05
Reciclagem	0,05	0,05	0,04	0,07
Textil	5,07	4,94	4,56	4,44
Vestuario e acessorios	0,58	0,55	0,49	0,47

O primeiro passo desta metodologia foi se calcular a participação percentual do valor adicionado fiscal (VAF) de cada um destes segmentos industriais no valor adicionado fiscal total da indústria de transformação na região, conforme indicado na Tabela 4.25.

Em seguida, para se estimar o VA da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ, assumiu-se que a relação entre os VAF's desta indústria na região e no Estado é válida também para os VA's correspondentes. As estimativas assim obtidas, para o período de 2000 a 2003, assim como os passos intermediários que possibilitaram este cálculo, estão indicados na Tabela 4.26.

Tabela 4.26 – Obtenção das estimativas dos VA's da indústria de transformação na UGRH-PCJ, de 2000 a 2003

	2000	2001	2002	2003
VAF da indústria de transformação na UGRH-PCJ, em R\$ de 2003 (a)	28.397.537.543	32.079.953.222	37.279.330.824	43.385.079.934
VAF da indústria de transformação paulista, em R\$ de 2003 (b)	137.502.843.147	154.058.600.592	169.053.655.923	183.715.252.794
<b>(c) = (a)/(b)</b>	<b>0,2065</b>	<b>0,2082</b>	<b>0,2205</b>	<b>0,2362</b>
VA da indústria de transformação paulista, em R\$ de 2003 (d)	171.319.785.132	178.889.046.592	144.677.931.134	165.313.483.919
<b>Estimativa do VA da indústria de transformação na UGRH-PCJ, em R\$ de 2003 (c) . (d)</b>	<b>35.381.523.166</b>	<b>37.250.450.313</b>	<b>31.904.050.984</b>	<b>39.039.429.796</b>

Aplicando-se, agora, as participações relativas dos VAF's da Tabela 4.25, assumidas válidas também para os correspondentes VA's, nas estimativas de valores de VA da indústria de transformação como um todo na região da UGRH-PCJ (última linha da Tabela 4.26), obtém-se, finalmente, as estimativas dos valores de VA para os diversos segmentos desta indústria na região, indicadas na Tabela 4.27.

Para a obtenção das IEL's, levantou-se os consumos de energia elétrica dos diversos segmentos da indústria de transformação na região. A Tabela 4.28 apresenta a quantidade de consumidores cativos e seu consumo, em MWh, nos segmentos da indústria de transformação na UGRH – PCJ. Observe-se que o período apresentado na tabela se limita aos anos de 2001 a 2003, porque a CSPE não dispunha dos dados de consumo para 2000.

Tabela 4.27 – Estimativas dos valores de VA, em R\$ de 2003, dos segmentos da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ, de 2000 a 2003

Setor Industrial	2000	2001	2002	2003
Artigos de borracha	777.022.719	840.980.316	796.089.976	892.272.322
Artigos de perfumaria e cosmeticos	36.648.084	126.561.050	213.236.421	229.414.531
Bedidas	772.107.121	991.778.480	751.894.298	925.699.970
Combustiveis	9.293.868.184	9.567.296.710	8.735.036.594	10.840.681.447
Couros e calçados	19.323.460	20.113.845	15.297.044	18.763.347
Diversas	194.760.776	229.551.149	186.011.751	219.976.099
Edicao, impressao e gravacoes	219.650.619	166.510.427	127.284.325	141.026.571
Eletrodomesticos	362.947.154	339.551.289	321.186.701	334.859.262
Equipamentos medicos, oticos, de automacao e precisa	184.797.600	200.891.685	115.033.766	156.439.325
Fumo	0	0	0	0
Industria extrativa	0	0	0	0
Madeira	266.285.617	262.119.921	238.915.204	366.443.524
Maquinas e equipamentos	1.840.686.594	2.011.295.100	1.899.562.594	1.896.186.296
Maquinas para escritorio e equipamento de informatic	493.743.034	438.939.653	267.450.224	611.699.002
Maquinas, aparelhos e materiais eletricos	689.031.342	876.836.727	695.555.479	661.355.257
Material de transporte (montadoras e autopecas)	3.710.467.685	3.821.665.457	3.270.014.518	3.738.775.820
Material eletronico e equipamento de comunicacoes	1.452.383.206	1.840.386.719	820.717.948	1.520.064.785
Metalurgia basica - ferrosos	566.509.160	682.900.279	602.073.009	710.374.288
Metalurgia basica - nao ferrosos	38.822.694	48.953.039	44.069.665	37.354.027
Minerais nao metalicos	1.082.905.173	1.117.572.155	914.262.034	1.099.073.278
Moveis	155.272.320	252.064.757	201.485.761	168.604.151
Papel e celulose	2.109.909.119	2.119.688.619	1.710.028.368	2.214.684.409
Produtos alimenticios	2.212.562.681	2.449.691.255	2.079.572.806	2.457.786.444
Produtos de metal	1.074.113.044	1.074.139.587	1.072.577.868	1.155.599.813
Produtos de plastico	1.169.805.779	1.227.581.036	983.285.887	1.197.022.954
Produtos farmaceuticos	976.660.261	986.028.636	963.240.495	1.187.338.139
Produtos quimicos	3.664.227.295	3.494.401.805	3.256.913.215	4.313.954.342
Reciclagem	17.518.012	20.070.234	12.123.227	25.492.164
Textil	1.794.317.993	1.839.034.061	1.455.635.347	1.733.872.618
Vestuario e acessorios	205.176.440	203.846.322	155.496.460	184.615.612

Finalmente, a Tabela 4.29 apresenta as estimativas aqui obtidas para a intensidade elétrica, em kWh/R\$ de 2003, dos segmentos da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ, para o período de 2001 a 2003.

Tabela 4.28 – Quantidade de consumidores cativos e seu consumo de eletricidade, em MWh, nos segmentos da indústria de transformação na UGRH – PCJ, para o período de 2001 a 2003

<b>IND. DE TRANSFORMAÇÃO</b>	<b>2001</b>		<b>2002</b>		<b>2003</b>	
Confecção de artigos do vestuário e acessórios	1.367	76.704.845	1.544	38.789.085	1.507	43.100.660
Fab. de produtos alimentícios e bebidas	362	12.700.072	218	22.197.614	227	23.388.339
Edição, impressão e reprodução de gravações	72	1.443.014	112	10.813.773	117	11.122.717
Extração de carvão mineral	5	65401	4	98.160	6	215.418
Extração de minerais metálicos	86	20.085.115	40	11.837.328	51	11.450.805
Extração de minerais não metálicos	1	32.863	1	40.240	2	34.817
Extração de petróleo e serviços correlatos	583	397.386.398	409	667.671.280	346	375.808.071
Artigos de borracha e plástico	197	366.900.942	208	667.478.622	229	828.367.311
Celulose, papel e produtos de papel	12	88.466	17	16.804.253	16	18.842.242
Coque, refino de petróleo, comb. nucl. e produção de álcool	40	9.682.958	33	8.671.993	40	9.682.958
Instr. médico-hosp., de precisão, ópticos e para automação ind.	510	119572928	654	170.394.641	628	188.004.600
Máquinas e equipamentos	12	13.027.399	4	7.381.365	10	9.083.747
Máquinas para escritório e equipamentos de informática	163	40.389.786	86	41.567.627	92	45.921.304
Máquinas, aparelhos e materiais elétricos	46	63.147.313	51	68.848.871	49	77.364.923
Material eletrônico e de aparelhos e equipamentos de comunic.	609	41.100.322	643	42.168.114	603	41.856.876
Móveis e indústrias diversas	22	9.950.218	42	45.235.956	27	28.254.209
Outros equipamentos de transporte	542	137.309.340	544	186.506.854	568	83.127.618
Produtos de madeira	1.437	44.458.146	1.454	245.366.938	1.471	224.870.948
Produtos de metal – exclusive máquinas e equipamentos	1.765	307.980.957	1.700	667.171.573	1.609	751.045.578
Produtos de minerais não-metálicos	55	699884	3	5.205	3	83.046
Produtos do fumo	263	732.419.794	286	599.301.655	368	810.024.424
Produtos químicos	476	284.529.293	521	393.736.044	513	421.169.693
Produtos têxteis	295	338.484.398	93	274.105.434	106	291.656.166
Fab. e montagem de veículos automotores , reboques e carroc.	196	478.640.040	253	329.020.986	264	602.682.859
Metalurgia básica	908	621.415.868	656	84.808.676	647	57.049.659
Outras indústrias	103	2.407.751	78	2.516.397	74	4.294.197
Preparação de couros, artigos de viag. e calçados	181	3859074	151	3.917.309	147	5.721.040
<b>TOTAL</b>	<b>10.308</b>	<b>4.124.482.586</b>	<b>9.805</b>	<b>4.606.455.993</b>	<b>9.720</b>	<b>4.964.224.225</b>

Fonte: CSPE

Tabela 4.29 – Estimativas da intensidade elétrica, em kWh/R\$ de 2003, dos segmentos da indústria de transformação na região da UGRH-PCJ , para o período de 2001 a 2003

<b>IND. DE TRANSFORMAÇÃO</b>	<b>2001</b>	<b>2002</b>	<b>2003</b>
Vestuario e acessorios	0,376	0,249	0,233
Fab. de produtos alimentícios e bebidas	0,381	0,218	0,187
Edicao, impressao e gravacoes	0,076	0,275	0,253
Fab. de artigos de borracha e plástico	0,177	0,375	0,396
Papel e celulose	0,244	0,499	0,460
Combustiveis	0,015	0,022	0,008
Equipamentos medicos, oticos, de automacao e precisa	0,595	1,481	1,202
Maquinas e equipamentos	0,094	0,126	0,137
Maquinas para escritorio e equipamento de informatic	0,092	0,155	0,075
Maquinas, aparelhos e materiais eletricos	0,072	0,099	0,117
Material eletronico e equipamento de comunicacoes	0,022	0,051	0,028
Fab. de móveis e indústrias diversas	0,021	0,117	0,073
Material de transporte (montadoras e autopecas)	0,036	0,057	0,022
Madeira	0,543	0,812	0,251
Minerais nao metalicos	0,276	0,730	0,683
Metalurgia basica	0,724	0,612	0,905
Fab. de produtos químicos	0,062	0,089	0,073
Textil	0,624	0,901	0,757
Couros e calçados	0,192	0,256	0,305

## Capítulo 5

### *Análise dos Impactos de Programas de Eficiência Energética na Demanda de Energia Elétrica da Região da UGRH – PCJ*

Este capítulo se inicia com um breve histórico dos programas de eficiência energética implementados no Brasil pelo Procel, Compet e Agência de Aplicação de Energia anteriores a 1998, ou seja, ações desenvolvidas por estes órgãos anteriores às privatizações das empresas do Estado de São Paulo.

A seguir, são analisados os impactos de programas de eficiência energética na demanda de energia elétrica na região da UGRH – PCJ implementados pelo Compet e Procel, bem como das ações executadas, pelas concessionárias distribuidoras de eletricidade na Região, no âmbito dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, supervisionadas pela Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL.

Finalmente, à guisa de comparação, é feito um estudo de programas de eficiência energética desenvolvidos na Califórnia – EUA.

#### **5.1 O uso eficiente da energia no Brasil**

O interesse no uso eficiente da energia no Brasil surgiu em meados dos anos oitenta, conduzido pelos setores elétrico e de derivados de petróleo, com a intenção de reduzir a necessidade de novos investimentos em infra-estrutura, devido a carência de recursos.

Em 1985 o governo federal criou o *Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica*, o Procel. Seguindo as mesmas diretrizes do Procel, para o setor de gás natural e derivados de petróleo foi criado, em 1991, o Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural, o Conpet, que tem como objetivo incentivar o uso

eficiente destas fontes de energia não renováveis no setor de transportes, residências, comércio, indústria e agropecuária.

A seguir são apresentadas algumas das principais realizações destes programas.

### **5.1.1 O Conpet**

O Conpet, criado por Decreto Presidencial em 18 de julho de 1991 com a finalidade de desenvolver ações de racionalização do uso de derivados de petróleo e do gás natural, é um Programa sob a supervisão do Grupo Coordenador do Conpet (GCC), liderado pelo Secretário Nacional-Adjunto de Energia do Ministério de Minas e Energia, cabendo à Petrobrás o apoio técnico e administrativo ao GCC, por intermédio de órgão de sua estrutura administrativa, que exerce as funções de Secretaria Executiva.

A meta do Conpet é obter um ganho de eficiência energética de 25% no uso de derivados de petróleo e do gás natural nos vinte anos seguintes à criação do Programa, sem afetar o nível das atividades dos diversos setores da economia nacional.

O Conpet vem desenvolvendo, por meio de parcerias firmadas com diversas instituições nacionais e internacionais, diversos projetos nos setores de transportes; industrial; residencial e comercial; agropecuário; e geração de energia termoe elétrica.

No segmento de transporte rodoviário, o Conpet iniciou suas atividades em 1996, com um projeto, em parceria com a União Européia, que tinha como objetivo a determinação de índices de eficiência energética em frotas de ônibus e caminhões, por meio da comparação da eficiência energética deste setor no Brasil e em países da Europa Ocidental. Além deste, foram desenvolvidos projetos de demonstração e de disseminação da cultura do uso eficiente da energia, através do monitoramento do consumo de combustível, manutenção de veículos, treinamento de motoristas e novas tecnologias de economia de combustíveis.

O programa de cooperação entre o Brasil e a União Européia teve um desdobramento chamado *Projeto Siga-Bem*, que objetiva motivar o caminhoneiro a economizar combustível, além de acompanhar e analisar o consumo de seu veículo, através da divulgação de material informativo (vídeos educativos e folhetos sobre direção econômica, manutenção do veículo, manuseio e estocagem de óleo diesel, arrumação de carga e metodologia de acompanhamento do

consumo de óleo diesel) e da regulagem e manutenção dos veículos para diminuição de consumo de combustível, que é realizado gratuitamente nos postos de atendimento. Este projeto foi iniciado em junho de 1994, em um Posto da BR Distribuidora na Rodovia Fernão Dias, em Betim – MG, e chegou a contar com cerca de 75 postos de atendimento nas estradas brasileiras.

Atualmente, há o “*Projeto Economizar*”, que dispõe de unidades móveis dotadas com técnicos qualificados e os instrumentos necessários para analisar os pontos críticos que influenciam o uso racional do óleo diesel. O Conpet estima que este projeto, em um prazo de dois a cinco anos, pode reduzir em cerca de 13% o consumo específico de óleo diesel, obtendo uma redução de aproximadamente 50.000 barris/dia (<http://www.conpet.gov.br>, consultado em 06 de setembro de 2005).

Para o transporte urbano de passageiros foi concebido um programa, em parceria com a Federação de Transportes de Passageiros Urbanos do Estado do Rio de Janeiro – Fetranspor, de gerenciamento do uso do óleo diesel em empresas de ônibus, envolvendo projetos de demonstração, para validar a metodologia, e incentivos para as empresas operadoras de ônibus adotarem práticas e tecnologias de gerenciamento voltadas à redução do consumo de combustíveis. Este programa é um desdobramento de um projeto piloto realizado em 1993, junto a 4 empresas de ônibus do Rio de Janeiro, e que resultou na publicação do “*Manual para Acompanhamento e Redução do Consumo de Diesel e Lubrificantes – Empresa de Ônibus Urbano*”.

Há, também, o “*Projeto Transportar*”, que visa fornecer apoio técnico especializado a frotas de caminhões-tanque que se abastecem em refinarias da Petrobras, visando aspectos ambientais, economia de consumo e segurança no transporte de combustíveis.

Até o segundo semestre de 2004, o Projeto Transportar fez mais de 3.000 avaliações em mais de 1.800 veículos. Cerca de 300 empresas já participaram dos testes. Estima-se, no Conpet, que este projeto tem propiciado uma redução de 15% no consumo de óleo diesel deste tipo de transporte, além de evitar a emissão de 38.000 toneladas/ano de CO<sub>2</sub>. (<http://www.conpet.gov.br>, consultado em 06 de setembro de 2005).

Uma outra ação concebida para o setor de transportes é o “*Projeto Ônibus a Gás*”, desenvolvido pelo Conpet em parceria com o Centro de Pesquisa e Desenvolvimento Américo M.

de Mello – Cenpes, da Petrobrás, para estimular o uso do gás natural no transporte coletivo urbano.

Para a frota de veículos leves, vem sendo desenvolvido, em parceria com os fabricantes e entidades governamentais e não-governamentais, um projeto que visa divulgar aos consumidores informações e orientações sobre o desempenho energético dos veículos. Além deste projeto, será, em breve, instituído o Selo de Eficiência Energética dos Veículos Leves, que tem o objetivo de distinguir o veículo, que, já etiquetado, apresente o melhor desempenho energético em sua categoria.

Para os setores residencial e comercial, o Conpet vem trabalhando no aprimoramento de normas técnicas para os testes de performance energética de fogões e aquecedores de água, à gás, de uso doméstico. Estes equipamentos também foram incluídos no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, possibilitando, ao consumidor, conhecer o desempenho energético dos equipamentos disponíveis no mercado.

O Conpet estima que o PBE de fogões possa economizar em torno de 1,5 milhão de metros cúbicos ou 825 mil toneladas de GLP por ano, o que equivale a 150 dias de importação de GLP (<http://www.conpet.gov.br>, consultado em 06 de setembro de 2005).

Até 2002 foram implementados programas para o setor industrial, que visavam a integração energética de plantas industriais da Petrobrás a partir da utilização de sistemas de cogeração de energia e a estruturação de Comissões Internas de Conservação de Energia – CICEs, que foram responsáveis pelo desenvolvimento e monitoramento de diversos projetos de eficiência energética.

Estimou-se que estes programas executados nas plantas industriais da Petrobrás foram responsáveis pela economia no consumo de energia elétrica de 281.687 MWh, redução no consumo de gás natural de 640.971 mil m<sup>3</sup>, redução no consumo de óleo combustível de 743.666 m<sup>3</sup>, redução no consumo de óleo diesel de 63.477 m<sup>3</sup> e redução no consumo de GLP de 8.360 toneladas.

O Conpet também contempla projetos institucionais, que visam promover a difusão do conceito de conservação e uso racional de energia no sistema educacional. O programa “*Conpet na Escola*” foi concebido para ser um programa perene, envolvendo alunos do ensino fundamental de 5º a 8º séries da rede pública e privada de ensino, e atuando, também, na

formação e aperfeiçoamento dos professores no que diz respeito à conscientização para a importância das questões relacionadas à preservação dos recursos naturais, estimulando o uso racional desses recursos e, em particular, de petróleo, seus derivados e gás natural.

Ainda no âmbito de treinamento, foi oferecido um curso sobre conservação de energia nos cursos profissionalizantes do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI, visando à difusão de conceitos sobre conservação de energia e uso racional dos combustíveis, nos cursos daquela instituição.

O Conpet promove outras ações institucionais, como o Prêmio Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, que incentiva os diversos agentes sociais a adotarem ações que resultem em redução do consumo de energia, através do estímulo e premiação dessas ações no País.

### **5.1.2 O Procel**

Entre as atribuições do Procel encontra-se: *“estabelecer as metas de eficiência na geração e nos usos finais da energia elétrica, estabelecendo metas de qualidade dos serviços, e na postergação de investimentos na capacidade instalada”*.

Entre 1986 e 1992 o programa investiu aproximadamente US\$ 24 milhões em conservação de energia. Estimativas oficiais mostram que, nesse período, os esforços do Procel resultaram em 1.200 GWh por ano de energia economizada. Esses resultados foram obtidos em iluminação dos setores residencial e comercial (465 GWh/ano), selo de eficiência em refrigeradores (380 GWh/ano), auditorias energéticas nos setores industrial e comercial (215 GWh/ano), iluminação pública (100 GWh/ano) e medidas de conservação de energia em prédios públicos (40 GWh/ano). Economizar 1.200 GWh/ano, equivale, segundo dados do Procel, à capacidade instalada de uma usina hidrelétrica de 300 MW, a um custo de US\$ 2.000 por kW, resultando em uma economia, para as concessionárias, equivalente a US\$ 600 milhões.

No início dos anos noventa, o Procel atravessou sérias discontinuidades em suas atividades, devido a fortes reduções orçamentárias, decorrentes dos baixos valores praticados nas tarifas de energia elétrica, que não remuneravam adequadamente as concessionárias, na sua maioria empresas estatais, na época.

Em 1994, o programa teve um orçamento de cerca de US\$ 10 milhões, que resultou em 294 GWh de economia de energia elétrica, oriundo de vários programas implementados pelas concessionárias.

Em 28 de agosto de 1996 o Procel lançou o Plano de Ações Emergenciais, que contemplava vários tipos de ações pelo lado da demanda, envolvendo um investimento de R\$ 833,9 milhões e que deveriam resultar, no biênio 1997/98, em uma redução de demanda de 1825 MW e em uma economia de energia de 3424 GWh.

Em termos de metas de longo prazo para o Procel, o “Plano 2015”, lançado em 1993, previa uma redução de demanda da ordem de 130 bilhões de kWh até 2015, evitando a instalação de 25.000 MW (cerca de duas usinas do porte de Itaipu), resultando em um ganho líquido para o País previsto em R\$ 34 bilhões.

#### 5.1.2.1 Resultados obtidos pelo Procel

A seguir são apresentados os programas desenvolvidos pelo Procel, com seus respectivos resultados decorrentes das ações cumulativas desde a criação do Programa até 1998<sup>15</sup>.

Os resultados em questão, das medidas implementadas, foram extraídos de relatórios emitidos anualmente pelo Procel. Os programas, em muitos casos, não foram desenvolvidos diretamente pelo PROCEL, mas contaram com a participação de concessionárias de energia elétrica, setores da indústria, entidades representativas de setores produtivos e outras organizações.

Na quantificação dos resultados dos programas, os técnicos do Procel calculam a economia de energia decorrente no ano, em GWh/ano, e a redução de demanda na ponta, em MW. No processo de quantificação, considera-se, também, a persistência da medida implementada, decorrente da vida útil de cada projeto.

Estima-se que as ações do Procel propiciaram, no período de 1986 a 1998, uma economia de energia elétrica de 6.678 GWh/ano, que correspondeu a cerca de 1,8% da eletricidade

---

<sup>15</sup> Na seção deste capítulo que trata dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, são descritos os programas desenvolvidos pelas concessionárias de energia elétrica, sob a coordenação da Aneel.

consumida no País em 1998. Este resultado e outros decorrentes do Programa neste período estão indicados na Tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Resultados acumulados pelo PROCEL no período 1986 -1998

	TOTAL ACUMULADO	
	1986	1998
Investimentos aprovados (R\$ milhões)		394,5
Investimentos já realizados (R\$ milhões)		158
Energia economizada e geração adicional(GWh/ano)*		6.678
Usina equivalente (MW)		1552
Redução de carga na ponta (MW)		1.998
Investimento evitado (R\$ bilhões)		3,10

\* A energia economizada e a geração adicional acumuladas são calculadas segundo a persistência das medidas implementadas.

Os 6.678 GWh/ano de energia conservada e geração adicional equivalem à energia fornecida por 1.552 MW de capacidade hídrica no Brasil. Essa estimativa baseia-se em um fator de capacidade<sup>16</sup> típico de 56% para usinas hidroelétricas e inclui 15% de perdas médias nas redes de transmissão e distribuição (PROCEL, 1996).

Dos resultados obtidos, 66% correspondem a ações nos usos finais da energia, seguidos pelos projetos de geração adicional de energia, com 21%, e pela redução de perdas, com 13%.

Cêrca de 33% da economia total obtida pelo Procel no período 1986-1998 foram graças a melhorias de eficiência em refrigeradores, *freezers* e aparelhos de ar condicionado, 26% foram devido a melhorias de eficiência na iluminação, 13% resultaram da instalações de medidores, 11% foram ocasionados por novos projetos de motores, mais eficientes, 7% foram decorrências de diagnósticos e estudos de otimização, 5% resultaram de melhorias de eficiência na iluminação pública e em prédios públicos, 4% foram motivados pelos Prêmios PROCEL e 1% tiveram origem em programas de educação.

A conservação de energia elétrica e o aumento na geração de 6.678 GWh/ano, representam energia elétrica suficiente para atender cerca de 3,2 milhões de residências, considerando que a residência típica no Brasil consome cerca de 175 kWh por mês. Por outro lado, se essa quantidade de energia for fornecida à indústrias de pequeno e médio porte, é energia elétrica

---

<sup>16</sup> Fator de Capacidade ( $f_{cp}$ ) é definido como a relação entre a potência média gerada e a potência instalada na Central Hidrelétrica.

suficiente para atender cerca de 5.565 novas indústrias com 556.500 trabalhadores, partindo da premissa que cada indústria empregue 100 trabalhadores e tenha um consumo de 12.000 kWh/ano/trabalhador, em média.

### **5.1.3 A Agência para Aplicação de Energia**

A posição econômica e importância energética do Estado de São Paulo levou o governo paulista à criação pioneira, em 1983, da Agência para Aplicação de Energia – AAE, um órgão ligado à Secretaria de Energia do Estado e às então concessionárias estatais de energia (CESP, Eletropaulo, CPFL e Comgas), que tinham entre seus objetivos a promoção e o estímulo às atividades de eficiência energética.

A Agência criou, em sua divisão de Conservação e Uso Racional da Energia, vários programas orientados para o uso eficiente da eletricidade, do gás e dos derivados de petróleo, e apoiou projetos desenvolvidos nas concessionárias estaduais de energia.

A hoje extinta AAE teve grande importância na década de 1980. No início, ela realizou importantes pesquisas de posse e hábitos de consumo de equipamentos elétricos nos setores comercial e industrial, passando, a seguir, a implementar programas que trouxeram grandes benefícios a todos os envolvidos. Sua atuação foi marcante nas áreas de treinamento, formando os primeiros profissionais especializados em eficiência energética no Brasil; marketing; substituição de equipamentos ineficientes; e substituição de energéticos.

## **5.2 Os programas de eficiência energética desenvolvidos pelo Procel na região da bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**

O Procel, em seus primeiros anos de funcionamento, priorizava a implantação de programas de eficiência energética nas regiões mais carentes do País, como a região do Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, e o Nordeste do Brasil. Os projetos do Procel desenvolvidos pelas empresas concessionárias no interior do Estado de São Paulo só corresponderam a, aproximadamente, 10% de todas as realizações do Procel na época (PENUD/MME, 2003).

Apresenta-se, a seguir, os programas de eficiência energética do Procel implantados pela CESP e CPFL até 1998. Estas concessionárias atendiam à região objeto de análise nesta tese.

### **5.2.1 Os programas de eficiência energética da CESP**

A Companhia Energética de São Paulo - CESP iniciou em 1986 o desenvolvendo de projetos e ações de conservação de energia elétrica a todos os segmentos de mercado por ela atendidos.

Até 1994, os programas da CESP eram desenvolvidos, implementados e acompanhados por técnicos e engenheiros pertencentes à Divisão de Aplicação e Conservação de Energia, que tinha três sub-divisões:

- *Setor de Programas para Indústrias;*
- *Setor de Programas para Residências, Comércio e Poder Público; e*
- *Setor de Programas Rurais.*

A partir da formação dessa estrutura, foram conduzidos vários projetos de eficiência energética, todos fazendo parte de um programa intitulado Sinergia, que consolidou as ações dirigidas por segmentos de mercado. As principais atividades desenvolvidas neste programa são, de uma forma resumida, descritas a seguir:

- (i) Para o setor industrial, o Programa Sinergia desenvolveu o projeto Produtividade, que realizou 99 diagnósticos energéticos em empresas localizadas na área de concessão da CESP. Esses estudos deram origem a duas implementações. Além disso, foram desenvolvidas atividades de treinamento e marketing, voltadas para o setor industrial, envolvendo a publicação de manuais e informativos, além da realização de seminários técnicos e encontros setoriais.
- (ii) Para o setor comercial foi desenvolvido o programa Vitrine, que realizou 46 diagnósticos energéticos, que, inicialmente, serviram para identificar as principais cargas consumidoras do setor. De posse desses dados, foram feitas parcerias com fabricantes de equipamentos, para divulgação de novas tecnologias. Com a STARCO / SSTARCO, foram desenvolvidos projetos de bombas de calor eficientes. Com a CÔNSUL, foram elaborados projetos de refrigeradores mais eficientes, dando origem aos primeiros programas com

este eletrodoméstico no Brasil. Com a ABILUX, OSRAM, ITAIM e BEGLI foram projetados sistemas de iluminação eficientes para o setor comercial. Além dessas ações, também foram realizados, no setor comercial, programas de treinamento e marketing, que contaram com a publicação de manuais.

- (iii) Para o setor público, foi implementado o programa Cidade Nova, que trabalhou na efficientização da Iluminação Pública. Um outro programa concebido para este setor foi o Luz Social, que tinha como objetivo eliminar pontos escuros nas cidades. Ainda neste setor, foram realizados diagnósticos energéticos em hospitais, estações de tratamento de água e esgoto, etc., além de atividades de marketing, através da publicação de manuais.
- (iv) O setor residencial foi contemplado com o programa Reside. Dentro dele, surgiu o sub-programa Idéia Luminosa, que incentivou o uso de lâmpadas fluorescentes compactas, por meio de acordos com fabricantes para redução de preço. Incentivou-se, também, a comercialização de refrigeradores e aparelhos de ar condicionados eficientes, com grandes descontos por causa de acordos firmados com fabricantes. As ações de marketing para o setor residencial eram muito ativas. Naquela ocasião, existia uma participação muito grande da empresa em feiras e exposições, através do programa Feira de Energia no Lar; além do treinamento de 180.000 alunos do 1º grau, no projeto Procel nas Escolas.
- (v) No segmento rural, existia o programa Eletrocampo, com uma atuação forte em treinamento. A empresa possuía unidades móveis de treinamento e demonstração de equipamentos elétricos eficientes para a produção agrícola. Foram ministrados cursos à distância sobre instalações elétricas rurais e princípios básicos de irrigação, além de várias publicações técnicas na área. Havia, também, o programa Irrig, que foi responsável pela realização de diagnósticos energéticos em sistemas de irrigação convencionais.

A própria empresa não foi esquecida. Foram desenvolvidos vários projetos voltados para a efficientização de suas instalações, tais como:

- *Criação de 52 CICE's - Comissões Internas de Conservação de Energia;*
- *Elaboração de projetos de iluminação eficiente para os prédios da capital;*
- *Implantação do módulo sobre conservação de energia nos cursos de Botucatu e Ilha Solteira;*
- *Ações de conservação nas usinas e pousadas da CESP;*
- *Substituição de 2.600 lâmpadas VM 400W por VS 250W;*

- *Setorização de circuitos;*
- *Instalação de 298 calhas espelhadas de iluminação em Rio Claro;*
- *Treinamento de 150 técnicos da empresa em conservação de energia.*

A partir de janeiro de 1995, com a re-estruturação da empresa em unidades de negócio, a Divisão de Aplicação e Conservação de Energia foi reduzida e incorporada às atividades da Divisão de Marketing.

As atividades foram concentradas na substituição de lâmpadas VM por VS na iluminação pública, no Programa Procel nas Escolas, nas atividades de marketing, no cadastramento dos usos finais da energia elétrica nas unidades de consumo próprio, e em estudos de otimização energética e modulação de carga.

### **5.2.2 Os programas de eficiência energética da CPFL**

A CPFL vem desenvolvendo e implementando, desde 1984, diversas ações de promoção do uso racional e eficiente da energia junto a seus consumidores. Pode-se dizer que a atuação da empresa nesta área foi desenvolvida em quatro momentos, acompanhando, de certa maneira, o desenvolvimento do tema no setor elétrico brasileiro.

Inicialmente, os programas da empresa eram voltados a ações de treinamento e marketing, para a conscientização sobre conservação de energia e orientação sobre mudanças de hábitos culturais nos consumidores com relação ao desperdício de energia. Esta fase iniciou-se em 1984 e contemplavam os seguintes projetos:

- *PROCEL nas Escolas de Primeiro Grau;*
- *Feiras de Energia no Lar;*
- *Seminários de Conservação de Energia;*
- *Projeto Escaninho (Folhetos Orientativos);*
- *Manuais do Futuro e do Novo Consumidor de Energia;*
- *Curso de Aperfeiçoamento de Eletricistas Instaladores Particulares;*
- *Manual de Informações Úteis para o Poder Público Municipal; e*
- *Encontro Regional sobre Eficiência Energética.*

Em um segundo momento, que teve início em 1986, foram realizados diversos projetos no Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da CPFL, voltados à utilização eficiente das energias elétrica e térmica. Esse momento foi caracterizado pelo desenvolvimento e aplicação experimental de novas tecnologias. Alguns dos principais projetos executados nesta época foram:

- *Análise de Desempenho em Campo de Caldeiras;*
- *Estudo do Potencial de Cogeração na Área da CPFL;*
- *Estudos sobre Geração Térmica;*
- *Desenvolvimento de Aquecedor Solar de Baixo Custo.*

O terceiro momento teve início em 1988 e se caracterizou por uma atuação sobre o mercado, nos principais usos finais da energia. Foram desenvolvidas metodologias e tecnologias para a utilização de equipamentos e processos energeticamente mais eficientes. As ações se concentraram em:

- *Diagnósticos Energéticos;*
- *Novas Tecnologias em Conservação de Energia;*
- *Tarifas Especiais de Comercialização de Energia;*
- *Conservação de Energia em Instalações Próprias;*
- *Cogeração.*

O quarto momento teve início em 1995, com a implementação do Plano de Gestão de Energia da CPFL. Esse plano visava à integração dos conceitos de Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD, com o planejamento da oferta de energia. Nessa fase foram aplicadas as ferramentas desenvolvidas no terceiro momento e se tinha como objetivo promover a aplicação de ações de conservação e uso racional da energia junto a consumidores de diversos segmentos consumidores.

Estas foram as últimas ações de eficiência energética coordenadas pelo Procel nas concessionárias paulistas. Conforme descrito a seguir, a partir de 1998, na medida em que as empresas foram renovando seus contratos de concessão, elas passaram a desenvolver os programas de eficiência energética sob a supervisão da Aneel.

### **5.3 Os programas anuais de combate ao desperdício de energia elétrica regulados pela ANEEL**

Os Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica começaram a ser desenvolvidos pelas empresas distribuidoras de energia no Brasil a partir da entrada em vigor da resolução ANEEL nº 242, de 24 de julho de 1998. Esta resolução teve a sua fundamentação legal no Decreto nº 2.335/97, de 06 de outubro de 1997, que estabelece que a Agência Nacional de Energia Elétrica – Aneel deve ter a competência de *“incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia”*.

A partir de então, todas as empresas distribuidoras de energia elétrica no Brasil que tiveram seus contratos de concessão firmados ou renovados, devem, por força de cláusula contratual, aplicar anualmente recursos na conservação e no combate ao desperdício de energia, bem como na pesquisa e desenvolvimento tecnológico do setor elétrico, devendo, para tanto, elaborar, para cada ano subsequente, programas que contemplem a aplicação de recursos de, no mínimo, 1% (um por cento) de sua Receita Anual (RA).

Desde 1998, a cada ano, a Aneel emite uma resolução que estipula os limites de investimento dos programas. Até 2003, quando se encerrou este capítulo, tendo haviam sido completados cinco ciclos de investimentos nestes programas: 1998/1999; 1999/2000; 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003, regulados, respectivamente, pelas Resoluções Aneel 242 de 24/07/1998; 261 de 03/09/1999; 271 de 19/07/2000, 394 de 17/08/2001 e 492 de 03/09/2002.

Estas resoluções estabelecem, para cada ciclo, critérios para a aplicação de recursos em programas de eficiência energética e aprovam seus respectivos Manuais do Programa de Eficiência Energética, os quais definem o formato e a metodologia de avaliação técnico-econômica dos projetos, além de descrever a tipologia de projetos que será aceita para efeito da apropriação de recursos.

#### **5.3.1 Os programas anuais de combate ao desperdício de energia elétrica desenvolvidos na região da UGRH-PCJ**

Esta seção reúne os dados relativos aos Programas Anuais de Combate e Desperdício de Energia Elétrica – PACDEE propostos pelas empresas concessionárias de energia elétrica que tenham a sua área de concessão, no todo ou em parte, dentro da região da UGRH-PCJ.

Para a realização deste levantamento, foram analisados os relatórios relativos aos projetos aprovados nos ciclos de investimentos concluídos até 2003 das cinco empresas que tem sua área de concessão, em parte ou no todo, dentro da região de atuação da Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá – UGRH – PCJ, quais sejam, a Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL e a Elektro Eletricidade e Serviços (ciclos 98/99, 99/00, 00/01, 01/02 e 02/03), a Empresa Elétrica Bragantina (ciclos 00/01, 01/02 e 02/03), Companhia Jaguari de Energia (ciclos 99/00, 00/01, 01/02 e 02/03) e e CPFL Piratininga (ciclos 01/02 e 02/03).

Todos estes relatórios foram fornecidos pela Aneel, que, além dos relatórios iniciais, forneceu, também, relatórios conclusivos dos projetos, além de relatórios sínteses dos ciclos 00/01, 01/02 e 02/03.

Na realidade, o ideal teria sido analisar todos os relatórios conclusivos, mas, até a data em que foi feita esta pesquisa junto à agência, ela ainda não havia recebido os relatórios conclusivos de todas as empresas, porque elas não cumpriram seus cronogramas, atrasando muito a entrega destes documentos.

A falta de informação, em diversos projetos, sobre o local de sua implementação impossibilitou se situar, com precisão, os projetos localizados na região da UGRH-PCJ. Como consequência, os valores investidos e a energia economizada e demanda retirada da ponta nesta região tiveram que ser estimados por empresa concessionária, através de um procedimento descrito na seção 5.3.2.

As informações obtidas foram segregadas por tipo de programa, ciclo e empresa concessionária, possibilitando o cálculo de alguns índices que, por seu turno, tornam possível uma comparação crítica dos resultados dos programas.

Destaque-se que um outro resultado importante obtido deste trabalho foi a formação de um importante banco de dados regionais, que pode ser utilizado na avaliação da atratividade econômica de investimentos em programas de eficiência energética, e em comparações deste tipo

de investimento, do lado da demanda, com investimentos de ampliação da oferta de energéticos, conforme preconizado no Planejamento Integrado de Recursos.

### 5.3.1.1 Resultados das análises de desempenho geral dos programas

Comparar programas de eficiência energética desenvolvidos por diferentes empresas concessionárias distribuidoras de energia elétrica no Brasil não é uma tarefa fácil, dadas as diferentes características de seus mercados.

Nesta seção se faz uma análise do desempenho geral dos programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras, em termos do mercado de cada uma delas, valores investidos nestes programas, a energia economizada e a demanda retirada da ponta. Na próxima seção se analisa os programas por tipo de projeto.

Tabela 5.2 – Custo médio da energia conservada, em R\$/MWh, custo médio da demanda retirada, em R\$/kW, e a razão entre a energia média conservada e o mercado da concessionária distribuidora, em %

Empresa	Investimento médio anual	Mercado da distribuidora (MWh/ano)	Energia média conservada (MWh/ano)	Demanda média retirada (kW/ano)	Custo médio / Energia média conservada (R\$/MWh)	Custo médio / Demanda média retirada (R\$/kW)	Energia média conservada / Mercado da distribuidora (%)
Bragatina	424.039	679.000	1.788	548	237,07	773,55	0,263
CPFL	17.314.548	18.917.000	64.476	25.281	268,54	684,87	0,341
Elektro	7.530.293	9.900.000	27.133	8.046	277,53	935,80	0,274
Jaguarí	133.163	396.000	953	236	139,61	564,03	0,241
Piratininga	4.447.540	9.840.000	7.001	1.568	635,23	2.836,39	0,071
Total	29.849.584	39.732.000	101.354	35.680	Média 311,60	Média 1.158,93	Média 0,24

Fonte: Elaboração própria

A Tabela 5.2 apresenta o custo médio da energia conservada, em R\$/MWh, o custo médio da demanda retirada, em R\$/MW e a relação entre a energia conservada e o mercado da empresa concessionária distribuidora, para todos os projetos, nos cinco ciclos analisados.

Os resultados apresentados na Tabela 5.2 foram obtidos a partir da análise do desempenho dos programas, conforme consta no relatório do Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PACDEE de cada uma das empresas concessionárias distribuidoras que tem

sua área de concessão, em parte ou no todo, dentro da região do Comitê da Bacia Hidrográfica dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí. No total, foram analisados os programas desenvolvidos pela Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL, Companhia Piratininga de Força e Luz; Elektro Eletricidade e Serviços; Empresa Elétrica Bragantina e Companhia Jaguari de Energia, nos cinco ciclos concluídos até 2003: 98/99, 99/00, 00/01, 01/02 e 02/03.

Os relatórios em questão não indicam a duração, em anos ou meses, das medidas de conservação adotadas, logo os índices calculados não representam corretamente os custos unitários destas medidas, tanto em termos de energia conservada, como de demanda retirada da ponta. Apesar desta distorções, pode-se observar, na Tabela 5.2, que a CPFL é que apresenta a maior relação entre energia conservada e seu mercado, e a Companhia Jaguari de Energia é a que praticou os menos custos unitários para seus programas de eficiência energética. Os índices levantados para a Companhia Piratininga de Força e Luz são muito piores do que os de qualquer uma das outras concessionárias analisadas.

#### 5.3.1.2 Síntese dos programas por tipo de projeto

Nesta seção se analisa a distribuição dos programas de eficiência energética das empresas concessionárias que atuam na região da UGRH-PCJ em termos de tipos de projetos.

Os tipos considerados são iluminação residencial, eletrodomésticos eficientes, iluminação pública, modulação de carga, efficientização em indústrias e prédios públicos, e perdas nos sistemas de distribuição.

A Figura 5.1 mostra a participação de cada um destes tipos de projetos no investimento total das concessionárias aqui analisadas, em programas de eficiência energética. Observem-se, nesta figura, as participações majoritárias de perdas nos sistemas de distribuição e de treinamento/marketing; estes dois tipos responderam por mais de 70% do investimento total realizado no período 1998/2003.

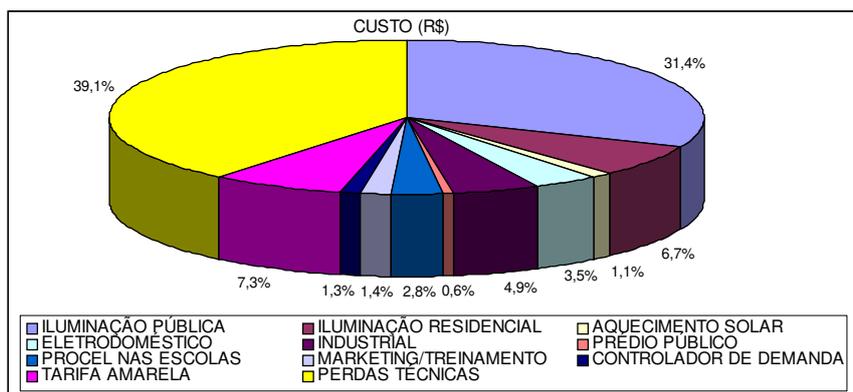


Figura 5.1 – Participação de cada tipo de projeto no investimento total das concessionárias em programas de eficiência energética

As participações dos vários tipos de projetos na energia elétrica conservada total em um ano estão indicadas na Figura 5.2, onde se percebe a predominância (75,1%) dos dois tipos já destacados na Figura 5.1.

A Figura 5.3 ilustra a contribuição de cada tipo de projeto na demanda total retirada no período de ponta, como consequência da aplicação dos programas de eficiência energética das concessionárias analisadas, entre 1998 e 2003. Observe-se, nesta figura, a posição dominante das perdas técnicas nas redes de distribuição, seguidas pelas atividades de marketing e treinamento.

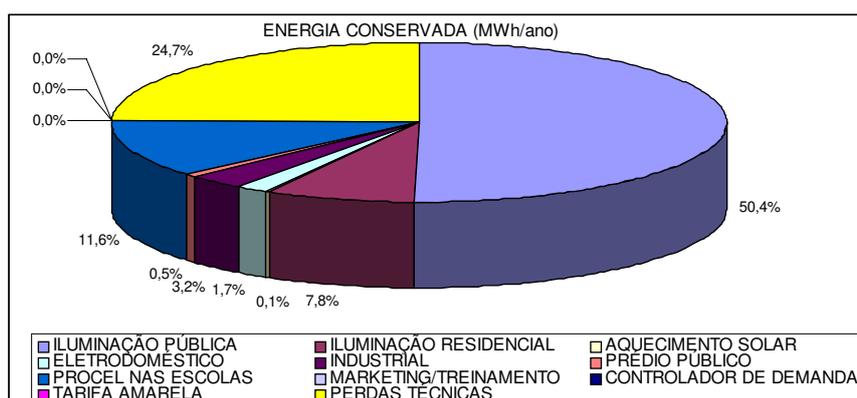


Figura 5.2 - Participação de cada tipo de projeto na energia conservada total, em um ano, pelas concessionárias, em programas de eficiência energética

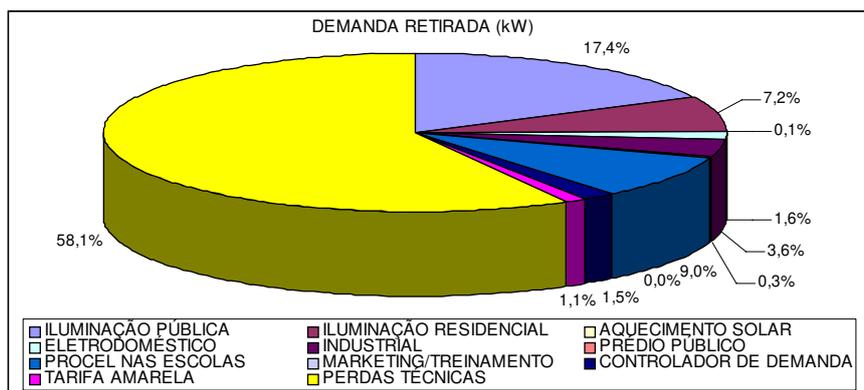


Figura 5.3 - Participação de cada tipo de projeto na demanda retirada total no período de ponta, pelas concessionárias, por conta de programas de eficiência energética

### 5.3.2 Rebatimento dos resultados dos programas para a região da UGRH-PCJ

A melhor maneira de se determinar o rebatimento dos efeitos, em termos de energia conservada e demanda retirada, dos programas de eficiência energética desenvolvidos na região da unidade de gerenciamento dos recursos hídricos das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, seria, se possível, determinar o local em que cada um dos projetos foi desenvolvido.

Infelizmente, esta não é uma tarefa factível, pois os relatórios, tanto iniciais como finais, não são, com raras exceções, conclusivos com relação ao local de implementação das medidas. Na tentativa de se determinar estes locais, recorreu-se, inclusive, diretamente às empresas concessionárias e, também, à informações de fiscalização da CSPE<sup>17</sup>.

Infelizmente, nem com este esforço adicional foi possível se obter dados suficientemente confiáveis para a realização do rebatimento, com uma precisão aceitável. Assim sendo, decidiu-se estimar este rebatimento, utilizando-se, para tanto, as parcelas dos mercados das empresas concessionárias que se situam em municípios localizados na região da UGRH-PCJ. As tabelas 5.3 a 5.7 indicam estas parcelas para a Companhia Paulista de Força e Luz - CPFL, Elektro

<sup>17</sup> O convênio entre a ANEEL e a CSPE prevê, entre diversas outras atividades da CSPE, a fiscalização dos programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras paulistas.

Eletricidade e Serviços, Companhia Piratininga de Força e Luz, Empresa Elétrica Bragantina e Companhia Jaguari de Energia, respectivamente.

Tabela 5.3 – Mercado de 2004 da Companhia Paulista de Força e Luz – CPFL e a parcela situada na UGRH-PCJ

Área de abrangência	90.486	km <sup>2</sup>
Municípios atendidos	234	municípios
Total de consumidores	3.093.459	consumidores
Residencial	5.155	GWh
Industrial	7.634	GWh
Comercial	3.089	GWh
Rural	900	GWh
Demais	2.139	GWh
Total	18.917	GWh
Mercado na UGRH-PCJ	43%	

Fonte: ABRADEE, 2005

Tabela 5.4– Mercado de 2004 da Elektro Eletricidade e Serviços e a parcela situada na UGRH-PCJ

Área de abrangência	120.884	km <sup>2</sup>
Municípios atendidos	228	municípios
Total de consumidores	1.862.170	consumidores
Residencial	2.799	GWh
Industrial	3.780	GWh
Comercial	1.211	GWh
Rural	689	GWh
Demais	1.421	GWh
Total	9.900	GWh
Mercado na UGRH-PCJ	21%	

Fonte: ABRADEE, 2005

Tabela 5.5 – Mercado de 2004 da Companhia Piratininga de Força e Luz e a parcela situada na UGRH-PCJ

Área de abrangência	6.785	km <sup>2</sup>
Municípios atendidos	27	municípios
Total de consumidores	1.193.634	consumidores
Residencial	2.183	GWh
Industrial	5.561	GWh
Comercial	1.290	GWh
Rural	157	GWh
Demais	649	GWh
Total	9.840	GWh
Mercado na UGRH-PCJ	19%	

Fonte: ABRADEE, 2005

Tabela 5.6 – Mercado de 2004 da Empresa Elétrica Bragantina e a parcela situada na UGRH-PCJ

Área de abrangência	3.488	km <sup>2</sup>
Municípios atendidos	15	municípios
Total de consumidores	102.685	consumidores
Residencial	149	GWh
Industrial	374	GWh
Comercial	65	GWh
Rural	41	GWh
Demais	50	GWh
Total	679	GWh
Mercado na UGRH-PCJ	53%	

Fonte: ABRADEE, 2005

Tabela 5.7 – Mercado de 2004 da Companhia Jaguari de Energia e a parcela situada na UGRH-PCJ

Área de abrangência	259	km <sup>2</sup>
Municípios atendidos	3	municípios
Total de consumidores	28	consumidores
Residencial	52	GWh
Industrial	221	GWh
Comercial	29	GWh
Rural	93	GWh
Demais	1	GWh
Total	396	GWh
Mercado na UGRH-PCJ	100%	

Fonte: CSPE, 2005

De posse das parcelas dos mercados das empresas concessionária na região da UGRH-PCJ, foi possível se elaborar a Tabela 5.8, que resume os resultados dos programas de eficiência energética das concessionárias, reguladas pela ANEEL e fiscalizadas pela CPFL, rebatidos para a região da UGRH-PCJ.

