

ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS



PEA
TF2004
F41C

PROJETO DE FORMATURA / 2004

CUSTOS ASSOCIADOS À UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO

ALUNO: Marcos Maurício Ferro Ferreira
ORIENTADOR: Marco Antonio Saidel
COORDENADOR: Marco Antonio Saidel

SYSNO: 1419194
M2004V

**ESCOLA POLITÉCNICA
DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE ENERGIA E
AUTOMAÇÃO ELÉTRICAS**



**CUSTOS ASSOCIADOS À UTILIZAÇÃO
DO CHUVEIRO ELÉTRICO**

Marcos Maurício Ferro Ferreira

PROJETO DE FORMATURA/2004

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão da minha vida.

Aos meus pais, que mesmo nos momentos mais difíceis me sustentaram em todos os aspectos.

Ao orientador Marco Antonio Saidel, que acreditou neste trabalho.

Aos amigos, pelas orações e cuidado.

A todos que, direta ou indiretamente, colaboraram para que este sonho fosse possível.

ABSTRACT

This work proposes a model for the analysis of the impact of electric shower on Brazilian society. This model allows evaluating the costs concerning technical-economic factors of the equipment, based in which the analysis of costs concerning other relevant factors is done.

RESUMO

Este trabalho propõe um modelo para análise do impacto do chuveiro elétrico na sociedade brasileira. Este modelo possibilita estimar os valores dos custos relativos aos fatores técnico-econômicos do aparelho, baseados nos quais faz-se uma análise dos custos referentes a outros fatores relevantes.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	1
2 ASPECTOS GERAIS	2
2.1 A oferta de energia	2
2.2 O panorama da eletricidade no Brasil	4
2.3 O perfil do consumidor residencial brasileiro	9
3 MOTIVAÇÃO	12
4 METODOLOGIA	13
5 ANÁLISE DO CHUVEIRO ELÉTRICO	14
5.1 O chuveiro elétrico automático: uma peculiaridade brasileira	14
5.2 Análise do equipamento	14
5.3 Análise das variáveis e definição de valores padrão	17
6 ESTIMATIVAS DE CONSUMO E DEMANDA DO CHUVEIRO ELÉTRICO	23
6.1 Análise de demanda	23
6.2 Consumo de energia	25
6.3 Estimativa da demanda máxima do chuveiro elétrico	26
6.4 Investimento na geração por cada novo chuveiro elétrico adicionado à rede.....	29
6.4.1 Caminhos para a análise	29
6.4.2 Tentativa pelo método das Leis de Quantidade de Obras (LQO)...	31
6.4.3 Tentativa pelo método do Custo Incremental Médio de Longo Prazo (CIMLP)	37
6.4.4 Projeção simplificada para a demanda e o consumo do chuveiro elétrico	41
6.4.4.1 Aproximação “A”	42

6.4.4.2 Aproximação “B”	43
6.4.4.3 Aproximação “C”	44
6.4.4.4 Comparação entre as aproximações	46
6.4.5 Cálculo do custo do chuveiro elétrico no horário de ponta	46
6.5 Cálculo do custo de geração da energia consumida pelo chuveiro elétrico.....	46
7. PROJEÇÃO PROPORCIONAL DOS CUSTOS COMPLETOS DO CHUVEIRO ELÉTRICO EM UM CENÁRIO MODELADO.....	49
7.1 Ferramentas de análise	49
7.2 Aspectos abordados na análise	50
7.2.1 Fator Técnico-Econômico	50
7.2.2 Fator Ambiental	51
7.2.3 Fator Social	52
7.2.4 Fator Político	53
7.3 Considerações acerca do modelo de avaliação das UHEs e UTEs (Gás). 54	
7.4 Projeção dos custos relativos ao chuveiro elétrico	55
7.4.1 Proporção de usinas por faixa de potência	55
7.4.2 Metodologia de monetarização dos fatores de análise por proporcionalidade ao custo unitário de geração	56
7.4.3 Monetarização dos fatores de análise tendo como base o custo unitário de geração	60
7.4.3.1 Análise qualitativa	60
7.4.3.2 Análise dos custos referentes ao chuveiro	61
8 CONCLUSÃO	63
LISTA DE REFERÊNCIAS	66
ANEXO I – USINAS DO SISTEMA INTERLIGADO	
ANEXO II - TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA	