Tabela 5.8 – Custo, em R\$, energia conservada, em MWh/ano, e demanda retirada da ponta, em kW, dos programas de eficiência energética das concessionárias distribuidoras paulistas, por tipo de projeto, rebatidos para a região da UGRH-PCJ

	ILUMINAÇÃO PÚBLICA	ILUMINAÇÃO RESIDENCIAL	AQUECIMENTO SOLAR	ELETRODOMÉSTICO	INDUSTRIAL	PRÉDIO PÚBLICO	PROCEL NAS ESCOLAS	MARKETING/TREINAMENTO	CONTROLADOR DE DEMANDA	TARIFA AMARELA	PERDAS TÉCNICAS	TOTAL
<b>CUSTO (R\$)</b>												
BRAGANTINA	439,40	87,70									147,12	674,22
CPFL	9.485,11	2.541,30	641,95	2.020,18	478,73	118,25	1.003,90	591,25		1.126,60	19.219,01	37.226,28
ELEKTRO	2.963,11	696,47		22,78	1.123,46	47,67	151,47	133,60	375,44	217,41	2.175,40	7.906,81
JAGUARI	342,07	53,41								6.655,29		7.054,78
PIRATININGA	1.353,80			40,37	84,94	58,85	171,87					1.709,83
<b>TOTAL</b>	<b>14.583,49</b>	<b>3.378,88</b>	<b>641,95</b>	<b>2.083,32</b>	<b>1.687,14</b>	<b>224,77</b>	<b>1.327,24</b>	<b>728,86</b>	<b>375,44</b>	<b>7.999,30</b>	<b>21.541,53</b>	<b>54.571,92</b>
%	26,7%	6,2%	1,2%	3,8%	3,1%	0,4%	2,4%	1,3%	0,7%	14,7%	39,5%	
<b>ENERGIA CONSERVADA (MWh/ano)</b>												
BRAGANTINA	1.507,28	398,16									938,49	2.843,93
CPFL	81.870,29	7.945,54	130,57	3.315,86	1.106,91	645,00	16.829,34				25.362,60	137.206,10
ELEKTRO	6.405,01	3.629,04		4,44	2.343,54	130,20	3.305,40				11.769,34	27.586,97
JAGUARI	2.423,35	438,06										2.861,41
PIRATININGA	2.261,00			63,46	250,80	85,31						2.660,57
<b>TOTAL</b>	<b>94.466,93</b>	<b>12.410,79</b>	<b>130,57</b>	<b>3.383,76</b>	<b>3.701,25</b>	<b>860,51</b>	<b>20.134,74</b>				<b>38.070,43</b>	<b>173.158,98</b>
%	54,6%	7,2%	0,1%	2,0%	2,1%	0,5%	11,6%	0,0%	0,0%	0,0%	22,0%	
<b>DEMANDA RETIRADA (kW)</b>												
BRAGANTINA	344,13	135,27									392,20	871,60
CPFL	8.440,86	2.699,54	103,35	1.119,16	481,90	124,70	4.842,66			602,00	35.941,16	54.355,33
ELEKTRO	1.470,55	1.252,65		0,63	1.079,18	21,00	942,90		546,00	105,00	3.682,35	9.100,27
JAGUARI	559,46	148,82										708,28
PIRATININGA	516,24			26,79	24,32	28,50						595,85
<b>TOTAL</b>	<b>11.331,24</b>	<b>4.236,28</b>	<b>103,35</b>	<b>1.146,59</b>	<b>1.585,40</b>	<b>174,20</b>	<b>5.785,56</b>		<b>546,00</b>	<b>707,00</b>	<b>40.015,71</b>	<b>65.631,32</b>
%	17,3%	6,5%	0,2%	1,7%	2,4%	0,3%	8,8%	0,0%	0,8%	1,1%	61,0%	

## **5.4 Comparação de programas de combate ao desperdício de energia elétrica desenvolvidos na Califórnia e no Brasil**

O Estado da Califórnia, nos EUA, desenvolve programas de eficiência energética desde a década de 1970. Em 2001, tal qual ocorreu no Brasil, este Estado passou por uma séria crise de abastecimento de energia elétrica, que fez com que aumentassem substancialmente os investimentos na conservação deste energético.

Neste trabalho se compara os programas recentes de eficiência energética realizados na Califórnia com aqueles que tem sido executados no setor elétrico brasileiro, com o objetivo de se buscar subsídios para possíveis melhorias nos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, desenvolvidos pelas empresas concessionárias de distribuição de eletricidade no País, sob supervisão da Agência Nacional de Energia Elétrica.

### **5.4.1 Histórico dos programas de conservação de energia na Califórnia**

Programas de conservação de energia vêm sendo implantados no Estado da Califórnia, EUA, desde o início dos anos 1970, antes mesmo da crise do petróleo de 1973. Desde então, a Comissão das Concessionárias de Serviços Públicos da Califórnia – CPUC vem definindo diretrizes e supervisionando tais programas, que tem propiciado grandes benefícios tecnológicos, econômicos e ambientais para aquele estado.

Na primeira metade da década de 1980 houve um forte incremento nestes programas; os investimentos cresceram de US\$ 100 milhões em 1980 para US\$ 230 milhões em 1984. A queda dos preços do petróleo e do gás natural em 1985, no entanto, reverteu este quadro.

Nos anos 1990 a CPUC Califórnia autorizou as empresas concessionárias de energia a recolherem dos seus consumidores uma taxa destinada a prover um fundo denominado “Recursos para Conservação”. Em 1994 o montante desse fundo já atingia US\$ 500 milhões por ano, financiando diversos programas em todo o estado.

Este panorama favorável mudou em meados dos anos 1990, com as incertezas introduzidas com a reestruturação do setor. Novamente, os investimentos em programas de eficiência energética declinaram.

Em 1998 a CPUC criou um comitê intitulado California Board for Energy e Efficiency – CBEE, encarregado de propor diretrizes para a Comissão adotar em relação aos programas de eficiência energética das empresas concessionárias. Entre 1998 e 2000 foram priorizadas medidas de curto prazo, de fácil e rápida implementação e com bons resultados globais em termos de conservação de energia.

Por diversos motivos, em 2001 o Estado da Califórnia mergulhou em uma profunda crise de abastecimento de energia elétrica, com os preços das tarifas atingindo valores até então nunca registrados. Medidas de racionamento tiveram que ser adotadas. Houve, também, uma queda acentuada da confiabilidade do sistema elétrico.

Esta crise obrigou os consumidores a reduzirem seus consumos de energia elétrica, fazendo de 2001 um dos melhores anos da história da Califórnia em termos de uso eficiente da energia e de políticas de incentivo à conservação. Desde a crise do petróleo nos anos 1970 que os consumidores não tinham tanta consciência em relação à necessidade de usar a energia de uma forma eficiente.

Reagindo à crise no abastecimento de energia elétrica, o governo do estado estabeleceu programas para aumento da oferta e para redução do consumo, neste último caso estabelecendo uma meta inicial de redução da demanda de ponta em 5.000 MW.

O programa de conservação de energia, conduzido pelo governo do estado e contando com uma forte campanha na mídia, excedeu em muito a meta inicial, afastando definitivamente o terror dos *blackouts* previstos para o verão de 2001 pelo setor elétrico daquele estado. Em junho de 2001, o programa alcançou uma redução de demanda de 5.570 MW no período da ponta.

#### **5.4.2 Suporte financeiro aos programas**

Os programas de eficiência energética que têm sido implantados na Califórnia nos últimos anos têm sido financiados por três fontes de recursos: a Taxa de Bens Públicos (*Public Goods Charge – PGC*), a “Iniciativa de Eficiência Energética para o Verão de 2001” e a Lei SBX1 5. Estas três fontes, assim como os programas que elas tem contemplado, são descritas de uma forma resumida a seguir.

##### 5.4.2.1 Taxa de bens públicos

A taxa de bens públicos é uma sobretaxa de 1,0 e 0,7% cobrada na fatura de consumidores de energia elétrica e de gás natural, respectivamente. Ela é cobrada dos consumidores das quatro maiores concessionárias do Estado da Califórnia: Pacific Gas & Electric (PG&E), Southern California Edison (SCE), Southern California Gas (SCG) e San Diego Gas&Electric (SDG&E), todas elas privadas e reguladas pela CPUC<sup>18</sup>. O fundo formado por esta taxa é supervisionado pela CPUC e financia, além de programas de eficiência energética, também programas de desenvolvimento de fontes renováveis de energia, programas de pesquisa e desenvolvimento de interesse público e programas para consumidores de baixa renda (CPUC, 2001).

Todo ano as empresas concessionárias acima relacionadas precisam propor programas de eficiência energética que atendam às diretrizes da CPUC. Os programas aprovados pela Comissão são implementados pelas empresas em suas áreas de concessão, de um modo semelhante ao que acontece com os Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, desenvolvidos pelas empresas concessionárias de distribuição de eletricidade no Brasil, sob supervisão da Agência Nacional de Energia Elétrica.

Relacionam-se, a seguir, os vários tipos programas de eficiência energética que têm sido financiados pela taxa de bens públicos na Califórnia, junto com os seus objetivos

(i) Programa de incentivo à venda de lâmpadas e eletrodomésticos eficientes

Este programa oferece descontos tarifários (*rebates*) aos consumidores que adquirirem equipamentos eficientes, sobretudo os que possuem certificação “*Energy Star*”. Ele também oferece incentivos financeiros para os fabricantes aumentarem a produção e diminuírem os preços destes produtos. O programa visa, também, treinar consumidores, fabricantes e distribuidores a utilizarem equipamentos eficientes, através de *web-sites*, *malas direta*, *workshops* e outros eventos locais.

(ii) Sistemas de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (HVAC)

Este programa contempla incentivos financeiros tanto à consumidores para que adquiram sistemas HVAC eficientes, como a distribuidores e instaladores para que comercializem e instalem tais sistemas. O programa também informa os consumidores, através de inserções nas

---

<sup>18</sup> A CPUC não supervisiona programas conduzidos pelas concessionárias municipais do Estado.

faturas de energia e telemarketing, e treina empresas de assistência técnicas, distribuidores e empreiteiros sobre estes sistemas.

(iii) Programa de construção e reforma de imóveis residenciais

Este programa propicia consultoria e financiamento para que se construa, ou se reforme, casa que seja modelo em termo de uso eficiente da energia; no caso de reformas, realizam-se auditorias que informam as medidas que devem ser tomadas para se otimizar o uso da energia. O programa também fornece treinamento a comercializadores, instaladores e proprietários sobre a instalação e uso de equipamentos certificados com o selo “*Energy Star*”, tais como isoladores de janelas, eletrodomésticos e sistemas HVAC eficientes. O programa promove concursos entre estudantes de arquitetura e engenharia, criando oportunidade para seu aprendizado e para o surgimento de novas idéias sobre o uso eficiente da energia em novas residências.

(iv) Programa de treinamento e capacitação

Este programa objetiva a elaboração de manuais de uso eficiente da energia; a criação de centros de treinamento de profissionais sobre medidas de uso eficiente da energia, montados pelas concessionárias; a demonstração e atestado de desempenho de novas tecnologias, mais eficientes em termos de consumo de energia; e a capacitação de profissionais responsáveis pela padronização e normatização de equipamentos e construções.

(v) Programa de motores elétricos

O programa compreende descontos tarifários e financiamento para a aquisição de motores elétricos eficientes, assim como treinamento e assistência técnica para a sua seleção.

Completam o elenco o “Programa de prédios públicos” e o “Programa de apoio a pequenas empresas”, que visam a otimização do consumo energéticos nestas instalações.

#### 5.4.2.2 Iniciativa de eficiência energética para o verão de 2001

A “Iniciativa de Eficiência Energética para o Verão de 2001” foi uma medida emergencial adotada em agosto de 2000 pela Comissão das Concessionárias Públicas da Califórnia, em função da eminente crise de abastecimento de energia elétrica em 2001. A medida alocou US\$ 72 milhões não utilizados nos programas de eficiência energética executados em 1998 e 1999, para o desenvolvimento de programas originais que viessem a contribuir com a redução de consumo de energia elétrica e da demanda de ponta no verão de 2001 (CPUC, 2001).

Esta medida contemplou diversos programas abrangentes, envolvendo, por exemplo, iluminação de prédios públicos, reciclagem de refrigeradores residenciais, utilização de sistemas de bombeamento otimizados e de *timer* em piscinas aquecidas por energia elétrica, para evitar o aquecimento durante o período da ponta, otimização energética de condomínios e campus universitários, implantação de semáforos com LED's, assim como alguns programas localizados.

#### 5.4.2.3 A Lei SBX1 5

Em 11 de abril de 2001, o governador da Califórnia sancionou o projeto de Lei SBX1 5, que destinou US\$ 97 milhões para que a CPUC conduzisse programas de eficiência que atendessem à seguinte alocação de recursos:

- *US\$ 25 milhões destinados para incentivar a substituição de eletrodomésticos, sistemas HVAC e sistemas de isolamento ineficientes por outros de maior eficiência energética;*
- *US\$ 60 milhões para incentivar a substituição de sistemas de iluminação ineficientes; e*
- *US\$ 2,7 milhões<sup>19</sup> para a instalação de bombas e motores de alta eficiência em sistemas de bombeamento de gás e/ou petróleo e seus derivados.*

As principais medidas de melhoria de eficiência energética financiadas pelos recursos disponibilizados pela Lei SBX1 5 foram: descontos tarifários para projetos de iluminação residencial, otimização energética de sistemas de iluminação em pequenas instalações comerciais, reciclagem de eletrodomésticos, instalação de chuveiros de baixa vazão, melhorias nos sistemas de isolamento de aparelhos de ar condicionado e fornos, instalação de termostatos programáveis, instalação de equipamentos certificados com o selo “*Energy Star*”, e instalação de isolamento solar em janelas (CPUC, 2001).

#### **5.4.3 Resultados obtidos pelos programas de eficiência energética na Califórnia**

A Tabela 5.9 apresenta o montante total dos investimentos previstos e dos efetivamente realizados em programas de eficiência energética na Califórnia, por fonte de financiamento.

---

<sup>19</sup> Inicialmente eram US\$ 12 milhões, mas o governador eliminou, em novembro de 2001, US\$ 9,3 milhões em uma medida de redução de gastos.

Tabela 5.9 - Recursos orçados e investimentos realizados em programas de eficiência energética na Califórnia, em milhões de US\$, segundo suas fontes financiadoras

<b>FONTES FINANCIADORAS</b>	<b>RECURSOS ORÇADOS</b>	<b>INVESTIMENTOS REALIZADOS</b>
Taxa de bens públicos	288,1	275,0
Iniciativa para o verão de 2001	72,0	79,1
Lei SBX1 5	82,9	57,4
Total	443,0	411,5

Fonte: CPUC, 2001

Os resultados obtidos por estes programas, em termos de energia economizada, redução de demanda e redução de consumo de gás encontram-se na Tabela 5.10.

Tabela 5.10 – Energia conservada e redução da demanda de eletricidade dos programas de eficiência energética da Califórnia, de acordo com suas fontes de financiamento

<b>Fontes financiadoras</b>	<b>Energia conservada</b>		<b>Redução da demanda de eletricidade (MW)</b>
	<b>Gás natural (Mtherms)</b>	<b>Eletricidade (MWh)</b>	
Taxa de bens públicos	16.134	1.151.587	281,9
Iniciativa para o verão de 2001	448	339.687	162,0
Lei SBX1 5	2.589	67.438	8,4
Total	19.171	1.558.712	452,3

Fonte: CPUC, 2001

#### 5.4.4 Comparação entre programas californianos e brasileiros

Comparam-se, nesta seção, os custos unitários dos programas de eficiência energética desenvolvidos na Califórnia, mencionados nas seções anteriores deste capítulo, no ano 2001, com os custos unitários, no mesmo ano, de programas de eficiência energética executados por cinco empresas concessionárias de distribuição de energia elétrica no Estado de São Paulo: CPFL, Piratininga, Elektro, Bragantina e Jaguari (Leite, 2003b). Escolheu-se 2001 porque foi naquele ano que houve uma crise de abastecimento de energia elétrica tanto no Brasil como na Califórnia, que motivaram uma valorização dos programas de eficiência energética em ambos os locais; além disso, mais detalhes sobre estes programas foram divulgados em 2001, como parte das estratégias de *marketing* que foram criadas para apoiar estes programas no combate aos efeitos da crise.

A Tabela 5.11 apresenta os custos unitários médios da energia elétrica conservada e da demanda retirada no período da ponta para a totalidade dos projetos de eficiência energética implementados na Califórnia e para todo o conjunto destes projetos realizados pelas cinco concessionárias brasileiras supra-citadas, ambos em 2001. Os custos unitários dos programas das concessionárias brasileiras foram convertidas para o dólar americano comercial, pelo valor médio, em 2001, de 2,35 R\$/US\$.

Tabela 5.11 – Custos unitários médios da eletricidade conservada, em US\$/MWh, e da demanda retirada, em US\$/MW, de empresas concessionárias da Califórnia e do Brasil

<b>Custo unitário médio da:</b>	<b>Na Califórnia</b>	<b>No Brasil</b>
Energia elétrica conservada (US\$/MWh)	264	76
Demanda retirada no período de ponta (US\$/kW)	910	279

Fonte: CPUC, 2001 e <http://www.elektrobras.com/procel>

Observando-se os valores dos custos unitários médios na Tabela 5.13, nota-se que eles são muito menores no Brasil, tanto para a energia elétrica conservada como para a demanda retirada no período da ponta. As principais razões que explicam esta diferença são:

- (i) o custo da mão de obra na Califórnia, bem superior à brasileira;
- (ii) o vasto conjunto de programas implementados na Califórnia, com um grande número deles não incorrendo em custos para os beneficiários;
- (iii) o elevado dispêndio de recursos na Califórnia com programas que oferecem descontos tarifários para a aquisição de equipamentos eficientes;
- (iv) a existência, na Califórnia, de programas que oferecem gratuitamente o serviço de profissionais qualificados em projetos de eficiência energética; e
- (v) os investimentos elevados, na Califórnia, em projetos de longo prazo de maturação, tais como projetos de residências eficientes, em termos de consumo de energia.

Dentre os programas de eficiência energética analisados na Califórnia e no Brasil, o programa de iluminação residencial é o único que apresenta muitas semelhanças em ambos os

países, incluindo metodologias de condução similares, que incluem a doação de lâmpadas fluorescentes compactas para consumidores de baixa renda e o incentivo à sua comercialização, para consumidores de todos os níveis de renda, por meio de descontos em seu preço final, além de campanhas publicitárias.

A Tabela 5.12 mostra os custos unitários, em 2001, da energia elétrica conservada e da demanda retirada no período da ponta, de programas de iluminação residencial implantados pelas cinco concessionárias brasileiras analisadas neste trabalho e de tal tipo de programa desenvolvido pelas concessionárias da Califórnia, com financiamento oriundo da taxa de bens públicos.

Tabela 5.12 - Custos unitários da eletricidade conservada, em US\$/MWh, e da demanda retirada, em US\$/MW, de programas de iluminação residencial de na Califórnia e no Brasil

<b>Custo unitário médio da:</b>	<b>Na Califórnia</b>	<b>No Brasil</b>
Energia elétrica conservada (US\$/MWh)	73	113
Demanda retirada no período de ponta (US\$/kW)	325	333

Fonte: CPUC, 2001 e <http://www.eletronbras.com/procel>

Os valores da Tabela 5.12 indicam que há uma certa simetria nos custos unitários dos programas de iluminação residencial realizados nos dois países em 2001, diferente do que se observou na Tabela 5.11 em relação aos custos unitários médios dos respectivos conjuntos totais de programas de eficiência energética.

É interessante se destacar aqui que a crise de abastecimento de energia elétrica de 2001 no Brasil motivou uma concentração dos investimentos de programas de eficiência energética em projetos de iluminação, tanto pública como residencial. Os projetos de iluminação residencial representaram em 2001 42% do total investido em programas de eficiência energética pelas cinco concessionárias brasileiras analisadas neste trabalho, enquanto que, no caso das concessionárias da Califórnia financiadas pela taxa de bens públicos, esta participação, naquele ano, foi de somente 17%.

No capítulo 9, de conclusões e recomendações, são avaliados alguns programas de eficiência energética da Califórnia que poderiam ser interessantes de serem replicados no Brasil.

## Capítulo 6

### *Proposta de um Modelo de Projeção da Demanda Energética*

Na primeira parte deste capítulo se comenta os diversos tipos de modelos que têm sido empregados no planejamento da expansão de sistemas energéticos, destacando-se os modelos de projeção, a longo prazo, da demanda de energia e suas respectivas vantagens comparativas. Efetua-se, também, um breve relato do desenvolvimento histórico e dos usos destes modelos, assim como o tratamento de incertezas nas projeções, através da elaboração de cenários alternativos de desenvolvimento e de pesquisas de opinião do tipo Delphi.

Na segunda parte do capítulo se descreve a metodologia de decomposição estrutural, escolhida para se fazer as projeções de demanda energética a longo prazo para o Estado de São Paulo e para a região da bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Jundiá e Capivari. O capítulo é encerrado com uma discussão das vantagens de se empregar a análise estatística de grupamentos (cluster analysis) para se projetar a demanda para certos conglomerados de municípios, na região de interesse, obedecendo certos critérios econômicos e estatísticos, ao invés de se efetuar projeções para cada município, ou, então, para agregados escolhidos sem uma análise prévia adequada.

#### **6.1 Tipos de modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos**

De uma forma geral, os modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos podem ser classificados como modelos de demanda, modelos de oferta e modelos integrados demanda/oferta (Araújo, 1988).

Eles podem ser modelos setoriais, multisetoriais e globais. Os primeiros abordam um só setor da indústria de energia, como, por exemplo, o setor elétrico ou o setor de petróleo. Os modelos multisetoriais representam dois ou mais setores energéticos, em geral fortemente relacionados entre si, como, por exemplo, os setores de petróleo e de gás natural, ou, então, mais recentemente, por conta da crescente geração termelétrica à gás, os setores elétrico e de gás natural. Finalmente, os modelos globais trabalham com todos os setores que compõem a

indústria de energia em uma dada região de um país, um país como um todo ou, ainda, um conjunto de países.

Qualquer tipo de modelo de planejamento da expansão de sistemas energéticos pode ser aplicado em uma dada região de um país, um país como um todo ou, ainda, um conjunto de países.

## **6.2 Tipologia dos modelos de projeção de demanda e suas vantagens comparativas**

Os modelos de projeção, a longo prazo, da demanda de energia podem ser classificados como: econométricos; técnico-econômicos, contábeis, ou de simulação, incluindo estes últimos, como casos particulares importantes, o uso de matrizes insumo-produto, os métodos de decomposição estrutural (Araújo, 1988) e os modelos que simulam processos industriais (Meier, 1984); e mistos. Na categoria “modelos de demanda” ainda podem ser classificados os modelos que selecionam novos programas de eficiência energética, que, em geral, são algoritmos de simulação envolvendo análises custo/benefício de programas concorrentes entre si e, eventualmente, no caso do planejamento integrado de recursos, com programas de expansão da oferta, e que interagem com modelos de projeção da demanda energética desagregada por usos finais e tipos de equipamentos.

Os modelos econométricos realizam projeções da demanda de energia utilizando relações econométricas que tem como variáveis explanatórias grandezas econômicas clássicas como renda, investimento, valor adicionado e, evidentemente, preços; as relações funcionais empregadas podem ser simples regressões empíricas, ou, então, elaboradas funções de demanda ou de produção, como a translog, com mecanismos de ajuste parcial do estoque de equipamentos ao longo do tempo, que exigem técnicas estatísticas avançadas para a estimação dos parâmetros dos modelos (Bajay, 1983).

Os modelos puramente econométricos são mais adequados para a projeção a curto e médio prazos da demanda energética e, em geral, não são adequados para representar possíveis rupturas futuras em padrões tecnológicos ou econômicos consolidados. Logo, para projeções a longo prazo, assim como quando se deseja modelar tais possíveis rupturas, foram desenvolvidos os

modelos técnico-econômicos, contábeis ou de simulação. Nestes modelos, diferente dos econométricos, não se precisa ter séries históricas, e/ou em seção transversal, de consumos de energia e de suas supostas variáveis explanatórias. Basta se ter estes dados para um ano de referência, o mais próximo possível do presente, e os modelos projetam os parâmetros escolhidos – indicadores de atividades econômicas, sociais e políticas, estoques de equipamentos e seus rendimentos energéticos, consumos energéticos específicos, etc. – para os momentos desejados no futuro, sem se preocupar com as trajetórias envolvidas. Em geral, estes modelos trabalham com uma estrutura de demanda bastante desagregada, por usos finais da energia e, eventualmente, tipos de equipamentos por uso final. Por não se preocupar com as trajetórias envolvidas e, também, por conta de envolver um grande número de variáveis e parâmetros, boa parte dos quais tem que ser estimada a partir de caros levantamentos de campo, difíceis de serem financiados em muitos países, sobretudo os em desenvolvimento, este tipo de modelo de projeção da demanda energética pode gerar resultados completamente irrealistas; Carra (2003), por exemplo, relata que aplicações do amplamente difundido modelo francês MEDEE, feitas na década de 1980 no Estado de São Paulo (Goldemberg & Prado, 1987), produziram erros de projeção no ano 2000 que se situaram, no caso dos derivados de petróleo, gás natural e eletricidade, em torno de 100%.

Para se tentar minimizar as restrições intrínsecas aos modelos puramente econométricos e aos modelos técnico-econômicos desenvolveu-se os chamados modelos mistos de projeção, que utilizam relações econométricas para estabelecer cenários tendênciais ou de referência e para explicar a evolução de algumas variáveis dos modelos, mas que empregam uma estrutura de projeção a mais desagregada possível (por usos finais e tipos de equipamentos), compatível com a quantidade e qualidade dos dados disponíveis, e empregam vários tipos de simulações em cenários alternativos que representam possíveis rupturas futuras em relação aos padrões, tecnológicos, macroeconômicos, sociais e políticos, hoje estabelecidos. Quanto mais longo for o horizonte de projeção, maior é a importância da simulação destas possíveis rupturas. Este é o tipo de modelo mais empregado atualmente no mundo pelas instituições que realizam regularmente e com qualidade projeções da demanda energética par o médio e longo prazos.

### **6.3 Desenvolvimento histórico e usos**

Até a década de 1960 os modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos eram quase todos setoriais, com modelagens separadas da demanda, empregando técnicas econométricas, e da oferta, usando técnicas relativamente simples de simulação ou programação matemática. Os setores estudados eram o elétrico, o de petróleo e gás, e, em alguns países, o de carvão. O desafio das projeções da demanda energética era se tentar capturar as principais tendências do mercado. O planejamento da oferta era determinativo.

Os choques dos preços do petróleo, em 1973 e 1979, provocaram uma verdadeira revolução na modelagem de sistemas energéticos:

- aumentou muito o interesse nos modelos multisetoriais e globais, assim como nos modelos integrados demanda/oferta;
- desenvolveu-se rapidamente a categoria dos modelos técnico-econômicos, contábeis ou de simulação para a projeção da demanda energética, com a conseqüente valorização, nos países desenvolvidos, de levantamentos de campo para se determinar as distribuições, por usos finais e/ou tipos de equipamentos, da demanda de energia e se realizar pesquisas de posse e hábitos destes equipamentos. Tais modelos se mostraram convenientes para simular rupturas de padrões estabelecidos de consumo de energia, com estavam ocorrendo na época (Bajay, 1983);
- por conta da competição criada com os novos modelos de projeção da demanda energética supra-citados, houve grandes avanços metodológicos no uso dos modelos econométricos (Griffin, 1990), incluindo formulações teóricas mais elaboradas, envolvendo ajustes parciais ao longo do tempo e variáveis explanatórias mudas, um uso intenso do cruzamento de dados em séries temporais com dados em seção transversal, para se resolver os freqüentes problemas de multicolinearidade ocasionados pelo emprego de modelos com mais variáveis e, sobretudo, variáveis defasadas no tempo, e a utilização crescente de métodos estatísticos mais sofisticados, tais como o de mínimos quadrados generalizado e o da máxima verossimilhança, para se estimar os parâmetros dos modelos; e
- os planos de expansão, incluindo as projeções do mercado, passaram, paulatinamente, a adquirir um caráter de estudos prospectivos (Araújo, 1988), empregando, em geral, a técnica de cenários, utilizada antes só por algumas grandes corporações militares ou civis, como, por exemplo, a Rand Corporation, nos EUA, em exercícios de planejamento estratégico. Além

disso, o planejamento da oferta, sobretudo no longo prazo, passou a ter uma conotação indicativa, que se transformava em determinativa só no curto e médio prazos.

Até hoje há ferrenhos defensores das abordagens econométrica ou de simulação para a projeção da demanda energética. Como o objetivo de conciliar as vantagens comparativas e minimizar as limitações de ambas as abordagens, a partir da década de 1980 se passou a desenvolver modelos mistos, cujo componente de simulação costuma ser dominante quando as projeções são para o longo prazo.

Modelos integrados demanda/oferta foram, em sua grande maioria, desenvolvidos na segunda metade da década de 1970 e primeira metade da década de 1980, tendo como principal motivação a busca de alternativas para se diminuir a dependência de derivados de petróleo, em grande parte importados para a maioria dos países, e se aumentar a segurança do suprimento energético, de preferência com fontes locais, ou, então, pelo menos, fontes externas menos voláteis, em termos de preços, do que o petróleo na época.

A queda e posterior estabilização nos preços do petróleo, a partir de meados da década de 1980, freou este processo e diminuiu o interesse no desenvolvimento e uso destes modelos. Por outro lado, as preocupações sobre os impactos ambientais da indústria de energia nos âmbitos regional e global – chuvas ácidas, “smog” e efeito estufa – reascenderam o interesse pelo uso destes modelos para se tentar avaliar estes impactos. Huntington e Weyant (2002), do Energy Modeling Forum, Stanford University, CA, EUA, descrevem as características básicas dos principais modelos integrados que têm sido utilizados nos últimos anos para se mensurar a emissão de gases que causam o efeito estufa.

Schumpeter (1942) identificou três tipos de mudanças tecnológicas que têm ocorrido em economias modernas: (i) a *invenção* de novos meios de se satisfazer as necessidades e desejos humanos, ou a criação de novas necessidades ainda não identificadas ou satisfeitas; (ii) a *inovação*, que ocorre através de melhorias e refinamentos contínuos dos meios existentes para se satisfazer tais necessidades; e (iii) a *difusão* de novas tecnologias ao longo do tempo e entre os diversos segmentos da economia.

Huntington e Weyant (2002) comentam que a maior parte dos modelos integrados demanda/oferta que têm avaliado recentemente as emissões dos gases que causam o efeito estufa procuram levar em conta os impactos dessas inovações tecnológicas, mas que eles ainda não

incorporam o efeito dos preços dos energéticos sobre estas inovações – difusão no curto prazo, inovação no médio prazo e invenção no longo prazo, processo este só iniciado há pouco.

A principal categoria de modelos energéticos integrados demanda/oferta – os modelos de equilíbrio – se desenvolveu tanto na forma de modelos de equilíbrio parcial ou setorial – setor energético, como na forma de modelos de equilíbrio geral. Apesar das vantagens teóricas desta segunda categoria, os modelos de equilíbrio parcial têm sido mais empregados, até agora, no setor energético (Bajay, 2003), por conta da possibilidade de se representar as características, sobretudo tecnológicas e econômicas, deste setor com o detalhe necessários aos estudos, limitado tão somente às restrições inerentes ao nível de agregação dos dados disponíveis.

A possibilidade recente de se empregar uma abordagem híbrida descendente/ascendente, que permite um tratamento mais detalhado do setor energético, tende a valorizar mais, no futuro, o uso dos modelos de equilíbrio geral, seja de uma forma isolada, ou em conjunto com modelos de equilíbrio parcial, nos estudos de planejamento da expansão do setor energético.

#### **6.4 Tratamento de incertezas através da elaboração de cenários alternativos de desenvolvimento e de pesquisas de opinião do tipo Delphi**

Os principais métodos que têm sido utilizados no tratamento de incertezas em modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos são (Bajay, 2004): análise de sensibilidade; análise paramétrica; métodos de otimização empregando álgebra nebulosa; emprego de distribuições de probabilidades em modelos de otimização ou de simulação; emprego de processos estocásticos em modelos de otimização ou de simulação; elaboração de cenários alternativos de desenvolvimento; pesquisas de opinião do tipo Delphi; uso de técnicas de inteligência artificial; e emprego da teoria de jogos e teoria de leilões.

Desde a década de 1970 o setor energético tem utilizado, no mundo todo, cenários alternativos de desenvolvimento em projeções da demanda e da oferta de energéticos. Empregam-se estes cenários para se explorar distintas rotas de crescimento da economia, ou, então, para se testar o impacto de novas políticas públicas, nas áreas econômica, tecnológica, energética, ou ambiental. Os cenários podem ser usados só em projeções da demanda energética, ou de uma forma conjunta com alternativas do lado da oferta.

As pesquisas de opinião do tipo Delphi têm sido utilizadas, desde a década de 1980, para se compilar as expectativas de uma amostra de especialistas a respeito da evolução futura de variáveis de interesse no planejamento da expansão de sistemas energéticos; em geral, as respostas dos especialistas são processadas através de técnicas estatísticas. Estas pesquisas foram utilizadas recentemente pela Eletrobrás e Petrobrás para auxiliar a montagem dos planos decenais do setor elétrico e do plano estratégico da Petrobrás, respectivamente, e pelo Centro de Estudos Estratégicos, ligado ao Ministério de Ciência e Tecnologia, para realizar um exercício de prospecção de novas tecnologias na área de energia.

## **6.5 Um modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética**

### **6.5.1 A escolha do modelo**

Conforme discutido na seção 6.2, os modelos mistos de projeção da demanda energética permitem a simulação de rupturas dos padrões históricos da demanda a ser projetada, por conta de mudanças estruturais na economia, novas políticas tecnológicas, energéticas, ou ambientais, etc., ao mesmo tempo em que requerem que estes padrões históricos sejam analisados, detectando-se as tendências existentes e, eventualmente, ajustando regressões econométricas aos dados históricos disponíveis. As tendências detectadas, ou as regressões obtidas, servem, então, como referências, ou balizadores, para a simulação das eventuais rupturas acima mencionadas. Este tipo de modelo permite se ter as principais vantagens dos modelos econométricos e dos modelos de simulação, sem carregar os ônus de suas desvantagens. O modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética, escolhido para realizar as projeções de demanda desta tese, pode ser usado como um modelo misto e ele foi usado como tal neste trabalho.

Como, neste trabalho, se deseja que as projeções da demanda energética para a região da bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Jundiá e Capivari estejam associadas a projeções da demanda energética no Estado de São Paulo e que ambas tenham como balizadores cenários de desenvolvimento de âmbito nacional, é essencial que a metodologia adotada para projeção da

demanda permita facilmente tais associações. O modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética é bastante flexível e atende perfeitamente a este requisito.

Não existe nenhum modelo de projeção da demanda energética que seja o melhor em todas as circunstâncias. Todos os tipos de modelos têm vantagens e desvantagens e, usualmente, se escolhe o mais adequado deles para as finalidades específicas de cada exercício de projeção. Logo, é comum se ter mais de um modelo de projeção disponível, não só para se escolher o mais adequado para cada estudo, mas, também, para confrontar os resultados obtidos com diferentes modelos, ou, então, para usá-los de uma forma complementar. Em qualquer destes casos, isto permite, eventualmente, se ajustar melhor os parâmetros dos modelos e, por conseguinte, se conseguir resultados mais confiáveis e se compreender melhor as alternativas de futuro e suas conseqüências sobre a demanda de energia. Dada a sua grande flexibilidade, o modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética tanto pode produzir resultados facilmente comparáveis com os de outros tipos de modelos de projeção, como pode ser usado, sem dificuldades, de uma forma complementar com outros modelos.

Este último caso ocorreu, de fato, no contexto de um projeto de pesquisa e desenvolvimento, executado pela Unicamp, com apoio de pesquisadores da USP e UFRJ, envolvendo a projeção, a longo prazo (20 anos), da demanda de energia elétrica de uma importante concessionária distribuidora do Estado de São Paulo. Neste projeto, o modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética foi usado de uma forma complementar com um modelo de projeção que emprega a matriz insumo-produto nacional, atualizada e desagregada para o Estado de São Paulo e, dentro do Estado, para a área de concessão objeto de estudo. Este segundo modelo garante consistência macroeconômica entre os vários setores da economia e entre as economias nacional, estadual e local, enquanto que a versatilidade do primeiro permite explorar com facilidade novos cenários de desenvolvimento, eventualmente envolvendo rupturas com o passado, muito importantes em uma boa análise prospectiva de longo prazo.

Três outras vantagens da metodologia de projeção baseada na decomposição estrutural da demanda energética são:

- a mesma estrutura de decomposição pode ser usada em análises retrospectivas (Tolmasquim *et alii*, 1998) e prospectivas (ANP, 2001), facilitando o uso das primeiras para prover fundamentais subsídios para os estudos prospectivos;
- as equações básicas de decomposição da demanda energética, neste método, podem facilmente ser complementadas com outras equações, que detalhem a evolução dos parâmetros das equações básicas, em conexão, por exemplo, com modelos macroeconômicos, ou com modelos econométricos que “explicam” as parcelas de mercado dos vários energéticos em um setor da economia como funções dos preços relativos destes energéticos e, eventualmente, outras variáveis explanatórias; e
- o problema da competição entre os energéticos possui um papel de destaque, requerendo hipóteses de evolução futura claras e explícitas, nesta metodologia. Esta característica é essencial em projeções para o longo prazo, onde mudanças econômicas, tecnológicas e culturais (hábitos) podem alterar substancialmente as atuais parcelas de mercado dos diversos energéticos.

As equações básicas do modelo de projeção baseado na decomposição estrutural da demanda energética, assim como alguns possíveis refinamentos, são discutidos nas duas próximas seções, em que se aborda, na primeira delas, os setores produtivos da economia e, na segunda, o setor residencial.

### 6.5.2 Setores produtivos da economia

O consumo total de energia dos setores comercial e serviços, de transportes, agropecuário e industrial, assim como de segmentos que constituem estes setores, pode ser determinado a partir da seguinte expressão básica:

$$CE_i = \frac{CE_i}{VA_i} \cdot \frac{VA_i}{PIB} \cdot PIB \quad (6.1)$$

onde:

$CE_i$  é o consumo energético total do setor, ou do segmento  $i$ ;

$VA_i$  é o valor agregado do setor, ou do segmento  $i$ ; e

PIB é o Produto Interno Bruto.

Na expressão acima, a razão entre o consumo energético e o valor agregado do setor/segmento  $i$  ( $CE_i/VA_i$ ) representa a intensidade energética deste setor. A razão entre o valor agregado e o Produto Interno Bruto ( $VA_i/PIB$ ) representa a participação do setor/segmento  $i$  na formação do PIB.

O Produto Interno Bruto (PIB) pode ser entendido como a mensuração da riqueza gerada por um certo espaço geo-econômico em um determinado intervalo de tempo, havendo três óticas para se estimar corretamente o valor do PIB: produção, renda e dispêndio (ANP, 2001). Pela ótica da produção, o PIB é igual à soma do valor da produção (VP) de cada um dos bens e serviços produzidos em uma economia em um dado intervalo de tempo, denominado de valor bruto da produção (VBP), deduzido deste montante a parcela relativa à soma dos valores da produção dos bens e serviços utilizados como insumos no processo produtivo dessa economia no mesmo intervalo de tempo, ou seja, o consumo intermediário (CI). Deste modo, tem-se:

$$PIB = VBP - CI \quad (6.2)$$

Alternativamente, pode-se estimar o valor do PIB através do somatório do valor agregado, ou valor adicionado (VA) de cada atividade ou setor da economia. O valor agregado de um determinado setor da economia ( $VA_i$ ) é igual à diferença entre o valor da produção deste setor ( $VP_i$ ) subtraído do consumo intermediário deste mesmo setor ( $CI_i$ ) em um dado período. O PIB é a soma dos valores adicionados, a preços de mercado<sup>20</sup>, dos vários setores que compõem a economia:

---

<sup>20</sup> Isto significa que os preços incluem os impostos indiretos. Os VA's também podem ser calculados "a preços básicos", ou seja, sem incluir os impostos indiretos.

$$PIB = \sum VA_i \quad (6.3)$$

Na ótica da renda, mensura-se o PIB, bem como o VA de cada atividade econômica, a partir das rendas apropriadas pelos agentes econômicos que participaram do processo produtivo no tempo e no espaço de referência. Por fim, na ótica do dispêndio, somam-se apenas os VP's dos bens e serviços destinados à demanda final.

O crescimento do PIB depende, no longo prazo, da formação bruta de capital fixo (FBCF), que se refere aos acréscimos ao estoque de capital fixo realizados a cada ano, visando ao aumento da capacidade produtiva do País. Os investimentos podem ser classificados como públicos e privados, de origem interna e externa. A taxa de investimento é definida como a razão entre a FBCF e o PIB, a preços correntes. Os investimentos na formação bruta de capital fixo estão sujeitos a variações cíclicas mais acentuadas quando estão concentrados em poucos setores da atividade econômica. Estas variações estão relacionadas às decisões de curto e longo prazos no processo de produção. No curto prazo, as empresas, quando confrontadas pelo aumento de demanda, tendem a utilizar a capacidade ociosa. No longo prazo, desde que mantidas as tendências de expansão de demanda, as empresas geralmente investem no aumento da capacidade produtiva. Quando tais investimentos ocorrem, é natural que haja, inicialmente, uma expansão da capacidade instalada, o que resulta em uma certa capacidade ociosa para fazer frente a futuras variações de curto prazo e, desta forma, o ciclo de curto e longo prazos se repete. É o que aconteceu, por exemplo, com a indústria automobilística nos últimos anos. Inicialmente ocorreram investimentos em expansão, através da chegada de novos concorrentes. Em um segundo momento, as montadoras já instaladas fizeram grandes investimentos na modernização das plantas já existentes.

Nos setores onde o aumento da produção depende de novos investimentos para aquisição de equipamentos ou modernização de plantas, pode-se tentar buscar uma relação funcional entre o PIB e a FBCF:

$$PIB_i = f_i(FBCF_i) \quad (6.4)$$

Em setores onde se opera com uma grande capacidade ociosa é possível aumentar a produção e conseqüentemente o PIB mantendo-se o estoque de capital; neste caso não existirá uma dependência direta entre o PIB e a FBCF (Carvalho, 2005).

No caso da intensidade energética de um dado setor/segmento da economia ( $CE_i/VA_i$ ), pode-se procurar uma relação funcional com a taxa de investimento deste setor/segmento ( $FBCF_i/VA_i$ ) e com o preço médio da energia neste setor/segmento, que é uma média ponderada dos preços dos principais energéticos nele consumidos e os pesos são as parcelas de mercado de cada energético (Bajay, Ferreira e Agra, 1996). A dependência entre a intensidade energética e a taxa de investimento deve ser analisada para cada setor, visto que o comportamento poderá ser completamente distinto. Por exemplo, no setor agropecuário investimentos em mecanização, em substituição à mão de obra, devem provocar um aumento na intensidade energética; já em um setor onde o investimento seria direcionado na aquisição de equipamentos mais modernos e eficientes, a intensidade energética tenderia a diminuir. Em setores onde os investimentos realizados estivessem direcionados para a expansão da produção, sem mudanças tecnológicas, a intensidade energética tenderia a manter-se constante (Carvalho, 2005).

Para segmentos da economia onde a produção é homogênea (indústria de papel e celulose, indústria de cimento, cultura de grãos, etc.) pode-se expressar a intensidade energética da seguinte forma:

$$\frac{CE_i}{VA_i} = \frac{\frac{CE_i}{PF_i}}{\frac{VA_i}{PF_i}} \quad (6.5)$$

onde  $PF_i$  é a produção física do setor  $i$ .

A relação entre o consumo de energia ( $CE_i$ ) e a produção física ( $PF_i$ ) do setor/segmento  $i$  ( $CE_i/PF_i$ ) representa o consumo específico do setor/segmento e pode ser utilizado para analisar os ganhos de eficiência energética ocorridos neste setor. A relação entre o valor agregado ( $VA_i$ )

e a produção física (PF<sub>i</sub>) corresponde ao valor unitário de produção (VUP<sub>i</sub>) e é influenciado fortemente pelas condições do mercado.

Para o setor de comércio e serviços pode-se expressar a intensidade energética como (Carvalho, 2005):

$$\frac{CE_i}{VA_i} = \frac{\frac{CE_i}{ÁreaC}}{\frac{VA_i}{ÁreaC}} = \frac{\frac{CE_i}{Nemp}}{\frac{VA_i}{Nemp}} \quad (6.6)$$

onde:

*ÁreaC* é a área construída; e,

*Nemp* é o número de empregados do setor.

A relação entre o consumo de energia do setor e a sua área construída, ou o seu número de empregados, pode ser compreendido como o consumo específico deste setor.

O consumo de um determinado energético *j* utilizado no setor/segmento *i* (CE<sub>j,i</sub>) pode ser expresso da seguinte maneira:

$$CE_{j,i} = \frac{CE_{j,i}}{CE_i} \cdot CE_i \quad (6.7)$$

Esta é uma outra expressão básica do método, sendo utilizada em conjunto com a equação (6.1).

A relação entre o consumo do energético *j* utilizado no setor/segmento *i*, CE<sub>j,i</sub>, e o consumo total de energéticos do setor/segmento *i*, CE<sub>i</sub>, representa a participação deste energético no setor/segmento; este quociente é conhecido como a “parcela de mercado” deste energético neste setor/segmento. Pode-se, então, buscar uma relação entre a parcela de mercado de um determinado energético utilizado em um dado setor/segmento da economia e quocientes formados

entre os preços dos energéticos consumidos neste setor<sup>21</sup>, ao longo do tempo, e, eventualmente, outras variáveis explanatórias (BAJAY, FERREIRA E AGRA, 1996).

### 6.5.3 Setor residencial

O consumo de energia do setor residencial em um certo período pode ser expresso como o produto do consumo específico médio das residências ( $CS_{RS}$ ) pelo número total de residências ( $N_{RS}$ ) naquele período (Carvalho, 2005):

$$CE = CS_{RS} \cdot N_{RS} \quad (6.8)$$

O número de residências ( $N_{RS}$ ) está relacionado diretamente com a população e as características da mesma, tais como renda, classe social e distribuição espacial (urbana ou rural). Esta variável também está relacionada com a infra-estrutura básica disponível de saneamento, eletricidade, urbanização e com o acesso a créditos para financiamento de construções. Uma outra grandeza que influencia diretamente o consumo de energia em uma residência é o tamanho das famílias, ou seja, o número de habitantes por residência, que, por seu turno, depende de diversos fatores sociais, econômicos e culturais.

O consumo de energéticos (CE) pode ser desagregado por fontes (eletricidade, GLP, gás canalizado e lenha) e/ou por usos finais (iluminação, cocção, conforto térmico, aquecimento de água, etc.). O emprego de um dado energético, em detrimento a outro, está relacionado com a disponibilidade, preço e a tecnologia empregada nos equipamentos de uso final. A substituição de um dado energético por outro para um determinado uso final, muitas vezes implica na substituição dos equipamentos existentes, como, por exemplo, no aquecimento direto de água utilizando eletricidade sendo substituído pelo uso de aquecedores a gás. Já em outros casos, estas substituições são realizadas sem implicar na troca do equipamento, apenas realizando pequenas

---

<sup>21</sup> Conhecidos como preços relativos.

adaptações, como na substituição do GLP por gás canalizado para a cocção de alimentos (Carvalho, 2005).

A participação relativa de cada energético em um determinado período é influenciada pela disponibilidade de cada energético, flexibilidade de utilização de diferentes energéticos para um determinado equipamento de uso final, incentivos fiscais ou creditícios para a substituição de equipamentos que utilizem tecnologias diferentes para um mesmo uso final, preços relativos entre os energéticos substitutos e renda da população.

O crescimento da população urbana no Brasil tem provocado a queda do consumo de lenha e o aumento do consumo de GLP e este tende a diminuir com o desenvolvimento da malha de distribuição de gás canalizado nos grandes centros urbanos, desde que os preços do gás canalizado sejam menores que o do GLP. A penetração do gás canalizado também poderá deslocar para baixo o consumo de eletricidade utilizada para aquecimento direto de água, devido ao menor custo e ao maior conforto térmico que o gás propicia quando utilizado para este uso final (Carvalho, 2005).

Políticas públicas, como a da busca de universalização da energia elétrica, também podem afetar de forma significativa a estrutura de consumo de uma dada região, na medida em que, a partir do momento que se disponibiliza um dado energético, se estimula os consumidores a adquirirem diversos equipamentos que utilizem o mesmo.

A equação (6.8), apesar de seu importante significado e grande uso em diversas metodologias de projeção da demanda de energia no setor residencial, não é conveniente para o método adotado nesta tese, pois não pode ser facilmente relacionada com o crescimento da economia, mensurada através do PIB, que é um dos parâmetros fundamentais da equação básica de decomposição do modelo.

A equação de decomposição adotada para o consumo energético total do setor residencial,  $CE_r$ , no modelo, é a (6.9):

$$CE_r = \frac{CE_r}{PIB} \cdot PIB \quad (6.9)$$

A equação (6.9) se diferencia da eq. (6.1) pelo fato que o setor residencial, não sendo um setor produtivo, não possui VA e, por conseguinte, a sua “intensidade energética” se refere ao PIB.

Por outro lado, para se calcular o consumo de um determinado energético  $j$  utilizado no setor residencial ( $CE_{j,r}$ ) se utiliza a expressão (6.10), semelhante à equação (6.7):

$$CE_{j,r} = \frac{CE_{j,r}}{CE_r} \cdot CE_r \quad (6.10)$$

As expressões (6.9) e (6.10) são as equações básicas do modelo adotado na tese, para projetar as demandas dos energéticos do setor residencial.

As evoluções históricas, no Estado de São Paulo, das variáveis que compõem as equações básicas de decomposição (6.1), (6.7), (6.9) e (6.10), para os setores/segmentos objeto de estudo nesta tese, assim como sua análise se encontram no capítulo 3.

## **6.6 Adaptações do modelo para se efetuar as projeções da demanda de energia na região da UGRH-PCJ**

A base de dados municipal que se montou, neste trabalho, compreende dados de consumo de energia elétrica para todos os municípios da região da UGRH-PCJ.

Por outro lado, não se dispõe de dados sobre o consumo de gás natural para todos estes municípios, parte porque muitos deles ainda não recebem este energético, por falta de rede de distribuição ou de mercado, parte porque tais informações não estão disponibilizadas pelas empresas concessionárias de gás que atuam na região. Mesmo as informações disponíveis, não estão desagregadas por segmentos dos grandes setores da economia.

As informações obtidas sobre o consumo de derivados de petróleo também não cobrem todos os municípios da região e só estão disponíveis até 2001.

Não se possui nenhuma informação sobre o consumo de lenha e de resíduos combustíveis, em geral, para os municípios da região.

Logo, não é possível se simular diretamente a competição entre os diversos energéticos nos municípios da região. A solução que se encontrou foi simular tal competição no âmbito estadual, já que se dispõe de informações completas no âmbito dos balanços energéticos estaduais, e “rebater” os resultados obtidos para os municípios da região. Armazenam-se, na base de dados municipal, os quocientes entre a intensidade dos energéticos para os quais se dispõe de informações, para os anos em que existem tais dados, e os valores correspondentes para o Estado. As evoluções, ao longo do tempo, destes quocientes, definem tendências, que são mantidas na modelagem como “*default*”. O usuário do modelo, no entanto, pode modificar tais “evoluções de referência”, a fim de simular trajetórias alternativas, associadas à estudos regionais específicos. Em qualquer um dos dois casos, estes quocientes permitem efetuar o “rebatimento” para os municípios da região, da competição entre energéticos simulada no âmbito estadual.

Mudanças estruturais na economia também são difíceis de serem simuladas no âmbito municipal. Uma solução semelhante à descrita acima foi adotada para se resolver este outro problema, utilizando quocientes entre os VAs setoriais nos municípios e no Estado. Aqui também o usuário do modelo pode modificar as “evoluções de referência” destes novos quocientes, com o objetivo de simular trajetórias econômicas regionais alternativas.

Multiplicando-se a projeção da intensidade do energético desejado no setor/segmento objeto de estudo, pela projeção do VA deste setor/segmento, obtém-se, diretamente, a projeção do consumo deste energético em um determinado ano futuro, para qualquer município, ou conjunto de municípios na região da UGRH-PCJ. Para se obter as projeções da intensidade do energético desejado e do VA do setor/segmento envolvido, utiliza-se os procedimentos de “rebatimento” acima descritos, que, por seu turno, necessitam, para sua aplicação, da existência prévia de projeções estaduais para estas grandezas.

## **6.7 Agregação de municípios para efeito de projeção da sua demanda energética**

Quando se realiza projeções da demanda energética em âmbito regional, raramente há interesse em projeções individuais por municípios. É muito mais freqüente se desejar fazer tais projeções por agregados de municípios.

Logo, a agregação dos municípios faz parte da metodologia de projeção da demanda energética regional aqui proposta. Em se tendo uma base de dados municipal, com as informações necessárias para as projeções, qualquer tipo de agregação que tenha o município como menor unidade, indivisível, é possível de ser feita.

Os critérios de agregação podem ser os mais diversos possíveis, tais como:

- aglomerados de municípios vizinhos que correspondem a algum tipo de unidade administrativa governamental, como, por exemplo, região metropolitana, região administrativa, e região de governo;
- conjuntos de municípios em que predominam, com uma intensidade pré-definida, certos setores ou segmentos da economia, ou, ainda, certas atividades econômicas;
- agregados de municípios que apresentam taxas de crescimento semelhantes para certas atividades econômicas objeto de interesse maior nas projeções regionais;
- aglomerados de municípios, vizinhos ou não, que componham cadeias produtivas setoriais, envolvendo matérias primas, produtos intermediários, produtos finais e serviços associados<sup>22</sup>; etc.

Tão logo esteja bem definido o critério de agregação mais adequado para cada estudo, parte-se para uma classificação preliminar, baseada no bom senso e eventual discussão com especialistas e para a organização da qual se lança mão, no máximo, de planilhas eletrônicas básicas. O último passo é se testar a classificação preliminar com o auxílio da técnica estatística da análise de grupamentos (*cluster analysis*). Como resultado desta análise, a classificação preliminar pode acabar sendo modificada, raramente de uma forma radical.

---

<sup>22</sup> Cadeias produtivas para as quais se vislumbra, por exemplo, a perspectiva de novas políticas econômicas, ou tecnológicas, de fomento.

É importante se preceder a esta classificação preliminar antes de se usar os vastos recursos da análise estatística de grupamentos, caso contrário pode-se gastar muito tempo com a montagem de grupamentos alternativos sem se ter a garantia de que se chegará a uma solução satisfatória.

## Capítulo 7

### *Cenários Alternativos de Desenvolvimento*

Desde a década de 1970, o setor energético tem utilizado, no mundo todo, cenários alternativos de desenvolvimento em projeções da demanda e da oferta de energéticos. Estes cenários são empregados para se explorar distintas rotas de crescimento da economia, ou, então, para se testar o impacto de novas políticas públicas, nas áreas econômica, tecnológica, energética ou ambiental. Os cenários podem ser usados só em projeções da demanda energética, ou de uma forma conjunta com alternativas do lado da oferta.

“O propósito primário de um cenário não é o de prever o futuro, e sim, o de organizar, sistematizar e delimitar as incertezas, explorando, sistematicamente, os pontos de mudança ou manutenção dos rumos de uma dada evolução de situações (CAIO e BERMANN, 1998)”.

Conforme discutido no capítulo 2, dado o elevado grau de interligação dos principais sistemas de suprimento energético no País e a forte centralização do setor energético brasileiro, carece de realismo qualquer estudo de planejamento energético regional que não leve em conta políticas energéticas e o planejamento energético efetuados no âmbito nacional.

Neste capítulo se discute alguns cenários adotados recentemente pelo Ministério de Minas e Energia, Comitê Coordenador do Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Eletrobrás, Petrobrás, International Energy Agency e Energy Information Administration (EIA)/US Department of Energy para realizar projeções de demanda energética para o Brasil.

Estes cenários nacionais servem de balizadores para a montagem, neste capítulo, de cenários para o Estado de São Paulo e possíveis cenários para a região da UGRH – PCJ.

#### **7.1 Principais exercícios recentes de cenarização energética elaborados no âmbito nacional**

O CNPE, com o devido apoio da Secretaria de Energia (SEN) do MME, divulgou, em dezembro de 2001, suas primeiras projeções, a longo prazo, da matriz energética nacional; estas projeções foram melhoradas, do ponto de vista metodológico, e atualizadas em dezembro de 2002 (CGEP, 2002).

Em 2004, a COPPE/UFRJ foi contratada pelo Ministério de Minas e Energia para realizar as próximas projeções da matriz energética nacional. Estas projeções foram concluídas em 2005. A Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético, uma das novas secretarias do MME que substituiu a SEN em 2003, ficou de complementar os estudos da COPPE/UFRJ e publicar os resultados em 2005, o que acabou não acontecendo até a finalização desta tese.

O CCPE lançou em 2002 três planos decenais de expansão para o setor elétrico – a versão final do Plano 2001-2010 em abril, um sumário executivo do Plano 2002-2011 em novembro e um sumário executivo do Plano 2003-2012 em dezembro (CCPE, 2002), atualizando esta atividade que estava atrasada desde 1999 (BAJAY, 2003a). Em julho de 2004, o CCPE publicou um relatório sobre os cenários mundiais e nacionais, com regionalização e estadualização, adotados no Plano 2004-2014 (CCPE, 2004). Nada mais foi divulgado sobre este plano até o fechamento deste trabalho.

Em 2005, a Empresa de Pesquisa Energética (EPE), que substituiu o CCPE em 2004, publicou um relatório apresentando cenários macroeconômicos para projeção do mercado de energia elétrica (EPE, 2005).

O MME nunca elaborou planos de expansão para a indústria de petróleo e gás no Brasil. A Petrobrás, por outro lado, que detinha o monopólio da maioria das atividades desta indústria no País até 1995, tem elaborado planos estratégicos há muitos anos para estas atividades, a maior parte deste tempo sob responsabilidade de seu Serviço de Planejamento (Serplan), e, mais recentemente, com a extinção do Serplan, de uma forma descentralizada em vários setores internos à empresa.

Apresenta-se, nas seções a seguir, os principais elementos de interesse para este trabalho de exercícios de cenarização recentes desenvolvidos pelo MME, CCPE, EPE e Petrobrás. Esta primeira parte do capítulo é completada com uma breve apresentação sobre alguns aspectos dos cenários mais recentes elaborados pela International Energy Agency e Energy Information Administration (EIA) / US Department of Energy para o Brasil.

### 7.1.1 Projeções de 2001 e de 2002 da matriz energética nacional

Uma das atribuições do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), segundo a Lei nº 9.478, de 06/08/1997, que criou o Conselho, é a realização de projeções, inclusive regionais, da matriz energética brasileira.

Como o CNPE só foi implementado em 30/10/2000, a primeira destas projeções só foi concluída em novembro de 2001, pelo Comitê Técnico da Matriz Energética (CT3), criado para esta finalidade, na reunião de instalação do Conselho, junto com mais sete comitês técnicos.

O Comitê Técnico da Matriz Energética, composto por representantes de Furnas, Eletrobrás, Eletronuclear, CEPEL, Petrobrás, ANP, Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (MPOG) e USP e tendo, nos quatro últimos meses de trabalho a assessoria técnica da COPPE/UFRJ, elaborou projeções, em novembro de 2001, para os anos de 2005, 2010 e 2020, usando a mesma estrutura do Balanço Energético Nacional, publicado pelo Ministério de Minas e Energia.

Por sugestão do representante do MPOG, o CT3 trabalhou em detalhes só com um cenário de desenvolvimento, denominado “de referência”, para o qual foram assumidas taxas médias de crescimento do PIB consideradas elevadas para o longo prazo (4,6% a.a. no período 2001-2005, 4,8% a.a. no período 2006-2010 e 5,1% a.a. no período 2011-2020), o que foi motivo de críticas dentro e fora do CT3. Amenizando esta crítica, o CT3 também adotou, à guisa de análise de sensibilidade em um cálculo simplificado da oferta interna bruta de energia (OIB), um “cenário de referência revisado”, em que se assume uma taxa média de crescimento real do PIB de 3,5% a.a. no período 2001-2005 e se mantém as demais taxas do “cenário de referência” nos demais períodos do horizonte de projeção, e um “cenário alternativo”, em que se considera uma taxa média de crescimento real do PIB de 3,5% a.a. em todo o período 2001-2020 (Bajay, 2003b).

As altas taxas de crescimento do valor agregado dos segmentos industriais energo-intensivos, adotadas no “cenário de referência”, também foram motivo de crítica, já que, com esta “perspectiva continuista”, além de otimista, se descarta eventuais mudanças estruturais, a longo prazo, no parque industrial nacional (Bajay, 2003b).

Segundo Bajay (2003b), os resultados das projeções do CT3 foram comparados com as projeções do *World Energy Outlook*, produzidas em 2000 pela Agência Internacional de Energia

(IEA). Como a Agência trabalhou com hipóteses bem menos otimistas em relação à evolução do PIB brasileiro (crescimento de 3% a.a. no período 2000-2010 e 2% a.a. no período 2010-2020), os resultados dos dois trabalhos foram bem diferentes. Corrigindo, de uma forma simplificada, o cálculo da OIB para as hipóteses de crescimento do PIB brasileiro adotadas pela Agência, o CT3 encontrou um desvio médio de aproximadamente 3%, concluindo que os parâmetros técnicos das suas projeções estavam bem “calibrados”.

Não houve nenhuma concatenação, em 2001, entre o trabalho de projeção da matriz energética brasileira, pelo CT3 do CNPE, e o trabalho de elaboração do Plano Decenal do Setor Elétrico 2001-2010, pelo Comitê Coordenador de Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE).

A metodologia empregada para as projeções de 2002 da Matriz Energética Nacional seguiu a mesma seqüência de etapas das projeções de 2001, mantendo-se, também, a mesma formatação da matriz, qual seja a do balanço energético.

Um avanço metodológico das projeções de 2002 da matriz energética, em relação às projeções de 2001, foi a utilização de dois cenários alternativos de desenvolvimento para o setor energético.

O primeiro cenário, denominado “tendencial”, foi proposto pelo MPOG e pressupõe a consolidação da estabilidade macroeconômica com um crescimento sustentado do PIB de 3,6 por cento a.a. até 2020, um crescimento do investimento agregado até a meta de 25 por cento do PIB e a manutenção da tendência de redução dos gastos do governo para 15 por cento do PIB; ele também considera ganhos setoriais específicos de produtividade da mão-de-obra, determinados por tendências recentes, e uma distribuição setorial de investimentos, que se baseia em investimentos setoriais anunciados. Assume-se, neste cenário, um crescimento tendencial continuado (pouco realista) das exportações históricas de segmentos industriais energo-intensivos. A partir do modelo de equilíbrio geral computável EFES, desenvolvido pela FIPE/USP, foram geradas projeções para 42 setores e 80 produtos da economia brasileira. Observou-se que este cenário não guarda aderência com nenhum período histórico brasileiro e tampouco com as previsões recentes da Agência Internacional de Energia e do Department of Energy, do governo americano, para o Brasil (Bajay, 2003b).

A montagem do segundo cenário para as projeções de 2002 da matriz energética brasileira baseou-se no Cenário C elaborado pela empresa de consultoria Macroplan para o Comitê Técnico de Estudos de Mercado do CCPE, denominado “Cenário de demanda e oferta altas com investimento e controle do Estado” e no Cenário 1 de um estudo sobre padrões de desenvolvimento industrial no Brasil, realizado pelo IPEA. Neste cenário, um crescimento econômico nacional a uma taxa anual de 4,5 por cento e um crescimento real gradativo do investimento agregado atingindo a meta de 26,1 por cento do PIB resultam de uma política regional voltada para a redução das desigualdades regionais e da pobreza, priorizando as regiões de menor desenvolvimento, como o Nordeste e o Norte. Pressupõem-se, neste cenário, mudanças, ao longo do horizonte de projeção, tanto na composição do PIB, com um crescimento na participação do setor de serviços, quanto na própria composição do setor de transformação industrial, com uma gradativa redução da participação de segmentos industriais energo-intensivos de baixo valor agregado por unidade física de produto. As hipóteses de crescimento populacional são as mesmas do outro cenário. Diferente do cenário anterior, a montagem deste não garante a sua consistência macroeconômica (Bajay, 2003b).

Diferente do que ocorreu com as projeções de 2001 da matriz energética brasileira, houve uma certa compatibilização das projeções de 2002 com o trabalho de elaboração do Plano Decenal do Setor Elétrico 2003-2012, pelo Comitê Coordenador de Planejamento da Expansão dos Sistemas Elétricos (CCPE).

### **7.1.2 Cenários do plano decenal de expansão 2004-2014 do setor elétrico**

A Tabela 7.1 apresenta, de uma forma resumida, as variáveis e hipóteses adotadas pelo CCPE na elaboração do Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico 2004-2014, para os cenários: Desenvolvimento Sustentável (A), Desenvolvimento Moderado (B) e Desenvolvimento Lento (C).

As principais variáveis e incertezas do cenário alternativo de referência (TRA) adotado pelo CCPE, com o seu desdobramento em três períodos: Cena 1 (2004 - ano de partida), Cena 2 (2005 a 2009) e Cena 3 (2010 a 2014) aparecem na Tabela 7.2.

Tabela 7.1 – Resumo dos cenários A, B e C do Plano Decenal 2004 – 2014

	<i>Variáveis dos cenários</i>	<i>Hipóteses</i>		
		<i>Cenário A</i>	<i>Cenário B</i>	<i>Cenário C</i>
<b>Cenários Mundiais</b>	<i>Reorganização da estrutura do poder mundial</i>	Hegemonia multipolar	Hegemonia bi-polar: USA x EU	Hegemonia unipolar: USA
	<i>Sistema de regulação econômico-comercial-financeiro</i>	Regulação e redução das tarifas	Liberalização desigual	Protecionismo e fragmentação dos mercados
	<i>Mercado do petróleo</i>	Em equilíbrio	Estável	Instável
<b>Cenários Nacionais</b>	<i>Andamento das reformas estruturais</i>	Elevado nível de implantação	Moderado nível de implantação	Postergação da implantação
	<i>Política industrial e de comércio exterior</i>	Ampla e visando competitividade e mercado externo	Setorializada, visando a substituição de importações	Dificuldade de implantação
	<i>Política energética</i>	PPP, com destaque para o setor privado	PPP, com destaque para o setor público	PPP, com escassez de recursos públicos e privados
	<i>Política social</i>	Efetiva	Média efetividade	Baixa efetividade
	<i>Política regional</i>	Amplios recursos para investimentos	Moderados recursos para investimentos	Poucos recursos para investimentos
	<i>Idéias-força</i>	Desenvolvimento sustentável	Desenvolvimento moderado	Desenvolvimento lento

Tabela 7.2– Resumo do cenário alternativo de referência do Plano Decenal 2004 – 2014

<b>CCPE-Plano Decenal 2004–2014: Cenário alternativo de referência (TRA)</b>			
<i>Variáveis e incertezas críticas</i>	<i>Cena 1 – 2004 (cena de partida)</i>	<i>Cena 2 – 2005/09</i>	<i>Cena 3 – 2010/14</i>
<b>Contexto mundial</b>	Hegemonia unipolar e fragmentação política, estagnação econômica e liberalização comercial	Negociações diplomáticas na busca de um novo sistema de poder mundial, recuperação econômica e lento avanço de acordos da OMC e fatores de regulação	Crescimento econômico com estabilidade, regulação (OMC) com inclusão dos emergentes e hegemonia multipolar
<b>Reformas estruturais</b>	Reformas em andamento, com resultados parciais	Avanço com resultados parciais (incluindo a trabalhista)	Aprofundamento e ampliação das reformas
<b>Política energética</b>	Regulação do novo modelo energético e implantação da EPE	PPP, com maior participação do setor público, penetração do gás, co-geração e outras fontes	PPP, com maior participação do setor privado, consolidação do gás, co-geração e outras fontes
<b>Política social</b>	Baixo alcance e compensatória	Médio alcance e parcialmente redistributiva	Maior alcance, estruturadora e redistribuidora de ativos
<b>Política industrial e de comércio exterior</b>	Política em elaboração e prospecção de mercados externos	Setorializada e ganhando competitividade	Pró-ativa e ampla com foco na competitividade do setor externo
<b>Política regional</b>	Poucos recursos para investimentos	Moderados recursos para investimentos	Ampliação de instrumentos e recursos para investimentos
<b>Integração econômica</b>	Limitada e bilateral	Moderada e bilateral com início de acordos com a ALCA e UE	Consolidação de uma ampla integração com a ALCA e a EU
<b>Crescimento econômico</b>	Moderado	Moderado e ascendente	Ascendente
<b>Mercado interno</b>	Limitado e seletivo	Moderado	Amplio e diversificado
<b>Nível tecnológico</b>	Lenta modernização tecnológica	Moderada inovação tecnológica	Avanço da C&T, rápida inovação com domínio do conhecimento
<b>Competitividade</b>	Pequena	Moderada	Crescente
<b>Dinâmica regional</b>	Persistência da desigualdade regional	Leve redução da desigualdade regional	Acentuada redução da desigualdade regional
<b>Pobreza</b>	Elevada	Lento declínio	Acentuado declínio
<b>Qualidade de vida</b>	Baixa	Moderada	Moderada a alta

A Tabela 7.3 traz um resumo das diferenças entre os valores adotados para os principais indicadores econômicos empregados nos quatro cenários elaborados pelo CCPE para o Plano Decenal 2004-2014.

Tabela 7.3 – Indicadores econômicos adotados nos diversos cenários do Plano Decenal 2004 - 2014

<b>Comparação entre os cenários do Plano Decenal 2004 – 2014 do CCPE</b>				
<i>Variáveis</i>	<i>Cenário A</i>	<i>Cenário B</i>	<i>Cenário C</i>	<i>Cenário TRA</i>
<i>Crescimento médio anual do PIB , em % , de 2005 a 2014</i>	5,3	3,8	2,4	4,6
<i>PIB per capita, em US\$ de 2003, em 2014 (valor em 2003: US\$ 2.583)</i>	3.987	3.433	2.986	3.741
<i>Relação capital / produto (K/Y) em 2014 (valor em 2003: 2,64)</i>	2,3	2,5	2,6	2,4
<i>Poupança territorial, como % do PIB, em 2014 (valor em 2003: 20,1)</i>	27	21	18	25,5
<i>Abertura comercial, como % do PIB, em 2014 (valor em 2003: 30,0)</i>	33,3	31,5	24,6	33,2

### **7.1.3 Os cenários macroeconômicos do plano decenal 2005 - 2016**

De acordo com a Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, e com o Decreto nº 5.184, de 16 de agosto de 2004, a Empresa de Pesquisa Energética – EPE tem, entre suas atribuições, a responsabilidade pela “elaboração de estudos necessários para o desenvolvimento dos Planos de Expansão da Geração e da Transmissão de Energia Elétrica, de curto, médio e longo prazos”.

Neste contexto, a EPE publicou, no fim de 2005, um relatório em que formula cenários para a evolução da economia brasileira, com a respectiva quantificação macroeconômica e regionalização (EPE, 2005). Com base nestes cenários, serão elaboradas as projeções da demanda por energia elétrica do Plano Decenal 2005 – 2016.

Na quantificação dos cenários formulados, utilizou-se um modelo de consistência macroeconômica, cujos parâmetros básicos foram calibrados, pela equipe da EPE, a partir das análises das conjunturas econômicas mundial e nacional.

Os cenários formulados são, basicamente, cenários de crescimento. A intensidade deste crescimento é função das hipóteses feitas para as incertezas críticas, que caracterizam cada cenário. No cenário estabelecido como de referência, o crescimento médio da economia deverá manter-se, nos próximos anos – até 2010 – em torno de 4% a.a., refletindo as limitações estruturais que ainda hoje são percebidas na economia brasileira. Nos últimos cinco anos do

horizonte – 2011/2016, supondo o país trilhando no rumo de um desenvolvimento sustentável, considera-se factível um crescimento médio de 4,5% a.a..

Seguindo a tradição dos planos decenais do setor elétrico brasileiro, este também tem um cenário de crescimento alto da economia e um de crescimento baixo, além do cenário de referência, acima mencionado, ao qual está associado um crescimento médio, intermediário entre os outros dois. No cenário de crescimento alto, assume-se que as taxas médias anuais de incremento do PIB serão de 4,5% a.a. de 2007 a 2011 e de 6% de 2012 a 2016. Os valores correspondentes no cenário de baixo crescimento são 3,0% de 2007 a 2011, e 3,5% de 2012 a 2016.

O relatório também apresenta as expectativas de crescimento das economias das regiões brasileiras, nestes três cenários. A região Sudeste, que há anos tem crescido, em média, menos do que o resto do Brasil, tem, no relatório, por conseguinte, estimativas menores para o crescimento do seu PIB do que as do País como um todo.

#### **7.1.4 Cenários corporativos priorizados no plano estratégico Petrobrás 2015**

O atual plano estratégico da Petrobrás possui como horizonte o ano 2015. Ele prevê a autosuficiência do País em petróleo possivelmente até 2006 e contempla um ambicioso plano de massificação do uso do gás natural. Como aconteceu com planos estratégicos anteriores, a empresa não divulgou muitos detalhes do mesmo, sobretudo no que diz respeito à metodologia e às hipóteses empregadas.

Nesta seção são apresentadas as principais variáveis e premissas dos cenários montados pela Petrobrás na elaboração de seu Plano Estratégico para 2015. Foram utilizados três cenários: Crescimento Integrado, Continuidade e Hegemonia Negociada. Estes cenários foram montados para o Plano com o auxílio de uma pesquisa Delphi, que envolveu um razoável número de especialistas da área energética.

As taxas de crescimento anual do PIB adotadas para os cenários do Plano Estratégico Petrobrás 2015 foram: 3,7 a 4,5% para o Cenário de Crescimento Integrado; 2,1 a 2,6% para o Cenário de Continuidade e 3,5 a 4,0% para o Cenário de Hegemonia Negociada.

A Tabela 7.4 mostra as premissas assumidas nestes três cenários de crescimento da economia nacional.

#### **7.1.5 Cenários, para o Brasil, elaborados pela IEA e pela EIA/DoE**

A Agência Internacional de Energia (IEA) lança, a cada dois anos, os resultados de um estudo prospectivo sobre a matriz energética do mundo, dando destaque individual para alguns países, entre os quais o Brasil. Estes resultados compõem um relatório denominado World Energy Outlook. Os relatórios de 2002 e 2004, os últimos disponíveis, foram analisados visando prover subsídios para o presente trabalho.

Tabela 7.4 – Plano Estratégico Petrobrás 2015: Premissas adotadas nos cenários

Premissas dos cenários de do Plano Estratégico Petrobrás 2015		
Cenário de Crescimento Integrado	Cenário de Continuidade	Cenário de Crescimento Segmentado
Crescimento econômico sustentado	Crescimento econômico errático	Crescimento econômico sustentado
Estado investidor na infra-estrutura e indutor do investimento privado	Estado com pequena participação na economia e investimento reduzido na infra-estrutura	Estado com pequena participação na economia e investimento privado em infra-estrutura
Fortalecimento do mercado de capitais e aumento da poupança interna e do IDE	Investimentos privados seletivos	Fortalecimento do mercado de capitais e aumento da poupança interna e do IDE
Programas sociais para melhoria da distribuição social da renda	Manutenção dos padrões históricos de concentração de renda	
Política energética integrada orienta expansão do setor	Política energética mitigadora de riscos	Política energética mitigadora de riscos
Agências voltadas para defesa do consumidor e fiscalização	Agências voltadas para defesa da concorrência, atração de investimentos e novos entrantes	Agências voltadas para defesa da concorrência, atração de investimentos e novos entrantes
Livre acesso redefinido, empresas verticalizadas e pouca concorrência	Livre acesso garantido e maior pressão por desverticalização	Livre acesso garantido e maior pressão por desverticalização
Redução da intensidade energética	Aumento da intensidade energética	Estabilidade da intensidade energética
Penetração ampliada do gás natural nos setores de transportes, residencial, comercial e de serviços	Pequena penetração do gás natural e das fontes renováveis de energia	Maior penetração do gás natural na indústria e transporte individual (atratividade comercial)
Aumento da participação das fontes renováveis de energia	Crescimento mínimo de renováveis	Crescimento errático das fontes renováveis de energia
Crescimento moderado da demanda de derivados de petróleo	Crescimento moderado da demanda de derivados	Crescimento sustentado da demanda de derivados
Forte demanda de energia elétrica	Demanda reduzida de energia elétrica	Forte demanda de energia elétrica
Livre formação de preços para os derivados de petróleo	Livre formação de preços para os derivados de petróleo	Livre formação dos preços dos derivados de petróleo
	Preços do gás natural sujeitos à forte supervisão	Preços do gás natural sujeitos à forte supervisão
Competitividade do gás natural com substitutos e incentivos para setores específicos	Competitividade do mercado de fontes renováveis de energia ampliada por diferenças tributárias	Competitividade de mercado das fontes renováveis de energia ampliada por diferenças tributárias
Incentivos diretos ou indiretos para as fontes renováveis de energia		
Fornecedores: incentivos à produção nacional e exportação; políticas de conteúdo nacional mínimo	Fornecedores: aumento do conteúdo nacional limitado às necessidades da indústria	Fornecedores: aumento do conteúdo nacional limitado às necessidades da indústria
E&P: Parcerias de companhias nacionais e internacionais com a Petrobrás	E&P: competição moderada por blocos	E&P: elevada competição por blocos
Petroquímica: consolidação, aumento de investimentos e estímulo ao etano como matéria-prima	Petroquímica: consolidação difícil, escassez de capital e escassez de oferta de matéria-prima	Petroquímica: consolidação, aumento de investimentos e etano ou nafta como matéria-prima, dependendo dos investimentos
Forte expansão da infra-estrutura de transporte e distribuição	Expansão da comercialização de gás natural e sua exportação como GNL	Expansão da infra-estrutura de transporte e distribuição
Massificação do uso do gás natural no País	Harmonização regulatória para o gás natural	Harmonização regulatória do gás natural
		Uso intensivo e diversificado do gás natural
	Pequena expansão da geração térmica	Exportação de GNL

A Energy Information Administration (EIA), do Department of Energy (DoE) do governo americano publica, anualmente, dois relatórios contendo resultados de estudos prospectivos, um sobre a matriz energética americana, denominado Annual Energy Outlook, e o outro sobre a matriz energética mundial, denominado International Energy Outlook. Este último dá um tratamento individualizado para alguns países, entre eles o Brasil. Os relatórios de 2003 e de 2004 foram consultados para este trabalho.

O relatório da IEA contempla um só cenário de desenvolvimento econômico para o Brasil. No relatório de 2004 se projeta um crescimento médio anual de 3% a.a. para o PIB brasileiro, até

2030. O World Energy Outlook tece considerações sobre expectativas de desenvolvimentos tecnológicos no futuro e possui um cenário de políticas alternativas; ambos são comentados mais adiante nesta seção.

Já no International Energy Outlook há três cenários alternativos de crescimento da economia – alto, de referência e baixo – e não há exercícios prospectivos sobre desenvolvimento tecnológico e nem um cenário contemplando políticas alternativas. Os cenários alto, de referência e baixo do relatório de 2004 projetam taxas médias anuais de 5%, 4% (3,9% de 2005 a 2010) e 3%, respectivamente, para o crescimento do PIB do Brasil até 2025.

Os cenários alternativos da EIA/DoE, aderentes à projeção do cenário de referência da IEA, indicam a seguinte faixa de variação para o crescimento médio anual do consumo de eletricidade no Brasil: 2,3 a 3,8%.

#### **7.1.6 Hipóteses de desenvolvimento tecnológico adotadas pela IEA**

As hipóteses de desenvolvimento tecnológico assumidas pela IEA nos World Energy Outlooks de 2002 e 2004 constituem excelentes balizadores na montagem de cenários para a matriz energética brasileira.

O cenário de referência da IEA assume que haverá avanços tecnológicos tanto no consumo como na produção de energia e que estas mudanças serão incrementais, por conta das longas vidas úteis dos equipamentos de conversão envolvidos. Algumas tecnologias que hoje estão ainda em fase experimental, ou ocupando nichos de mercado, deverão se difundir nas próximas três décadas. Destaque-se a penetração crescente de equipamentos menos poluentes, de uma forma geral, e o uso cada vez mais acentuado de fontes renováveis na geração de eletricidade, em particular.

Apresentam-se, a seguir, algumas hipóteses de desenvolvimento tecnológico referentes ao consumo de energia. As hipóteses associadas com a oferta de energia não são contempladas aqui, por conta do direcionamento desta parte da tese, voltada para projeções da demanda energética.

A IEA adota como premissa em seu cenário de referência que a quantidade de energia necessária para prover uma dada quantidade de serviço de energia, grandeza esta conhecida como eficiência no uso da energia, deverá continuar evoluindo no mesmo ritmo das últimas três

décadas. No setor de transportes, a eficiência no uso de combustíveis nos veículos continuará a evoluir na maior parte das regiões. Acordos voluntários com fabricantes de veículos e a evolução de padrões mandatórios devem produzir, até 2030, ganhos desta eficiência da ordem de 30 por cento na União Européia e 20 por cento no Japão, Austrália e Nova Zelândia. Não se espera melhorias nos Estados Unidos e Canadá porque avanços tecnológicos dos veículos devem ser compensados por aumentos no seu porte, peso e acessórios.

Em todas as regiões, veículos híbridos, que empregam combustíveis convencionais e baterias elétricas, deverão ganhar espaço nas frotas de veículos. O uso de células combustíveis em veículos só deve se tornar economicamente atraente próximo ao fim do período de projeção considerado pela IEA; logo elas deverão compor só uma pequena parcela das frotas de veículos em 2030.

Projetos integrados de edifícios, incorporando sistemas eficientes de iluminação, aquecimento e resfriamento, devidamente monitorados e controlados, deverão reduzir os requerimentos energéticos por metro quadrado de área construída.

Programas de etiquetagem e padrões de eficiência energética mínima obrigatórios, já implantados, deverão fomentar o lançamento de novas máquinas e equipamentos mais eficientes nos setores residencial, comercial e industrial.

#### 7.1.6.1 O cenário de políticas alternativas da IEA

No seu cenário de políticas alternativas, a IEA simula o impacto de políticas que já estão sendo analisadas pelos governos, sobretudo dos países da OCED, mas que ainda não tinham sido implementadas até 2004. Como resultado destas simulações, neste cenário se obtém reduções das emissões de CO<sub>2</sub> de 16% e do consumo total de energia de 10% em 2030, em comparação com as emissões e a demanda de energia projetadas no cenário de referência. Não se assume, neste cenário, a adoção de tecnologias de captura e armazenamento de CO<sub>2</sub>, nem de novos tipos de reatores nucleares.

As hipóteses macroeconômicas e sobre o crescimento da população são as mesmas do cenário de referência. Os preços dos energéticos, no entanto, são diferentes, por se ter um outro equilíbrio entre oferta e demanda de energia.

As reduções de consumo de energia neste cenário são conseguidas graças a um uso mais intensivo de fontes renováveis, tanto como combustíveis no transporte como na geração de energia elétrica, de usinas de co-geração e de programas de busca de ganhos de eficiência energética, em todos os setores da economia, destacando-se as melhorias em veículos, em comparação com o cenário de referência.

O cenário de políticas alternativas também propicia uma redução de 10% na demanda de gás e de 11% na demanda de petróleo, com a conseqüente redução da dependência energética de muitos países, sobretudo da OCED.

O preço do petróleo é cerca de 15% mais barato neste cenário, por conta da menor pressão no suprimento, mas as tarifas de energia elétrica são mais elevadas, por causa do maior custo da geração com fontes renováveis e através das usinas de co-geração (o custo de capital por kWh produzido é cerca de 14% mais elevado do que no cenário de referência).

As novas políticas simuladas neste cenário para o setor industrial são:

- Novos padrões mandatórios, mais rigorosos, para motores elétricos;
- Expansão de programas voluntários de aumento da eficiência energética já existentes e estabelecimento de novos programas;
- Novos programas de incentivos fiscais e creditícios para investimentos em novas tecnologias, mais eficientes; e,
- Ampliação dos fundos disponíveis para custeio de programas de P&D e de demonstração de novas tecnologias, mais eficientes, neste setor;

As estimativas, feitas pela IEA, de ganhos de eficiência energética no setor industrial dos países não-membros da OCED concentraram-se nos segmentos siderúrgico, químico (amônia, etileno, propileno e produtos aromáticos), papel e celulose, e cimento. Para cada um dos processos analisados, assume-se que a eficiência dos novos equipamentos será semelhante à dos equipamentos utilizados nos países da OCED.

Para o Brasil, assumem-se as seguintes reduções de consumo energético específico em 2030, em comparação com o cenário de referência de:

- Indústria siderúrgica: 2%;
- Indústria química: 3%;

- Minerais não metálicos: 0,6%;
- Papel e celulose: 1%; e
- Outras indústrias: 4%.

No setor de transportes, as novas políticas simuladas neste cenário são:

- Diminuição no consumo específico de novos veículos, através de programas mandatórios (padrões máximos toleráveis de consumo específico) ou voluntários. Assumem-se reduções adicionais, neste cenário, entre 10 e 15% em 2030, no consumo específico médio dos veículos nos países em desenvolvimento;
- Fomento ao uso de combustíveis alternativos em veículos (no caso do Brasil, metas mais ambiciosas no Programa Nacional de Biodiesel), através de incentivos fiscais e um maior nível de custeio de programas de P&D para estas tecnologias; e,
- Reduções no crescimento da demanda de viagens e mudanças para modais de transporte menos intensivos em energia, através de medidas como a expansão dos serviços de trens de alta velocidade e pedágio urbano.

Para o setor residencial e de serviços, as novas políticas simuladas neste cenário são:

- Novos padrões mandatórios, mais rigorosos, para equipamentos, incluindo os de iluminação, utilizados nestes setores;
- Novos códigos de construção, mais rigorosos no que diz respeito à eficiência energética dos edifícios;
- Novas facilidades creditícias para equipamentos e edifícios mais eficientes em termos de consumo de energia;
- Ampliação da etiquetagem de equipamentos, incluindo os de iluminação, comparando o seu consumo energético; e,
- Ampliação dos fundos disponíveis para custeio de programas de P&D e de demonstração de novas tecnologias, mais eficientes, nestes setores.

Assumem-se, para o Brasil, as seguintes reduções de consumo energético específico em 2030 no setor residencial e de serviços, por usos finais, em comparação com o cenário de referência:

- Iluminação: 1,7%;

- Ar condicionado: 5,8%;
- Aparelhos domésticos: 4,3%; e,
- Outros usos finais: 6,7%.

#### 7.1.6.2 Energia e desenvolvimento

Em estágios não muito avançados de desenvolvimento econômico e social, a disponibilidade e adequabilidade do fornecimento de energéticos é particularmente importante para garantir a passagem para estágios superiores de desenvolvimento. Com esta preocupação, o World Energy Outlook de 2004, da IEA, define um índice de desenvolvimento energético que é uma média aritmética de três outros índices, que contemplam o consumo de energia comercial per capita, a parcela constituída pelas energias comerciais no uso energético final total, e a parcela da população com acesso à eletricidade. Cada um destes índices é um quociente entre a diferença do indicador correspondente para um dado país e um valor mínimo estabelecido pela IEA, e a diferença entre um valor máximo, também estabelecido pela IEA, e este valor mínimo. Estes dois valores correspondem a extremos levantados pela Agência para um grande conjunto de países em desenvolvimento.

No caso do Brasil, o pior destes três índices que compõem o índice de desenvolvimento energético da IEA é o consumo per capita de energia comercial, que é muito baixo.

## **7.2 Cenários alternativos para projeções da demanda energética no Estado de São Paulo**

Conforme mencionado no início deste capítulo, o objetivo do uso de cenários em estudos de longo prazo não é se prever o futuro que de fato irá acontecer, mas sim explorar os possíveis impactos, na demanda energética por exemplo, se certas configurações futuras ocorrerem, no que diz respeito à estrutura e ao desempenho da economia, e eventuais novas políticas públicas.

Para as projeções da demanda energética setorial no Estado de São Paulo, apresentadas no capítulo 8 desta tese, decidiu-se montar quatro cenários alternativos de desenvolvimento. Os setores escolhidos para as projeções foram o residencial, comércio e serviços, industrial,

transportes e agropecuário. A fim de exemplificar, para segmentos destes grandes setores, o uso da metodologia de projeção de demanda adotada nesta tese, escolheu-se a indústria de papel e celulose. Esta é uma indústria energo-intensiva importante no Estado, conforme fica claro através das análises econômica e energética retrospectivas, no capítulo 3.

Nos três primeiros cenários, assume-se que não haverá grandes mudanças na estrutura da economia paulista, além das tendências já em curso, e que os preços dos principais energéticos – petróleo, gás natural e energia elétrica - seguirão as tendências hoje previstas, não envolvendo grandes elevações no longo prazo. A principal diferença entre estes três cenários diz respeito às hipóteses assumidas para o crescimento da economia do Estado: alto, médio e baixo, como tem sido praxe fazer nos planos decenais do setor elétrico brasileiro.

O objetivo do quarto cenário é explorar novas políticas energéticas voltadas para a busca de maior eficiência energética nos setores da economia. Na medida em que, no capítulo 8, se decidiu apresentar, como produto final, uma projeção tendencial, associada ao cenário de médio crescimento da economia, e mais duas projeções, representando as expectativas mais alta e mais baixa para a demanda energética futura, e como novos programas de eficiência energética, se bem sucedidos, irão reduzir a demanda, as projeções deste quarto cenário estão associadas à hipótese de taxas de crescimento baixas para a economia, configurando a projeção mais baixa que pode ser obtida com estes quatro cenários.

A fase final desta tese ocorreu em paralelo com um projeto de P&D desenvolvido pelo Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético da Unicamp para a Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), envolvendo, como uma etapa intermediária do projeto, projeções da demanda energética setorial do Estado de São Paulo. Este autor fez parte da equipe de pesquisadores do projeto. Nas projeções para o Estado de São Paulo, no projeto, utilizou-se, além dos quatro cenários alternativos supra-citados, mais dois. Um deles refere-se a novas políticas econômicas e sociais, visando mudanças estruturais na economia, com melhor distribuição de renda e perda de participação relativa dos segmentos industriais energo-intensivos. O outro é um cenário que simula, separadamente, o impacto, na demanda energética setorial, de preços altos para o petróleo, gás natural e energia elétrica. Como na época do fechamento desta tese ainda não se tinha resultados satisfatórios para estes dois cenários, eles não serão mais mencionados aqui.

Apresenta-se, nas seções a seguir, a evolução prevista para as variáveis que compõem as equações de projeção do método adotado nesta tese, de desagregação estrutural da demanda energética setorial, no Estado de São Paulo, nos quatro cenários alternativos de desenvolvimento aqui definidos. A referência para estas previsões, que são apresentadas no capítulo 8, é dada pela análise retrospectiva da evolução histórica destas variáveis, feita no capítulo 3.

### **7.2.1 Hipóteses sobre a evolução futura do PIB do Estado de São Paulo**

Três dos quatro cenários aqui formulados visam avaliar o impacto, na demanda energética setorial do Estado de São Paulo, de diferentes taxas de crescimento da economia do Estado. Decidiu-se fazer isto em duas etapas. Na primeira, se estipula uma evolução futura para o PIB do País. Em seguida, assume-se um comportamento futuro para o quociente entre o PIB do Estado e o do País, para se obter a trajetória futura do primeiro.

Analisando os vários cenários nacionais apresentados na seção 7.1 deste capítulo, decidiu-se que o cenário de crescimento médio da economia do País deveria refletir uma taxa média anual de crescimento em torno de 4%, o cenário de crescimento baixo uma taxa média anual em torno de 3%, e o cenário de crescimento alto uma taxa média anual ao redor de 6%.

Um pesquisador do Instituto de Economia da UFRJ<sup>23</sup>, que faz parte da equipe do projeto de P&D da Unicamp com a CPFL, mencionado na seção anterior, elaborou trajetórias futuras para o PIB do Brasil, com o auxílio de um modelo macroeconômico, por ele desenvolvido, satisfazendo as especificações desejadas para cada um dos três cenários. As variáveis exógenas do modelo macroeconômico foram fixadas de forma a que o modelo produzisse taxas de crescimento do PIB que, na sua média temporal, ficassem próximas dos valores especificados nos cenários. É importante se destacar que, nos casos do cenário de crescimento médio e, sobretudo, no de crescimento alto da economia, taxas mais altas para o PIB só foram conseguidas, com o modelo, mais no longo prazo, dadas as enormes dificuldades de se conseguir em um prazo curto taxas altas, com as atuais restrições de baixas taxas de investimentos, elevada dívida pública, altas taxas de juros, etc.

---

<sup>23</sup> O Prof. Manuel Alcino Ribeiro da Fonseca.

Verificou-se, na seção 3.1.1 desta tese, que, há anos, a economia paulista tem crescido sistematicamente menos do que a economia do País. Ajustou-se, inclusive, naquela seção, uma regressão temporal ao quociente, decrescente, entre estes dois PIBs.

Assume-se, aqui, que esta regressão continuará válida no futuro para os cenários de crescimento baixo e médio da economia paulista, obtendo-se os respectivos PIB's a partir dos valores nacionais obtidos do modelo macroeconômico. Já para o cenário de crescimento alto, assume-se que o Estado de São Paulo irá crescer às mesmas taxas do País.

Aplicando-se o procedimento exposto acima às projeções do PIB do Brasil, obtidas com o modelo macroeconômico, chega-se às projeções do PIB do Estado de São Paulo, para os três cenários de crescimento, apresentadas na Figura 7.1 e Tabela 7.5.

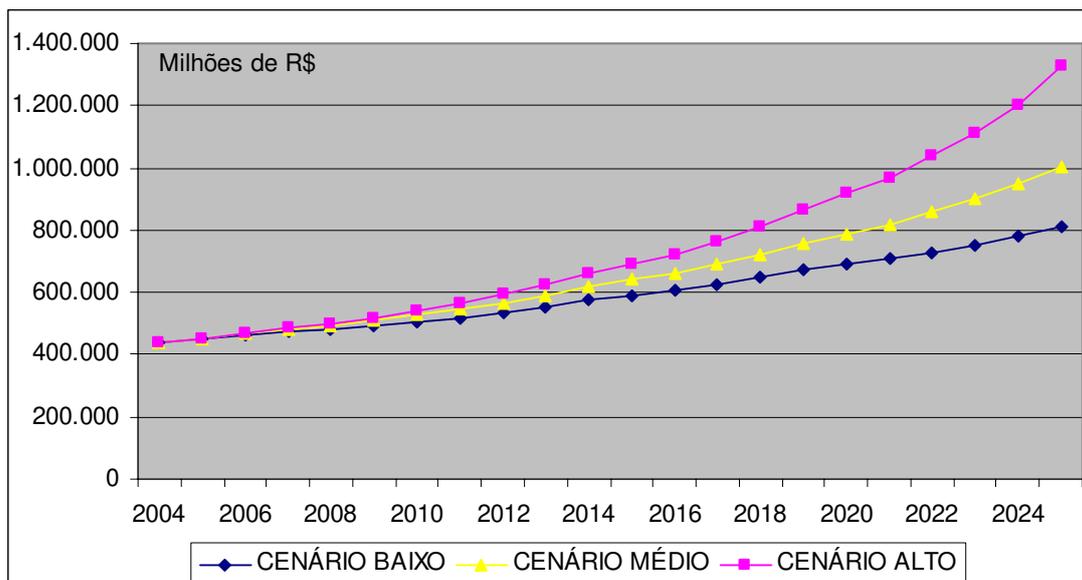


Figura 7.1 – Projeções do PIB do Estado de São Paulo nos cenários de crescimento alto, médio e baixo

### 7.2.2 Hipóteses sobre a evolução futura do quociente VA/PIB nos setores da economia paulista

Como nos quatro cenários de desenvolvimento formulados na tese não se deseja simular grandes mudanças estruturais na economia, decidiu-se ajustar regressões temporais aos quocientes VA/PIB dos quatro grandes setores produtivos da economia, que constam da Tabela 3.4, e se assumir que as tendências detectadas por estas regressões vão continuar no futuro. Os quocientes projetados, até 2025, se encontram na Tabela 7.6.

A participação futura do VA da indústria de papel e celulose no PIB paulista foi estimada com o auxílio da participação histórica do VAF deste segmento no VAF da indústria de transformação (Tabela 3.6). Adotou-se a média desta participação nos quatro anos disponíveis na Tabela 3.6 e se assumiu que este valor irá se manter no futuro, permitindo, com o auxílio da evolução prevista para o VA/PIB da indústria de transformação, obtida também através de uma regressão temporal com os dados históricos disponíveis, se chegar às projeções desejadas.

Tabela 7.5 – Projeções do PIB paulista, em milhões de R\$, nos cenários de baixo, médio e alto crescimento da economia, para o período de 2005 a 2025

ANO	Cenário de baixo crescimento		Cenário de médio crescimento		Cenário de alto crescimento	
	PIB SP [R\$ milhões]	Crescimento [%]	PIB SP [R\$ milhões]	Crescimento [%]	PIB SP [R\$ milhões]	Crescimento [%]
2005	448.964	3,02	448.964	3,02	448.964	3,02
2006	464.081	3,37	466.919	4,00	467.848	4,21
2007	474.218	2,18	482.212	3,28	484.990	3,66
2008	482.895	1,83	495.656	2,79	500.821	3,26
2009	492.646	2,02	510.370	2,97	518.427	3,52
2010	505.248	2,56	529.619	3,77	543.569	4,85
2011	519.343	2,79	546.264	3,14	564.794	3,90
2012	536.260	3,26	567.644	3,91	591.918	4,80
2013	554.978	3,49	591.795	4,25	622.994	5,25
2014	576.527	3,88	619.269	4,64	658.830	5,75
2015	591.126	2,53	640.370	3,41	693.340	5,24
2016	606.744	2,64	661.795	3,35	723.933	4,41
2017	626.393	3,24	689.508	4,19	764.836	5,65
2018	649.085	3,62	721.931	4,70	812.738	6,26
2019	675.169	4,02	759.690	5,23	865.639	6,51
2020	691.001	2,34	789.081	3,87	917.095	5,94
2021	706.796	2,29	818.335	3,71	969.568	5,72
2022	728.413	3,06	857.164	4,74	1.039.002	7,16
2023	751.895	3,22	899.137	4,90	1.113.117	7,13
2024	778.866	3,59	946.750	5,30	1.202.486	8,03
2025	809.513	3,93	1.000.944	5,72	1.327.361	10,38

Tabela 7.6 - Evolução assumida, até 2025, para o quociente VA/PIB, em %, dos grandes setores da economia paulista e da indústria de papel e celulose

ANO	AGROPECUÁRIA	INDÚSTRIA	COMÉRCIO E SERVIÇOS	TRANSPORTES	PAPEL E CELULOSE
2003	7,87	39,69	50,35	2,08	1,22
2004	7,97	39,26	50,64	2,13	1,2
2005	8,07	38,83	50,92	2,18	1,18
2006	8,17	38,39	51,21	2,23	1,16
2007	8,27	37,96	51,49	2,28	1,14
2008	8,37	37,53	51,77	2,32	1,12
2009	8,47	37,1	52,06	2,37	1,1
2010	8,57	36,66	52,34	2,42	1,08
2011	8,67	36,23	52,63	2,47	1,06
2012	8,77	35,8	52,91	2,51	1,04
2013	8,87	35,37	53,2	2,56	1,02
2014	8,97	34,93	53,48	2,61	1
2015	9,07	34,5	53,77	2,66	0,98
2016	9,17	34,07	54,05	2,7	0,96
2017	9,27	33,64	54,34	2,75	0,94
2018	9,37	33,21	54,62	2,8	0,92
2019	9,47	32,77	54,91	2,85	0,9
2020	9,57	32,34	55,19	2,9	0,88
2021	9,67	31,91	55,47	2,94	0,86
2022	9,77	31,48	55,76	2,99	0,84
2023	9,88	31,04	56,04	3,04	0,82
2024	9,98	30,61	56,33	3,09	0,8
2025	10,08	30,18	56,61	3,13	0,78

### 7.2.3 Hipóteses sobre a evolução futura da intensidade energética setorial

A Tabela 3.19, no capítulo 3, apresenta a evolução histórica das intensidades energéticas totais dos cinco grandes setores da economia paulista, de 1985 a 2002. A variação destas intensidades energéticas ao longo deste período histórico propicia um bom ajuste estatístico linear com o tempo, conforme pode ser verificado nas Figuras 7.2 a 7.5 para os setores produtivos da economia.

Assume-se, nesta seção, que as tendências capturadas através destas regressões irão continuar no futuro, nos três cenários de crescimento do PIB. Aplicando as regressões para o

período de projeção, obtém-se a evolução assumida para as intensidades energéticas setoriais totais indicadas na Tabela 7.7.

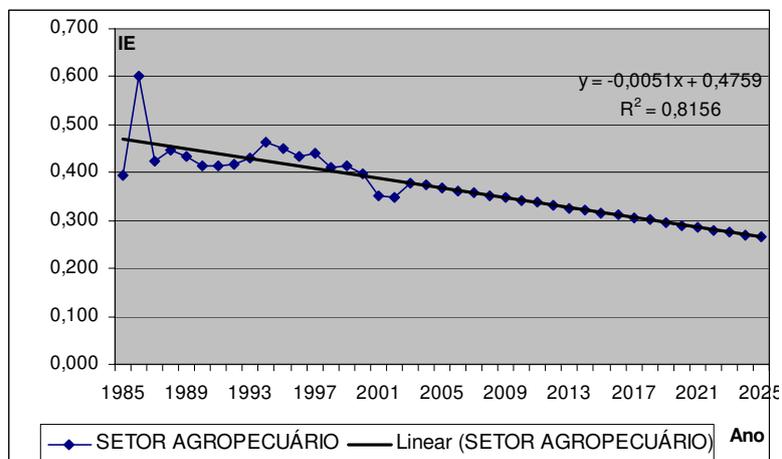


Figura 7.2 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, do setor agropecuário

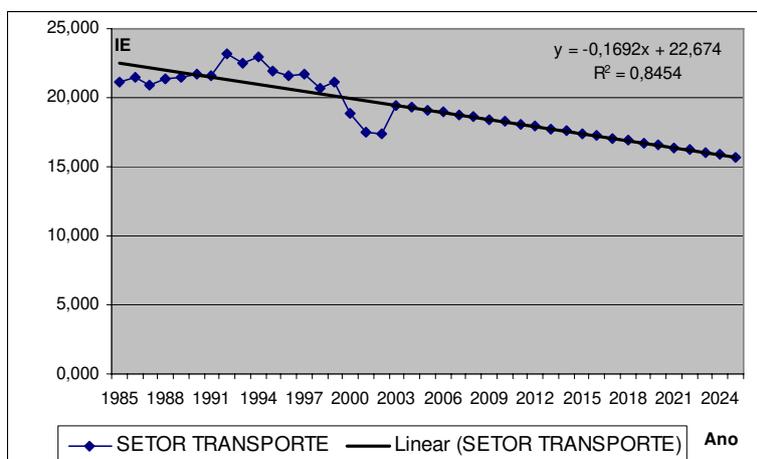


Figura 7.3 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, do setor de transportes

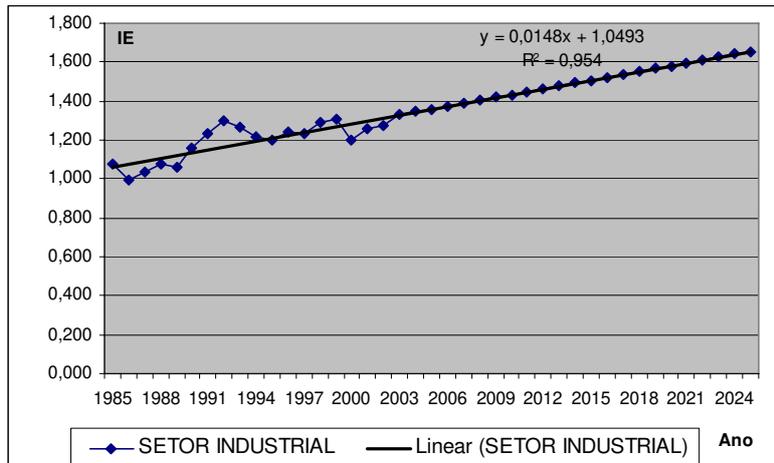


Figura 7.4 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, do setor industrial

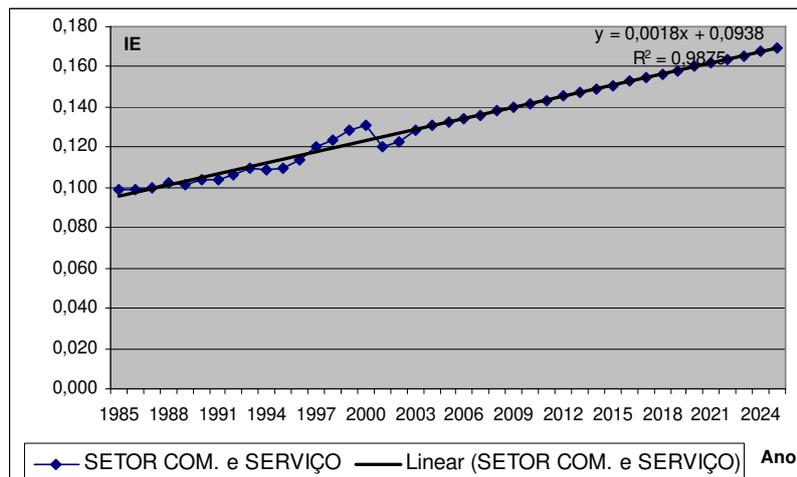


Figura 7.5 - Valores históricos e projetados, através de regressão linear com o tempo, da intensidade energética total, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, do setor de comércio e serviços

Tabela 7.7 – Evolução assumida, de 2003 a 2025, para as intensidades energéticas totais, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, por setor da economia do Estado de São Paulo

Ano	Setor agropecuário	Setor de transportes	Setor industrial	Setor de comércio e serviços	Setor residencial
2003	0,378	19,460	1,330	0,129	0,108
2004	0,373	19,291	1,345	0,131	0,109
2005	0,368	19,121	1,360	0,132	0,111
2006	0,363	18,952	1,375	0,134	0,112
2007	0,358	18,783	1,390	0,136	0,113
2008	0,352	18,614	1,404	0,138	0,114
2009	0,347	18,445	1,419	0,140	0,115
2010	0,342	18,276	1,434	0,142	0,117
2011	0,337	18,106	1,449	0,144	0,118
2012	0,332	17,937	1,464	0,145	0,119
2013	0,327	17,768	1,478	0,147	0,120
2014	0,322	17,599	1,493	0,149	0,121
2015	0,316	17,430	1,508	0,151	0,123
2016	0,311	17,261	1,523	0,153	0,124
2017	0,306	17,091	1,538	0,155	0,125
2018	0,301	16,922	1,552	0,156	0,126
2019	0,296	16,753	1,567	0,158	0,127
2020	0,291	16,584	1,582	0,160	0,129
2021	0,286	16,415	1,597	0,162	0,130
2022	0,280	16,245	1,611	0,164	0,131
2023	0,275	16,076	1,626	0,166	0,132
2024	0,270	15,907	1,641	0,167	0,133
2025	0,265	15,738	1,656	0,169	0,135

A Figura 7.6 apresenta a evolução histórica da intensidade energética total do segmento de papel e celulose, no período de 1985 a 2002. Observa-se, nesta figura, um aumento desta intensidade, de  $2,07 \cdot 10^3$  kcal/R\$ de 2002 em 1985, para  $2,46 \cdot 10^3$  kcal/R\$ de 2002 em 2002, o que representa um aumento médio de 1,03% a.a.. Assume-se, aqui, que, no longo horizonte de projeção com que se está trabalhando, esta tendência de aumento será menos acentuada; uma taxa média de aumento de 0,05% a.a. parece razoável. A aplicação desta taxa aos valores históricos propicia as projeções ilustradas na própria Figura 7.6.

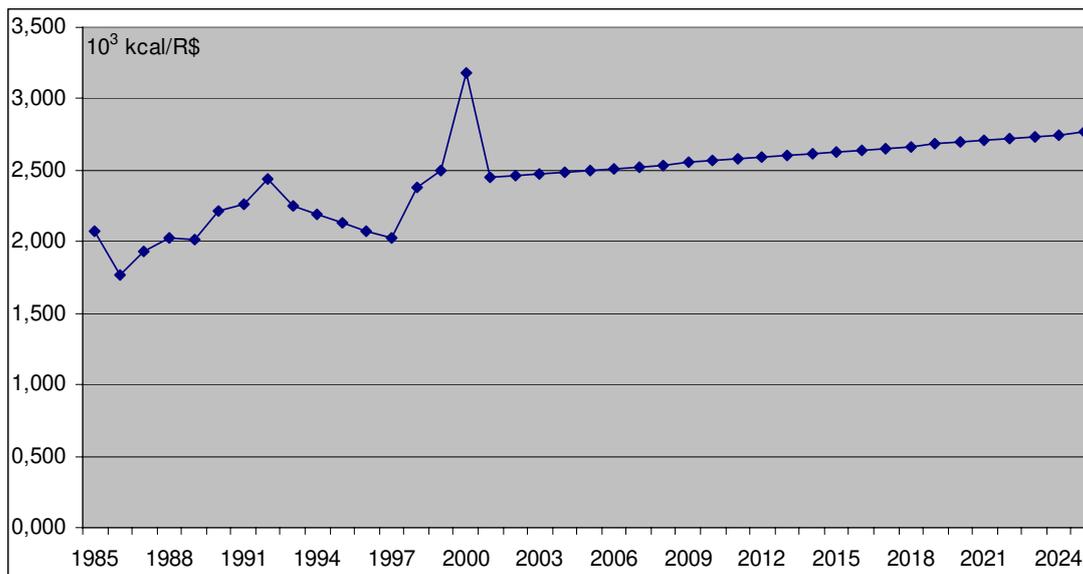


Figura 7.6 – Evolução histórica, de 1985 a 2002, e projeções, até 2025, da intensidade energética total, em  $10^3$  kcal/R\$ de 2002, da indústria de papel e celulose no Estado de São Paulo

#### 7.2.4 Hipóteses sobre a evolução futura da participação relativa dos principais energéticos no consumo energético total dos setores da economia

As figuras 7.7 a 7.11 apresentam as previsões feitas sobre as participações, de 2005 a 2025, dos principais energéticos de cada setor com relação ao consumo energético setorial total. As tabelas correspondentes se encontram no Anexo A.

Historicamente, a participação relativa do óleo diesel no consumo energético total do setor agropecuário caiu ligeiramente (Figura 3.21); assume-se, aqui, que tal tendência vai continuar no futuro. A eletricidade apresentou uma tendência inversa no passado, ou seja, sua participação relativa aumentou um pouco, o que, se assume, irá continuar ocorrendo no período de projeção. Não se espera alterações na participação relativa futura do óleo combustível. Fechando o balanço, a participação relativa dos outros energéticos deve aumentar um pouco no período de projeção. A aplicação destas hipóteses resulta nas previsões da Figura 7.7.

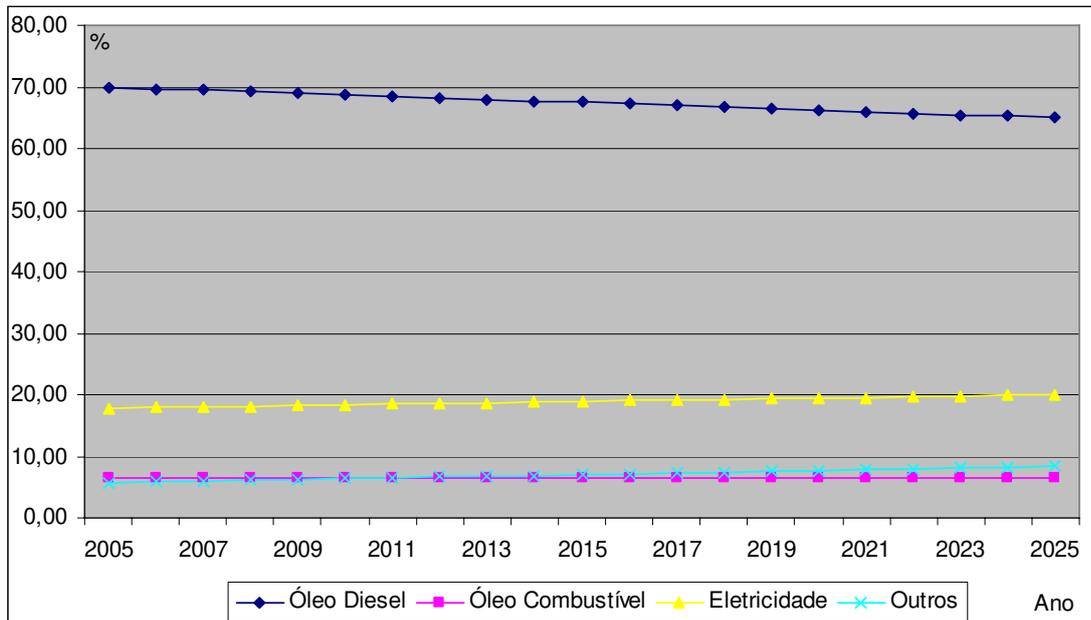


Figura 7.7 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor agropecuário paulista no seu consumo energético total

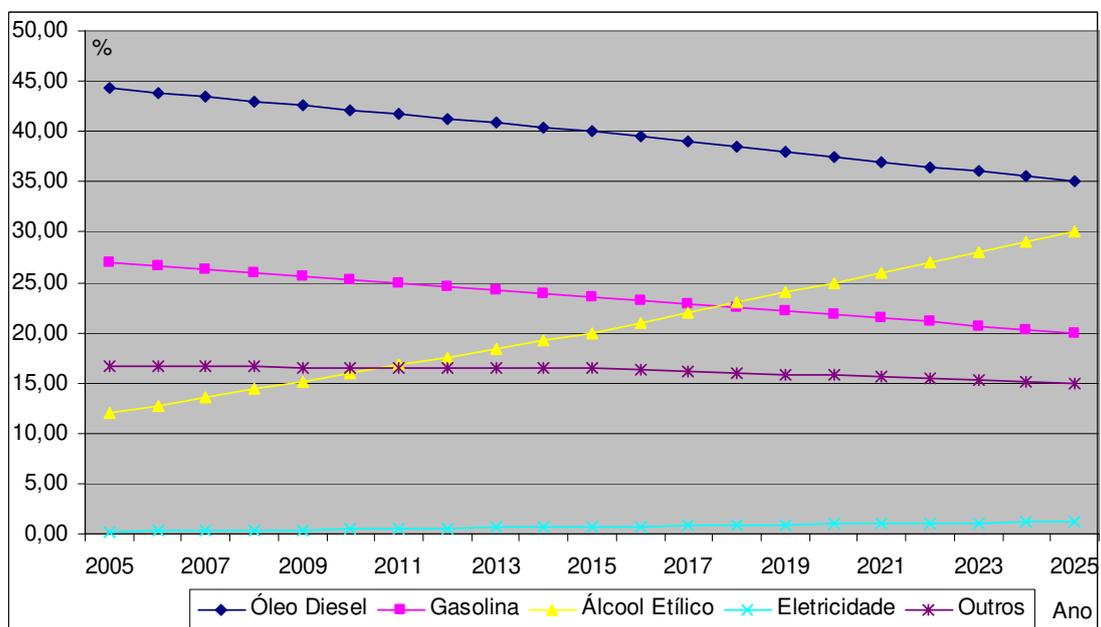


Figura 7.8 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor de transportes paulista no seu consumo energético total

No setor de transportes, assume-se que, em função da sua atual competitividade, que deve aumentar no futuro, e do estoque crescente de veículos *flex-fuel*, a participação do álcool etílico no consumo energético total do setor de transportes paulista deve aumentar substancialmente no futuro, ultrapassando sua participação máxima no período histórico (cerca de 23%, conforme indicado na Figura 3.22) e atingindo 30% em 2025. Como consequência direta desta forte penetração assumida para o álcool etílico, a participação relativa de seu concorrente imediato, a gasolina, deve cair um pouco abaixo de seu mínimo registrado na Figura 3.22 (cerca de 22%), chegando a 20% em 2025. A participação crescente do transporte individual em relação ao transporte coletivo, que é inevitável com o aumento gradual do poder aquisitivo da população e com a falta de políticas e programas visando melhorias substanciais no transporte coletivo hoje disponível, e as penetrações crescentes do biodiesel e do gás natural (prevista pela Petrobrás), substituindo o óleo diesel, devem reduzir a participação relativa deste último, de 44,7% em 2004 para 35% em 2005, valor este um pouco inferior ao registrado no período histórico analisado (cerca de 37%). Estas tendências previstas estão ilustradas na Figura 7.8.

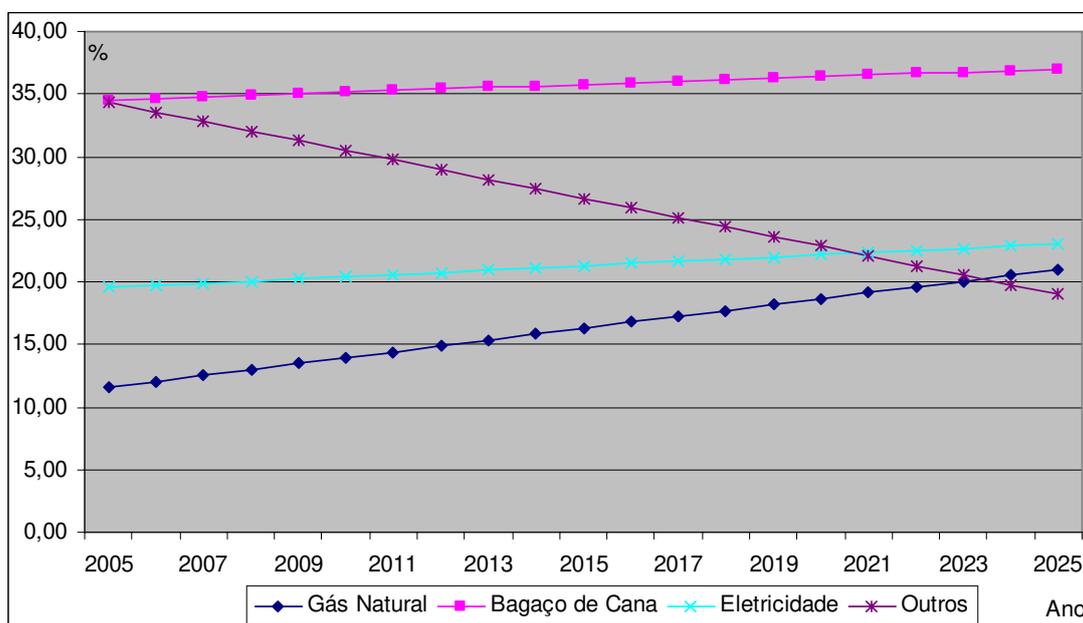


Figura 7.9 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor industrial paulista no seu consumo energético total

A Figura 7.9 apresenta as participações relativas previstas para os principais energéticos do setor industrial paulista no horizonte de projeção. O grande destaque fica por conta da penetração do gás natural, cuja participação cresceu, conforme pode ser observado na Figura 3.23, a partir do início da década de 1990, atingindo, em 2002, mais de 10,00% do consumo energético total deste setor. Assumiu-se uma continuidade deste crescimento, factível com o barateamento previsto para este combustível, a partir do aumento da oferta nos próximos anos, com o gás das bacias de Santos, Espírito Santo, Campos, etc.; projeta-se que a participação deste combustível aumente de 11,10% em 2004, para 21,00% em 2025. Este forte crescimento da participação do gás natural deve deslocar, sobretudo, componentes da categoria “outros energéticos”, tais como óleo combustível e o óleo diesel. A participação relativa do bagasso de cana deve continuar seguindo a tendência histórica de crescimento, conforme indicado na Figura 3.23, viável com o aumento previsto na produção de álcool. Já a participação relativa da eletricidade, que pouco variou durante o período histórico analisado, deve aumentar um pouco no futuro, por conta da automação crescente de boa parte dos processos industriais.

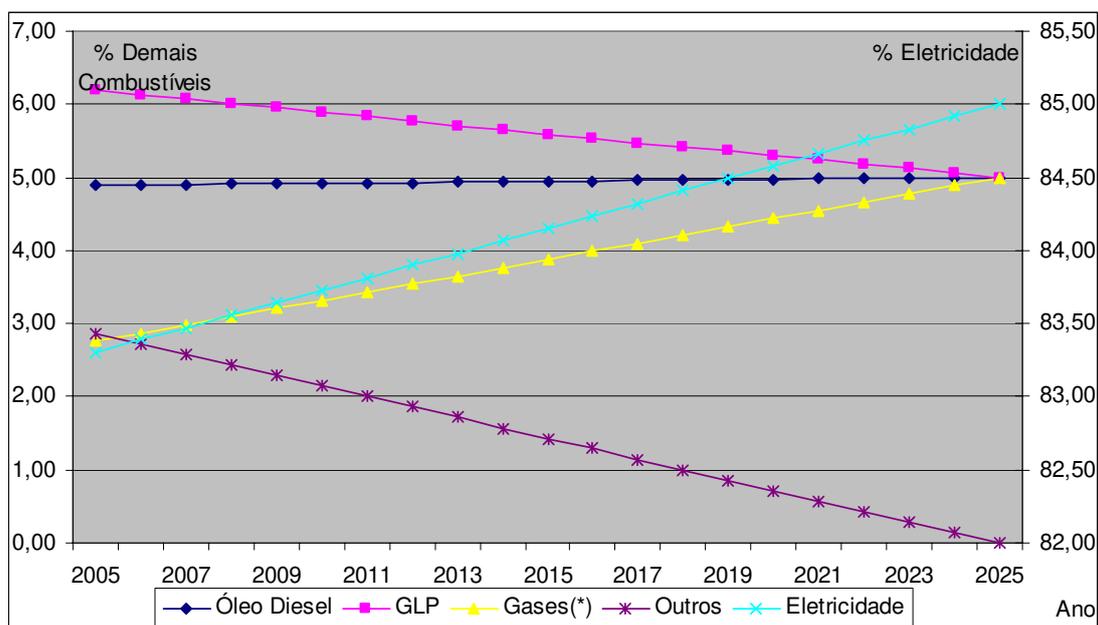


Figura 7.10 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor de comércio e serviços paulista no seu consumo energético total

No setor comercial e de serviços o uso da eletricidade é tão intenso, que, na Figura 7.10, foi necessário, para facilitar a visualização, separar sua participação relativa da dos demais energéticos consumidos no setor. Esta participação deve continuar subindo, como no passado (Figura 3.24), mas a taxas bem menores. O único crescimento substancial previsto para este setor é o de gases, por causa do gás natural, cuja participação deve aumentar de 2,65% em 2004, para 5,00% em 2025. A penetração crescente do gás natural no setor deve provocar uma queda no uso do GLP e de componentes da categoria “outros combustíveis”, onde se destaca o óleo combustível.

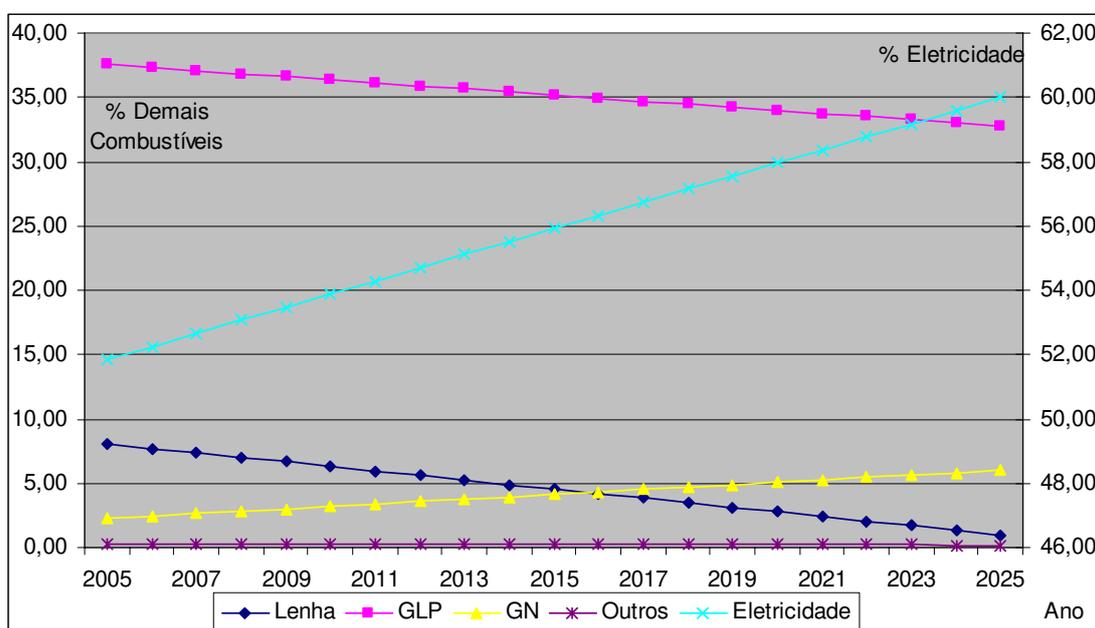


Figura 7.11 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos do setor residencial paulista no seu consumo energético total

Assim como ocorre no setor comercial e de serviços, no setor residencial também, o uso da eletricidade é intenso e prevê-se que a sua participação relativa continue seguindo a tendência passada crescente (Figura 3.25), mas com taxas de crescimento menores; sua parcela de mercado deve crescer de 51,4%, em 2004 para 60,0% em 2025. O gás natural deve aumentar a sua participação no setor residencial substituindo, fundamentalmente, o GLP e, em bem menor escala, a eletricidade usada em chuveiros e aquecedores de água. Neste estudo, prevê-se que a participação do gás natural deve aumentar em 4,1% até o fim do período de projeção, enquanto

que a participação do GLP deve diminuir em 5,2% neste mesmo período. Um destaque importante no setor residencial é a previsão de continuidade da queda da participação da lenha, de 8,4% em 2004, para 1,0% em 2025.

A Figura 7.12 ilustra a evolução prevista para a participação relativa dos principais energéticos da indústria de papel e celulose paulista, no seu consumo energético total. Assume-se que a lixívia e a eletricidade devem manter a sua participação relativa atual no futuro, e que a participação do óleo combustível deve cair, pro conta de sua substituição pelo gás natural (que já está ocorrendo com uma certa intensidade), classificado, na Figura 7.12, na categoria “outros energéticos”.

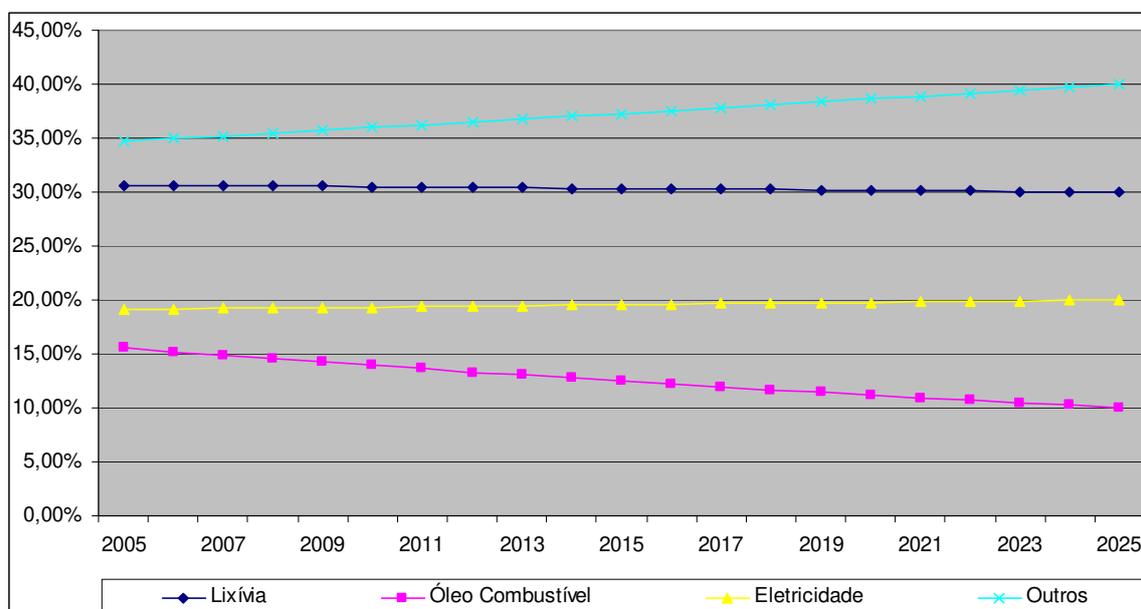


Figura 7.12 – Evolução prevista, de 2005 a 2025, da participação relativa dos principais energéticos da indústria de papel e celulose paulista no seu consumo energético total

### 7.2.5 Hipóteses assumidas no cenário de novos programas de eficiência energética

No cenário de novas políticas energéticas voltadas para a busca de maior eficiência energética nos setores da economia definem-se três opções de políticas, envolvendo seis tipos de equipamentos para o setor residencial: geladeiras de uma porta; demais geladeiras; *freezers*;

lâmpadas fluorescentes compactas; aparelhos de ar condicionado, de parede; e chuveiros elétricos. Estes equipamentos estão relacionados na Tabela 7.8, junto com o seu aumento potencial de eficiência, que é a diferença entre as eficiências máxima e média dos produtos encontrados no mercado, segundo dados do PROCEL e do IPT; a proporção do consumo que eles representam no consumo residencial total de energia elétrica, de acordo com uma pesquisa de posse e hábitos realizada pela CPFL, junto a seus consumidores, no Estado de São Paulo, em 2004 (CPFL, 2004); e a sua vida útil, estimada pelas associações de fabricantes Eletros e Abinee, e por Silva Jr. (2005). Na Tabela 7.8 não aparece a vida útil dos chuveiros elétricos porque a nova política a eles associada é a sua substituição por aquecedores solares.

Tabela 7.8 – Principais parâmetros assumidos no cenário de novos programas de conservação de energia

Equipamentos	Aumento potencial de eficiência (%)	Proporção do consumo (%)	Vida útil (anos)	% de substituição por equipamentos eficientes		
				Opção 1	Opção 2	Opção 3
Geladeiras de uma porta	22,00	22,97	16	7,00	14,00	100,00
Demais geladeiras	22,00	8,49	16	7,00	14,00	100,00
<i>Freezers</i>	22,00	9,60	16	7,00	14,00	100,00
Iluminação (LFC)	80,00	2,07	6	18,00	54,00	90,00
Ar condicionado de parede	40,00	1,47	10	39,80	79,60	100,00
Chuveiros elétricos	100,00	30,40	-	2,70	4,05	-

A primeira opção é não se ter nenhuma nova política e se esperar que o próprio consumidor se conscientize, paulatinamente, das vantagens de adquirir equipamentos mais eficientes. O racionamento de energia elétrica de 2001 acabou acelerando esta conscientização e, hoje, um razoável número de consumidores está disposto a adquirir equipamentos eficientes, sem que haja, necessariamente, incentivos governamentais para isto. As porcentagens indicadas na 5ª coluna da Tabela 7.8 representam as parcelas dos consumidores que utilizam os equipamentos lá relacionados que estão dispostos a adquirir as versões eficientes destes equipamentos ao fim da sua vida útil, segundo a pesquisa de posse e hábitos da CPFL.

A segunda opção corresponde à criação de um programa de *rebates*, ou seja, um programa que subsidia, parcialmente, a compra de equipamentos eficientes. Segundo resultados do

programa *Flex your Power*, gerenciado pela Califórnia Energy Commission em 2001 e 2002, tal tipo de programa, quando bem gerenciado, chega a aumentar em até 100% a intenção de substituição por equipamentos mais eficientes no caso das geladeiras, *freezers* e aparelhos de ar condicionado, e em até 400% esta substituição no caso das lâmpadas fluorescentes compactas. Tais impactos, em se adotando um programa deste tipo no Estado de São Paulo, estão resumidos na 6ª coluna da Tabela 7.8.

Finalmente, a terceira opção está associada à aplicação da Lei de Eficiência Energética aos equipamentos da Tabela 7.8, impondo-se eficiências mínimas correspondentes às melhores eficiências encontradas no mercado. No caso da iluminação residencial, assume-se que 10% dos consumidores continuarão a utilizar lâmpadas incandescentes.

No caso dos chuveiros elétricos, a porcentagem da opção um, na Tabela 7.8, é a intenção de substituição de chuveiros elétricos por sistemas de aquecimento solar obtida na pesquisa de posse e hábitos da CPFL. A porcentagem da opção dois foi obtida de dados da DaSOL-ABRAVA, que considera um incremento tendencial de 35% a.a. no mercado de aquecimento solar e um crescimento de 50% neste mercado caso hajam programas de incentivo (DaSOL-ABRAVA, 2005). A opção 3 não se aplica a este caso, pois se trata de substituição de equipamentos utilizando diferentes energéticos – eletricidade e energia solar.

### **7.3 Possíveis cenários “locais” para a região da UGRH-PCJ**

Conforme explicado na seção 6.6, referente às adaptações do modelo de desagregação estrutural para se efetuar as projeções da demanda de energia na região da UGRH– PCJ, todos os cenários elaborados para o Estado de São Paulo, e suas respectivas projeções, podem ser rebatidos, como “*default*”, para qualquer município, ou conjunto de municípios, desta região.

Por outro lado, as adaptações propostas permitem facilmente a definição de possíveis cenários “locais” para se prospectar os impactos, na demanda energética local, de mudanças estruturais associadas, por exemplo, à entrada ou saída de indústrias em um município ou conjunto de municípios, à implantação de um novo *shopping center* ou um novo conjunto habitacional, etc. Para tanto, basta se configurar com clareza os objetivos e as condições de contorno destes cenários, se estimar as possíveis mudanças que este cenários podem trazer para o

PIB, VAs/PIB e intensidades energéticas locais, e se substituir os valores padrões para estas variáveis, armazenadas no banco de dados municipais.

## **Capítulo 8**

### ***Projeções da Demanda Energética para o Estado de São Paulo, para um Segmento Energo-Intensivo e para a Região da UGRH-PCJ***

Realizam-se, neste capítulo, projeções da demanda energética para o Estado de São Paulo, para um segmento energo-intensivo no Estado e para a região da UGRH – PCJ, em um horizonte de 22 anos (2003 a 2025). Analisam-se, ainda, para a região da bacia, os efeitos de programas de eficiência energética.

A metodologia utilizada nas projeções e as hipóteses assumidas nos cenários alternativos de desenvolvimento adotados são os apresentados, respectivamente, nos Capítulos 6 e 7 desta tese.

## **8.1 Projeções da demanda energética para o Estado de São Paulo**

### **8.1.1 Projeções das demandas energéticas total e setoriais**

Considerando as projeções do PIB paulista nos cenários de baixo, médio e alto crescimento da economia e as projeções da intensidade energética, obteve-se a projeções correspondentes da demanda energética total do Estado para o período de 2003 a 2025, conforme apresentado na Figura 8.1.

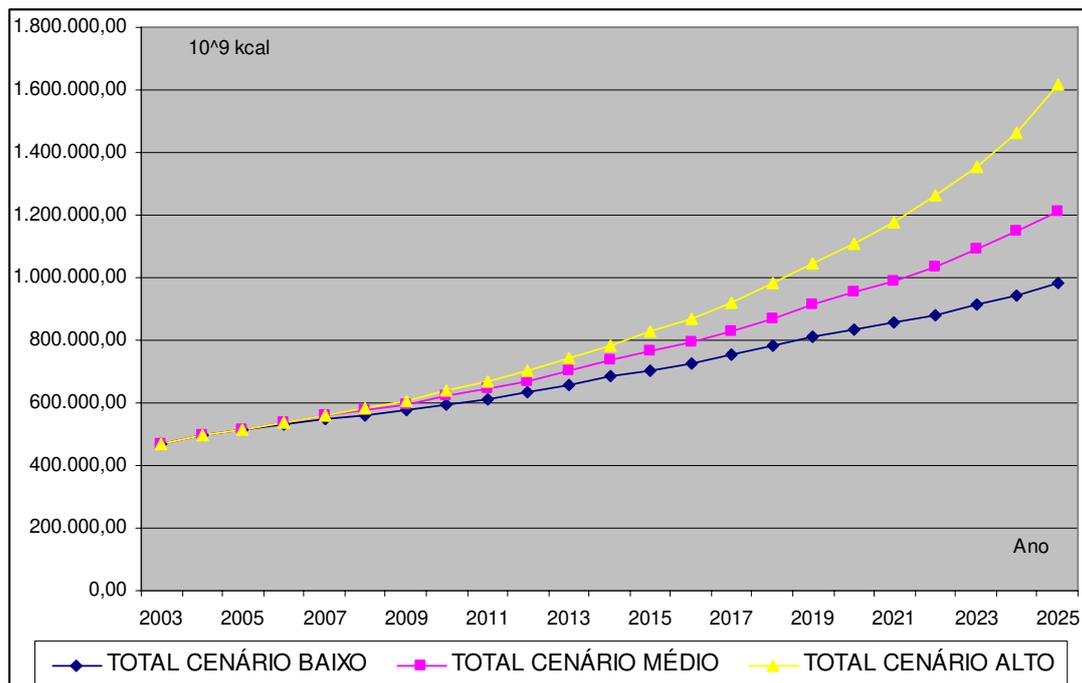


Figura 8.1 – Projeções da demanda energética total do Estado de São Paulo para três cenários alternativos de crescimento da economia

As Figuras 8.2 a 8.6 apresentam as projeções da demanda energética dos setores agropecuário, transportes, industrial, comércio/serviços e residencial, respectivamente, no Estado, para os mesmos cenários alternativos de crescimento considerados na Figura 8.1. O Anexo A apresenta as tabelas completas com as projeções.

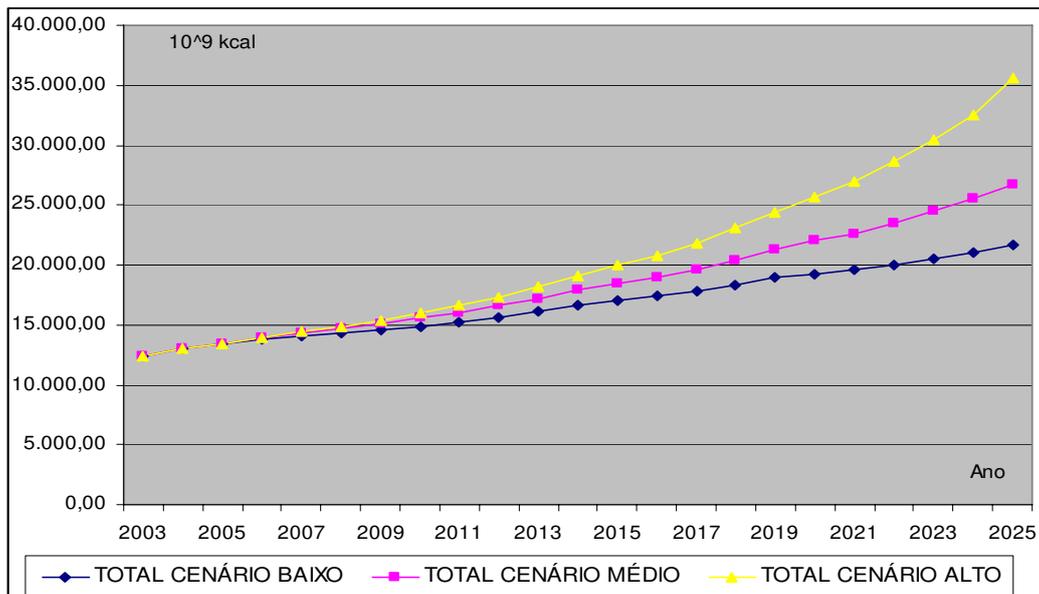


Figura 8.2 – Projeções da demanda energética do setor agropecuário no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia

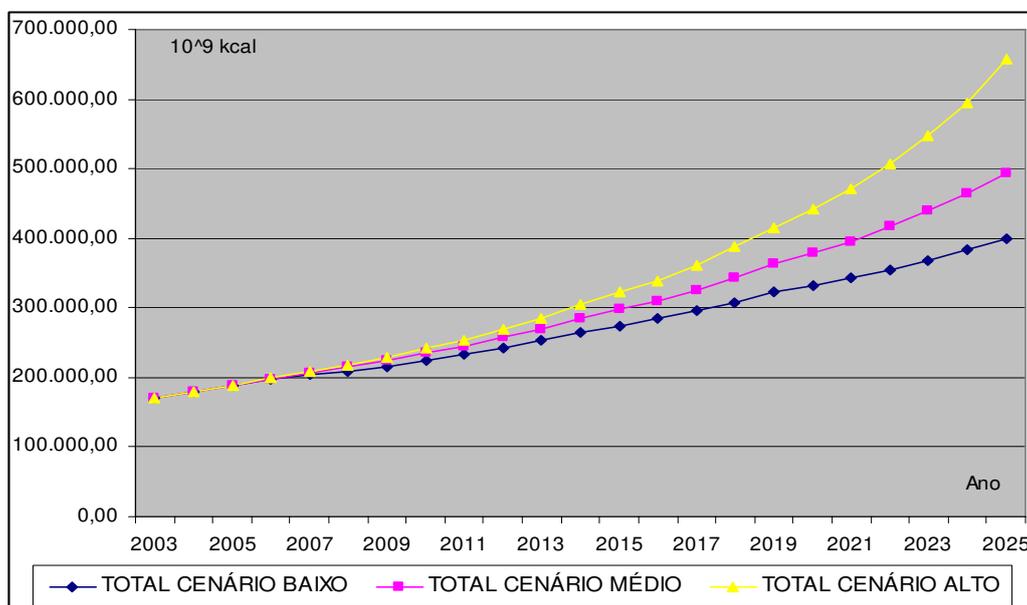


Figura 8.3 – Projeções da demanda energética do setor de transportes no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia

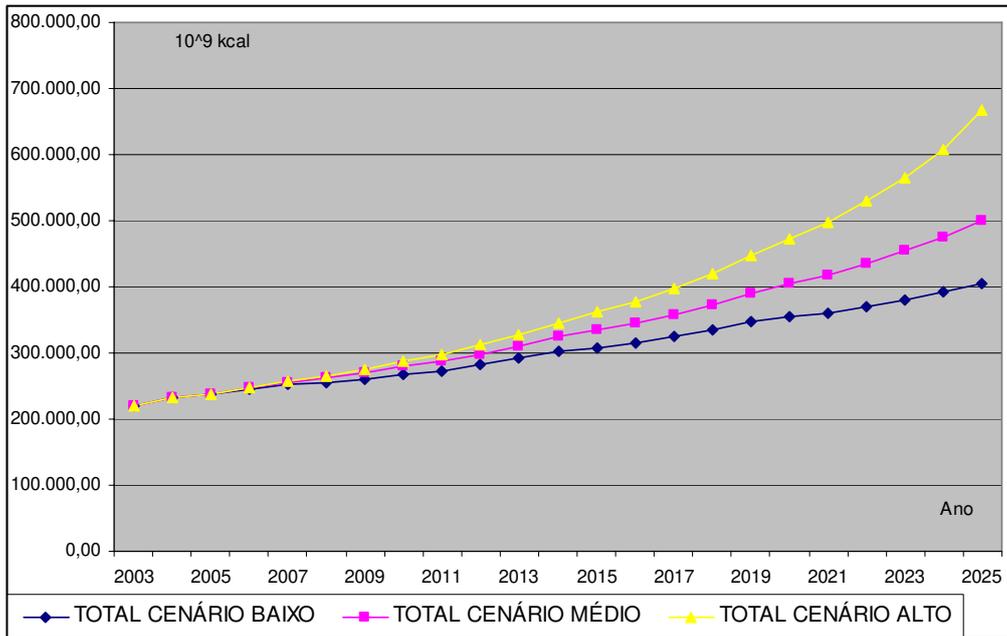


Figura 8.4 – Projeções da demanda energética do setor industrial no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia

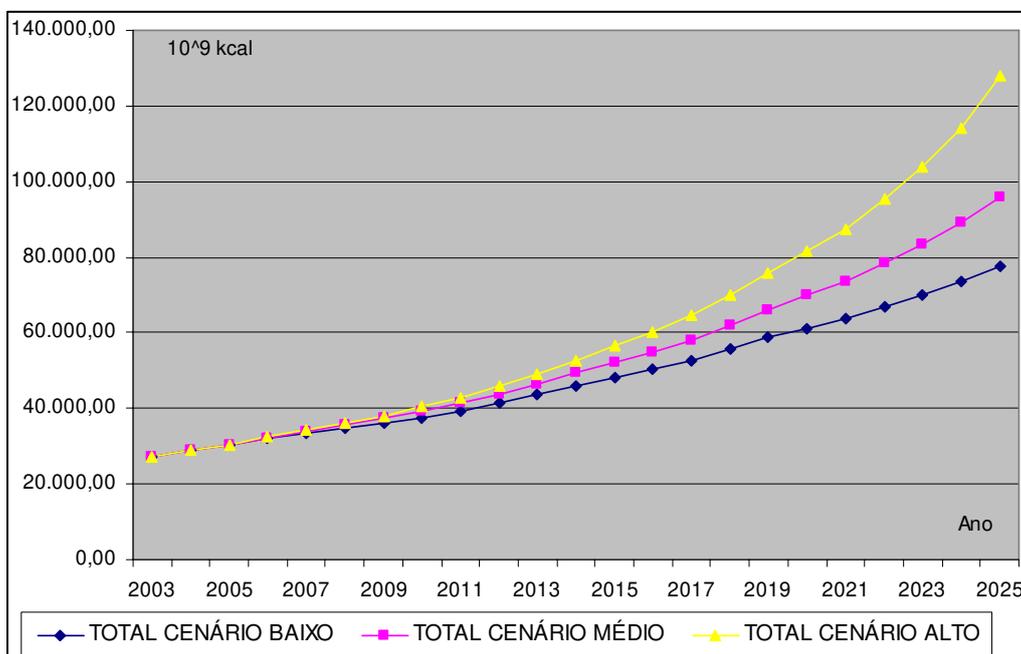


Figura 8.5 – Projeções da demanda energética do setor de comércio e serviços no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia

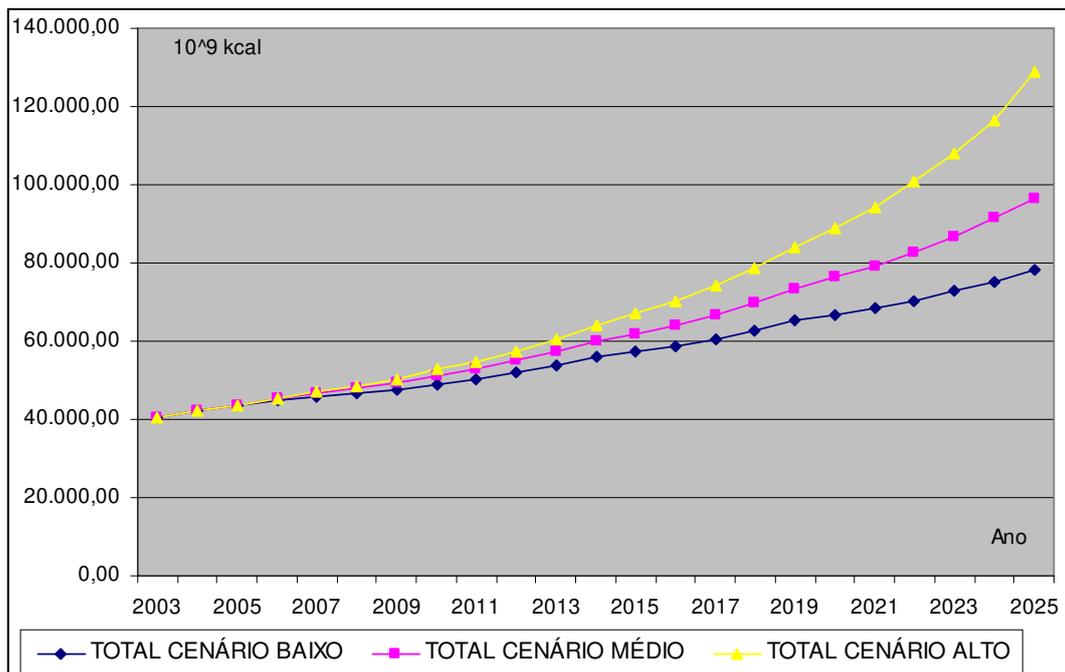


Figura 8.6 – Projeções da demanda energética do setor residencial no Estado de São Paulo, para três cenários alternativos de crescimento da economia

### 8.1.2 Comparação dos resultados obtidos com os de outro estudo de projeção da demanda energética do Estado de São Paulo

Nesta seção se faz uma comparação dos resultados das projeções obtidos neste estudo, com os resultados de um outro trabalho, realizado recentemente, no contexto de uma dissertação de mestrado (CARRA, 2005), que produziu projeções da matriz energética e de emissões do Estado de São Paulo, no período de 2003 a 2012. A Tabela 8.1 apresenta os resultados das projeções, para os anos 2005, 2010 e 2012, realizadas nesta tese e na dissertação de José Luiz de Carra. Observe-se que os desvios entre as duas projeções aumentam ao longo do período e que eles são maiores no cenário de baixo crescimento e menores no cenário de médio crescimento.

Tabela 8.1 – Resultados das projeções da demanda energética do Estado de São Paulo até 2012, em 10<sup>9</sup> kcal, segundo este estudo e a dissertação de Carra, e os desvios correspondentes, em %

ANO	Esta tese			Dissertação de Carra			Desvios entre as projeções		
	BAIXO	MÉDIO	ALTO	BAIXO	MÉDIO	ALTO	BAIXO	MÉDIO	ALTO
2005	513.689,	513.689	513.914	472.629	487.012	501.993	11,07%	5,48%	8,34%
2010	592.528	620.953	638.153	531.658	566.132	607.277	16,88%	9,68%	13,88%
2012	633.886	670.780	700.658	551.283	595.419	648.103	20,69%	12,66%	17,59%

Carra baseou-se, para elaborar suas projeções, na observação das taxas históricas de crescimento da economia paulista e dos componentes de sua matriz energética e, influenciado pelo fraco desempenho da economia do Estado na maior parte das décadas de oitenta e noventa, formulou cenários alternativos de crescimento pessimistas para esta economia: as taxas de crescimento variam de 1 a 1,5 % a.a. no cenário de baixo crescimento e de 3 a 3,5% a.a. no cenário de alto crescimento. As hipóteses assumidas nesta tese para o crescimento do PIB paulista são bem mais otimistas nos três cenários, conforme apresentado no Capítulo 7, com diferenças menores registradas no cenário de médio crescimento, que é onde se observa os menores desvios entre as duas projeções.

## 8.2 Projeções para um segmento industrial energo-intensivo

À guisa de ilustração da aplicação do método de desagregação estrutural para se projetar a demanda energética em um segmento industrial energo-intensivo, apresenta-se, a seguir, projeções para a indústria de papel e celulose. Os cenários alternativos de desenvolvimento adotados nestas projeções são os descritos no Capítulo 7 desta tese.

As Figuras 8.7 a 8.9 mostram as projeções para os principais energéticos do segmento de papel e celulose, nos cenários de baixo, médio e alto crescimento econômico, respectivamente; tabelas correspondentes encontram-se no Anexo B.

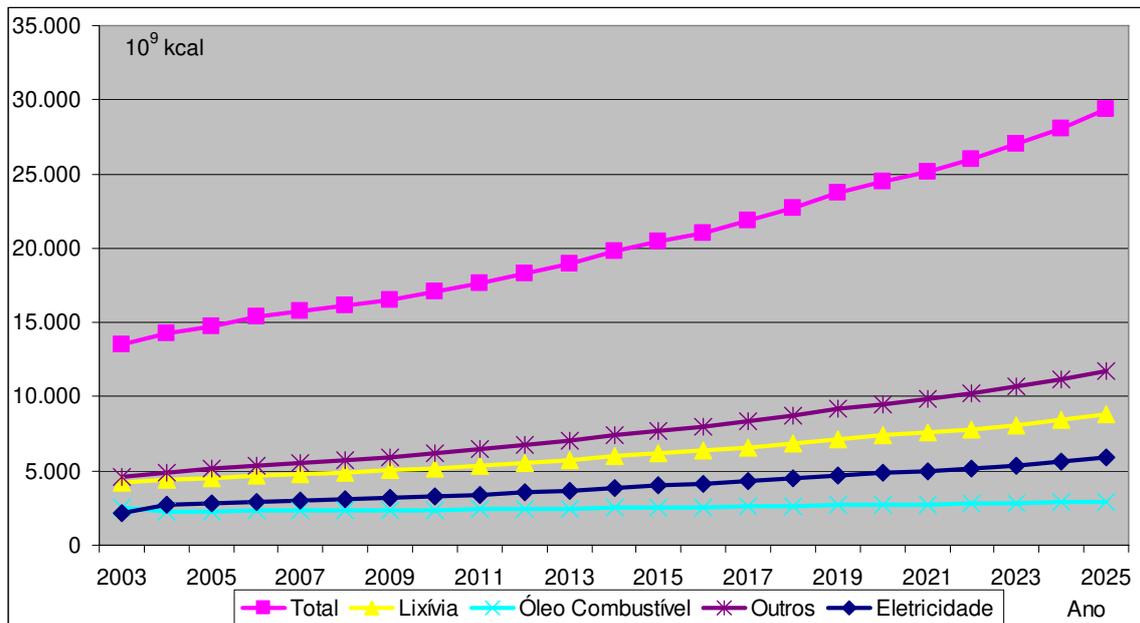


Figura 8.7 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de baixo crescimento econômico

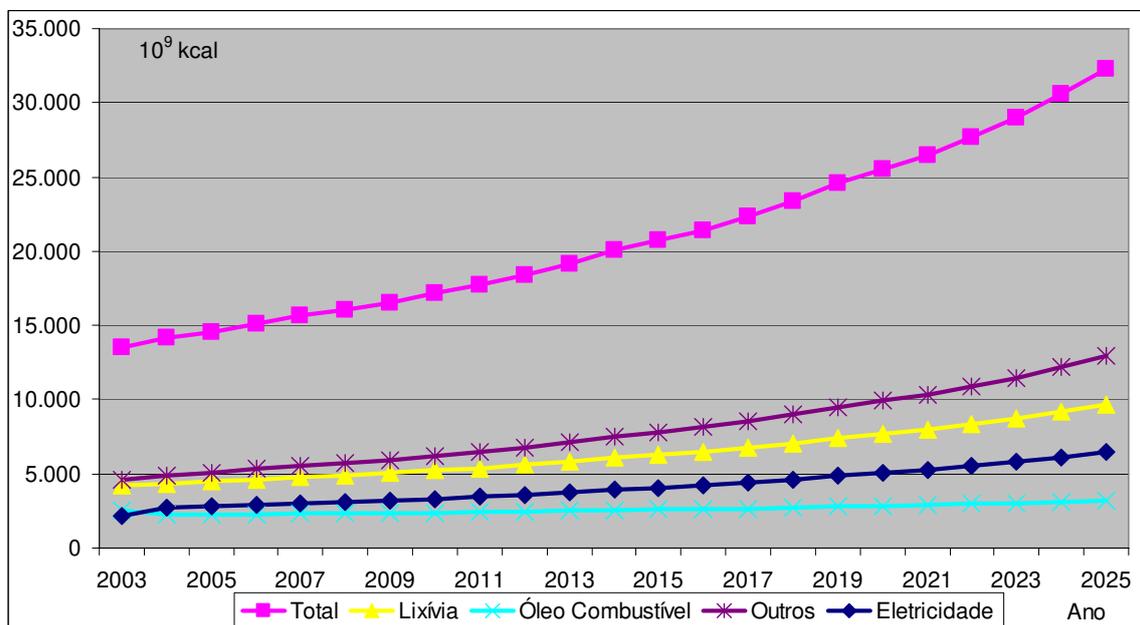


Figura 8.8 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de médio crescimento econômico

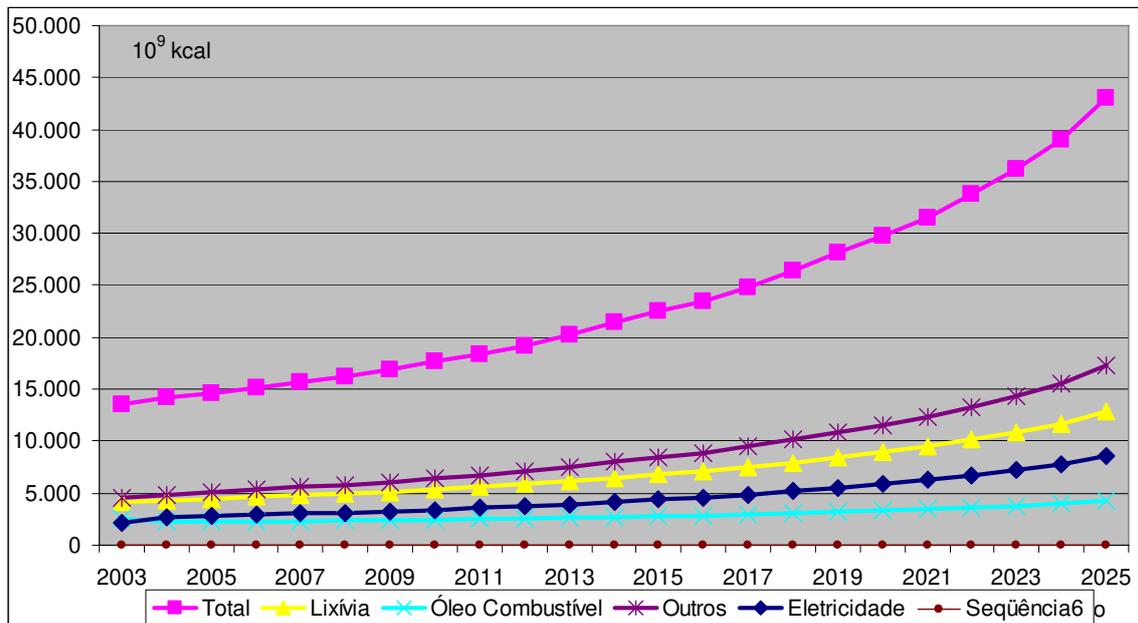


Figura 8.9 – Projeções da demanda dos energéticos consumidos na indústria de papel e celulose paulista, no cenário de alto crescimento econômico

### 8.3 Projeções da demanda de energia elétrica na região da UGRH-PCJ

Esta seção apresenta projeções da demanda de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, realizadas também com o modelo de desagregação estrutural, devidamente adaptado à carência de dados municipais, conforme discutido no Capítulo 7. A indisponibilidade de dados municipais suficientes sobre o consumo de combustíveis como os derivados de petróleo, gás natural, lenha e resíduos limitou as projeções à energia elétrica, empregando-se o conceito de intensidade elétrica.

A adaptação do modelo de desagregação estrutural aos dados municipais disponíveis, descrita no Capítulo 7, utiliza quocientes entre os valores adicionados setoriais na região objeto de interesse, visto como um agregado de municípios, e os valores correspondentes no Estado de São Paulo como parâmetros da modelagem, que podem ser mantidos constantes, podem exprimir tendências decrescentes ou crescentes, ajustadas no período histórico para o qual se dispõe de dados, ou, ainda, podem simular rupturas com as tendências do passado. O histórico de valores de VA disponíveis para este estudo em uma base municipal foi curto – de 2000 a 2002. Logo, qualquer tendência detectada neste curto período não poderia ser extrapolada para o longo prazo.

Por conseguinte, decidiu-se utilizar os valores médios verificados neste período, conforme indicado na Tabela 8.2, como parâmetros de modelagem.

Tabela 8.2 – Participações dos VA's setoriais e total da UGRH-PCJ em relação aos valores correspondentes do Estado de São Paulo, em %, de 2000 a 2002

VA	2000	2001	2002	Valor médio
Valor adicionado da indústria	47,41	48,30	47,83	47,85
Valor adicionado do comércio e serviços	49,95	47,60	47,67	48,41
Valor adicionado da agropecuária	2,64	4,10	4,49	3,74
VA total da UGRH-PCJ em relação ao VA de SP	11,90	12,40	12,59	12,30

A Figura 8.10 mostra a variação da intensidade elétrica verificada na região da UGRH-PCJ durante o período de 1985 a 2004, assim como projeções que se estendem até 2025. No período histórico analisado observa-se um crescimento gradual, de 0,271 MWh/10<sup>6</sup> R\$ em 1985 para 0,301 MWh/10<sup>6</sup> R\$ em 2004, o que representa um aumento anual de 0,54%. Para o horizonte das projeções, assumiu-se-se a manutenção desta tendência.

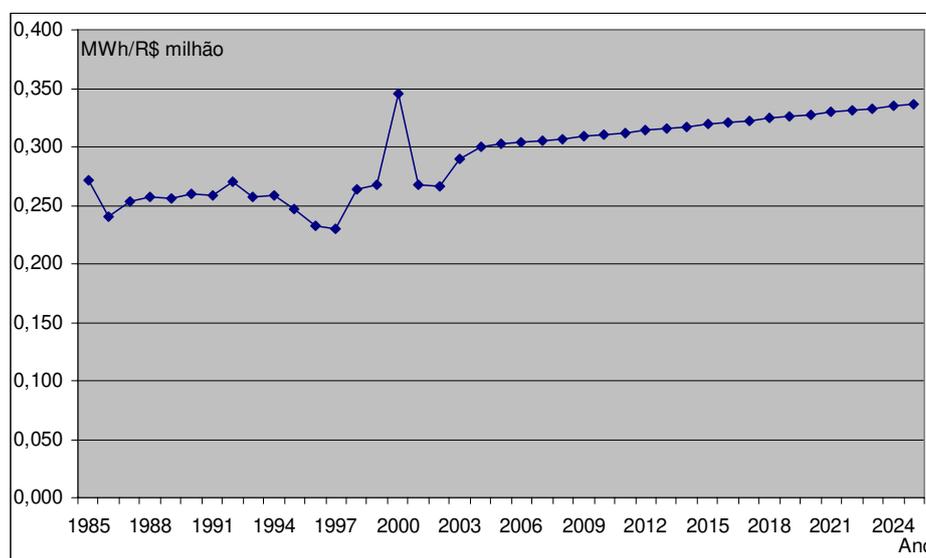


Figura 8.10 – Evolução da intensidade elétrica, em MWh/10<sup>6</sup> R\$ na região da UGRH-PCJ: valores verificados - 1985 a 2004 - e projeções até 2025

A Figuras 8.11 a 8.13 apresentam as projeções de consumo de energia elétrica nos setores residencial, industrial, agropecuário e de comércio e serviços na região da UGRH-PCJ , para os cenários de baixo, médio e alto crescimento econômico, respectivamente; as tabelas correspondentes encontram-se no Anexo C.

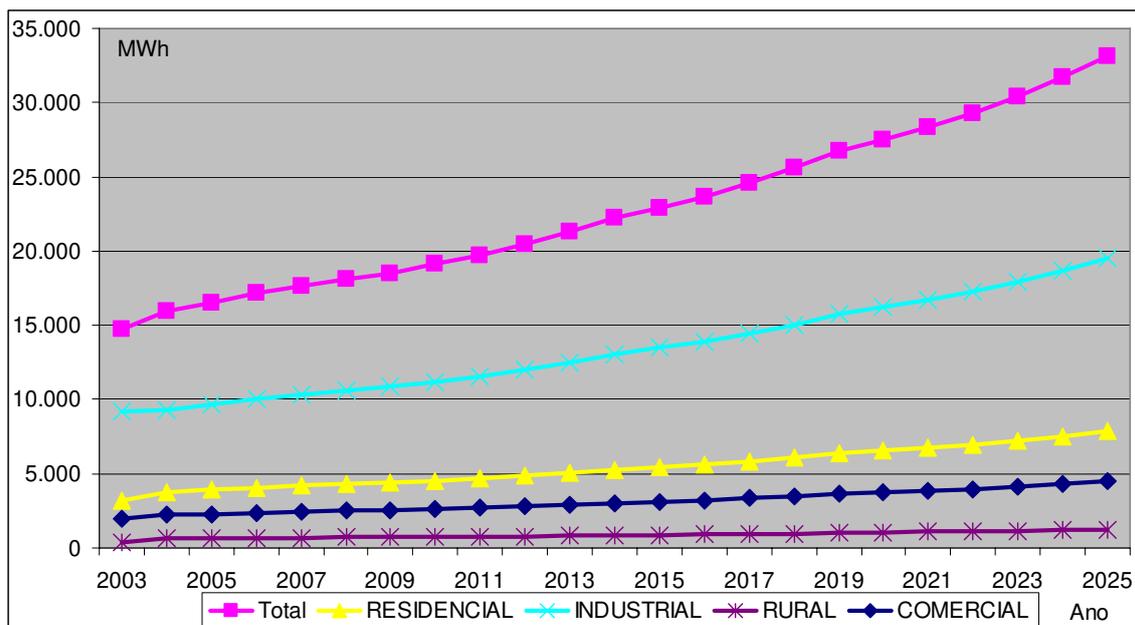


Figura 8.11 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de baixo crescimento econômico

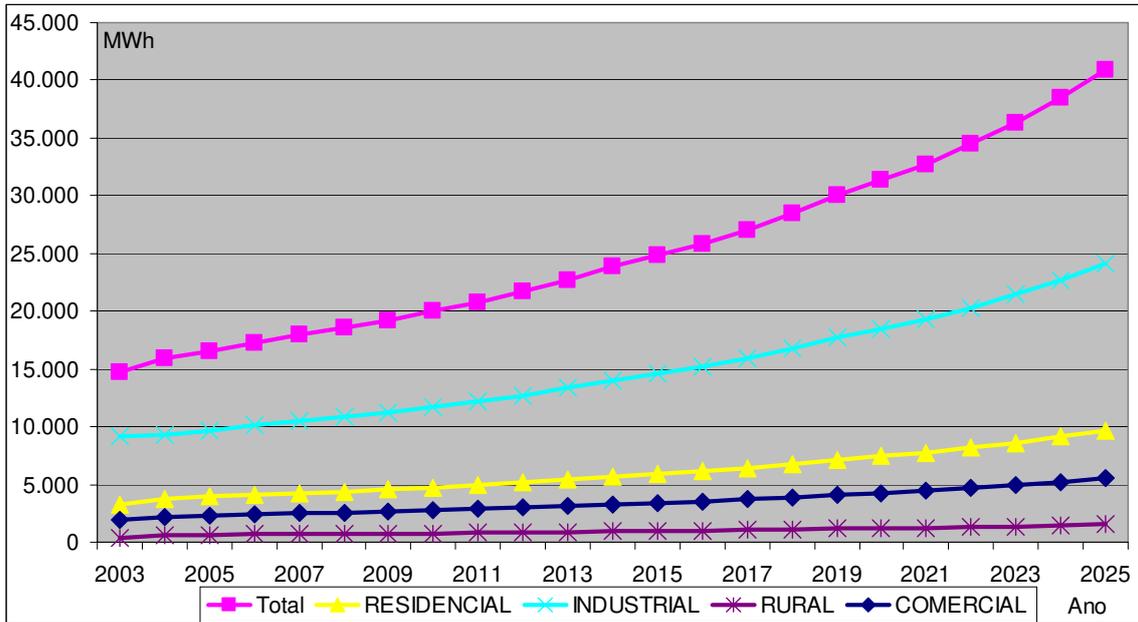


Figura 8.12 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de médio crescimento econômico

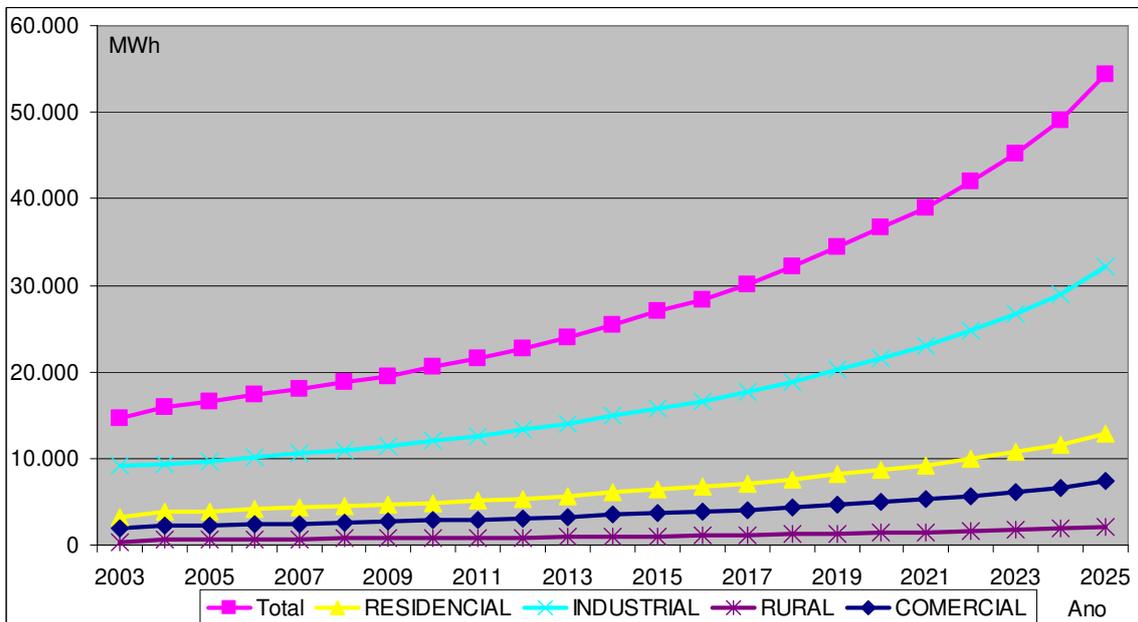


Figura 8.13 – Projeções do consumo de energia elétrica na região da UGRH-PCJ , para o cenário de alto crescimento econômico

### 8.3.1 Agrupamentos de municípios pela taxa de crescimento de variáveis econômicas

Nos capítulos iniciais deste trabalho, principalmente no Capítulo 4, foram apresentadas as principais características sociais, econômicas e ambientais da região da UGRH-PCJ. Apesar de existir uma certa homogeneidade entre os municípios que compõem a região, existem diferenças que não podem ser desprezadas.

Tentar analisar os 58 municípios da região de uma maneira isolada seria, no mínimo, uma tarefa desgastante e, não surtiria o efeito desejado. O que se propõe nesta tese, para se levar em conta as diferentes características dos municípios da região, é criar grupos (*clusters*) que apresentem características semelhantes de crescimento econômico. As projeções da demanda energética poderiam, então, ser efetuadas para cada um destes *clusters*, ao invés da região como um todo.

O Anexo D contém uma tabela onde os municípios da região são ordenados segundo a taxa média de crescimento dos VA's dos setores industrial, comercial/serviços e agropecuário, mais o PIB dos municípios. A média aritmética das taxas médias de crescimento destas quatro variáveis foi utilizada para classificar os municípios da região da UGRH-PCJ em 5 *clusters*, conforme apresentado na Tabela 8.3.

Tabela 8.3 – Médias aritméticas das taxas anuais de crescimento dos VA's industrial, comercial/serviços e agropecuário e do PIB dos municípios da UGRH-PCJ

GRUPO	NOME DO MUNICÍPIO	MÉDIA	GRUPO	NOME DO MUNICÍPIO	MÉDIA
1	HORTOLÂNDIA	-0,0479	4	RIO CLARO	0,1518
1	JAGUARIÚNA	-0,0103	4	ITATIBA	0,1583
2	MONTE ALEGRE DO SUL	0,0100	4	HOLAMBRA	0,1613
2	JARINU	0,0466	4	IPEUNA	0,1632
2	ÁGUAS DE SÃO PEDRO	0,0481	4	CABREUVA	0,1633
2	ARTUR NOGUEIRA	0,0538	4	CHARQUEADA	0,1669
2	BOM JESUS DOS PERDÕES	0,0545	4	NOVA ODESSA	0,1715
2	VARGEM	0,0556	4	MOMBUCA	0,1770
2	RAFARD	0,0575	4	JUNDIAÍ	0,1805
2	MORUNGABA	0,0635	4	SANTA BÁRBARA D'OESTE	0,1844
2	SALTO	0,0663	4	PEDRA BELA	0,1875
2	SANTA MARIA DA SERRA	0,0806	4	PIRACICABA	0,1885

2	SÃO PEDRO	0,0822	4	VINHEDO	0,1893
2	VÁRZEA PAULISTA	0,0940	4	COSMÓPOLIS	0,1902
2	PEDREIRA	0,0941	4	ANALÂNDIA	0,1934
2	CAMPINAS	0,0994	4	NAZARÉ PAULISTA	0,1997
3	BRAGANÇA PAULISTA	0,1018	5	PAULÍNIA	0,2065
3	AMPARO	0,1026	5	PINHALZINHO	0,2126
3	MONTE MOR	0,1062	5	CAPIVARI	0,2170
3	SANTA GERTRUDES	0,1135	5	AMERICANA	0,2224
3	JOANOPOLIS	0,1173	5	ITUPEVA	0,2255
3	ATIBAIA	0,1175	5	SANTO ANTONIO DE POSSE	0,2281
3	VALINHOS	0,1185	5	IRACEMAPOLIS	0,2614
3	LIMEIRA	0,1216	5	LOUVEIRA	0,2741
3	CAMPO LIMPO PAULISTA	0,1281	5	RIO DAS PEDRAS	0,3003
3	SALTINHO	0,1324	5	TUIUTI	0,3498
3	PIRACAIA	0,1331	5	ELIAS FAUSTO	0,4239
3	INDAIATUBA	0,1369	5	CORDEIRÓPOLIS	0,6204
3	SUMARÉ	0,1395			
3	CORUMBATAÍ	0,1437			

Para esta classificação foi utilizada a ferramenta estatística SPSS - Statistical Package for Social Sciences. Como se tem previamente o número de *clusters* que se quer como resultado, o método escolhido foi o não hierárquico, chamado, no SPSS, de *K-means clustering*. *K-means* porque o algoritmo inicia escolhendo as médias em número igual ao número de *clusters* determinado pelo usuário.

*K-means clustering* é um processo iterativo de agrupamento, onde os grupos são formados em torno de um centro. No processo, inicialmente são agrupados os dois primeiros dados da lista de dados, formando um centro entre eles. Na medida em que o processo evolui, outros dados são incluídos, alterando o ponto central inicialmente formado. As interações continuam até que o ponto central não sofra mais alteração com a inclusão de novos dados, ou quando se atingir o número máximo de interações previamente fixado pelo analista. Este método de análise é normalmente utilizado quando há um grande número de dados para serem agrupados.

Os municípios dos *clusters* da Tabela 8.3 foram classificados como:

- (i) Grupo 1, de crescimento negativo;
- (ii) Grupo 2, de baixo crescimento (entre 0 e 0,10);

- (iii) Grupo 3, de crescimento moderado (entre 0,1 e 0,15);
- (iv) Grupo 4, de crescimento médio (entre 0,15 e 0,20); e
- (v) Grupo 5, de crescimento elevado (maior que 0,20).

A Figura 8.14 apresenta um mapa da UGRH-PCJ, com os seus municípios representados por 5 cores, cada uma delas indicando um dos *clusters* definidos acima.

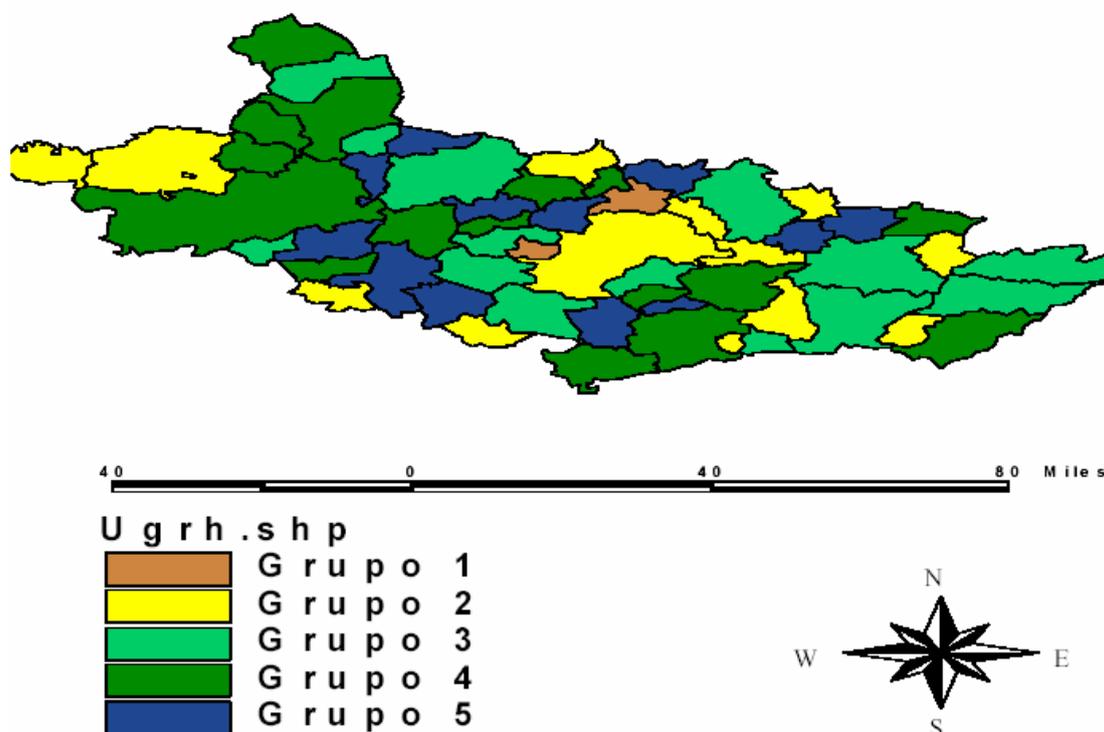


Figura 8.14 – *Clusters* de municípios da UGRH-PCJ

#### 8.4 Efeito de programas de eficiência energética na demanda de eletricidade da região da UGRH-PCJ

Esta seção apresenta um estudo sobre os efeitos, no consumo de energia elétrica da região da UGRH-PCJ, decorrentes da implementação de programas de eficiência energética,

relacionados, principalmente, com a fixação de níveis mínimos mandatórios de eficiência para alguns equipamentos, segundo determinado pela Lei de Eficiência Energética.

Em 2001 foi aprovada, pelo Congresso Nacional, a Lei nº 10.295, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia. Em seu Artigo 2º esta Lei, que passou a ser conhecida como “Lei de Eficiência Energética”, define que:

*“O Poder Executivo estabelecerá níveis máximos de consumo específico de energia, ou mínimos de eficiência energética, de máquinas e aparelhos consumidores de energia fabricados ou comercializados no País, com base em indicadores técnicos pertinentes.”*

Esta lei foi regulamentada pelo Decreto nº 4059, de 19 de dezembro de 2001, que constituiu o CGIEE – Comitê Gestor de Indicadores e Níveis de Eficiência Energética, presidido pelo MME.

Espera-se um gradual aumento da eficiência dos equipamentos comercializado no País, na medida em que novos equipamentos sejam enquadrados na Lei nº 10.295, por sugestão da CGIEE.

As medidas simuladas nesta seção se restringem ao setor residencial da região da UGRH-PCJ, pois só foram conseguidos dados confiáveis para este setor, junto à Eletrobrás/Procel, entidades de classe de fabricantes, tais como a Eletros e Abinee, nas literaturas técnicas nacional e internacional e, principalmente, graças a uma pesquisa de posse e hábitos de uso de equipamentos no setor residencial, disponibilizada pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL, 2004).

Para a obtenção das economias propiciadas com a regulamentação da Lei de Eficiência Energética e programas de incentivos à substituição dos equipamentos foram, montadas planilhas eletrônicas, uma para cada uso final analisado, utilizando o Microsoft Excel. Partindo das projeções do consumo residencial para o período de 2003 a 2025, já apresentadas neste capítulo, foram obtidas as economias de energia, a partir de dados de posse, melhoria da eficiência e de opções possíveis de substituição dos equipamentos. A Tabela 8.4 apresenta um exemplo da planilha utilizada para a determinação da energia economizada com a melhoria da eficiência e incentivo à comercialização de equipamentos eficientes. Nesta tabela, a primeira coluna se refere ao ano e a segunda, à energia projetada para o setor residencial.

O consumo referente ao equipamento analisado é obtido nas demais colunas, com base em dados de mercado, obtidos em uma pesquisa de Posse e Hábitos – P&H, realizado pelo instituto Vox Populi, concluída em junho de 2004, sob encomenda da CPFL-Paulista. Esta pesquisa foi escolhida como referência neste trabalho por vários motivos. Entre eles, se pode citar que se trata de uma pesquisa recente, com grande representatividade do universo sob estudo, realizada em municípios que, em grande parte, estão dentro da região analisada na tese, e executada por um instituto de renome nacional, contratado por uma das principais empresas concessionária de distribuição de energia elétrica do País.

Tabela 8.4 - Exemplo de resultado obtido com a planilha utilizada para a determinação da energia economizada com a melhoria da eficiência e incentivo à comercialização de equipamentos eficientes

ANO	CONSUMO SP (MWh/ano)	PORCENTAGEM DO CONSUMO REFERENTE A GELADEIRA	CONSUMO ESPECÍFICO REF. AS GELADEIRAS EM SP (MWh/ano)	PORCENTAG EM DE GELADERIAS DE 1 PORTA	CONSUMO ESPECÍFICO REF AS GELADEIRAS DE 1 PORTA EM SP (MWh/cons.)
2003	641,13		183,36		147,242
2004	710,06		203,08		163,071
2005	752,76		215,29		172,877
2006	800,71		229,00		183,890
2007	842,03		240,82		193,379
2008	882,42		252,37		202,655
2009	926,46		264,97		212,769
2010	977,81		279,65		224,562
2011	1.034,32		295,82		237,540
2012	1.099,05		314,33		252,405
2013	1.170,45		334,75		268,802
2014	1.251,18		357,84		287,344
2015	1.320,19		377,57		303,192
2016	1.394,49		398,82		320,255
2017	1.481,47		423,70		340,232
2018	1.579,71		451,80		362,793
2019	1.690,86		483,59		388,320
2020	1.780,87		509,33		408,991
2021	1.874,59		536,13		430,516
2022	1.988,07		568,59		456,576
2023	2.111,77		603,97		484,984
2024	2.251,02		643,79		516,964
2025	2.407,73		688,61		552,955

Esta pesquisa foi realizada em toda a área de concessão da CPFL, com o propósito de caracterizar os grupos familiares e levantar a quantidade de equipamentos eletro-eletrônicos existentes nas residências, bem como os hábitos de sua utilização. A Figura 8.15 apresenta a participação média destes equipamentos no consumo residencial, segundo apurado na pesquisa.

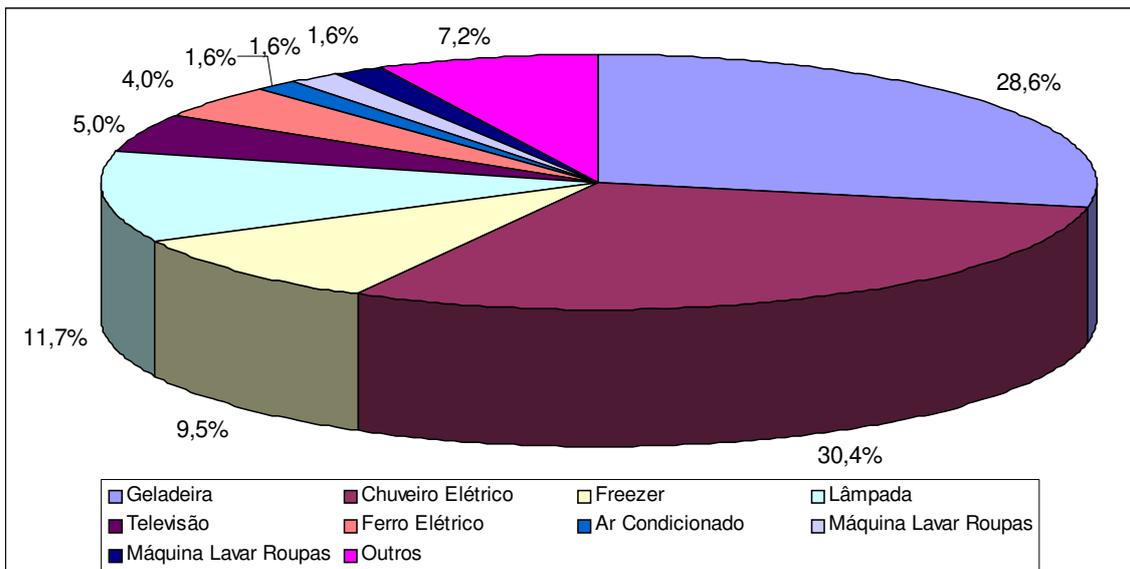


Figura 8.15 – Participação média, em %, de diversos equipamentos, no consumo residencial, segundo pesquisa de P&H da CPFL, realizada em 2004

Conforme explicado no Capítulo 7, foram definidas três opções para as simulações. A primeira delas (denominado “cenário tendencial” nas Figuras 8.16 a 8.22) se refere aos consumidores dispostos a adquirir equipamentos eficientes, que tenham o selo Inmetro/Procel, mesmo sem incentivos financeiros para isto, segundo o que foi apurado na pesquisa de posse e hábitos da CPFL. A segunda opção (denominado “cenário 2” nas Figuras 8.16 a 8.22) simula os impactos de uma possível política de rebates para a aquisição de equipamentos eficientes e utiliza taxas de resposta dos consumidores verificados no programa americano “Flex your Power”. Na terceira opção (denominado “cenário 3” nas Figuras 8.16 a 8.22) se contempla a imposição de padrões mínimos de eficiência para os equipamentos analisados.

Para a obtenção do potencial tecnológico de eficiência energética foram analisados manuais e artigos do Procel e do IPT. As taxas médias de sucateamento dos equipamentos foram estimadas a partir de dados de associações de classe de fabricantes.

As Figuras 8.16 a 8.22 mostram as projeções obtidas para o setor residencial da região da UGRH\_PCJ com a substituição de cada equipamento analisado, além de projeções que contemplam a implementação de todas as opções simultaneamente; as tabelas referentes a estas figuras encontram-se no ANEXO E. Estas projeções foram elaboradas considerando o cenário de baixo crescimento da economia, pelas razões explicadas no Capítulo 7.

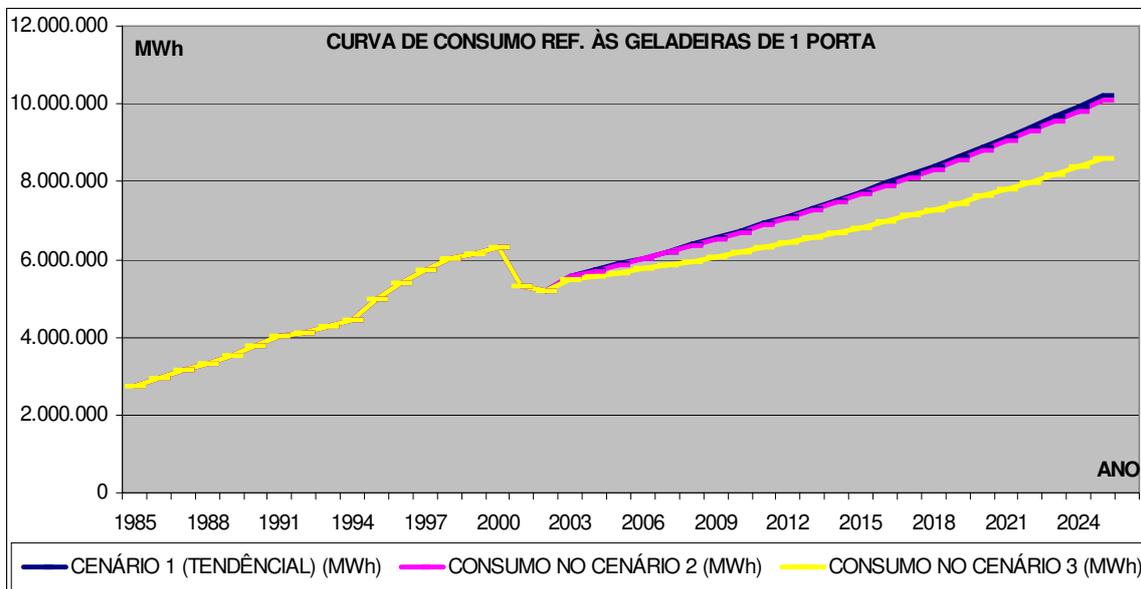


Figura 8.16 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de geladeiras de uma porta

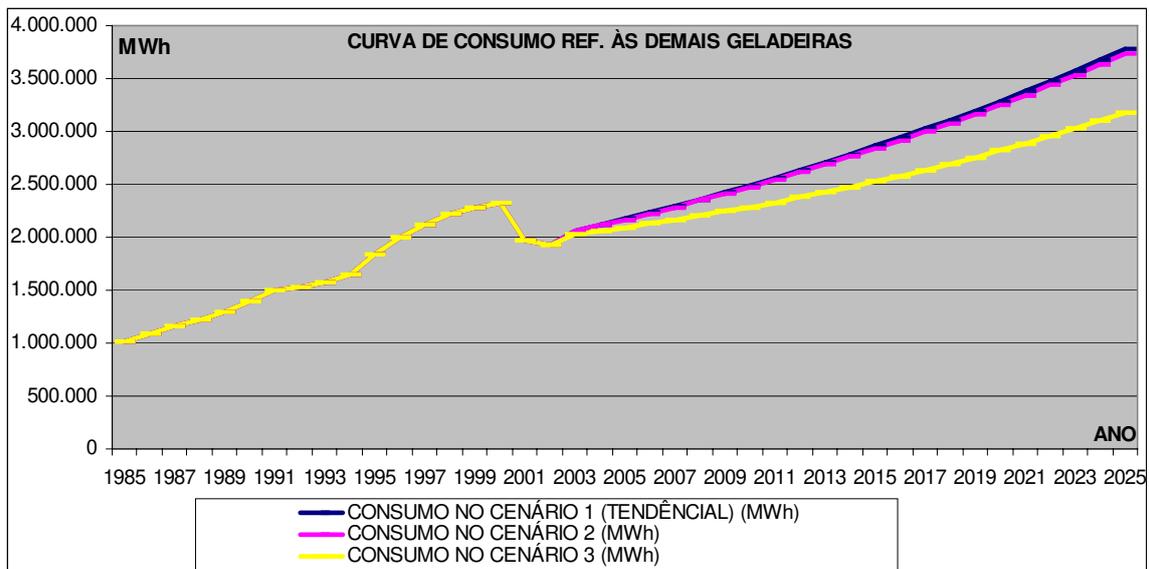


Figura 8.17 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição das demais geladeiras

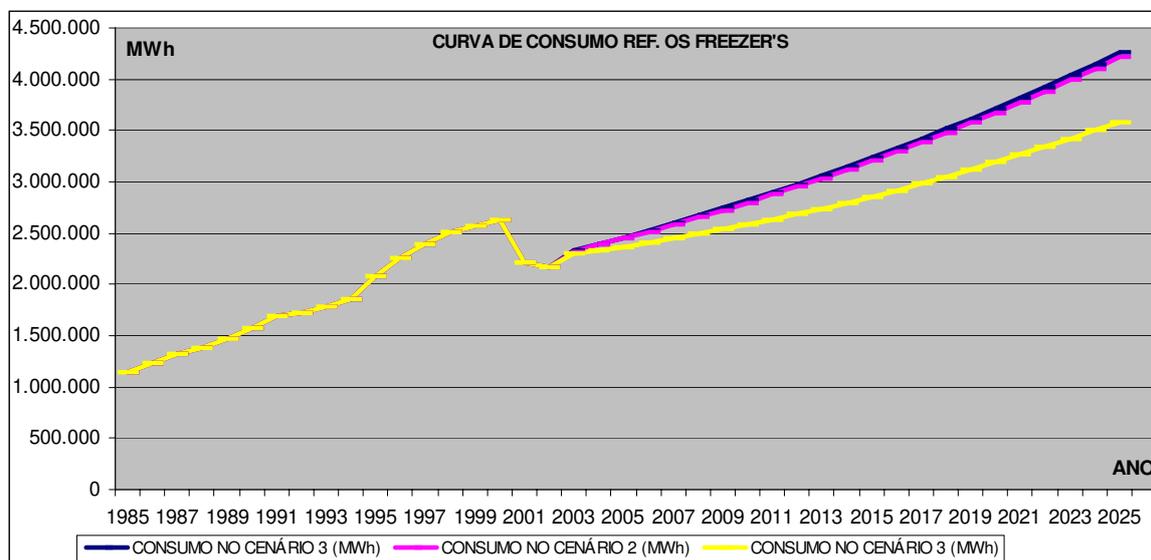


Figura 8.18 Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição dos freezer's

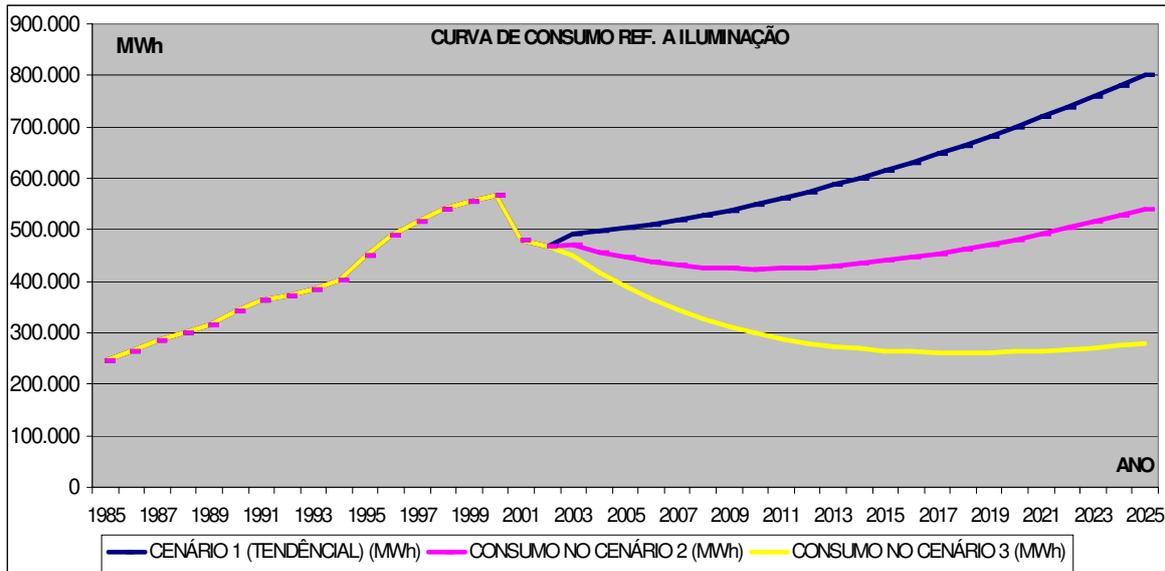


Figura 8.19 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de lâmpadas LFC

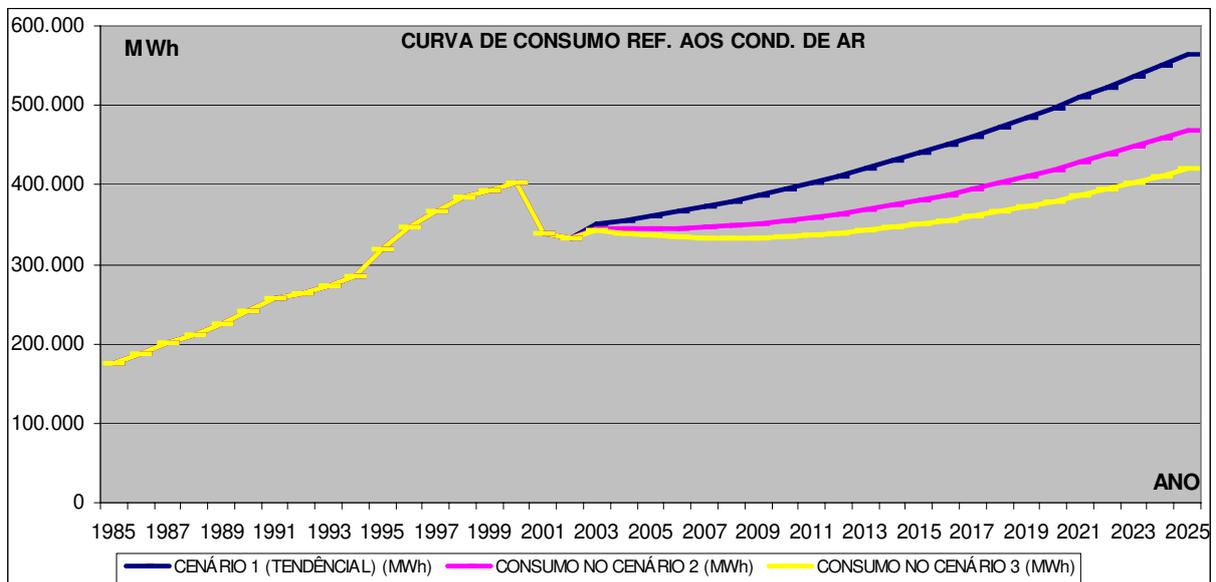


Figura 8.20 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de aparelhos de ar condicionado

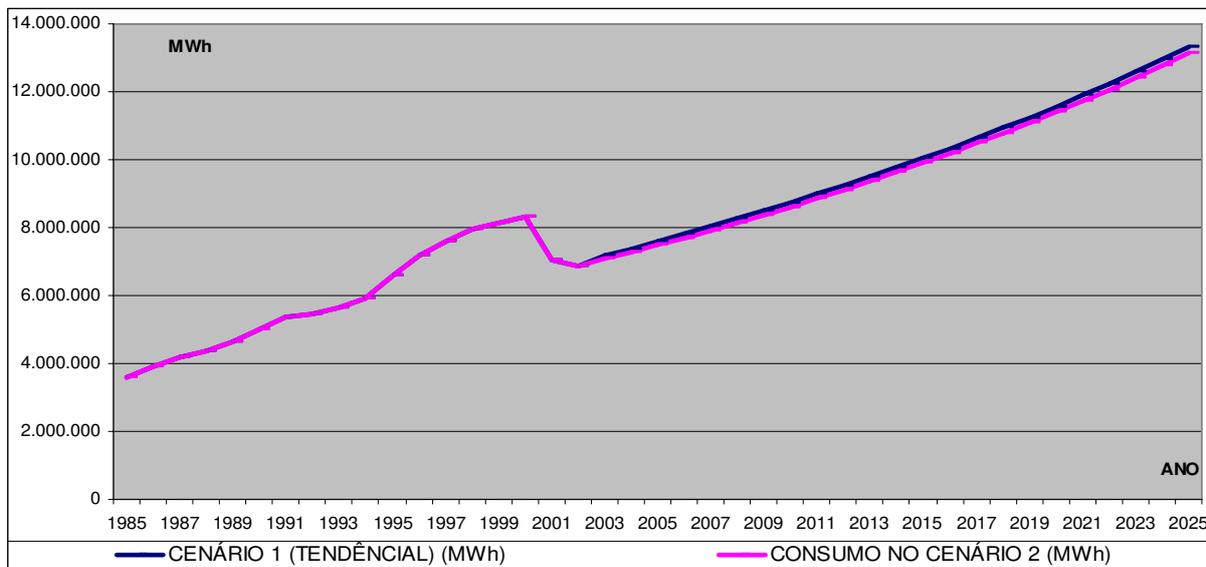


Figura 8.21 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções de substituição de chuveiro

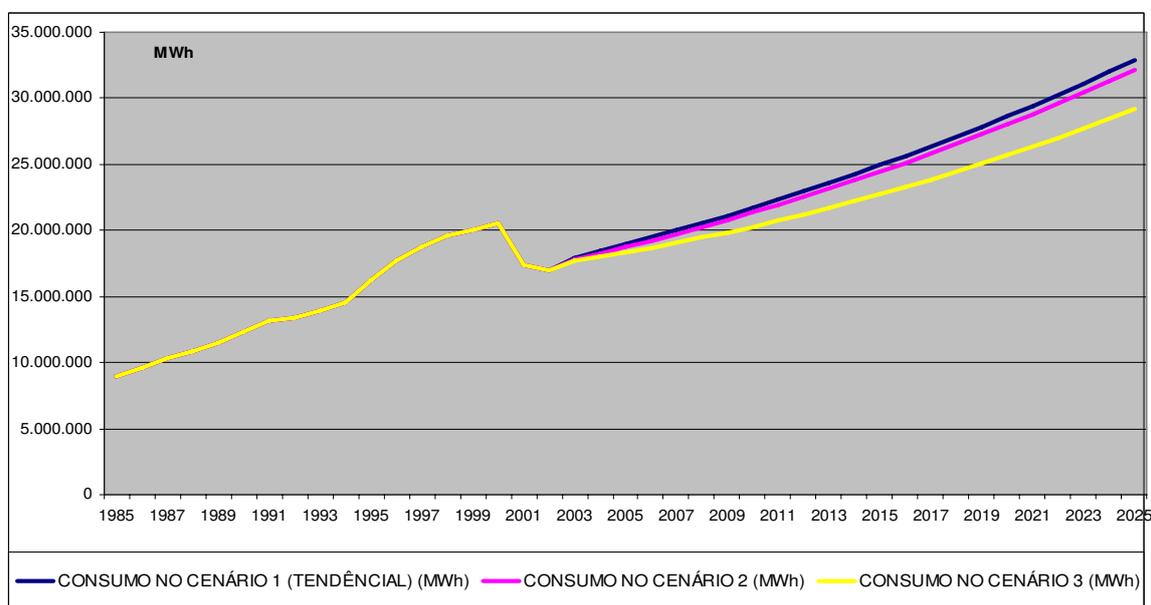


Figura 8.22 – Projeções do consumo residencial de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário de baixo crescimento da economia, com a implementação das três opções envolvendo as substituições de todos os equipamentos analisados

Realizando a totalização da energia elétrica conservada ao longo do período de análise, ou seja, de 2003 a 2025, se conclui que, na opção tendencial, ao final dos 23 anos de projeções, a economia, naturalmente obtida, somente analisando a recente conscientização da população, seria de 0,82 MWh/ano, ao passo que, com a regulamentação da Lei de Eficiência para todos os equipamentos aqui simulados, somada a esforços de incentivo à aquisição de equipamentos eficientes, esta economia chegaria a aproximadamente 4,03 MWh/ano.

## Capítulo 9

### *Conclusões e Recomendações*

#### 9.1 Conclusões

O Planejamento Integrado de Recursos (PIR) é a forma mais avançada de planejamento que se chegou a aplicar nos setores elétrico e de gás canalizado em alguns países, envolvendo opções não só do lado da oferta, como, também pelo lado da demanda. Trata-se de uma abordagem que procura internalizar os impactos ambientais e sociais das alternativas analisadas, que incluem opções distribuídas de produção de energia e novas tecnologias. Os riscos e incertezas das várias trajetórias de expansão devem ser explicitados e analisados da forma mais abrangente possível nesta abordagem, que tem, como uma outra característica fundamental e distinta de outras formas de planejamento energético, a busca de envolvimento, no processo decisório, dos principais “*stake holders*”.

A complexidade do PIR é aumentada ao se adicionar os recursos hídricos e se tratar estes de uma forma integrada com a energia elétrica e o gás canalizado, como vetores de desenvolvimento regional, conforme proposto nesta tese para as regiões constituídas pelas bacias hidrográficas que possuem comitês de bacias.

Conforme discutido no início do trabalho, a experiência brasileira com PIR se resume a um pequeno número de trabalhos acadêmicos e a iniciativa do Ministério de Minas e Energia (MME) em estabelecer um PIR em bacias hidrográficas, em 2002, que teve a participação deste autor, como consultor, infelizmente não teve continuidade com a atual administração do Ministério.

Em suma, em momento algum o autor desta tese se julgou capaz de tratar um assunto tão complexo e novo no País de uma forma exaustiva e completa. Definiu-se, isto sim, alguns eixos de desenvolvimento metodológico, dentro da proposta geral de um PIR em bacias hidrográficas, para os quais a experiência do autor e os dados que foi possível levantar permitiram chegar a

contribuições interessantes para esta proposta, dentro do prazo disponível para se desenvolver um trabalho, individual, de doutorado, sem contar com um financiamento específico para ele.

Decidiu-se aprofundar, na tese, as análises, tanto retrospectivas como prospectivas, do mercado energético na região das bacias, com destaque para a energia elétrica e programas de eficiência energética, e como relacionar a evolução deste mercado com o mercado energético estadual correspondente e com planos energéticos nacionais. A bacia dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá foi escolhida para exemplificar os procedimentos metodológicos propostos na tese.

Logo no início deste trabalho se situa a retomada do planejamento energético no País, após a grave crise de racionamento de energia elétrica em 2001, e se coloca a importância da implantação de um PIR em bacias hidrográficas como uma valiosa ferramenta complementar, de cunho regional, ao planejamento energético nacional. Destaca-se que dificilmente se conseguirá uma boa integração entre os planejamentos energético, ambiental e de recurso hídricos sem esta ferramenta, que possibilita alguma descentralização no planejamento energético atualmente praticado no País, essencial para que se tenha boas interações com os fortemente descentralizados sistemas nacionais de gestão ambiental e de recursos hídricos.

Apesar da tese não trazer contribuições analíticas originais para o planejamento dos recursos hídricos em bacias hidrográficas, ela mostra os diversos usos da água como componentes de um importante vetor de desenvolvimento regional, fortemente correlacionado com dois outros vetores igualmente importantes: os acessos a suprimentos confiáveis, baratos e de boa qualidade de eletricidade e de gás canalizado.

Até a década de oitenta, os exercícios de planejamento energético regional no Brasil eram feitas de uma forma autônoma, guardando pouca relação com estudos com abrangência nacional, ou outros estudos regionais. Na época isto se justificava, dado o baixo grau de interligação das redes elétrica e de gás canalizado.

Hoje, no entanto, com o elevado grau de interligação destas redes, deve haver uma forte correlação entre estudos, retrospectivos e prospectivos, com diferentes representações espaciais. Uma das principais contribuições específicas desta tese é mostrar como se pode associar estudos de mercado, no contexto de um PIR em bacias hidrográficas, com projeções de demanda

efetuadas no âmbito estadual, e com estas últimas levando em conta hipóteses e diretrizes de planos nacionais.

Esta compatibilização, evidentemente, deve se iniciar já nos estudos retrospectivos que dão suporte analítico e de base de dados para os exercícios prospectivos. É o que foi feito nesta tese, com o capítulo 4, onde são descritas as principais características sociais, econômicas e energéticas da região da UGRH-PCJ, sendo precedido por um capítulo onde se analisa a evolução destas características no Estado de São Paulo como um todo. Destaque-se, neste último caso, a utilização de uma base primária de dados industriais, levantada por uma pesquisa (PAEP) efetuada pela Fundação SEADE em 2001, que foi muito útil para caracterizar o comportamento recente dos diversos ramos industriais no Estado de São Paulo como um todo e na região da bacia objeto de estudo.

No capítulo 5 se revê os principais programas de eficiência energética implementados no País desde a década de setenta, com destaque para os programas de conservação de energia elétrica executados no Estado de São Paulo. Neste capítulo também são estimados os impactos destes programas na região da UGRH-PCJ. Um levantamento de programas recentes de eficiência energética realizados no estado americano da Califórnia permitiu se fazer uma boa avaliação crítica dos programas paulistas. Diversas recomendações oriundas desta comparação são apresentadas mais adiante neste capítulo.

A análise crítica dos programas de eficiência energética que têm sido realizados na região da UGRH-PCJ e as recomendações para o seu aperfeiçoamento constituem uma outra contribuição específica importante deste trabalho.

Escolheu-se a metodologia de projeção baseada na decomposição estrutural da demanda para se projetar as demandas energéticas setoriais no Estado de São Paulo, considerando um leque de cenários alternativos que contemplam não só diferentes taxas de crescimento da economia do Estado, como tem sido usual se fazer em projeções de longo prazo, como, também, um cenário que simula novos programas de eficiência energética no Estado. A seguir, esta metodologia foi adaptada para realizar previsões da demanda de eletricidade na região da UGRH-PCJ, de uma forma aderente aos cenários especificados no âmbito estadual, mas possibilitando a montagem de cenários alternativos locais, caso o analista deseje explorar os possíveis impactos de surtos zonais de desenvolvimento. Para este último caso, a técnica estatística de análise de

grupamentos pode ser bastante útil para se agregar municípios com comportamentos econômicos e/ou energéticos semelhantes, ou complementares, conforme discutido na tese.

Os impactos dos novos programas de eficiência energética foram projetados não só para o Estado de São Paulo, como, também, para a região da UGRH-PCJ. A metodologia de simulação dos impactos destes programas, proposta neste trabalho, se mostrou muito versátil nas aplicações aqui apresentadas.

## **9.2 Recomendações**

São notórias as profundas raízes da cultura do desperdício, principalmente no uso da água, da população brasileira. Criar condições de se desenvolver programas de conscientização e uso eficiente deste bem público essencial deve ser o próximo passo a ser dado no sentido de sua preservação. Medidas voltadas ao uso eficiente da água, analisando tanto equipamentos como as questões voltadas à conscientização do usuário, deveriam ser financiadas com recursos provenientes da criação de um fundo, nos moldes do existente no setor elétrico, porém, com um diferencial, pois seus recursos não viriam embutidos na tarifa, na forma de mais uma taxa, mas sim como parte dos recursos oriundos da cobrança pelo uso da água. Ele poderia ser gerenciado, por exemplo, pelas empresas concessionárias distribuidoras de água.

No entanto, para que isso venha a se concretizar, é fundamental uma atuação coordenada dos comitês de bacias hidrográficas, responsáveis pela cobrança do uso da água, evitando ações desordenadas. À Agência Nacional de Águas (ANA) caberia o papel de fiscalizar e regulamentar o setor, pois, apesar de estarem muito bem definidas na Constituição Brasileira de 1988 as responsabilidades para o estabelecimento de diretrizes associadas ao setor, o que se verifica, atualmente, no Brasil, é a inexistência de uma estrutura de gestão específica para este fim (TUCCI, 2000).

É importante destacar que o comitê da bacia hidrográfica dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiá iniciou o processo de cobrança pelo uso da água, na região da bacia, em 20 de janeiro de 2006, dias antes do fechamento desta tese. Os recursos arrecadados se destinarão à recuperação da bacia, por meio de um contrato de gestão com a Agência Nacional de Águas – ANA. Espera-

se que, em 2006, sejam arrecadados R\$ 10,9 milhões (<http://www.ana.gov.br>, consultado em janeiro de 2006).

O estudo de caso desenvolvido nesta tese, na região da UGRH-PCJ, pode ser completado, no futuro, com análises envolvendo a geração distribuída de energia elétrica, a otimização da localização de possíveis centrais termelétricas, e o uso múltiplo da água dos reservatórios de usinas hidrelétricas, dentro da abordagem proposta de um planejamento integrado de recursos energéticos e hídricos e contando com uma ampla participação dos “*stake holders*”, conforme preconizado na abordagem do PIR.

### **9.2.1 Avaliação dos programas de eficiência energética desenvolvidos na Califórnia, EUA**

Ainda à guisa de recomendações, avalia-se, a seguir, os programas recentes de eficiência energética da Califórnia, EUA, que são de maior interesse para o País, apontando-se eventuais oportunidades para a sua replicação no Brasil, com ou sem adaptações, no âmbito dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica – PACDEE (Leite, 2003a).

#### **(i) Programa de incentivo à venda de lâmpadas e eletrodomésticos eficientes**

Neste programa são oferecidos descontos tarifários e condições favoráveis de financiamento para a substituição de eletrodomésticos e lâmpadas por novos modelos, mais eficientes em termos de consumo de energia. As vendas dos eletrodomésticos que possuem o selo “Energy Star”<sup>24</sup> chegaram a triplicar, graças a este programa. Como os eletrodomésticos e as lâmpadas substituídas são compulsoriamente sucateadas no programa, evita-se que elas continuem em uso e os novos equipamentos e lâmpadas constituam novas cargas para o sistema elétrico, o que iria contra o espírito de redução do consumo de energia que norteia o programa. Trata-se de um programa bem sucedido na Califórnia, que poderia ser replicado na íntegra no Brasil.

#### **(ii) Sistemas de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado (HVAC)**

---

<sup>24</sup> “*Energy Star*” é uma certificação, implantada na forma de uma etiqueta, que foi criada pela Environmental Protection Agency (EPA) e pelo Department of Energy (DOE), instituições ligadas ao governo americano que tratam das questões ambiental e energética, respectivamente, para ajudar os consumidores a identificar produtos eficientes, do ponto de vista de consumo de energia.

Este tipo de programa de eficiência energética já é tradicional na Califórnia e em outros estados americanos e inexistente, ainda, no Brasil. Tal programa deveria ser criado no País para o setor de serviços, no qual estes sistemas constituem, em geral, a principal carga elétrica. A versão brasileira do programa deveria contemplar a concessão de descontos tarifários e facilidades de financiamento para a substituição deste tipo de sistema por congêneres de menor consumo específico, com o sucateamento compulsório dos equipamentos substituídos, a realização de campanhas publicitárias a respeito do programa, e o treinamento de técnicos em sistemas eficientes de aquecimento, refrigeração e ar condicionado.

(iii) Programa de construção e reforma de imóveis residenciais

Este programa foi desenvolvido na Califórnia para orientar os projetos de construção e reforma de imóveis residenciais, no sentido de tornar as edificações eficientes no consumo de energia, através da aplicação de normas, como a “*Title 24*”, que fazem parte do Código de Obras da Califórnia, que possuem esta orientação. No Brasil, não existem, ainda, nem este tipo de programa e nem normas de construção como a “*Title 24*” para apoiá-la. Existe somente uma proposta, pioneira no País, para se formular uma norma de edificações eficientes para a cidade de Salvador, no Estado da Bahia. A elaboração deste tipo de norma evidentemente é o primeiro passo para que o País recupere o seu enorme atraso neste campo. É importante lembrar-se, neste contexto, do grande potencial que existe no País para projetos arquitetônicos que otimizem a ventilação e a iluminação naturais.

(iv) Programa de aquecimento solar

Se outras tecnologias para o aquecimento da água do banho fossem utilizadas no Brasil, como os sistemas de aquecimento solar de água, substituindo os chuveiros elétricos, ter-se-ia grandes ganhos econômicos, sociais e ambientais, com a sensível diminuição dos picos de demanda provocada pelos chuveiros elétricos no horário de ponta brasileiro. A Califórnia tem tido êxito nesta direção, com este programa.

(v) Programa de melhoria da eficiência energética em prédios públicos

Este tipo de programa tem sido bastante empregado no Brasil. O programa da Califórnia, no entanto, já especifica os usos finais para os quais se deseja otimizar o consumo energético, diferente dos projetos brasileiros, que prevêm certos usos e, após a realização de diagnósticos energéticos nos prédios, encontram-se outros usos finais mais promissores, fazendo com que os

resultados obtidos sejam, freqüentemente, bem distintos dos previstos. Há duas soluções possíveis para este problema: se realizar um diagnóstico energético antes da execução do projeto, ou se definir projetos voltados para certos usos finais, como se faz na Califórnia; em ambos os casos, a ANEEL precisaria definir diretrizes a respeito, no Manual para a Elaboração dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, publicado pela Agência.

(vi) Programa de motores elétricos

Os motores elétricos correspondem a aproximadamente 25% do consumo de energia elétrica no Brasil. Apesar disto, até hoje não se desenvolveu, no âmbito dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, nenhum projeto nos moldes deste programa bem sucedido na Califórnia, que poderia ser replicado aqui na sua íntegra.

(vii) Programa de apoio a pequenas empresas

Tradicionalmente, este mercado consumidor de energia é o que tem maior dificuldade de acesso a informações. Este interessante programa desenvolvido na Califórnia vem justamente de encontro a essa imperfeição, quebrando essa barreira e facilitando a implementação de programas de conservação de energia junto a pequenas empresas. No Brasil, uma parcela dos recursos destinados aos Programas Anuais de Desperdício de Energia Elétrica poderia passar a ser destinado exclusivamente a programas de uso eficiente da energia em micro e pequenas empresas.

(viii) Programa de reciclagem de refrigeradores residenciais

Na Califórnia, esse programa foi conduzido pelo Centro Americano de Reciclagem de Eletrodomésticos (ARCA). No Brasil não existe um órgão com esse propósito, mas esta, sem dúvida, é uma interessante iniciativa que poderia ser implementada visando o incentivo à reciclagem de componentes de refrigeradores e *freezers* em residências e pequenos comércios, através de incentivos financeiros, treinamento de oficinas especializadas, campanhas publicitárias e conscientização da população.

(ix) Programa de implantação de semáforos com LED's

Esse programa, conduzido por empresas concessionárias e prefeituras de todo o Estado da Califórnia, incentivou a substituição de semáforos utilizando lâmpadas incandescentes por modernos sistemas utilizando LED's (Diodos Emissores de Luz), proporcionando uma economia

de 85% de energia. Como já se fabrica no Brasil semáforos utilizando esta tecnologia, este tipo de programa também poderia ser replicado aqui sem dificuldades.

A Califórnia, apesar de ser um estado rico, mostra uma grande preocupação, em seus programas de eficiência energética do setor elétrico, com seus consumidores de baixa renda. Tais consumidores apresentam uma curva de carga de baixo fator de carga<sup>25</sup>, que é bastante prejudicial para as empresas concessionárias. Ainda não se tem este tipo de preocupação no setor elétrico brasileiro, apesar dos benefícios que podem ser auferidos serem muito maiores do que na Califórnia.

Existem na Califórnia programas de eficiência energética específicos para o setor agrícola, principalmente no que se refere a programas de otimização energética de sistemas de irrigação. A ANEEL tem sugerido a elaboração de programas para este setor, mas as empresas concessionárias não vêm se mostrando interessadas em desenvolvê-los.

Durante a análise dos programas desenvolvidos pelas concessionárias brasileiras, verificou-se grandes diferenças entre os valores projetados nos programas e os efetivamente realizados. Verificaram-se, também, grandes diferenças entre as expectativas de resultados de programas semelhantes, porém executados por empresas diferentes. Isto já não ocorre nos programas da Califórnia.

Este fato chamou bastante a atenção, pois qual seria o motivo para que tais diferenças não ocorressem nos programas da Califórnia? A resposta a esta importante questão veio por meio da constatação de que todos os programas lá desenvolvidos são baseados em um único banco de dados que fornece o custo da medida a ser implementada e os respectivos potenciais de conservação de energia e redução de demanda.

Esse banco de dados foi implementado e é atualizado pela XENERGY Inc., empresa de consultoria da Califórnia, sob encomenda da CPUC. O banco apresenta estimativas de custos e potenciais de conservação padronizados por meio de ferramentas estatísticas. Os dados são coletados em campo, chegando a mais de oito mil itens pesquisados, em vários segmentos do

---

<sup>25</sup> Fator de carga é a relação entre a demanda média e a máxima.

mercado, tais como fabricantes, distribuidores, empreiteiros e varejistas, além das próprias concessionárias.

Acredita-se que, se a ANEEL passasse a desenvolver um banco de dados semelhante a esse, as imperfeições detectadas nos programas brasileiros seriam, no mínimo, amenizadas e, além disso, o processo de fiscalização ficaria bem mais simplificado.

### **9.2.2 Recomendações de melhorias dos PACDEE's**

Após a reestruturação do setor elétrico, ocorrida a partir de 1998, o Brasil passou a ter uma política de eficiência energética abrangente, com um diversificado conjunto de medidas. Este arcabouço leva a uma nova filosofia administrativa nas empresas do setor elétrico, que passam, agora, a enxergar seus consumidores como clientes e não como simples usuários de seus sistemas.

Com o passar dos últimos anos, muitas empresas passaram, gradativamente, a vislumbrar nos programas de eficiência energética novas oportunidades de negócios, passando a tê-los como aliados, e não vilões, como era visto anteriormente.

Além do mais, deve-se ter em mente que esses projetos vêm de encontro ao sentimento da sociedade em relação à preservação do meio ambiente, que tem, nos programas de eficiência energética, importantes instrumentos para sua implantação.

A realização dos projetos, principalmente nos primeiros ciclos, para algumas empresas, foi uma primeira experiência na implantação de programas de eficiência energética. Muitas das dificuldades na realização dos projetos surgiram devido a essa falta de experiência e de mão-de-obra especializada. Esta é, provavelmente, uma das principais causas da grande variação nos resultados verificados. Em alguns projetos, eles são muito inferiores aos previstos. Em outros, os resultados verificados são muito superiores.

Uma outra provável causa da distorção detectada pode estar na falta de um processo eficiente de acompanhamento e verificação dos resultados dos projetos. Com a exceção de uns poucos programas, como, por exemplo, o de Aquecedor Solar de Baixo Custo da CPFL, não houve a previsão da implantação de processos adequados de medições locais.

Apesar dessas distorções, deve-se exaltar não só o esforço das empresas concessionárias distribuidoras, como, também, da ANEEL, pela capacidade de implementação de um processo complexo de apresentação, aprovação e conclusão dos projetos.

A despeito de não ter sido possível realizar uma verificação ampla dos resultados obtidos com a aplicação dos programas, por falta da totalidade dos relatórios conclusivos, pode-se verificar que, realizada a contabilização final das medidas propostas, foi possível, para as empresas, constatarem a eficiência das suas ações.

Pode-se observar que existiu nos primeiros ciclos uma forte tendência, por parte das empresas, em investirem em projetos que melhoraram o seu índice de perdas. Isto é justificado pelo estado precário em que se encontravam as malhas de distribuição de energia de várias concessionárias, devido a investimentos insuficientes na manutenção e expansão destas redes, por conta de sérias restrições financeiras nas décadas de oitenta e noventa, e que essas empresas vêm procurando corrigir gradativamente.

Além das perdas técnicas, observa-se que, no início, foi também dada ênfase a programas de melhoria de sistemas de iluminação pública, com quase 30% dos investimentos. O interesse das empresas concessionárias trabalharem com este tipo de programa reflete benefícios próprios, pois, segundo a situação da época, com a maioria das empresas ainda de capital estatal, o custo da energia destinada para este fim, acabava, na maioria dos municípios, recaindo sobre a própria empresa.

Um outro ponto que chama a atenção é a quase inexistência de investimentos em marketing e treinamento, chegando somente a 0,0025% do total previsto. Estes tipos de programas são indicados pelo Procel como estando entre os que apresentam melhores resultados, pois visam a conscientização da população. Além disto, um marketing bem elaborado também contribui para a melhoria da imagem da empresa.

Uma importante alteração verificada no Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética de 2002 foi a inclusão de programas de aquecimento solar para substituição do chuveiro elétrico. Até então, o investimento neste uso final foi muito pequeno, representando apenas 0,94% do total investido. Este valor foi investido em um projeto piloto realizado pela CPFL, que desenvolveu, com o auxílio da UNICAMP, um sistema de pré-aquecimento solar de

baixo custo, para consumidores de baixa renda, com resultados preliminares favoráveis à sua continuidade.

O fato de ser previsto no Manual da ANEEL não constitui uma obrigatoriedade de que um determinado tipo de programa seja implementado. Isto pode ser verificado, por exemplo, no caso de programas para a área rural, que são previstos nos manuais e, no entanto, não tem havido interesse das concessionárias em seu desenvolvimento. Esta ausência na região da UGRH-PCJ deve ser lamentada, pois a região possui uma intensa atividade rural mecanizada, além de grandes sistemas de irrigação, além de ser uma região com sérios problemas com relação ao uso da água.

Muitos dos projetos de otimização energética em instalações industriais e prédios públicos não passaram da realização de diagnósticos energéticos, sem a efetiva aplicação de parte das medidas recomendadas neles. Isto ocasionou grandes diferenças entre os potenciais de conservação estimados e os efetivamente obtidos.

Os resultados dos projetos intitulados “Procel nas Escolas” se mostraram bastante homogêneos, em razão da metodologia de cálculo das economias auferidas pelos projetos, que possuem valores fixos de economia, estimada pelo PROCEL, por aluno treinado. A única variável destes projetos é o número de alunos treinados.

Os custos dos projetos de iluminação residencial se mostraram razoavelmente homogêneos, o mesmo não acontecendo com os projetos de iluminação pública.

Algumas empresas implementaram projetos de incentivo à comercialização de eletrodomésticos eficientes. Estes projetos, que deveriam ter uma maior abrangência, deveriam, também, haver um maior envolvimento por parte das concessionárias, fabricantes, comercializadores e consumidores, pois, da forma como foram implementados, acabaram tendo custos com grandes variações em relação à média. Segundo informações da CSPE, alguns destes projetos não chegaram nem a ser implementados e, em outros casos, a própria empresa concessionária assumiu o papel de comercializador dos produtos. Este tipo de projeto, que tem se mostrado de grande eficácia na Califórnia e em outros lugares, acabou não apresentando os resultados esperados na região analisada nesta tese.

A seguir, são apresentadas algumas recomendações para a melhoria dos programas. Elas surgiram a partir da análise dos projetos e dos relatórios finais. Melhoria dos mecanismos de

fiscalização, introduzindo-se processos de medições e verificações no decorrer da implantação dos projetos;

- Nos mesmos moldes do que é feito na Califórnia – EUA, propõe-se a criação de um manual que padronizaria os projetos, de tal sorte que todas as medidas teriam previamente estipuladas suas estimativas de conservação de energia; de redução de demanda de ponta; custos e vida útil das ações;
- Criação de uma normalização de edificações, visando a otimização do consumo energético em seu interior;
- Fomento de programas voltados para o meio rural, com destaque para a otimização de sistemas de irrigação, bombas e motores.
- Fomento a programas de otimização de sistemas de refrigeração e climatização no setor comercial; e
- A aprovação de programas de otimização de instalações industriais, comerciais e prédios públicos deveria estar condicionada à prévia realização de um diagnóstico energético no local que se pretende desenvolver as ações de conservação. Assim eliminar-se-ia as grandes diferenças verificadas entre os valores previstos e os efetivamente alcançados.

## REFEÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AADM ASSOCIATES. Statewide Survey of Multi-family Common Area/Building Owners Market, prepared for Southern California Edison, 2000.
- ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), Catálogo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental.
- ANA (Agência Nacional de Águas), Plano nacional de recursos hídricos – Documento de referência, Brasília, 2003.
- Andrade, Thompson A & Serra, Rodrigo Valente (1999). “Estimativas para o Produto Interno Bruto dos Municípios Brasileiros: 1975, 1980, 1985 e 1996”. Rio de Janeiro/RJ. Mimeo.
- ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 1998/99. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 1998.
- ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 1999/2000. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 1999.
- ANEEL, Relatório Síntese dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Ciclo 1998/99. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, Outubro, 1999 – Versão 08.
- ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 2000/2001. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2000.
- ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 2001/2002. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2001.
- ANEEL, Manual para Elaboração do Programa Anual de Combate ao desperdício de Energia Elétrica. Ciclo 2002/2003. Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2002.
- ANEEL, Atlas de energia elétrica do Brasil. Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, D.F., Brasil, 2002.

- ANEEL, Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2. ed. – Agência Nacional de Energia Elétrica, Brasília, 2005.
- ANP, Modelo de Projeção de Uso de Energia Baseado em Coeficientes Setoriais de Intensidade Energética: Princípios e Metodologia, Relatório Técnico, Superintendência de Estudos Estratégicos, Agência Nacional do Petróleo, Rio de Janeiro, RJ, agosto de 2001.
- Araújo, J. L. R. H., *Modelos de Energia para Planejamento*, Tese preparada para o Concurso de Professor Titular, Área Interdisciplinar de Energia, Programa de Engenharia Nuclear e Planejamento Energético, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 1988.
- Bajay, S. V., Long term electricity demand forecasting models: a review of methodologies, *Electr. Power Syst. Res.*, 6 (4): 243-57, 1983.
- Bajay, S.V., Planejamento energético regional: A experiência paulista à luz de práticas que a inspiraram, no exterior. In: La Rovere, E.L. & Robert, M.(eds.), Planejamento Energético: Elementos para um Novo Enfoque, Projeto FINEP/PNUD/UNESCO - BRA 82/004, Escritório Regional de Ciência e Tecnologia da UNESCO para a América Latina e Caribe, Montevideo, Uruguai, 1989, p. 271-322.
- Bajay, S. V., Carvalho, E. B., Jannuzzi, G. M., Correia, P. B., Walter, A. C. S., Ferreira, A. L. & Almeida, M., Planejamento Integrado de Recursos: Conceito, origem, difusão e vantagens em comparação com o planejamento tradicional da expansão do setor elétrico. In: Congresso Brasileiro de Energia, 7. Rio de Janeiro, RJ, 1996a. Anais, v. 3. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 1714-24.
- Bajay, S. V., Ferreira, A. L. & Agra, D. A. - Demanda energética industrial: projeções através da abordagem das parcelas de mercado, *Revista Brasileira de Energia*, 5(2): 157-82, 1996b.
- Bajay, S. V., Assad, L. S., Santos, A. H. M., Gouveia, M. & Tahan, C., Implantação da Comissão de Serviços Públicos de Energia no Estado de São Paulo, à luz da experiência internacional de regulação dos setores elétrico e de gás encanado. In: Congresso Brasileiro de Energia, 7. Rio de Janeiro, RJ, 1996c. Anais, v. 2. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, p. 980-8.

- Bajay, S. V. & CARVALHO, E. B., Planejamento indicativo: Pré-requisito para uma boa regulação do setor elétrico. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 3. São Paulo, 1998. Anais. UNICAMP / USP / EFEI / SE-SP / SBPE, São Paulo, p. 324-8.
- Bajay, S. V., Relatório Técnico: Reestruturação do MME e criação de um órgão de apoio, Departamento Nacional de Política Energética, Secretaria de Energia, Ministério de Minas e Energia, Brasília, dezembro de 2001.
- Bajay, S. V., Proposta de modelagem do plano energético integrado de longo prazo e das projeções de 2003 da matriz energética brasileira, Relatório, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Projeto BRA/01/039 – Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato no 2003/000971, Brasília, 2003, 58 p.
- Bajay, S. V., Plano energético integrado de longo prazo e projeções de 2003 da matriz energética brasileira: primeiras definições e primeiros trabalhos, Relatório, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Projeto BRA/01/039 – Apoio à Reestruturação do Setor Energético, Contrato no 2003/000971, Brasília, 2003a, 42 p.
- Bajay, S. V. & LEITE, A. F., Planejamento integrado de recursos no âmbito de bacias hidrográficas, no Brasil. In: X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro, 2004. Anais. UFRJ / COPPE, Rio de Janeiro, p. 1403-11.
- Bajay, S. V., “Modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos”. NIPE/UNICAMP, Campinas, Julho, 2004.
- Bajay, S. V., Modelos de planejamento da expansão de sistemas energéticos, *Revista Brasileira de Tecnologia e Negócios de Petróleo, Gás, Petroquímica, Química Fina e Indústria do Plástico – TN Petróleo*, 7(39): 81-7, 2004.
- Bajay, S. V., Relatório Técnico: A Matriz Energética do Estado de São Paulo: Evolução e Perspectivas, Departamento de Energia – Faculdade de Engenharia Mecânica e Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
- Bajay, S. V. “A matriz energética do estado de São Paulo: evolução e perspectivas”. NIPE, UNICAMP, 2005.

- Barbosa, P. S. F. Caracterização da Disponibilidade Hídrica nas Bacias dos Rios Piracicaba-Capivari-Jundiá (PCJ) para Planejamento Integrado de Recursos (PIR), Relatório I do Projeto PNUD - BRA/01/039, Brasília, DF, 2002.
- Berni, M. D., BAJAY, S. V., "Planejamento e o transporte urbano sustentado: estudo-de-caso sobre a cidade de Campinas". NIPE/UNICAMP, Campinas.
- Böhringer, C., The synthesis of bottom-up and top-down in energy policy modeling, *Energy Economics*, 20: 233-248, 1988.
- BRASIL, Projeto RES-SEB com Sugestões de Reestruturação do Setor Elétrico. Ministério de Minas e Energia, Secretaria de Energia, Departamento Nacional de Política Energética, Brasília, DF, outubro de 2001.
- BRASIL, "Plano Nacional de Recursos Hídricos", Ministério de Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília, DF, novembro de 2003.
- Caio, L. S. & Bermann, C., Análise das metodologias de previsão de mercado de energia elétrica face ao novo perfil de planejamento no ambiente pós-privatização. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 3. São Paulo, SP, 1998. Anais. SBPE, São Paulo, SP, p. 256-61.
- California Energy Commission. A Proposal for a New Millennium, Sacramento, CA, 1999.
- California Energy Commission. The Conservation Report", Sacramento, CA, 2000.
- California Energy Commission. Database of energy efficient resources (DEER), Sacramento, CA, 2001.
- California Public Utilities Commission. CPUC 2001 Energy Efficiency and Conservation Programs", Sacramento, CA, 2001.
- Capros, P., Karadeloglou, P., Mantzos, L. & Mentzas, G., The energy model MIDAS. In: Lesourd, J. B., Percebois, J. & Valette, F. (Eds.), *Models for Energy Policy*, Routledge, London, 1996, p. 41-64.
- Carra, J. L., Matriz Energética e de Emissões: Instrumentos de Análise das Políticas Públicas no Setor Energético, dissertação de mestrado, Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, agosto de 2003.

- Carvalho, C. B., Avaliação crítica do planejamento energético de longo prazo no Brasil, com ênfase no tratamento de incertezas e descentralização do processo, tese de doutorado em planejamento de sistemas energéticos, FEM/Unicamp, Campinas, SP, julho de 2005.
- CBHRPCJ – Comitês das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. “Plano de bacia hidrográfica 2000-2003 – Comitê de Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá”. Relatório final, Fase 3 – Plano de Bacia, Piracicaba, SP – 1999.
- CCPE ,Plano Decenal de Expansão 2002-2012 – Sumário Executivo (versão preliminar). Secretaria de Energia, Ministério de Minas e Energia, Brasília, 2002.
- CCPE, Cenários do Plano Decenal de Expansão 2004-2014, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 2004.
- CETESB - Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, Relatório de Qualidade das Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo 2001- 2003. Secretaria de Estado do Meio Ambiente. São Paulo, S.P., abril, 2004.
- CGEP , “Plano de Longo Prazo – Projeção da Matriz – 2022: Sumário Executivo”, Departamento Nacional de Política Energética, Secretaria de Energia, Ministério de Minas e Energia, Brasília, DF, 2002.
- COPPE. “Estimativas do potencial de conservação de energia elétrica pelo lado da demanda no Brasil”. PPE/COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 1998.
- Correia, T. B., BAJAY, S. V. & CORREIA, P. B., Teoria dos leilões e planejamento do setor elétrico brasileiro. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 4. Itajubá, MG, 2004. Anais. SBPE e UNIFEI, Itajubá, MG, 12 p. (anais distribuídos na forma de CD-ROM, sem numeração das páginas).
- Costa, A. O. et al. “Avaliação do uso dos resíduos sólidos urbanos como fonte de energia renovável: uma reflexão sobre o modo de produção voltado ao consumo perdulário”. X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2004.
- CPFL, AS. Utilização de energia elétrica em residências de Campinas . Relatório Final. Companhia Paulista de Força e Luz.Campinas. Campinas, junho 1998 (Relatório interno).

- CPFL. “Pesquisa quantitativa: posses & hábitos”. Companhia Paulista de Força e Luz.Campinas, S.P.. Junho de 2004.
- Cristofidis, D. 1999. Recursos Hídricos e Irrigação no Brasil. Brasília: CDS-UNB.
- CSPE. “Balanço energético do estado de São Paulo”. Secretaria de Energia, São Paulo, S.P., 2004.
- DoE, National Appliance Energy Conservation Act (NAECA) Standards. United States Department of Energy, [www.energy.gov](http://www.energy.gov), consultado em 2001.
- ELETROBRÁS, “Plano de Implementação do Mercado Atacadista de Energia”, Working Paper 98/1/3-14, Rio de Janeiro, RJ, Brasil novembro de 1998.
- ELETROBRÁS, Plano Decenal de Expansão 2000/2009, GCPS, Eletrobrás, Rio de Janeiro, RJ, Brasil Julho, 2000.
- ELETROBRÁS, Plano Nacional de Energia Elétrica 1993/2015. Eletrobras, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, abril 1994.
- ENNES, S.W., CORREIA, P.B. & CHAN, C.Y. Análise da expansão da oferta de energia elétrica (2001-2010): uma abordagem multi-objetivo dos parâmetros ambientais. In: Congresso Brasileiro de Automática, 10. Rio de Janeiro, 1994. *Anais. v. 1*, S.B.A., Rio de Janeiro, p. 31-6.
- EPE. Metodologia de Cálculo do Pagamento pelo Uso de Bem Público - UBP. Leilão de Energia Nova 2005. Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, R.J., setembro de 2005.
- EPE, Cenários Macroeconômicos para Projeção do Mercado de Energia Elétrica, Empresa de Pesquisa Energética, Rio de Janeiro, RJ, 2005.
- ETSAP, The IEA-ETSAP MARKAL Model: An Energy-Environment-Economic Model for Sustainable Development, Energy Technology Systems Analysis Programme, International Energy Agency, Paris, 2004.
- Fadigas, E. A. F. A., PAZZINI, L. H. A., NEGRI, J. C., BARILLARI, S. & MURAKAMI, L. T., Zoneamento ambiental para estudo de localização de usinas termelétricas nas bacias dos rios Piracicaba / Capivari / Jundiá. In: Congresso Latino Americano de Geração e

- Transmissão de Energia Elétrica, 5. São Pedro, SP, 2003. Anais (na forma de CD-ROM). Escola de Engenharia de Guaratinguetá/UNESP, Guaratinguetá, SP.
- Faria, S. N. G. & BAJAY, S. V., Um modelo integrado de planejamento da expansão do setor elétrico, *Revista Brasileira de Energia*, 5(2): 137-56, 1996.
- Ferrari, L.A.M. e Souza, L.C.M., O aquecimento solar no controle da ponta. ABRAVA, São Paulo, SP, Brasil, novembro 1998.
- Garcia, A. P. et al. “A Lei de eficiência energética e o uso eficiente de energia em motores elétricos na indústria”. X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2004.
- GCPS, Plano decenal de expansão 1999/2008. Eletrobrás, Ministério de Minas e energia, julho 1999.
- Geller, H. S. et al. “Policies for advancing energy efficiency and renewable energy use in Brazil. *Energy Policy*. 2003. Disponível em [http// www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Acesso em 09 de agosto de 2005.
- Geller, H., Jannuzzi, G. M., Schaefer, R., Tolmasquim, M. T. The efficient use of electricity in Brazil: progress and opportunities. COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 1996.
- Geller, S. H., “Revolução energética: políticas para um futuro sustentável”. Editora Dumará, Rio de Janeiro, RJ, 2003, pg. 195.
- Geller, S. H., Elliott, R. N. “Industrial energy Efficiency: trends, savings potential and policy options”. American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, D.C., 1998.
- Goldemberg, J. & Prado, L. T. S., Projeções da demanda de energia elétrica para o ano 2000 através do método MEDEE. In: Lapillonne, B. & Lefèvre, T. (Eds.), *Análisis y Previsión de Demanda de Energia a Largo Prazo en Países de América Latina – Horizonte 2000*, Caracas, julho de 1987.
- Griffin, J. M., Methodological advances in energy modelling: 1970-90. In: Lesourd, J. B., Percebois, J. & Valette, F. (Eds.), *Models for Energy Policy*, Routledge, London, 1990, p. 3-13.

- Henriques, M., Shaeffer, R. "Energy use in brazilian industry:gains from energy efficiency in industry". Vol. II, pp. 90-110." American Council for an Energy-Efficient Economy. Washington, D.C., 1995.
- Huntington, H. G. & Weyant, J. P., *Modeling Energy Markets and Climate Change Policy*, Energy Modeling Forum, Stanford University, Stanford, CA, September 2002.
- IBGE, anuário estatístico de 2000. Rio de Janeiro, 2001.
- IPEA - Instituto de Pesquisas Econômicas. Regulação do Preço da Energia Elétrica e Viabilidade do Investimento em Geração no Brasil. Texto para discussão N° 978, IPEA, Rio de Janeiro, R.J., agosto de 2003.
- IPT-Instituto de Pesquisas Tecnológicas, Conservação de energia na Indústria Metalúrgica. IPT, 1990.
- Jannuzzi, G. M., Uso Eficiente de Energia e Desenvolvimento Regional. Relatório Final, Projeto PROCEL / PNUD n° BRA/93/032, Conv. Funcamp / Eletrobrás / Nepam 68/95, Campinas, 1995.
- Januzzi, G. M. & Swisher, J. N. P., Planejamento integrado de recursos energéticos: meio ambiente, conservação de energia e fontes renováveis, São Paulo, Autores Associados, 1997.
- Johnston, J., "Econometric Methods". McGraw-Hill, Kogakusha, Ltd. Tóquio.
- Leite, A.F.. Avaliação de Implantação de Projetos de Gerenciamento pelo Lado da Demanda, Dissertação de Mestrado em Engenharia da Energia, IEE / Universidade Federal de Itajubá, 2000.
- Leite, A.F.. Avaliação dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica - PACDEE, Relatório I do Contrato no 2002/004949, Projeto PNUD - BRA/01/039, Brasília, DF, 2003a.
- Leite, A.F.. Comparação dos Programas de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica Desenvolvidos no Brasil e na Califórnia, Relatório II do Contrato no 2002/004949, Projeto PNUD - BRA/01/039, Brasília, DF, 2003b.

- Leite, A. F. & BAJAY, S. V., Programas de eficiência energética no âmbito do planejamento integrado de recursos, aplicado a bacias hidrográficas. In: Congresso Brasileiro de Planejamento Energético, 4. Itajubá, MG, 2004. Anais. SBPE e UNIFEI, Itajubá, DF, 11 p (anais distribuídos na forma de CD-ROM, sem numeração das páginas).
- LIGHT, Projeto piloto de Gerenciamento pelo Lado da Demanda - limitador de demanda. ELETROBRÁS-PROCEL/LIGHT, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, setembro de 1998.
- Machado, G. V., et alii, “Modelo de projeção de uso de energia baseado em coeficientes setoriais de intensidade energética: princípios e metodologia”. ANP - Superintendência de Estudos Estratégicos, Agosto de 2001.
- Mathiesen, L., Computation of economic equilibria by a sequence of linear complementarity problems, *Mathematical Programming*, 23: 144-162, 1985.
- Meier, P., *Energy Systems Analysis for Developing Countries*, Springer-Verlag, Berlin, 1984.
- MME, Balanço Energético Nacional 2004, Ministério de Minas e Energia Brasília, DF, 2004.
- Moretti, L.R. A experiência do CBH-PCJ com a elaboração de seu plano de bacias 2000-2003. 4º Encontro Nacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas, 1999.
- Neos Corporation. Post Occupancy Residential Survey, prepared for the Califórnia Energy Commission by Neos Corporation. p400-94-015cn. Sacramento, CA, 1997.
- Neves, E. C. N. C. e Reis, L. B.. Desafios da Integração da Gestão Ambiental e de Recursos Hídricos ante a Exploração de Potencial Hidráulico para Geração de Energia Elétrica. <http://www.ebape.fgv.br>, acessado em dezembro de 2005.
- Oliva, G.A. & BORGES, T.P.F. Teste de campo piloto com pré-aquecedor solar de água para chuveiros elétricos de potência reduzida. In VII Congresso Brasileiro de Energia - CBE/96 e II Seminário Latino Americano de Energia. Anais. Rio de Janeiro: outubro/96.
- Oliva, G.A., Utilização de aquecedores solares de baixo custo em programas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD). Anais XV SNPTEE, Foz do Iguaçu, Parana, Brasil, outubro 1999.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS, Indicadores para o estabelecimento de políticas e a tomada de decisão em saúde ambiental, 1998, Genebra (mimeo).

- Paula, P. P., Sauer, I. L.. “Inserção incentivada da cogeração no sistema elétrico – avaliação sistêmica”. X Congresso Brasileiro de Energia, Rio de Janeiro, 2004.
- PENUD/MME, Relatório de avaliação dos programas anuais de combate ao desperdício de energia elétrica – PACDEE, Brasília, DF, Brasil, Janeiro 2003.
- Pereira, M.G., Análise da entrada do gás natural na matriz energética – Um panorama das transformações do setor energético paulista, Departamento de Energia/FEM, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2004.
- Pontes, R. O. et al. “Plano de ação para o desenvolvimento da eficiência energética em edificações”. XIV Seminário Nacional de Produção e Transmissão de Energia Elétrica, Uberlândia, M.G., outubro de 2003.
- PROCEL., Plano de ações do PROCEL/GCOI/CCON.ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, dezembro 1996.
- Pupo, F. V., Município na UGRH-PCJ . In: Cano, W. e Brandão, C. A. (Coordenadores), A Região Metropolitana de Campinas: Urbanização, Economia, Finanças e Meio Ambiente, Volume 1, Editora da Unicamp, 2002.
- REIS, L. B. & SILVEIRA, S. (orgs.), *Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável*, Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001.
- Rlw Analytics, inc. Statewide Residential Lighting and Appliance Saturation Study, prepared for San Diego Gas and Electric Company, Sacramento Municipal Utility District and the California Public Utilities Commission, June, 2000.
- Rosegrant, M. W., Water resources in the twenty-first century: challenges and implications for action. Washington: International Food Policy Research Institute, mar.1997. (Food, Agriculture, and the Environment Discussion Paper 20).
- Schumpeter, J. A., *Capitalism, Socialism, and Democracy*, Harper & Brothers, New York, 1942.
- Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento do Estado de São Paulo, Balanço Energético do Estado de São Paulo – 2005, São Paulo, SP, 2005.
- SERHS. Estudos para o Desenvolvimento de Estratégias para a Universalização dos Serviços no Setor de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, Em Conformidade Com A Lei

- 7750/92, Relatório Preliminar - RP-03, Secretaria de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento São Paulo, 2005.
- SRH/MMA, “Plano Nacional de Recursos Hídricos”, Ministério de Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos, Brasília, DF, novembro de 2003;
- Setti, A. A. , [et al.], Introdução ao Gerenciamento de Recursos Hídricos, Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Agência Nacional de Águas – ANA. 2001, 328p.:il.
- Shiklomanov, I.A., Comprehensive Assessment of the Freshwater Resource of the world, Assessment of Water resources and Water Availability in the World, WMO/SEI, 1997. 85p.
- Shiklomanov, I.A., Evaluación de recursos hídricos y disponibilidad de agua em el mundo, Instituto Hidrológico del Estado, San Petersburgo, Rusia, 1996.
- Shiklomanov, I.A., International Hydrological Programme – IHP – IV/UNESCO, 1998. In: Águas Doces no Brasil, Capital Ecológico, Uso e Conservação, zrebouças A. C. et al., 1999.
- Shiklomanov, I.A., World Water Resources – A new appraisal and assessment for the 21st century. UNESCO, 1998. 76p.
- Suzigan, W.. *Clusters e Sistemas Locais de Inovação: Estudos de Casose Avaliação da Região de Campinas*. Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, 1999,441 p..
- Sylvania, Catalogo do fabricante. Agosto, 2001.
- Tavareres, P.C.C., The Brazilian electric energy conservation program - PROCEL : revitalization, main results and targets. EMASP, Washington DC, may 1995.
- Tolmasquim, M. T., Rosa, L. P., Szklo, A. S., Schuler, M. E. & Delgado, M. A. P., *Tendências da Eficiência Elétrica no Brasil – Indicadores de Eficiência Energética*, ENERGE / COPPE / UFRJ, Rio de Janeiro, RJ, 1998.
- Tolmasquim, M.T., Entrevista concedida a Revista Brasil Energia. Editora Brasil Energia Ltda, RJ, Dezembro, 2004.
- Tolmasquim, M. T., Geração de Energia Elétrica no Brasil, Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2005, 198 p.

Tucci, C. E. M., Hespanhol, I., Cordeiro, O., Relatório Nacional Sobre o Gerenciamento da Água no Brasil. South America Technical Advise Comitee- SAMTAC e Global Water Partenership- GWP, Janeiro de 2000.

Udaeta, E.M. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos – PIR – Para o Setor Elétrico: pensando o Desenvolvimento Sustentado. Tese de doutorado apresentado à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – POLI/USP, São Paulo, 1997.

Udaeta, E.M., Galvão, L. C. R., Reis, L. B.. O Médio Paranapanema e sua Opção pelo PIR. Encontro de Energia no Meio Rural AGRINER, Campinas, S.P., SETEMBRO DE 2000.

Ugaya, C. L. Planejamento Integrado de Recursos Energéticos: uma aplicação da metodologia na Região Administrativa de Campinas, Dissertação de Mestrado em Planejamento Energético, FEM / Universidade Estadual de Campinas, 1996.

Ventura, A.F., O Plano Nacional de Energia Elétrica 1993/2015, Revista Brasileira de Energia, 5 (2): 7-35, 1996.

Sites Consultados:

<http://www.sigrh.sp.gov.br>

<http://www.ana.gov.br>

<http://www.aneel.gov.br>

<http://www.cspe.sp.gov.br>

<http://www.conpet.gov.br>

<http://www.eletronbras.com/procel>

<http://www.ibge.gov.br>

<http://www.mma.gov.br>

<http://www.mme.gov.br>

<http://www.seade.gov.br>

<http://www.UGRH-PCJ.sp.gov.br>

<http://www.tratamentodeagua.com.br>

<http://www.ebape.fgv.br>

<http://www.comitepcj.sp.gov.br/historico.html>

**(i) Anexo A**

**(Tabelas com as Projeções para o Estado de São Paulo)**

Tabela A.1 – Participação dos principais energéticos do setor agropecuário, em %

Ano	Óleo diesel	Óleo combustível	Elettricidade	Outros
1984	76,54	3,89	14,49	5,08
1985	75,85	3,69	15,63	4,83
1986	77,36	3,31	14,70	4,63
1987	77,33	3,12	15,37	4,19
1988	76,91	3,09	16,02	3,98
1989	77,33	3,05	15,51	4,11
1990	77,08	3,09	15,58	4,25
1991	76,54	2,95	16,25	4,26
1992	77,93	2,85	15,12	4,10
1993	77,63	2,81	15,28	4,28
1994	77,65	2,66	15,36	4,32
1995	77,53	2,86	15,56	4,05
1996	75,27	5,76	14,94	4,03
1997	76,00	4,52	15,18	4,30
1998	76,80	2,23	16,72	4,25
1999	74,77	4,49	16,34	4,40
2000	71,95	6,10	17,41	4,54
2001	70,54	7,14	17,41	4,90
2002	72,34	6,65	16,08	4,93
2003	70,43	6,59	17,61	5,38
2004	70,18	6,59	17,71	5,52
2005	69,94	6,59	17,82	5,65
2006	69,69	6,59	17,93	5,79
2007	69,44	6,59	18,04	5,93
2008	69,20	6,59	18,15	6,07
2009	68,95	6,59	18,26	6,20
2010	68,70	6,59	18,37	6,34
2011	68,46	6,59	18,48	6,48
2012	68,21	6,59	18,59	6,62
2013	67,96	6,59	18,69	6,76
2014	67,72	6,59	18,80	6,89
2015	67,47	6,59	18,91	7,03
2016	67,22	6,59	19,02	7,17
2017	66,97	6,59	19,13	7,31
2018	66,73	6,59	19,24	7,45
2019	66,48	6,59	19,35	7,58
2020	66,23	6,59	19,46	7,72
2021	65,99	6,59	19,56	7,86
2022	65,74	6,59	19,67	8,00
2023	65,49	6,59	19,78	8,13
2024	65,25	6,59	19,89	8,27
2025	65,00	6,59	20,00	8,41

Tabela. A.2 – Participação dos principais energéticos do setor de transportes, em %

Ano	Óleo diesel	Gasolina	Álcool etílico	Eletricidade	Outros
1984	45,17	27,79	15,91	0,82	11,13
1985	44,20	25,61	17,80	0,77	12,38
1986	42,25	25,51	20,15	0,73	12,09
1987	43,83	23,11	20,37	0,75	12,68
1988	44,47	21,48	22,74	0,76	11,31
1989	43,98	22,86	21,50	0,74	11,66
1990	42,32	24,58	21,82	0,74	11,28
1991	41,12	25,88	21,53	0,73	11,46
1992	41,24	25,92	20,90	0,74	11,94
1993	39,71	25,41	21,64	0,75	13,24
1994	37,62	27,95	20,68	0,60	13,75
1995	36,82	28,68	19,99	0,62	14,51
1996	36,39	29,81	18,38	0,55	15,41
1997	38,01	29,95	15,78	0,46	16,26
1998	38,78	30,69	12,40	0,18	18,13
1999	38,15	30,47	14,33	0,19	17,05
2000	42,25	30,12	11,22	0,12	16,41
2001	45,72	30,64	9,94	0,12	13,70
2002	45,98	28,58	11,16	0,11	14,29
2003	45,17	27,75	10,40	0,12	16,68
2004	44,74	27,40	11,20	0,17	16,66
2005	44,31	27,05	12,00	0,22	16,64
2006	43,88	26,70	12,80	0,27	16,62
2007	43,45	26,34	13,60	0,32	16,61
2008	43,02	25,99	14,40	0,37	16,59
2009	42,59	25,64	15,20	0,41	16,58
2010	42,16	25,29	16,00	0,46	16,56
2011	41,72	24,93	16,80	0,51	16,54
2012	41,29	24,58	17,60	0,56	16,53
2013	40,86	24,23	18,40	0,61	16,51
2014	40,43	23,88	19,20	0,66	16,49
2015	40,00	23,52	20,00	0,71	16,48
2016	39,50	23,17	21,00	0,76	16,33
2017	39,00	22,82	22,00	0,81	16,18
2018	38,50	22,47	23,00	0,86	16,03
2019	38,00	22,11	24,00	0,91	15,89
2020	37,50	21,76	25,00	0,95	15,74
2021	37,00	21,41	26,00	1,00	15,59
2022	36,50	21,06	27,00	1,05	15,44
2023	36,00	20,70	28,00	1,10	15,30
2024	35,50	20,35	29,00	1,15	15,15
2025	35,00	20,00	30,00	1,20	15,00

Tabela.A.3 – Participação dos principais energéticos do setor industrial, em %

Ano	Gás natural	Bagaço de cana	Eletricidade	Outros
1984	0,00	30,48	20,47	49,05
1985	0,00	31,11	21,88	47,01
1986	0,00	29,51	22,46	48,02
1987	0,00	30,30	21,23	48,47
1988	0,00	30,57	21,95	47,48
1989	0,52	28,59	22,48	48,41
1990	1,16	30,71	21,76	46,36
1991	1,30	32,37	21,06	45,26
1992	1,71	32,09	20,85	45,35
1993	2,06	32,27	21,39	44,28
1994	2,78	31,13	21,21	44,88
1995	3,60	30,78	21,15	44,47
1996	4,04	32,98	19,85	43,13
1997	4,30	33,50	20,20	42,00
1998	4,01	35,91	19,26	40,82
1999	4,41	35,34	19,65	40,60
2000	5,78	27,92	21,62	44,67
2001	7,57	32,96	19,30	40,16
2002	9,85	33,89	19,27	36,99
2003	10,63	34,30	19,20	35,86
2004	11,10	34,43	19,37	35,10
2005	11,57	34,55	19,55	34,33
2006	12,04	34,67	19,72	33,56
2007	12,52	34,79	19,89	32,80
2008	12,99	34,92	20,06	32,03
2009	13,46	35,04	20,24	31,27
2010	13,93	35,16	20,41	30,50
2011	14,40	35,28	20,58	29,73
2012	14,87	35,41	20,75	28,97
2013	15,34	35,53	20,93	28,20
2014	15,82	35,65	21,10	27,43
2015	16,29	35,77	21,27	26,67
2016	16,76	35,90	21,45	25,90
2017	17,23	36,02	21,62	25,13
2018	17,70	36,14	21,79	24,37
2019	18,17	36,26	21,96	23,60
2020	18,64	36,39	22,14	22,83
2021	19,11	36,51	22,31	22,07
2022	19,59	36,63	22,48	21,30
2023	20,06	36,75	22,65	20,53
2024	20,53	36,88	22,83	19,77
2025	21,00	37,00	23,00	19,00

Tabela.A.4 – Participação dos principais energéticos do setor de comércio e serviços, em %

Ano	Óleo diesel	GLP	Gases(*)	Eletricidade	Outros
1984	6,38	13,44	1,61	64,09	14,48
1985	6,37	14,05	1,76	69,50	8,33
1986	7,12	14,00	1,80	69,18	7,90
1987	8,15	13,07	1,85	69,19	7,74
1988	8,25	13,09	1,83	69,89	6,95
1989	8,27	12,67	1,98	70,75	6,33
1990	7,92	11,39	2,09	72,16	6,44
1991	8,90	8,59	2,14	74,59	5,79
1992	8,43	7,36	1,97	76,51	5,72
1993	7,60	8,83	1,93	76,89	4,75
1994	7,17	8,30	1,89	78,29	4,34
1995	6,64	7,97	2,02	79,91	3,46
1996	6,64	8,46	1,88	79,40	3,63
1997	6,78	8,59	1,83	79,08	3,71
1998	6,10	5,93	2,00	82,70	3,27
1999	4,84	8,42	1,82	82,07	2,85
2000	3,60	8,03	1,76	84,11	2,51
2001	3,94	8,43	2,06	82,37	3,20
2002	5,30	7,65	2,29	81,42	3,33
2003	4,88	6,30	2,53	83,13	3,15
2004	4,89	6,24	2,65	83,22	3,00
2005	4,89	6,19	2,76	83,30	2,86
2006	4,90	6,13	2,87	83,39	2,72
2007	4,90	6,07	2,98	83,47	2,57
2008	4,91	6,01	3,09	83,56	2,43
2009	4,92	5,95	3,21	83,64	2,29
2010	4,92	5,89	3,32	83,73	2,15
2011	4,93	5,83	3,43	83,81	2,00
2012	4,93	5,77	3,54	83,90	1,86
2013	4,94	5,71	3,65	83,98	1,72
2014	4,94	5,65	3,77	84,07	1,57
2015	4,95	5,59	3,88	84,15	1,43
2016	4,95	5,53	3,99	84,24	1,29
2017	4,96	5,47	4,10	84,32	1,14
2018	4,96	5,41	4,22	84,41	1,00
2019	4,97	5,36	4,33	84,49	0,86
2020	4,97	5,30	4,44	84,58	0,71
2021	4,98	5,24	4,55	84,66	0,57
2022	4,98	5,18	4,66	84,75	0,43
2023	4,99	5,12	4,78	84,83	0,29
2024	4,99	5,06	4,89	84,92	0,14
2025	5,00	5,00	5,00	85,00	0,00

Tabela.A.5 – Participação dos principais energéticos do setor residencial, em %

Ano	Lenha	GLP	Gás natural	Eletricidade	Outros
1984	20,84	36,04	1,75	40,99	0,38
1985	18,97	38,01	1,70	40,55	0,77
1986	17,76	37,68	1,62	42,07	0,87
1987	16,48	37,43	1,67	43,12	1,30
1988	15,41	38,17	1,67	43,47	1,28
1989	14,34	38,34	1,72	44,10	1,50
1990	13,47	38,73	1,63	45,83	0,34
1991	12,54	38,80	1,55	46,83	0,27
1992	12,05	39,24	1,29	47,18	0,24
1993	11,43	39,20	1,47	47,66	0,23
1994	10,91	38,53	1,38	48,92	0,26
1995	9,84	36,62	1,32	51,98	0,24
1996	8,71	38,34	1,29	51,45	0,22
1997	8,37	36,08	1,33	53,99	0,24
1998	7,75	36,63	1,35	54,04	0,22
1999	7,70	35,80	1,41	54,87	0,22
2000	7,51	36,04	1,38	54,84	0,23
2001	8,16	40,01	1,47	49,78	0,58
2002	9,06	40,06	1,66	48,85	0,38
2003	8,78	38,00	1,90	51,03	0,29
2004	8,42	37,76	2,09	51,44	0,29
2005	8,07	37,53	2,27	51,85	0,29
2006	7,71	37,29	2,46	52,25	0,28
2007	7,36	37,06	2,64	52,66	0,28
2008	7,01	36,82	2,83	53,07	0,27
2009	6,65	36,58	3,02	53,48	0,27
2010	6,30	36,35	3,20	53,89	0,26
2011	5,95	36,11	3,39	54,29	0,26
2012	5,59	35,87	3,58	54,70	0,26
2013	5,24	35,64	3,76	55,11	0,25
2014	4,89	35,40	3,95	55,52	0,25
2015	4,53	35,16	4,14	55,92	0,24
2016	4,18	34,93	4,32	56,33	0,24
2017	3,83	34,69	4,51	56,74	0,23
2018	3,47	34,45	4,70	57,15	0,23
2019	3,12	34,22	4,88	57,55	0,23
2020	2,77	33,98	5,07	57,96	0,22
2021	2,41	33,75	5,25	58,37	0,22
2022	2,06	33,51	5,44	58,78	0,21
2023	1,71	33,27	5,63	59,18	0,21
2024	1,35	33,04	5,81	59,59	0,20
2025	1,00	32,80	6,00	60,00	0,20

Tabela A.6 – Projeções dos principais energéticos do setor agropecuário no cenário baixo de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	12.430,01	0,38	8.754,53	818,66	2.188,35	2,54	668,47
2004	13.026,40	0,37	9.230,00	799,36	2.282,59	2,65	714,44
2005	13.398,55	0,37	9.370,52	882,49	2.388,04	2,78	757,49
2006	13.822,94	0,36	9.633,21	910,47	2.478,73	2,88	800,53
2007	14.093,52	0,36	9.786,99	928,32	2.542,59	2,96	835,63
2008	14.314,72	0,35	9.905,26	942,91	2.598,07	3,02	868,47
2009	14.561,10	0,35	10.039,80	959,17	2.658,64	3,09	903,49
2010	14.884,18	0,34	10.225,83	980,47	2.733,83	3,18	944,05
2011	15.243,06	0,34	10.434,76	1.004,14	2.816,34	3,27	987,82
2012	15.675,45	0,33	10.692,06	1.032,65	2.913,29	3,39	1.037,45
2013	16.150,34	0,33	10.976,11	1.063,97	3.019,13	3,51	1.091,13
2014	16.696,05	0,32	11.305,77	1.099,95	3.139,32	3,65	1.151,01
2015	17.030,49	0,32	11.490,20	1.122,01	3.220,74	3,75	1.197,54
2016	17.383,43	0,31	11.685,41	1.145,29	3.306,40	3,84	1.246,32
2017	17.839,16	0,31	11.947,73	1.175,35	3.412,51	3,97	1.303,58
2018	18.367,28	0,30	12.256,10	1.210,18	3.533,52	4,11	1.367,48
2019	18.975,12	0,30	12.614,85	1.250,26	3.671,11	4,27	1.438,89
2020	19.281,41	0,29	12.770,89	1.270,48	3.751,36	4,36	1.488,69
2021	19.573,12	0,29	12.915,78	1.289,73	3.829,42	4,45	1.538,19
2022	20.009,79	0,28	13.154,53	1.318,54	3.936,63	4,58	1.600,08
2023	20.479,72	0,28	13.412,92	1.349,54	4.051,37	4,71	1.665,89
2024	21.024,56	0,27	13.717,85	1.385,48	4.182,04	4,86	1.739,18
2025	21.645,81	0,26	14.069,77	1.426,46	4.329,18	5,03	1.820,41

Tabela A.7 – Projeções dos principais energéticos do setor de transportes no cenário  
baixo de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Gasolina	Álcool Etílico	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	169.395,42	19,46	76.522,90	47.013,80	21.007,31	200,05	0,23	28.246,86
2004	180.194,63	19,29	79.835,96	48.022,08	25.821,13	207,30	0,24	30.087,60
2005	188.088,87	19,12	83.345,41	50.876,26	21.102,40	410,38	0,48	31.300,88
2006	196.881,09	18,95	86.392,48	52.560,57	19.569,11	526,21	0,61	32.731,29
2007	203.629,17	18,78	88.475,57	53.644,39	22.722,52	644,21	0,75	33.819,28
2008	209.772,31	18,61	90.240,24	54.523,41	21.809,81	766,63	0,89	34.804,66
2009	216.391,45	18,44	92.154,64	55.481,17	26.718,28	897,05	1,04	35.866,90
2010	224.282,49	18,28	94.548,14	56.713,89	26.908,73	1.039,86	1,21	37.137,53
2011	232.872,72	18,11	97.165,33	58.065,33	29.802,94	1.194,01	1,39	38.521,20
2012	242.773,66	17,94	100.249,68	59.678,41	33.012,87	1.363,95	1,59	40.118,61
2013	253.550,26	17,77	103.606,46	61.433,87	36.507,36	1.548,97	1,80	41.857,28
2014	265.687,09	17,60	107.420,27	63.438,15	40.381,06	1.753,54	2,04	43.816,70
2015	274.687,23	17,43	109.874,73	64.618,98	43.947,17	1.947,79	2,26	45.255,30
2016	284.176,49	17,26	112.249,71	65.849,71	47.739,51	2.154,58	2,51	46.400,00
2017	295.571,46	17,09	115.272,87	67.448,43	52.019,11	2.386,08	2,77	47.824,44
2018	308.438,46	16,92	118.748,81	69.297,55	56.751,95	2.641,36	3,07	49.451,26
2019	322.961,73	16,75	122.725,46	71.422,25	62.008,72	2.924,28	3,40	51.303,21
2020	332.630,65	16,58	124.736,49	72.388,15	66.527,06	3.175,12	3,69	52.348,34
2021	342.263,74	16,41	126.637,58	73.278,23	71.875,39	3.435,09	3,99	53.359,35
2022	354.689,39	16,25	129.461,63	74.688,45	78.031,67	3.733,92	4,34	54.773,18
2023	368.018,05	16,08	132.486,50	76.198,05	84.644,15	4.054,90	4,71	56.288,45
2024	383.047,53	15,91	135.981,87	77.959,85	91.931,41	4.408,54	5,13	58.022,02
2025	399.879,36	15,74	139.957,78	79.976,18	99.969,84	4.798,56	5,58	59.981,59

Tabela A.8 – Projeções dos principais energéticos do setor de comércio e serviços no cenário baixo de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	GLP	Eletricidade		Gases	Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	27.080,12	0,13	1.322,39	1.707,14	22.512,61	26,18	540,62	852,02
2004	28.978,09	0,13	1.464,79	1.769,60	24.105,50	28,03	528,74	781,94
2005	30.438,31	0,13	1.489,61	1.882,76	25.356,04	29,48	535,94	870,60
2006	32.072,70	0,13	1.571,30	1.964,85	26.744,75	31,10	660,85	871,47
2007	33.402,90	0,14	1.638,24	2.026,54	27.882,32	32,42	765,01	859,85
2008	34.660,78	0,14	1.701,77	2.082,31	28.961,72	33,68	877,97	842,66
2009	36.025,07	0,14	1.770,67	2.142,92	30.132,25	35,04	1.064,48	824,30
2010	37.632,12	0,14	1.851,65	2.216,21	31.508,36	36,64	1.037,66	807,26
2011	39.391,32	0,14	1.940,30	2.296,46	33.014,71	38,39	1.130,34	788,66
2012	41.411,24	0,15	2.041,99	2.389,67	34.742,78	40,40	1.234,73	769,88
2013	43.624,27	0,15	2.153,43	2.491,52	36.636,46	42,60	1.349,64	748,63
2014	46.120,25	0,15	2.279,09	2.606,73	38.771,76	45,08	1.478,57	725,50
2015	48.119,75	0,15	2.380,45	2.691,22	40.493,51	47,09	1.596,63	688,14
2016	50.250,55	0,15	2.488,53	2.780,61	42.329,24	49,22	1.723,68	646,75
2017	52.769,69	0,15	2.616,08	2.888,72	44.496,05	51,74	1.869,27	603,70
2018	55.610,84	0,16	2.759,88	3.011,29	46.938,93	54,58	2.032,27	556,67
2019	58.817,73	0,16	2.922,16	3.150,08	49.695,65	57,79	2.215,42	504,66
2020	61.204,24	0,16	3.043,97	3.241,61	51.763,95	60,19	2.373,94	437,60
2021	63.640,88	0,16	3.168,54	3.332,94	53.878,76	62,65	2.539,81	364,01
2022	66.661,05	0,16	3.322,44	3.451,60	56.492,21	65,69	2.735,09	285,95
2023	69.925,09	0,17	3.488,83	3.579,16	59.317,68	68,97	2.947,43	199,95
2024	73.594,76	0,17	3.675,83	3.723,37	62.493,11	72,67	3.184,63	105,19
2025	77.703,89	0,17	3.885,20	3.885,21	66.048,31	76,80	3.449,58	-0,06

Tabela A.9 – Projeções dos principais energéticos do setor industrial no cenário baixo de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Gas Natural	Bagaço de Cana	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>^9</sup> kcal]	10 <sup>^3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> KWh]	[10 <sup>^9</sup> kcal]
2003	220.479,98	1,33	23.437,77	75.635,44	42.332,56	49,22	79.074,21
2004	231.327,81	1,35	26.122,14	83.712,34	46.049,31	53,55	75.444,03
2005	238.239,04	1,36	27.571,26	82.311,17	46.565,48	54,15	81.791,14
2006	246.124,08	1,37	29.643,90	85.336,94	48.531,76	56,43	82.611,47
2007	251.315,06	1,39	31.453,68	87.444,65	49.989,41	58,13	82.427,32
2008	255.667,46	1,40	33.203,50	89.272,26	51.296,74	59,65	81.894,96
2009	260.512,82	1,42	35.060,69	91.283,27	52.718,86	61,30	81.450,00
2010	266.779,26	1,43	37.161,50	93.805,84	54.447,75	63,31	81.364,16
2011	273.742,58	1,45	39.421,75	96.589,65	56.341,72	65,51	81.389,45
2012	282.088,54	1,46	41.953,28	99.880,09	58.546,71	68,08	81.708,47
2013	291.269,64	1,48	44.691,62	103.487,69	60.955,30	70,88	82.135,04
2014	301.807,67	1,49	47.731,11	107.601,56	63.681,92	74,05	82.793,08
2015	308.604,99	1,51	50.260,71	110.403,02	65.649,18	76,34	82.292,07
2016	315.811,56	1,52	52.922,98	113.368,04	67.727,70	78,75	81.792,84
2017	324.970,17	1,54	55.989,50	117.053,85	70.253,10	81,69	81.673,72
2018	335.545,61	1,55	59.393,14	121.274,17	73.118,88	85,02	81.759,42
2019	347.690,13	1,57	63.181,61	126.089,42	76.365,83	88,80	82.053,27
2020	354.416,19	1,58	66.074,39	128.962,79	78.455,27	91,23	80.923,74
2021	360.968,66	1,60	68.997,40	131.789,27	80.529,22	93,64	79.652,78
2022	370.302,98	1,61	72.527,02	135.650,86	83.251,21	96,80	78.873,89
2023	380.379,78	1,63	76.293,57	139.808,21	86.173,66	100,20	78.104,34
2024	391.990,10	1,64	80.469,91	144.555,78	89.480,98	104,05	77.483,44
2025	405.187,82	1,66	85.089,06	149.919,13	93.193,50	108,36	76.986,13

Tabela A.10 – Projeções dos principais energéticos do setor residencial no cenário  
baixo de crescimento da economia

ANO	Total	Lenha	GLP	Eletricidade		GN	Outros
	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> KWh]	[10 <sup>^9</sup> kcal]	[10 <sup>^9</sup> kcal]
2003	40.279,20	3.534,57	15.306,42	20.555,07	23,90	764,72	90,55
2004	42.256,47	3.645,34	15.790,67	21.819,85	25,37	883,16	93,28
2005	43.524,84	3.511,68	16.334,00	22.566,24	26,24	988,64	101,78
2006	44.982,39	3.470,30	16.774,65	23.505,31	27,33	1.105,61	261,10
2007	45.959,64	3.383,27	17.030,44	24.203,32	28,14	1.215,31	173,22
2008	46.796,00	3.279,45	17.229,73	24.834,53	28,88	1.324,67	137,58
2009	47.735,71	3.176,60	17.462,87	25.527,83	29,68	1.440,27	132,67
2010	48.950,11	3.084,41	17.791,41	26.376,81	30,67	1.568,16	139,77
2011	50.308,10	2.992,18	18.166,05	27.313,65	31,76	1.705,46	141,50
2012	51.937,62	2.905,55	18.631,69	28.410,09	33,03	1.857,53	143,86
2013	53.740,37	2.816,47	19.151,35	29.615,28	34,44	2.022,19	146,56
2014	55.815,26	2.727,95	19.758,83	30.986,25	36,03	2.204,32	149,83
2015	57.220,56	2.594,41	20.121,04	31.999,68	37,21	2.366,50	151,16
2016	58.723,73	2.455,02	20.510,79	33.079,70	38,46	2.538,14	152,62
2017	60.614,51	2.319,85	21.027,90	34.391,89	39,99	2.732,87	154,95
2018	62.797,75	2.181,47	21.636,84	35.886,63	41,73	2.948,38	157,85
2019	65.306,65	2.037,82	22.346,89	37.586,61	43,71	3.187,92	161,36
2020	66.829,08	1.849,14	22.709,86	38.735,26	45,04	3.386,83	162,27
2021	68.347,70	1.649,61	23.064,34	39.894,11	46,39	3.591,21	163,03
2022	70.425,70	1.450,86	23.599,09	41.394,12	48,13	3.831,69	164,98
2023	72.682,44	1.240,48	24.183,48	43.016,86	50,02	4.089,98	167,16
2024	75.274,09	1.018,69	24.867,85	44.857,58	52,16	4.376,15	169,91
2025	78.218,07	782,09	25.655,53	46.930,83	54,57	4.693,12	173,21

Tabela A.11 – Projeções dos principais energéticos do setor agropecuário no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	12.430,01	0,38	8.754,53	818,66	2.188,35	2,54	668,47
2004	13.026,40	0,37	9.230,00	799,36	2.282,59	2,65	714,44
2005	13.398,55	0,37	9.370,52	882,49	2.388,04	2,78	757,49
2006	13.907,04	0,36	9.691,82	916,01	2.493,81	2,90	805,40
2007	14.329,85	0,36	9.951,10	943,88	2.585,22	3,01	849,64
2008	14.690,97	0,35	10.165,61	967,69	2.666,36	3,10	891,30
2009	15.082,14	0,35	10.399,06	993,49	2.753,78	3,20	935,82
2010	15.598,22	0,34	10.716,39	1.027,51	2.864,98	3,33	989,34
2011	16.028,89	0,34	10.972,70	1.055,91	2.961,53	3,44	1.038,75
2012	16.587,82	0,33	11.314,38	1.092,76	3.082,86	3,58	1.097,83
2013	17.215,84	0,33	11.700,25	1.134,16	3.218,31	3,74	1.163,12
2014	17.926,98	0,32	12.139,30	1.181,04	3.370,77	3,92	1.235,87
2015	18.441,31	0,32	12.442,06	1.214,96	3.487,55	4,06	1.296,75
2016	18.951,81	0,31	12.739,71	1.248,62	3.604,72	4,19	1.358,76
2017	19.626,47	0,31	13.144,77	1.293,11	3.754,40	4,37	1.434,18
2018	20.416,85	0,30	13.623,74	1.345,22	3.927,82	4,57	1.520,08
2019	21.336,86	0,30	14.184,97	1.405,87	4.128,04	4,80	1.617,98
2020	22.002,26	0,29	14.573,02	1.449,75	4.280,72	4,98	1.698,76
2021	22.643,76	0,29	14.942,01	1.492,06	4.430,18	5,15	1.779,50
2022	23.525,55	0,28	15.465,81	1.550,21	4.628,30	5,38	1.881,22
2023	24.466,07	0,28	16.023,73	1.612,23	4.839,97	5,63	1.990,15
2024	25.528,76	0,27	16.656,70	1.682,30	5.077,98	5,90	2.111,78
2025	26.733,03	0,26	17.376,46	1.761,71	5.346,62	6,22	2.248,24

Tabela A.12 – Projeções dos principais energéticos do setor de transportes no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Gasolina	Álcool Etílico	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	169.395,42	19,46	76.522,90	47.013,80	21.007,31	200,05	0,23	28.246,86
2004	180.194,63	19,29	79.835,96	48.022,08	25.821,13	207,30	0,24	30.087,60
2005	188.088,88	19,12	83.345,41	50.876,26	21.102,40	410,38	0,48	31.300,88
2006	198.078,92	18,95	86.918,09	52.880,35	19.688,17	529,42	0,62	32.930,43
2007	207.043,71	18,78	89.959,17	54.543,92	23.103,54	655,02	0,76	34.386,38
2008	215.285,93	18,61	92.612,10	55.956,49	22.383,05	786,78	0,91	35.719,46
2009	224.134,69	18,44	95.452,25	57.466,48	27.674,36	929,15	1,08	37.150,34
2010	235.041,98	18,28	99.083,89	59.434,62	28.199,62	1.089,75	1,27	38.919,13
2011	244.878,07	18,11	102.174,52	61.058,79	31.339,38	1.255,56	1,46	40.507,09
2012	256.903,95	17,94	106.084,57	63.151,91	34.934,34	1.443,34	1,68	42.453,65
2013	270.278,01	17,77	110.441,80	65.486,91	38.915,90	1.651,16	1,92	44.618,78
2014	285.275,20	17,60	115.339,96	68.115,20	43.358,20	1.882,82	2,19	47.047,14
2015	297.442,57	17,43	118.976,86	69.972,08	47.587,80	2.109,15	2,45	49.004,29
2016	309.815,74	17,26	122.377,22	71.790,87	52.046,71	2.348,98	2,73	50.586,35
2017	325.184,70	17,09	126.822,03	74.206,07	57.230,89	2.625,14	3,05	52.615,96
2018	342.856,63	16,92	131.999,80	77.030,35	63.084,81	2.936,11	3,41	54.969,45
2019	363.159,30	16,75	138.000,53	80.311,85	69.726,66	3.288,25	3,82	57.688,69
2020	379.568,94	16,58	142.338,35	82.603,01	75.914,85	3.623,17	4,21	59.735,34
2021	395.958,19	16,41	146.504,53	84.774,15	83.151,22	3.973,99	4,62	61.730,38
2022	417.009,08	16,25	152.208,31	87.811,37	91.742,00	4.389,98	5,10	64.396,94
2023	439.652,25	16,08	158.274,81	91.029,89	101.120,02	4.844,18	5,63	67.244,92
2024	465.109,85	15,91	165.114,00	94.661,60	111.626,36	5.353,00	6,22	70.452,39
2025	493.859,47	15,74	172.850,82	98.772,28	123.464,87	5.926,33	6,89	74.078,54

Tabela A.13 – Projeções dos principais energéticos do setor de comércio e serviços no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	GLP	Eletricidade		Gases	Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	27.080,12	0,13	1.322,39	1.707,14	22.512,61	26,18	540,62	852,02
2004	28.978,09	0,13	1.464,79	1.769,60	24.105,50	28,03	528,74	781,94
2005	30.438,31	0,13	1.489,61	1.882,76	25.356,04	29,48	535,94	870,60
2006	32.267,83	0,13	1.580,86	1.976,80	26.907,46	31,29	664,87	876,78
2007	33.963,01	0,14	1.665,71	2.060,52	28.349,86	32,96	777,84	874,27
2008	35.571,80	0,14	1.746,50	2.137,04	29.722,94	34,56	901,05	864,81
2009	37.314,17	0,14	1.834,03	2.219,60	31.210,49	36,29	1.102,57	853,80
2010	39.437,45	0,14	1.940,48	2.322,52	33.019,91	38,40	1.087,44	845,98
2011	41.422,07	0,14	2.040,33	2.414,85	34.716,72	40,37	1.188,61	829,32
2012	43.821,52	0,15	2.160,84	2.528,76	36.764,94	42,75	1.306,60	814,69
2013	46.502,34	0,15	2.295,50	2.655,89	39.053,52	45,41	1.438,68	798,02
2014	49.520,52	0,15	2.447,12	2.798,92	41.630,26	48,41	1.587,58	778,99
2015	52.106,03	0,15	2.577,65	2.914,17	43.848,03	50,99	1.728,90	745,15
2016	54.784,31	0,15	2.713,05	3.031,48	46.148,31	53,66	1.879,20	705,10
2017	58.056,68	0,15	2.878,19	3.178,15	48.954,10	56,92	2.056,55	664,19
2018	61.816,37	0,16	3.067,86	3.347,32	52.176,77	60,67	2.259,05	618,79
2019	66.138,51	0,16	3.285,87	3.542,16	55.881,04	64,98	2.491,16	567,47
2020	69.840,91	0,16	3.473,51	3.699,05	59.068,49	68,68	2.708,93	499,35
2021	73.624,88	0,16	3.665,62	3.855,82	62.331,27	72,48	2.938,26	421,12
2022	78.373,53	0,16	3.906,20	4.058,06	66.418,01	77,23	3.215,65	336,19
2023	83.535,92	0,17	4.167,93	4.275,84	70.863,78	82,40	3.521,14	238,87
2024	89.361,36	0,17	4.463,33	4.521,05	75.881,34	88,23	3.866,89	127,73
2025	95.965,95	0,17	4.798,30	4.798,31	81.571,06	94,85	4.260,30	-0,08

Tabela A.14 – Projeções dos principais energéticos do setor industrial no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Gas Natural	Bagaço de Cana	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	220.479,98	1,33	23.437,77	75.635,44	42.332,56	49,22	79.074,21
2004	231.327,81	1,35	26.122,14	83.712,34	46.049,31	53,55	75.444,03
2005	238.239,05	1,36	27.571,26	82.311,17	46.565,48	54,15	81.791,14
2006	247.621,51	1,37	29.824,25	85.856,14	48.827,03	56,78	83.114,09
2007	255.529,23	1,39	31.981,11	88.910,96	50.827,66	59,10	83.809,49
2008	262.387,38	1,40	34.076,21	91.618,68	52.645,02	61,22	84.047,47
2009	269.834,88	1,42	36.315,28	94.549,71	54.605,33	63,49	84.364,56
2010	279.577,44	1,43	38.944,25	98.305,98	57.059,77	66,35	85.267,44
2011	287.854,91	1,45	41.454,07	101.569,17	59.246,32	68,89	85.585,35
2012	298.507,11	1,46	44.395,11	105.693,46	61.954,34	72,04	86.464,20
2013	310.485,88	1,48	47.640,11	110.315,19	64.976,77	75,55	87.553,82
2014	324.058,82	1,49	51.250,14	115.534,62	68.376,95	79,51	88.897,10
2015	334.170,11	1,51	54.424,36	119.548,91	71.087,62	82,66	89.109,22
2016	344.305,02	1,52	57.697,85	123.596,45	73.838,29	85,86	89.172,43
2017	357.528,86	1,54	61.599,07	128.781,45	77.291,74	89,87	89.856,59
2018	372.988,62	1,55	66.020,73	134.806,96	81.278,11	94,51	90.882,82
2019	390.965,53	1,57	71.045,54	141.783,19	85.870,73	99,85	92.266,07
2020	404.428,69	1,58	75.398,30	147.161,04	89.526,28	104,10	92.343,07
2021	417.597,55	1,60	79.821,73	152.464,42	93.162,67	108,33	92.148,73
2022	435.366,00	1,61	85.270,18	159.485,00	97.878,63	113,81	92.732,20
2023	454.420,18	1,63	91.144,00	167.021,69	102.947,24	119,71	93.307,25
2024	475.968,23	1,64	97.709,41	175.524,74	108.650,96	126,34	94.083,13
2025	500.415,53	1,66	105.086,79	185.153,30	115.095,95	133,83	95.079,50

Tabela A.15 – Projeções dos principais energéticos do setor residencial no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	Lenha	GLP	Eletricidade		GN	Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	40.279,20	3.534,57	15.306,42	20.555,07	23,90	764,72	90,55
2004	42.256,47	3.645,34	15.790,67	21.819,85	25,37	883,16	93,28
2005	43.524,84	3.511,68	16.334,00	22.566,24	26,24	988,64	101,78
2006	45.256,07	3.491,42	16.876,71	23.648,31	27,50	1.112,34	262,68
2007	46.730,31	3.440,00	17.316,01	24.609,17	28,62	1.235,69	176,13
2008	48.025,98	3.365,64	17.682,59	25.487,28	29,64	1.359,49	141,20
2009	49.443,86	3.290,27	18.087,75	26.441,31	30,75	1.491,80	137,42
2010	51.298,39	3.232,38	18.644,91	27.642,18	32,14	1.643,39	146,48
2011	52.901,64	3.146,44	19.102,57	28.721,76	33,40	1.793,38	148,79
2012	54.960,58	3.074,66	19.716,12	30.063,66	34,96	1.965,64	152,24
2013	57.285,84	3.002,28	20.414,84	31.569,12	36,71	2.155,60	156,23
2014	59.930,31	2.929,07	21.215,57	33.270,75	38,69	2.366,84	160,88
2015	61.960,76	2.809,33	21.787,88	34.650,56	40,29	2.562,54	163,68
2016	64.021,96	2.676,52	22.361,34	36.064,24	41,94	2.767,14	166,39
2017	66.687,46	2.552,27	23.134,68	37.837,60	44,00	3.006,68	170,47
2018	69.805,25	2.424,90	24.051,26	39.891,17	46,39	3.277,38	175,46
2019	73.435,07	2.291,46	25.128,31	42.264,84	49,15	3.584,71	181,44
2020	76.259,48	2.110,08	25.914,50	44.201,28	51,40	3.864,75	185,17
2021	79.070,11	1.908,40	26.682,68	46.152,71	53,67	4.154,60	188,61
2022	82.799,64	1.705,78	27.745,50	48.667,15	56,59	4.504,93	193,97
2023	86.829,98	1.481,94	28.890,77	51.390,03	59,76	4.886,08	199,70
2024	91.400,46	1.236,92	30.195,42	54.467,66	63,33	5.313,67	206,31
2025	96.600,98	965,90	31.685,12	57.960,57	67,40	5.796,10	213,92

Tabela A.16 – Projeções dos principais energéticos do setor agropecuário no cenário alto de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	12.430,36	0,38	8.754,78	818,68	2.188,41	2,54	668,49
2004	13.030,04	0,37	9.232,59	799,58	2.283,23	2,65	714,64
2005	13.404,41	0,37	9.374,62	882,88	2.389,09	2,78	757,82
2006	13.943,72	0,36	9.717,38	918,42	2.500,38	2,91	807,53
2007	14.424,17	0,36	10.016,61	950,10	2.602,24	3,03	855,23
2008	14.858,42	0,35	10.281,48	978,72	2.696,75	3,14	901,46
2009	15.337,47	0,35	10.575,11	1.010,31	2.800,40	3,26	951,66
2010	16.030,29	0,34	11.013,23	1.055,97	2.944,34	3,42	1.016,74
2011	16.597,39	0,34	11.361,88	1.093,36	3.066,57	3,57	1.075,59
2012	17.326,66	0,33	11.818,33	1.141,43	3.220,17	3,74	1.146,73
2013	18.158,51	0,33	12.340,90	1.196,26	3.394,53	3,95	1.226,81
2014	19.113,91	0,32	12.943,03	1.259,24	3.593,94	4,18	1.317,70
2015	20.014,15	0,32	13.503,23	1.318,58	3.785,00	4,40	1.407,34
2016	20.784,32	0,31	13.971,55	1.369,36	3.953,27	4,60	1.490,15
2017	21.831,42	0,31	14.621,54	1.438,38	4.176,20	4,86	1.595,31
2018	23.055,09	0,30	15.384,17	1.519,05	4.435,37	5,16	1.716,50
2019	24.393,81	0,30	16.217,26	1.607,29	4.719,47	5,49	1.849,79
2020	25.662,75	0,29	16.997,52	1.690,95	4.992,90	5,81	1.981,38
2021	26.929,62	0,29	17.770,14	1.774,47	5.268,69	6,13	2.116,31
2022	28.631,43	0,28	18.822,45	1.886,66	5.632,81	6,55	2.289,51
2023	30.419,41	0,28	19.922,79	2.004,53	6.017,68	7,00	2.474,41
2024	32.574,44	0,27	21.253,78	2.146,60	6.479,45	7,53	2.694,61
2025	35.626,35	0,26	23.157,11	2.347,78	7.125,29	8,29	2.996,16

Tabela A.17 – Projeções dos principais energéticos do setor de transportes no cenário  
alto de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	Gasolina	Álcool Etílico	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]		[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	169.400,26	19,46	76.525,08	47.015,14	21.007,91	200,06	0,23	28.247,67
2004	180.245,09	19,29	79.858,32	48.035,53	25.828,36	207,36	0,24	30.096,02
2005	188.171,18	19,12	83.381,87	50.898,53	21.111,63	410,56	0,48	31.314,57
2006	198.601,25	18,95	87.147,30	53.019,80	19.740,09	530,81	0,62	33.017,27
2007	208.406,62	18,78	90.551,34	54.902,97	23.255,63	659,33	0,77	34.612,74
2008	217.739,86	18,61	93.667,73	56.594,31	22.638,19	795,75	0,93	36.126,61
2009	227.929,11	18,44	97.068,19	58.439,34	28.142,86	944,88	1,10	37.779,26
2010	241.552,63	18,28	101.828,51	61.080,96	28.980,74	1.119,93	1,30	39.997,19
2011	253.563,27	18,11	105.798,39	63.224,38	32.450,91	1.300,09	1,51	41.943,78
2012	268.346,72	17,94	110.809,69	65.964,76	36.490,35	1.507,63	1,75	44.344,58
2013	285.077,28	17,77	116.489,13	69.072,70	41.046,77	1.741,57	2,03	47.061,91
2014	304.162,94	17,60	122.976,49	72.625,03	46.228,90	2.007,48	2,33	50.162,07
2015	322.811,09	17,43	129.124,25	75.939,91	51.646,50	2.289,03	2,66	53.183,80
2016	339.772,75	17,26	134.210,24	78.732,54	57.079,26	2.576,10	3,00	55.477,70
2017	361.717,92	17,09	141.069,99	82.542,83	63.660,56	2.920,06	3,40	58.527,16
2018	387.160,05	16,92	149.056,62	86.984,10	71.236,53	3.315,51	3,86	62.072,52
2019	415.189,32	16,75	157.771,94	91.818,17	79.716,44	3.759,36	4,37	65.953,77
2020	442.717,49	16,58	166.019,06	96.345,60	88.544,74	4.225,95	4,91	69.673,45
2021	470.902,53	16,41	174.233,93	100.819,63	98.889,53	4.726,16	5,50	73.414,30
2022	507.514,98	16,25	185.242,97	106.869,58	111.653,30	5.342,76	6,21	78.373,39
2023	546.633,03	16,08	196.787,89	113.180,23	125.725,60	6.022,92	7,00	83.607,66
2024	593.475,42	15,91	210.683,77	120.787,24	142.434,10	6.830,38	7,94	89.896,53
2025	658.152,29	15,74	230.353,30	131.630,97	164.538,07	7.897,85	9,18	98.722,33

Tabela A.18 – Projeções dos principais energéticos do setor de comércio e serviços no cenário alto de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Óleo Diesel	GLP	Eletricidade		Gases	Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	27.080,89	0,13	1.322,43	1.707,19	22.513,26	26,18	540,63	852,05
2004	28.986,20	0,13	1.465,20	1.770,09	24.112,25	28,04	528,89	782,16
2005	30.451,63	0,13	1.490,26	1.883,59	25.367,14	29,50	536,17	870,98
2006	32.352,92	0,13	1.585,03	1.982,01	26.978,42	31,37	666,62	879,09
2007	34.186,58	0,14	1.676,67	2.074,09	28.536,48	33,18	782,96	880,02
2008	35.977,26	0,14	1.766,41	2.161,40	30.061,74	34,96	911,32	874,66
2009	37.945,87	0,14	1.865,07	2.257,18	31.738,86	36,91	1.121,24	868,26
2010	40.529,86	0,14	1.994,23	2.386,86	33.934,56	39,46	1.117,56	869,42
2011	42.891,20	0,14	2.112,69	2.500,50	35.948,04	41,80	1.230,77	858,73
2012	45.773,37	0,15	2.257,09	2.641,39	38.402,48	44,65	1.364,80	850,97
2013	49.048,61	0,15	2.421,20	2.801,32	41.191,93	47,90	1.517,45	841,72
2014	52.799,22	0,15	2.609,14	2.984,23	44.386,55	51,61	1.692,70	830,57
2015	56.550,10	0,15	2.797,50	3.162,71	47.587,77	55,33	1.876,36	808,70
2016	60.081,56	0,15	2.975,38	3.324,61	50.610,53	58,85	2.060,90	773,28
2017	64.579,12	0,15	3.201,54	3.535,20	54.453,90	63,32	2.287,59	738,80
2018	69.804,19	0,16	3.464,28	3.779,85	58.918,97	68,51	2.550,96	698,75
2019	75.614,21	0,16	3.756,64	4.049,64	63.887,14	74,29	2.848,07	648,77
2020	81.460,28	0,16	4.051,40	4.314,45	68.895,66	80,11	3.159,61	582,43
2021	87.560,11	0,16	4.359,42	4.585,62	74.128,92	86,20	3.494,39	500,82
2022	95.383,40	0,16	4.753,99	4.938,80	80.833,10	93,99	3.913,57	409,16
2023	103.862,75	0,17	5.182,11	5.316,28	88.107,09	102,45	4.377,94	296,99
2024	114.024,18	0,17	5.695,16	5.768,81	96.823,81	112,59	4.934,12	162,98
2025	127.891,05	0,17	6.394,55	6.394,57	108.707,40	126,40	5.677,58	-0,10

Tabela A.19 – Projeções dos principais energéticos do setor industrial no cenário alto de crescimento da economia

ANO	Total	Int. Energética	Gas Natural	Bagaço de Cana	Eletricidade		Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/ R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	220.486,28	1,33	23.438,44	75.637,60	42.333,77	49,23	79.076,47
2004	231.392,60	1,35	26.129,45	83.735,78	46.062,21	53,56	75.465,16
2005	238.343,29	1,36	27.583,33	82.347,18	46.585,85	54,17	81.826,93
2006	248.274,49	1,37	29.902,90	86.082,54	48.955,79	56,93	83.333,26
2007	257.211,30	1,39	32.191,63	89.496,24	51.162,24	59,49	84.361,19
2008	265.378,19	1,40	34.464,63	92.662,99	53.245,09	61,91	85.005,48
2009	274.402,97	1,42	36.930,07	96.150,36	55.529,75	64,57	85.792,79
2010	287.321,72	1,43	40.023,00	101.029,05	58.640,32	68,19	87.629,34
2011	298.064,39	1,45	42.924,34	105.171,57	61.347,64	71,33	88.620,84
2012	311.802,92	1,46	46.372,51	110.401,16	64.713,85	75,25	90.315,40
2013	327.486,76	1,48	50.248,67	116.355,58	68.534,62	79,69	92.347,89
2014	345.514,38	1,49	54.643,36	123.184,04	72.904,11	84,77	94.782,88
2015	362.671,08	1,51	59.066,15	129.745,09	77.150,60	89,71	96.709,24
2016	377.596,90	1,52	63.276,82	135.547,36	80.977,94	94,16	97.794,78
2017	397.695,82	1,54	68.519,49	143.249,54	85.975,17	99,97	99.951,63
2018	421.185,66	1,55	74.551,83	152.226,52	91.780,74	106,72	102.626,57
2019	446.979,36	1,57	81.224,27	162.096,55	98.173,48	114,16	105.485,07
2020	471.713,13	1,58	87.942,25	171.644,09	104.420,68	121,42	107.706,11
2021	496.637,64	1,60	94.929,86	181.321,87	110.795,88	128,83	109.590,03
2022	529.856,02	1,61	103.776,86	194.098,96	119.121,80	138,51	112.858,40
2023	564.994,44	1,63	113.322,11	207.663,15	127.997,44	148,83	116.011,74
2024	607.330,61	1,64	124.676,21	223.967,77	138.637,52	161,21	120.049,11
2025	666.889,36	1,66	140.046,13	246.748,46	153.385,05	178,35	126.709,71

Tabela A.20 – Projeções dos principais energéticos do setor residencial no cenário alto de crescimento da economia

ANO	Total	Lenha	GLP	Eletricidade		GN	Outros
	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]
2003	40.280,35	3.534,67	15.306,85	20.555,66	23,90	764,74	90,55
2004	42.268,30	3.646,36	15.795,09	21.825,97	25,38	883,41	93,31
2005	43.543,89	3.513,22	16.341,15	22.576,11	26,25	989,08	101,82
2006	45.375,41	3.500,62	16.921,22	23.710,67	27,57	1.115,27	263,38
2007	47.037,92	3.462,64	17.430,00	24.771,16	28,80	1.243,83	177,28
2008	48.573,40	3.404,01	17.884,14	25.777,79	29,97	1.374,99	142,81
2009	50.280,91	3.345,97	18.393,96	26.888,94	31,27	1.517,06	139,74
2010	52.719,35	3.321,92	19.161,38	28.407,87	33,03	1.688,92	150,53
2011	54.777,93	3.258,04	19.780,09	29.740,45	34,58	1.856,99	154,07
2012	57.408,58	3.211,61	20.594,29	31.402,73	36,51	2.053,19	159,02
2013	60.422,57	3.166,68	21.532,67	33.297,71	38,72	2.273,63	164,78
2014	63.898,23	3.123,01	22.620,23	35.473,57	41,25	2.523,54	171,53
2015	67.245,32	3.048,94	23.646,15	37.605,86	43,73	2.781,10	177,64
2016	70.212,44	2.935,33	24.523,52	39.551,40	45,99	3.034,71	182,48
2017	74.179,53	2.839,01	25.733,77	42.088,51	48,94	3.344,46	189,62
2018	78.825,38	2.738,24	27.159,13	45.045,84	52,38	3.700,88	198,13
2019	83.956,15	2.619,75	28.728,45	48.320,15	56,19	4.098,29	207,44
2020	88.946,70	2.461,13	30.225,87	51.555,01	59,95	4.507,73	215,97
2021	94.035,97	2.269,61	31.733,01	54.888,18	63,82	4.940,96	224,31
2022	100.770,13	2.076,00	33.767,27	59.229,67	68,87	5.482,66	236,07
2023	107.958,35	1.842,54	35.920,77	63.894,79	74,30	6.075,02	248,29
2024	116.626,06	1.578,30	38.529,05	69.500,18	80,81	6.780,19	263,25
2025	128.737,34	1.287,23	42.225,85	77.242,38	89,82	7.724,30	285,08

**(ii) Anexo B**

**(Tabelas das Projeções para a Indústria de Papel e Celulose)**

Tabela B.1 – Valores históricos e projeções dos consumos dos principais energéticos da indústria de papel e celulose no cenário baixo de crescimento da economia

ANO	SEG. P&C	Total	Int. Energética	Lixívia	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	VA [R\$ milhões]	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
1985	4.773,01	9.880	2,070	2.562,59	1.439,72	2.681,41	3,12	3.196,28
1986	5.240,11	9.286	1,772	2.132,81	2.051,70	2.079,87	2,42	3.021,62
1987	5.263,47	10.169	1,932	2.423,21	2.637,00	1.981,50	2,30	3.127,29
1988	5.085,31	10.288	2,023	2.535,90	2.482,30	2.116,57	2,46	3.153,23
1989	5.189,75	10.444	2,012	2.630,22	2.285,13	2.237,74	2,60	3.290,91
1990	4.617,82	10.206	2,210	2.550,38	2.179,61	2.186,81	2,54	3.289,21
1991	4.489,04	10.162	2,264	2.622,84	2.199,99	2.099,64	2,44	3.239,52
1992	4.261,14	10.394	2,439	2.739,20	2.270,06	2.078,46	2,42	3.306,28
1993	4.624,13	10.387	2,246	2.935,67	2.080,78	2.037,77	2,37	3.332,78
1994	5.016,69	10.977	2,188	3.359,83	2.240,95	2.108,29	2,45	3.267,93
1995	5.163,67	10.988	2,128	3.307,58	2.768,41	1.806,90	2,10	3.105,12
1996	5.113,48	10.629	2,079	3.118,74	3.236,00	1.633,15	1,90	2.641,11
1997	5.393,69	10.929	2,026	3.297,53	3.080,04	1.957,43	2,28	2.594,00
1998	5.272,03	12.547	2,380	3.969,53	4.216,21	2.119,40	2,46	2.241,87
1999	5.079,85	12.719	2,504	3.609,54	3.225,38	2.166,29	2,52	3.717,79
2000	5.360,80	17.065	3,183	5.207,51	4.137,27	2.785,85	3,24	4.934,37
2001	5.453,79	13.377	2,453	3.999,86	3.098,35	2.078,21	2,42	4.200,57
2002	5.437,13	13.398	2,464	4.079,74	2.654,64	2.016,51	2,34	4.647,11
2003	5.466,34	13.537	2,476	4.212,53	2.523,99	2.191,32	2,55	4.609,47
2004	5.734,68	14.273	2,489	4.378,73	2.264,61	2.722,25	3,17	4.918,46
2005	5.906,81	14.775	2,501	4.527,89	2.293,27	2.824,36	3,28	5.129,26
2006	6.104,61	15.346	2,514	4.697,91	2.330,13	2.940,17	3,42	5.377,69
2007	6.237,24	15.758	2,526	4.818,84	2.340,64	3.025,90	3,52	5.572,32
2008	6.350,74	16.125	2,539	4.925,81	2.343,07	3.103,38	3,61	5.752,41
2009	6.478,27	16.531	2,552	5.044,47	2.349,85	3.188,72	3,71	5.947,67
2010	6.643,08	17.036	2,564	5.193,13	2.369,02	3.293,63	3,83	6.180,23
2011	6.827,37	17.596	2,577	5.358,18	2.393,72	3.409,62	3,96	6.434,65
2012	7.048,52	18.257	2,590	5.553,47	2.429,61	3.545,67	4,12	6.728,21
2013	7.293,17	18.985	2,603	5.768,81	2.471,58	3.695,42	4,30	7.049,29
2014	7.574,76	19.817	2,616	6.015,09	2.523,75	3.866,02	4,50	7.411,84
2015	7.765,47	20.417	2,629	6.190,77	2.543,69	3.992,19	4,64	7.690,57
2016	7.969,47	21.058	2,642	6.378,37	2.566,52	4.126,86	4,80	7.986,59
2017	8.226,07	21.845	2,656	6.609,61	2.604,52	4.290,73	4,99	8.340,20
2018	8.522,36	22.745	2,669	6.874,59	2.652,86	4.477,61	5,21	8.739,99
2019	8.862,84	23.772	2,682	7.177,34	2.712,36	4.690,37	5,45	9.191,96
2020	9.069,45	24.448	2,696	7.373,52	2.728,81	4.834,62	5,62	9.510,87
2021	9.275,55	25.128	2,709	7.570,71	2.743,80	4.980,45	5,79	9.833,44
2022	9.557,56	26.022	2,723	7.831,54	2.779,57	5.169,20	6,01	10.241,52
2023	9.863,82	26.990	2,736	8.114,26	2.820,30	5.373,65	6,25	10.681,76
2024	10.215,54	28.092	2,750	8.436,62	2.871,65	5.605,74	6,52	11.178,11
2025	10.615,07	29.337	2,764	8.801,03	2.933,68	5.867,35	6,82	11.734,71

Tabela B.2 – Valores históricos e projeções dos consumos dos principais energéticos da indústria de papel e celulose no cenário médio de crescimento da economia

ANO	SEG. P&C	Total	Int. Energética	Lixívia	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	VA [R\$ milhões]	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
1985	4.473,26	9.880	2,070	2.562,59	1.439,72	2.681,41	3,12	3.196,28
1986	4.911,02	9.286	1,772	2.132,81	2.051,70	2.079,87	2,42	3.021,62
1987	4.932,92	10.169	1,932	2.423,21	2.637,00	1.981,50	2,30	3.127,29
1988	4.765,94	10.288	2,023	2.535,90	2.482,30	2.116,57	2,46	3.153,23
1989	5.189,75	10.444	2,012	2.630,22	2.285,13	2.237,74	2,60	3.290,91
1990	4.617,82	10.206	2,210	2.550,38	2.179,61	2.186,81	2,54	3.289,21
1991	4.489,04	10.162	2,264	2.622,84	2.199,99	2.099,64	2,44	3.239,52
1992	4.261,14	10.394	2,439	2.739,20	2.270,06	2.078,46	2,42	3.306,28
1993	4.624,13	10.387	2,246	2.935,67	2.080,78	2.037,77	2,37	3.332,78
1994	5.016,69	10.977	2,188	3.359,83	2.240,95	2.108,29	2,45	3.267,93
1995	5.163,67	10.988	2,128	3.307,58	2.768,41	1.806,90	2,10	3.105,12
1996	5.113,48	10.629	2,079	3.118,74	3.236,00	1.633,15	1,90	2.641,11
1997	5.393,69	10.929	2,026	3.297,53	3.080,04	1.957,43	2,28	2.594,00
1998	5.272,03	12.547	2,380	3.969,53	4.216,21	2.119,40	2,46	2.241,87
1999	5.079,85	12.719	2,504	3.609,54	3.225,38	2.166,29	2,52	3.717,79
2000	5.360,80	17.065	3,183	5.207,51	4.137,27	2.785,85	3,24	4.934,37
2001	5.453,79	13.377	2,453	3.999,86	3.098,35	2.078,21	2,42	4.200,57
2002	5.437,13	13.398	2,464	4.079,74	2.654,64	2.016,51	2,34	4.647,11
2003	5.466,34	13.470	2,464	4.191,58	2.511,43	2.180,42	2,54	4.586,53
2004	5.734,68	14.131	2,464	4.335,27	2.242,13	2.695,23	3,13	4.869,64
2005	5.906,81	14.555	2,464	4.460,65	2.259,22	2.782,41	3,24	5.053,08
2006	6.141,76	15.134	2,464	4.633,13	2.298,00	2.899,63	3,37	5.303,54
2007	6.341,83	15.627	2,464	4.778,97	2.321,27	3.000,86	3,49	5.526,21
2008	6.517,66	16.061	2,464	4.906,24	2.333,76	3.091,05	3,59	5.729,56
2009	6.710,09	16.535	2,464	5.045,71	2.350,42	3.189,50	3,71	5.949,13
2010	6.961,77	17.155	2,464	5.229,39	2.385,56	3.316,62	3,86	6.223,37
2011	7.179,35	17.691	2,464	5.387,08	2.406,63	3.428,02	3,99	6.469,37
2012	7.458,77	18.380	2,464	5.590,79	2.445,93	3.569,49	4,15	6.773,42
2013	7.774,33	19.157	2,464	5.821,12	2.493,99	3.728,93	4,34	7.113,21
2014	8.133,21	20.042	2,464	6.083,35	2.552,39	3.909,90	4,55	7.495,96
2015	8.408,77	20.721	2,464	6.282,76	2.581,49	4.051,51	4,71	7.804,85
2016	8.688,50	21.410	2,464	6.484,85	2.609,37	4.195,76	4,88	8.119,92
2017	9.050,23	22.301	2,464	6.747,65	2.658,91	4.380,34	5,09	8.514,39
2018	9.473,35	23.344	2,464	7.055,60	2.722,71	4.595,50	5,34	8.970,11
2019	9.965,96	24.558	2,464	7.414,58	2.802,01	4.845,40	5,63	9.495,79
2020	10.349,27	25.502	2,464	7.691,56	2.846,51	5.043,15	5,86	9.921,09
2021	10.730,70	26.442	2,464	7.966,54	2.887,25	5.240,85	6,09	10.347,58
2022	11.236,84	27.689	2,464	8.333,42	2.957,70	5.500,47	6,40	10.897,85
2023	11.783,80	29.037	2,464	8.729,75	3.034,23	5.781,26	6,72	11.492,00
2024	12.404,07	30.566	2,464	9.179,48	3.124,50	6.099,34	7,09	12.162,36
2025	13.109,83	32.305	2,464	9.691,44	3.230,48	6.460,96	7,51	12.921,92

Tabela B.3 – Valores históricos e projeções dos consumos dos principais energéticos da indústria de papel e celulose no cenário alto de crescimento da economia

ANO	SEG. P&C	Total	Int. Energética	Lixívia	Óleo Combustível	Eletricidade		Outros
	VA [R\$ milhões]	[10 <sup>9</sup> kcal]	10 <sup>3</sup> kcal/R\$	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> kcal]	[10 <sup>9</sup> KWh]	[10 <sup>9</sup> kcal]
1985	4.473,26	9.880	2,070	2.562,59	1.439,72	2.681,41	3,12	3.196,28
1986	4.911,02	9.286	1,772	2.132,81	2.051,70	2.079,87	2,42	3.021,62
1987	4.932,92	10.169	1,932	2.423,21	2.637,00	1.981,50	2,30	3.127,29
1988	4.765,94	10.288	2,023	2.535,90	2.482,30	2.116,57	2,46	3.153,23
1989	4.863,82	10.444	2,012	2.630,22	2.285,13	2.237,74	2,60	3.290,91
1990	4.327,81	10.206	2,210	2.550,38	2.179,61	2.186,81	2,54	3.289,21
1991	4.207,12	10.162	2,264	2.622,84	2.199,99	2.099,64	2,44	3.239,52
1992	4.265,13	10.394	2,439	2.739,20	2.270,06	2.078,46	2,42	3.306,28
1993	4.628,47	10.387	2,246	2.935,67	2.080,78	2.037,77	2,37	3.332,78
1994	5.021,39	10.977	2,188	3.359,83	2.240,95	2.108,29	2,45	3.267,93
1995	5.168,50	10.988	2,128	3.307,58	2.768,41	1.806,90	2,10	3.105,12
1996	5.118,27	10.629	2,079	3.118,74	3.236,00	1.633,15	1,90	2.641,11
1997	5.398,74	10.929	2,026	3.297,53	3.080,04	1.957,43	2,28	2.594,00
1998	5.276,97	12.547	2,380	3.969,53	4.216,21	2.119,40	2,46	2.241,87
1999	5.084,61	12.719	2,504	3.609,54	3.225,38	2.166,29	2,52	3.717,79
2000	5.365,82	17.065	3,183	5.207,51	4.137,27	2.785,85	3,24	4.934,37
2001	5.458,90	13.377	2,453	3.999,86	3.098,35	2.078,21	2,42	4.200,57
2002	5.442,23	13.398	2,464	4.079,74	2.654,64	2.016,51	2,34	4.647,11
2003	5.471,62	13.483	2,464	4.195,62	2.513,86	2.182,53	2,54	4.590,96
2004	5.741,66	14.148	2,464	4.340,55	2.244,86	2.698,51	3,14	4.875,57
2005	5.914,93	14.575	2,464	4.466,78	2.262,32	2.786,24	3,24	5.060,03
2006	6.163,72	15.188	2,464	4.649,70	2.306,22	2.910,00	3,38	5.322,51
2007	6.389,55	15.745	2,464	4.814,93	2.338,74	3.023,45	3,52	5.567,80
2008	6.598,13	16.259	2,464	4.966,81	2.362,57	3.129,21	3,64	5.800,30
2009	6.830,08	16.830	2,464	5.135,94	2.392,45	3.246,54	3,78	6.055,51
2010	7.161,31	17.647	2,464	5.379,28	2.453,94	3.411,69	3,97	6.401,76
2011	7.440,95	18.336	2,464	5.583,38	2.494,32	3.552,93	4,13	6.705,10
2012	7.798,29	19.216	2,464	5.845,28	2.557,27	3.731,98	4,34	7.081,75
2013	8.207,70	20.225	2,464	6.145,61	2.633,01	3.936,80	4,58	7.509,73
2014	8.679,83	21.389	2,464	6.492,20	2.723,93	4.172,67	4,85	7.999,75
2015	9.134,50	22.509	2,464	6.825,00	2.804,28	4.401,18	5,12	8.478,45
2016	9.537,54	23.502	2,464	7.118,56	2.864,36	4.605,77	5,36	8.913,41
2017	10.076,43	24.830	2,464	7.512,76	2.960,40	4.877,02	5,67	9.479,82
2018	10.707,51	26.385	2,464	7.974,78	3.077,41	5.194,19	6,04	10.138,71
2019	11.404,47	28.103	2,464	8.484,81	3.206,46	5.544,80	6,45	10.866,43
2020	12.082,38	29.773	2,464	8.979,60	3.323,20	5.887,69	6,85	11.582,50
2021	12.773,69	31.477	2,464	9.483,28	3.436,95	6.238,65	7,25	12.317,63
2022	13.688,45	33.731	2,464	10.151,58	3.603,00	6.700,54	7,79	13.275,50
2023	14.664,89	36.137	2,464	10.864,14	3.776,09	7.194,75	8,37	14.301,74
2024	15.842,30	39.038	2,464	11.723,90	3.990,57	7.789,98	9,06	15.533,60
2025	17.487,47	43.092	2,464	12.927,61	4.309,20	8.618,41	10,02	17.236,81

**(iii) Anexo C**

**(Tabelas das Projeções para a Região da UGRH-PCJ )**

Tabela C.1 – Valores históricos e projeções dos consumos setoriais de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário baixo de crescimento da economia

ANO	Total	IEE	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL		COMERCIAL	RURAL
	MWh	[10 <sup>9</sup> kcal/ R\$milhões]	MWh	MWh	%	MWh	MWh
1988	10.288	0,257	1.819,69	7.424,07	72,16%	749,12	295,12
1989	10.444	0,255	1.927,16	7.447,58	71,31%	778,88	290,38
1990	10.206	0,260	2.050,03	7.040,03	68,98%	825,57	290,36
1991	10.162	0,259	2.108,15	6.915,36	68,05%	839,79	298,70
1992	10.394	0,270	2.163,28	7.071,52	68,03%	861,08	298,12
1993	10.387	0,257	2.121,25	7.134,15	68,68%	868,52	263,08
1994	10.977	0,258	2.283,11	7.440,38	67,78%	944,48	309,02
1995	10.988	0,246	2.428,69	7.239,34	65,88%	1.007,81	312,16
1996	10.629	0,232	2.517,54	6.736,30	63,38%	1.062,52	312,63
1997	10.929	0,230	2.533,63	6.963,70	63,72%	1.112,50	319,17
1998	12.547	0,264	2.980,90	7.854,53	62,60%	1.360,38	351,19
1999	12.719	0,267	3.054,49	7.961,33	62,59%	1.340,93	362,25
2000	17.065	0,346	4.157,14	10.587,11	62,04%	1.834,40	486,35
2001	13.377	0,268	2.967,24	8.450,16	63,17%	1.621,50	338,10
2002	13.398	0,266	2.945,96	8.397,72	62,68%	1.716,22	338,10
2003	14.687	0,290	3.228,19	9.164,41	62,40%	1.923,95	370,45
2004	15.967	0,301	3.793,12	9.332,32	58,45%	2.212,96	628,59
2005	16.535	0,302	3.927,62	9.668,92	58,48%	2.288,69	649,88
2006	17.181	0,304	4.080,59	10.051,41	58,50%	2.374,98	674,15
2007	17.649	0,305	4.191,27	10.330,11	58,53%	2.436,48	691,36
2008	18.067	0,307	4.290,09	10.579,89	58,56%	2.490,95	706,55
2009	18.530	0,309	4.399,36	10.855,74	58,59%	2.551,34	723,40
2010	19.104	0,310	4.535,11	11.197,31	58,61%	2.626,92	744,54
2011	19.740	0,312	4.685,55	11.575,56	58,64%	2.710,82	768,00
2012	20.489	0,314	4.862,87	12.020,70	58,67%	2.810,04	795,78
2013	21.315	0,315	5.058,24	12.511,01	58,70%	2.919,45	826,40
2014	22.258	0,317	5.281,30	13.070,39	58,72%	3.044,54	861,43
2015	22.941	0,319	5.442,87	13.478,19	58,75%	3.133,93	886,31
2016	23.671	0,321	5.615,36	13.913,52	58,78%	3.229,38	912,88
2017	24.565	0,322	5.826,79	14.445,88	58,81%	3.346,97	945,66
2018	25.588	0,324	6.068,55	15.054,12	58,83%	3.481,67	983,23
2019	26.754	0,326	6.344,34	15.747,53	58,86%	3.635,55	1.026,16
2020	27.525	0,328	6.526,54	16.209,31	58,89%	3.735,48	1.053,81
2021	28.303	0,329	6.710,11	16.675,04	58,92%	3.835,96	1.081,58
2022	29.321	0,331	6.950,65	17.282,96	58,94%	3.968,72	1.118,39
2023	30.424	0,333	7.211,28	17.941,56	58,97%	4.112,61	1.158,29
2024	31.679	0,335	7.507,87	18.690,47	59,00%	4.276,63	1.203,79
2025	33.096	0,336	7.843,64	19.526,37	59,00%	4.467,90	1.257,63

Tabela C.2 – Valores históricos e projeções dos consumos setoriais de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário médio de crescimento da economia

ANO	Total	IEE	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL		COMERCIAL	RURAL
	MWh	[10 <sup>9</sup> kcal/ R\$milhões]	MWh	MWh	%	MWh	MWh
1988	10.288	0,257	1.819,69	7.424,07	72,16%	749,12	295,12
1989	10.444	0,255	1.927,16	7.447,58	71,31%	778,88	290,38
1990	10.206	0,260	2.050,03	7.040,03	68,98%	825,57	290,36
1991	10.162	0,259	2.108,15	6.915,36	68,05%	839,79	298,70
1992	10.394	0,270	2.163,28	7.071,52	68,03%	861,08	298,12
1993	10.387	0,257	2.121,25	7.134,15	68,68%	868,52	263,08
1994	10.977	0,258	2.283,11	7.440,38	67,78%	944,48	309,02
1995	10.988	0,246	2.428,69	7.239,34	65,88%	1.007,81	312,16
1996	10.629	0,232	2.517,54	6.736,30	63,38%	1.062,52	312,63
1997	10.929	0,230	2.533,63	6.963,70	63,72%	1.112,50	319,17
1998	12.547	0,264	2.980,90	7.854,53	62,60%	1.360,38	351,19
1999	12.719	0,267	3.054,49	7.961,33	62,59%	1.340,93	362,25
2000	17.065	0,346	4.157,14	10.587,11	62,04%	1.834,40	486,35
2001	13.377	0,268	2.967,24	8.450,16	63,17%	1.621,50	338,10
2002	13.398	0,266	2.945,96	8.397,72	62,68%	1.716,22	338,10
2003	14.687	0,290	3.228,19	9.164,41	62,40%	1.923,95	370,45
2004	15.967	0,301	3.793,12	9.332,32	58,45%	2.212,96	628,59
2005	16.535	0,302	3.927,62	9.668,92	58,48%	2.288,69	649,88
2006	17.286	0,304	4.105,42	10.112,56	58,50%	2.389,43	678,25
2007	17.945	0,305	4.261,55	10.503,33	58,53%	2.477,34	702,95
2008	18.542	0,307	4.402,85	10.857,97	58,56%	2.556,42	725,12
2009	19.193	0,309	4.556,78	11.244,20	58,59%	2.642,63	749,29
2010	20.020	0,310	4.752,67	11.734,48	58,61%	2.752,94	780,26
2011	20.758	0,312	4.927,10	12.172,31	58,64%	2.850,57	807,60
2012	21.682	0,314	5.145,91	12.720,35	58,67%	2.973,60	842,10
2013	22.721	0,315	5.391,96	13.336,41	58,70%	3.112,05	880,92
2014	23.899	0,317	5.670,67	14.034,02	58,72%	3.269,00	924,94
2015	24.842	0,319	5.893,76	14.594,74	58,75%	3.393,55	959,74
2016	25.807	0,321	6.122,00	15.168,84	58,78%	3.520,75	995,24
2017	27.026	0,322	6.410,57	15.893,21	58,81%	3.682,30	1.040,40
2018	28.443	0,324	6.745,73	16.733,98	58,83%	3.870,19	1.092,94
2019	30.083	0,326	7.133,99	17.707,56	58,86%	4.088,05	1.153,88
2020	31.409	0,328	7.447,52	18.496,64	58,89%	4.262,61	1.202,52
2021	32.743	0,329	7.762,80	19.291,03	58,92%	4.437,75	1.251,25
2022	34.472	0,331	8.171,89	20.319,61	58,94%	4.666,03	1.314,90
2023	36.346	0,333	8.614,94	21.433,86	58,97%	4.913,12	1.383,75
2024	38.465	0,335	9.116,32	22.694,63	59,00%	5.192,84	1.461,69
2025	40.874	0,336	9.687,06	24.115,47	59,00%	5.517,95	1.553,20

Tabela C.3 – Valores históricos e projeções dos consumos setoriais de energia elétrica na região da UGRH-PCJ, no cenário alto de crescimento da economia

ANO	Total	IEE	RESIDENCIAL	INDUSTRIAL		COMERCIAL	RURAL
	MWh	[10 <sup>9</sup> kcal/ R\$milhões]	MWh	MWh	%	MWh	MWh
1989	10.444	0,255	1.927,16	7.447,58	71,31%	778,88	290,38
1990	10.206	0,260	2.050,03	7.040,03	68,98%	825,57	290,36
1991	10.162	0,259	2.108,15	6.915,36	68,05%	839,79	298,70
1992	10.394	0,270	2.163,28	7.071,52	68,03%	861,08	298,12
1993	10.387	0,257	2.121,25	7.134,15	68,68%	868,52	263,08
1994	10.977	0,258	2.283,11	7.440,38	67,78%	944,48	309,02
1995	10.988	0,246	2.428,69	7.239,34	65,88%	1.007,81	312,16
1996	10.629	0,232	2.517,54	6.736,30	63,38%	1.062,52	312,63
1997	10.929	0,230	2.533,63	6.963,70	63,72%	1.112,50	319,17
1998	12.547	0,264	2.980,90	7.854,53	62,60%	1.360,38	351,19
1999	12.719	0,267	3.054,49	7.961,33	62,59%	1.340,93	362,25
2000	17.065	0,346	4.157,14	10.587,11	62,04%	1.834,40	486,35
2001	13.377	0,268	2.967,24	8.450,16	63,17%	1.621,50	338,10
2002	13.398	0,266	2.945,96	8.397,72	62,68%	1.716,22	338,10
2003	14.687	0,290	3.228,19	9.164,41	62,40%	1.923,95	370,45
2004	15.967	0,300	3.793,12	9.332,32	58,45%	2.212,96	628,59
2005	16.537	0,302	3.928,18	9.670,30	58,48%	2.289,02	649,97
2006	17.326	0,304	4.114,97	10.136,09	58,50%	2.394,99	679,83
2007	18.057	0,305	4.288,21	10.569,04	58,53%	2.492,84	707,35
2008	18.747	0,307	4.451,52	10.978,01	58,56%	2.584,68	733,14
2009	19.511	0,309	4.632,28	11.430,51	58,59%	2.686,42	761,70
2010	20.567	0,310	4.882,52	12.055,08	58,61%	2.828,16	801,57
2011	21.486	0,312	5.099,90	12.599,21	58,64%	2.950,54	835,92
2012	22.639	0,314	5.372,97	13.281,64	58,67%	3.104,81	879,25
2013	23.956	0,315	5.684,85	14.060,86	58,70%	3.281,10	928,78
2014	25.470	0,317	6.043,53	14.956,81	58,72%	3.483,95	985,75
2015	26.949	0,319	6.393,61	15.832,50	58,75%	3.681,35	1.041,13
2016	28.289	0,320	6.710,89	16.627,96	58,78%	3.859,42	1.090,97
2017	30.049	0,322	7.127,41	17.670,41	58,81%	4.094,06	1.156,74
2018	32.103	0,324	7.613,70	18.887,14	58,83%	4.368,16	1.233,57
2019	34.376	0,326	8.152,00	20.234,39	58,86%	4.671,40	1.318,53
2020	36.616	0,327	8.682,07	21.562,79	58,89%	4.969,21	1.401,86
2021	38.920	0,329	9.227,19	22.930,13	58,92%	5.274,89	1.487,29
2022	41.931	0,331	9.940,07	24.716,21	58,94%	5.675,63	1.599,40
2023	45.164	0,333	10.705,22	26.634,45	58,97%	6.105,21	1.719,49
2024	49.053	0,334	11.625,64	28.941,47	59,00%	6.622,20	1.864,03
2025	54.439	0,336	12.902,06	32.119,06	59,00%	7.349,28	2.068,69

**(iv) Anexo D**

**(Taxa Média de Crescimento dos VA's e PIB dos Municípios  
da UGRH-PCJ )**

Tabela D.1 – Taxas médias de crescimento dos VA's industrial, comercial/serviços, agropecuário e do PIB dos municípios da UGRH-PCJ

Tx. Média Anual de Crescimento Industrial		Tx. Média Anual de Crescimento do Comercio e Serviços		Tx. Média Anual de Crescimento Agropecuário		Tx. Média Anual de Crescimento do PIB	
22,42%	HORTOLÂNDIA	-11,83%	JAGUARIÚNA	4,59%	MONTE ALEGRE DO SUL	12,93%	JAGUARIÚNA
19,24%	JAGUARIÚNA	-3,30%	SANTA MARIA DA SERRA	4,91%	JARINU	10,97%	HORTOLÂNDIA
13,60%	RAFARD	-2,71%	HORTOLÂNDIA	7,57%	CAMPO LIMPO PAULISTA	-0,51%	RAFARD
12,38%	VARGEM	-2,02%	COSMÓPOLIS	9,74%	BOM JESUS DOS PERDÕES	0,05%	COSMÓPOLIS
11,25%	SANTA GERTRUDES	-1,54%	RAFARD	10,99%	ATIBAIA	0,72%	SANTA GERTRUDES
-8,94%	ARTUR NOGUEIRA	2,04%	HOLAMBRA	12,04%	SANTA MARIA DA SERRA	0,88%	MONTE ALEGRE DO SUL
-7,84%	MONTE ALEGRE DO SUL	2,47%	MONTE MOR	15,29%	SALTO	1,61%	MONTE MOR
-6,75%	MONTE MOR	3,02%	SANTA BÁRBARA D'OESTE	15,31%	VÁRZEA PAULISTA	3,10%	ÁGUAS DE SÃO PEDRO
-5,37%	COSMÓPOLIS	3,17%	MORUNGABA	15,95%	CABREUVA	3,10%	CAMPINAS
-5,20%	CORUMBATAÍ	3,82%	JARINU	16,39%	LIMEIRA	3,22%	ARTUR NOGUEIRA
1,01%	CAMPINAS	3,88%	SALTINHO	16,91%	MORUNGABA	3,86%	MORUNGABA
1,45%	MORUNGABA	4,01%	ATIBAIA	16,95%	HORTOLÂNDIA	4,17%	VARGEM
1,82%	BOM JESUS DOS PERDÕES	4,23%	ARTUR NOGUEIRA	17,01%	INDAIATUBA	4,17%	SALTO
2,50%	IPEUNA	4,26%	SANTA GERTRUDES	17,19%	SÃO PEDRO	4,37%	BOM JESUS DOS PERDÕES
2,63%	SALTINHO	4,28%	SALTO	19,48%	VINHEDO	4,60%	PEDREIRA
2,76%	SALTO	4,57%	RIO CLARO	20,44%	ITATIBA	4,83%	SANTA MARIA DA SERRA
3,32%	PEDREIRA	4,58%	PEDREIRA	22,03%	ITUPEVA	5,05%	JARINU
3,80%	ANALÂNDIA	4,74%	SÃO PEDRO	23,01%	ARTUR NOGUEIRA	5,47%	BRAGANÇA PAULISTA
3,99%	SÃO PEDRO	4,80%	VARGEM	23,70%	AMPARO	6,82%	AMPARO
4,24%	BRAGANÇA PAULISTA	4,92%	VÁRZEA PAULISTA	24,07%	VALINHOS	6,97%	SÃO PEDRO
4,41%	PINHALZINHO	5,01%	CAMPINAS	25,13%	PEDREIRA	7,09%	VÁRZEA PAULISTA
4,44%	JOANOPOLIS	5,04%	BRAGANÇA PAULISTA	25,65%	VARGEM	7,83%	SALTINHO
4,52%	CHARQUEADA	5,15%	CABREUVA	25,97%	BRAGANÇA PAULISTA	8,07%	VALINHOS
4,87%	JARINU	5,17%	NOVA ODESSA	27,48%	NAZARÉ PAULISTA	8,09%	PIRACAIA
5,24%	AMPARO	5,20%	PIRACAIA	28,24%	JOANOPOLIS	8,70%	NOVA ODESSA
5,54%	ÁGUAS DE SÃO PEDRO	5,28%	AMPARO	29,25%	TUIUTI	8,89%	JOANOPOLIS
6,71%	MOMBUCA	5,36%	JOANOPOLIS	29,93%	PIRACAIA	9,36%	SANTA BÁRBARA D'OESTE
6,82%	PEDRA BELA	5,54%	INDAIATUBA	30,64%	CAMPINAS	9,94%	SUMARÉ
7,75%	VALINHOS	5,60%	NAZARÉ PAULISTA	30,75%	SUMARÉ	10,28%	RIO CLARO
8,30%	NOVA ODESSA	5,63%	SUMARÉ	32,00%	HOLAMBRA	11,04%	JUNDIAÍ
9,49%	SUMARÉ	5,80%	ÁGUAS DE SÃO PEDRO	33,49%	LOUVEIRA	11,05%	ATIBAIA
10,04%	PIRACAIA	5,86%	BOM JESUS DOS PERDÕES	33,91%	CORUMBATAÍ	11,38%	LIMEIRA
10,30%	VÁRZEA PAULISTA	5,92%	PIRACICABA	33,95%	RIO CLARO	11,67%	AMERICANA

11,94%	RIO CLARO	6,01%	LIMEIRA	34,44%	ANALÂNDIA	11,84%	PIRACICABA
11,98%	SANTO ANTONIO DE POSSE	6,27%	CAMPO LIMPO PAULISTA	36,32%	MOMBUCA	12,71%	CHARQUEADA
12,11%	CORDEIRÓPOLIS	6,39%	MONTE ALEGRE DO SUL	36,55%	PAULÍNIA	13,89%	INDAIATUBA
12,29%	JUNDIAÍ	6,77%	ITATIBA	38,64%	SALTINHO	13,94%	PAULÍNIA
14,01%	SANTA BÁRBARA D'OESTE	7,18%	CAPIVARI	38,66%	RAFARD	14,59%	IPEUNA
14,41%	HOLAMBRA	7,27%	CHARQUEADA	39,75%	JUNDIAÍ	14,86%	NAZARÉ PAULISTA
14,75%	LOUVEIRA	7,50%	VALINHOS	39,85%	PEDRA BELA	14,90%	ITATIBA
14,88%	LIMEIRA	7,55%	AMERICANA	39,88%	JAGUARIÚNA	15,00%	CAMPO LIMPO PAULISTA
15,61%	PIRACICABA	7,68%	IPEUNA	40,51%	IPEUNA	16,06%	CAPIVARI
16,89%	AMERICANA	7,92%	MOMBUCA	40,51%	CORDEIRÓPOLIS	16,08%	HOLAMBRA
18,33%	INDAIATUBA	8,67%	SANTO ANTONIO DE POSSE	42,01%	PIRACICABA	16,89%	CABREUVA
18,67%	SANTA MARIA DA SERRA	8,80%	PEDRA BELA	42,26%	CHARQUEADA	18,77%	SANTO ANTONIO DE POSSE
20,25%	CAPIVARI	9,11%	JUNDIAÍ	43,32%	CAPIVARI	19,13%	CORUMBATAÍ
20,95%	ATIBAIA	9,51%	PINHALZINHO	45,15%	MONTE MOR	19,55%	PEDRA BELA
21,20%	ITATIBA	9,65%	CORUMBATAÍ	46,03%	IRACEMAPOLIS	19,84%	MOMBUCA
21,37%	VINHEDO	10,21%	PAULÍNIA	46,44%	RIO DAS PEDRAS	19,94%	VINHEDO
21,91%	PAULÍNIA	10,81%	TUIUTI	46,45%	NOVA ODESSA	20,06%	PINHALZINHO
22,41%	CAMPO LIMPO PAULISTA	12,35%	IRACEMAPOLIS	47,39%	SANTA BÁRBARA D'OESTE	21,66%	IRACEMAPOLIS
24,51%	IRACEMAPOLIS	14,16%	ITUPEVA	51,06%	PINHALZINHO	23,92%	LOUVEIRA
27,32%	CABREUVA	14,23%	ANALÂNDIA	51,66%	SANTA GERTRUDES	24,67%	ITUPEVA
29,31%	ITUPEVA	14,82%	RIO DAS PEDRAS	51,82%	SANTO ANTONIO DE POSSE	24,90%	ANALÂNDIA
31,93%	NAZARÉ PAULISTA	14,93%	VINHEDO	52,87%	AMERICANA	25,62%	RIO DAS PEDRAS
33,24%	RIO DAS PEDRAS	21,70%	ELIAS FAUSTO	53,47%	ELIAS FAUSTO	29,90%	TUIUTI
54,40%	ELIAS FAUSTO	37,48%	LOUVEIRA	83,40%	COSMÓPOLIS	40,00%	ELIAS FAUSTO
69,94%	TUIUTI	119,27%	CORDEIRÓPOLIS		ÁGUAS DE SÃO PEDRO	76,27%	CORDEIRÓPOLIS

**(v) Anexo E**

**(Energias Economizadas com as Medidas de Eficiência Energética no Setor Residencial da Região da UGRH-PCJ)**

Tabela E.1 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções de substituição de geladeiras de uma porta

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	25,43	50,85	363,25
2004	51,70	103,39	738,53
2005	77,42	154,83	1.105,95
2006	103,43	206,87	1.477,64
2007	128,12	256,24	1.830,31
2008	151,88	303,75	2.169,67
2009	175,42	350,84	2.506,02
2010	199,60	399,20	2.851,41
2011	224,14	448,28	3.202,00
2012	249,81	499,62	3.568,69
2013	276,35	552,70	3.947,83
2014	304,43	608,87	4.349,05
2015	328,82	657,65	4.697,50
2016	353,57	707,13	5.050,94
2017	380,55	761,11	5.436,47
2018	409,43	818,87	5.849,04
2019	440,61	881,21	6.294,36
2020	465,06	930,12	6.643,71
2021	489,23	978,47	6.989,04
2022	517,28	1.034,56	7.389,72
2023	546,62	1.093,23	7.808,82
2024	578,52	1.157,04	8.264,60
2025	613,27	1.226,53	8.760,96

Tabela E.2 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções de substituição das demais geladeiras

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	9,40	18,81	134,35
2004	19,12	38,24	273,15
2005	28,63	57,27	409,05
2006	38,26	76,51	546,52
2007	47,39	94,78	676,96
2008	56,17	112,35	802,48
2009	64,88	129,76	926,89
2010	73,82	147,65	1.054,63
2011	82,90	165,80	1.184,30
2012	92,39	184,79	1.319,93
2013	102,21	204,42	1.460,16
2014	112,60	225,20	1.608,55
2015	121,62	243,24	1.737,43
2016	130,77	261,54	1.868,16
2017	140,75	281,50	2.010,75
2018	151,43	302,87	2.163,34
2019	162,96	325,93	2.328,05
2020	172,01	344,02	2.457,26
2021	180,95	361,90	2.584,99
2022	191,32	382,65	2.733,18
2023	202,17	404,35	2.888,19
2024	213,97	427,95	3.056,77
2025	226,82	453,65	3.240,35

Tabela E.3 – Energia economizada acumulada durante o período de análise, com as três opções de substituição de freezer's

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	10,63	21,26	151,84
2004	21,61	43,22	308,71
2005	32,36	64,72	462,30
2006	43,24	86,47	617,67
2007	53,56	107,11	765,09
2008	63,49	126,97	906,95
2009	73,33	146,66	1.047,55
2010	83,43	166,87	1.191,92
2011	93,69	187,39	1.338,48
2012	104,42	208,85	1.491,76
2013	115,52	231,03	1.650,25
2014	127,26	254,51	1.817,96
2015	137,45	274,91	1.963,62
2016	147,80	295,59	2.111,36
2017	159,08	318,15	2.272,51
2018	171,15	342,30	2.444,98
2019	184,18	368,36	2.631,12
2020	194,40	388,80	2.777,16
2021	204,51	409,01	2.921,51
2022	216,23	432,46	3.089,00
2023	228,49	456,99	3.264,19
2024	241,83	483,66	3.454,71
2025	256,35	512,71	3.662,19

Tabela E.4 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções de substituição de lâmpadas LFC

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	49,0	147,1	245,2
2004	95,5	286,6	477,7
2005	137,4	412,1	686,8
2006	176,5	529,4	882,4
2007	210,5	631,6	1.052,6
2008	240,7	722,2	1.203,7
2009	268,6	805,9	1.343,2
2010	295,8	887,3	1.478,8
2011	321,9	965,6	1.609,3
2012	348,1	1.044,4	1.740,6
2013	374,3	1.122,8	1.871,4
2014	401,3	1.203,8	2.006,4
2015	422,4	1.267,2	2.112,0
2016	443,2	1.329,6	2.215,9
2017	466,1	1.398,2	2.330,3
2018	490,5	1.471,6	2.452,6
2019	517,0	1.550,9	2.584,9
2020	535,0	1.605,1	2.675,1
2021	552,4	1.657,3	2.762,2
2022	573,9	1.721,8	2.869,6
2023	596,5	1.789,4	2.982,4
2024	621,5	1.864,4	3.107,4
2025	649,1	1.947,4	3.245,7

Tabela E.5 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções de substituição de aparelhos de ar condicionado

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	26,90	53,80	67,58
2004	53,63	107,26	134,75
2005	78,80	157,60	197,99
2006	103,37	206,73	259,71
2007	125,77	251,55	316,02
2008	146,54	293,09	368,20
2009	166,46	332,92	418,24
2010	186,37	372,74	468,26
2011	206,05	412,09	517,70
2012	226,21	452,43	568,38
2013	246,64	493,29	619,71
2014	267,94	535,87	673,21
2015	285,53	571,07	717,42
2016	303,07	606,13	761,48
2017	322,16	644,33	809,45
2018	342,49	684,98	860,53
2019	364,36	728,71	915,47
2020	380,36	760,73	955,69
2021	395,93	791,86	994,79
2022	414,41	828,82	1.041,23
2023	433,69	867,38	1.089,67
2024	454,77	909,53	1.142,63
2025	477,82	955,65	1.200,56

Tabela E.7 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções de substituição de chuveiro

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	944,19	1.274,65	1.416,28
2004	990,79	1.337,56	1.486,18
2005	1.020,69	1.377,93	1.531,03
2006	1.055,05	1.424,32	1.582,58
2007	1.078,10	1.455,43	1.617,15
2008	1.097,82	1.482,06	1.646,74
2009	1.119,99	1.511,99	1.679,99
2010	1.148,64	1.550,67	1.722,96
2011	1.180,69	1.593,93	1.771,03
2012	1.219,14	1.645,85	1.828,72
2013	1.261,70	1.703,30	1.892,55
2014	1.310,69	1.769,43	1.966,04
2015	1.343,88	1.814,24	2.015,82
2016	1.379,39	1.862,17	2.069,08
2017	1.424,06	1.922,47	2.136,08
2018	1.475,65	1.992,12	2.213,47
2019	1.534,95	2.072,18	2.302,42
2020	1.570,94	2.120,77	2.356,41
2021	1.606,85	2.169,24	2.410,27
2022	1.655,99	2.235,59	2.483,99
2023	1.709,37	2.307,66	2.564,06
2024	1.770,69	2.390,44	2.656,04
2025	1.840,36	2.484,49	2.760,55

Tabela E.8 – Energia economizada acumulada durante o período de projeção, com as três opções envolvendo as substituições de todos os equipamentos analisados

<b>ANO</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 1 (TENDÊNCIAL) (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 2 (kWh)</b>	<b>ECONOMIA PROPICIADA COM A OPÇÃO 3 (kWh)</b>
2003	1.066	1.566	2.378
2004	1.232	1.916	3.419
2005	1.375	2.224	4.393
2006	1.520	2.530	5.366
2007	1.643	2.797	6.258
2008	1.757	3.040	7.098
2009	1.869	3.278	7.922
2010	1.988	3.524	8.768
2011	2.109	3.773	9.623
2012	2.240	4.036	10.518
2013	2.377	4.308	11.442
2014	2.524	4.598	12.421
2015	2.640	4.828	13.244
2016	2.758	5.062	14.077
2017	2.893	5.326	14.996
2018	3.041	5.613	15.984
2019	3.204	5.927	17.056
2020	3.318	6.150	17.865
2021	3.430	6.368	18.663
2022	3.569	6.636	19.607
2023	3.717	6.919	20.597
2024	3.881	7.233	21.682
2025	4.064	7.580	22.870