1. INTRODUÇÃO

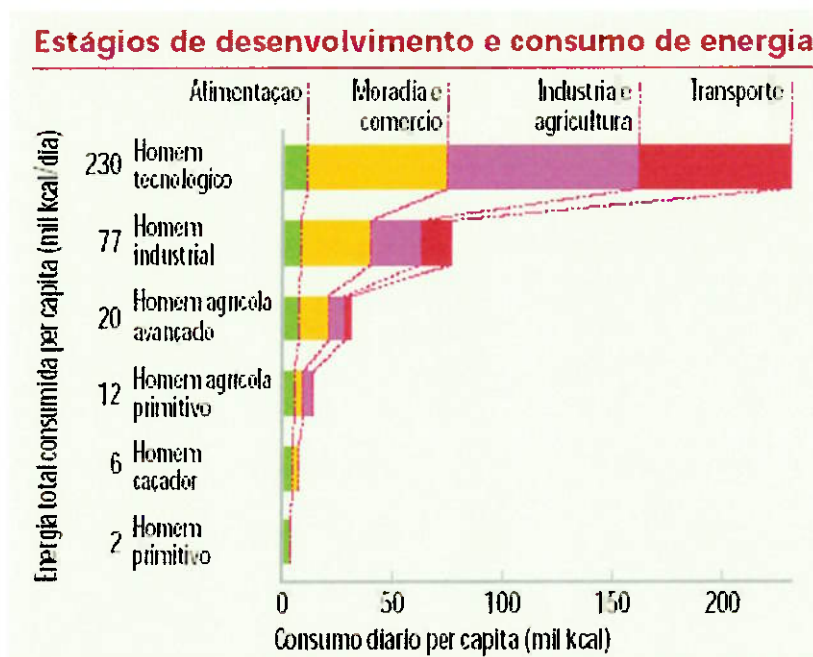
Ao discutir a importância da energia para a sociedade, comumente lembra-se da energia elétrica e suas diversas finalidades. Embora seja utilizada em todas as esferas sociais, o cidadão comum avalia a energia do ponto de vista do consumidor final, predominantemente como fonte de conforto e comodidade materializados através de bens de consumo, tipicamente os eletrodomésticos presentes nas residências. No entanto, essa visão desconsidera a estrutura, tecnologia, manutenção e todos os demais custos inerentes relacionados à disponibilidade de energia elétrica para o consumo. Com a demanda crescente e a necessidade de expansão da capacidade de geração, a identificação e análise dos pontos do sistema que permitem melhora de eficiência torna-se um ponto crucial para o estudo do melhor caminho a ser tomado.

Nas inúmeras discussões acerca do setor elétrico nos últimos anos, uma das medidas relacionadas para melhoria da eficiência no uso final de eletricidade é a atenuação do pico de demanda no horário de ponta do sistema. Dentre os aparelhos elétricos, um foi apontado como sendo responsável por grande parcela na elevação do pico de demanda: o chuveiro elétrico. Para verificar a veracidade dessa afirmação, este trabalho analisa a estrutura do sistema elétrico brasileiro, procurando identificar a relevância do chuveiro elétrico neste contexto e os custos arcados pela sociedade ao utilizar o aparelho, de forma que seu impacto possa ser avaliado não somente financeiramente, mas pelo consumo de outros recursos que, embora sejam de suma importância, não são comumente valorados.

2. ASPECTOS GERAIS

2.1 A oferta de energia

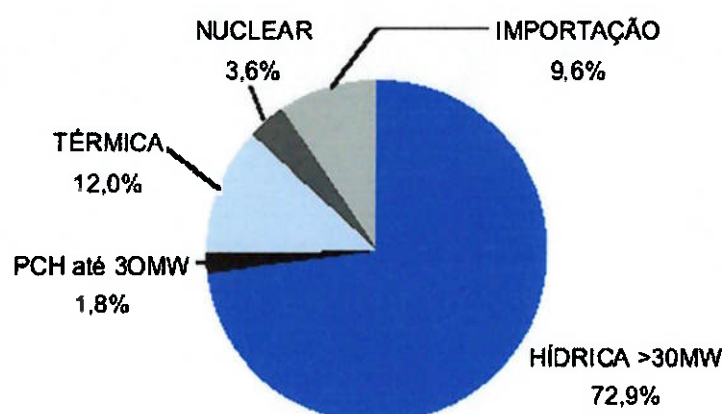
Energia; esta pequena palavra, muito ouvida na sociedade atual, encerra conceitos e valores que transcendem o entendimento do homem comum. A área energética está, e sempre esteve, associada ao desenvolvimento econômico e social; a utilização de energia, bem como do conhecimento e desenvolvimento da tecnologia agregados à mesma, ajuda a traçar um perfil do homem ao longo de sua história, além de vislumbrar o ser humano do amanhã. A Fig.1 mostra o consumo *per capita* de energia ao longo do tempo; percebe-se que a divisão temporal é feita do ponto de vista tecnológico. Uma análise preliminar nos leva a concluir que a energia torna-se cada vez mais importante com o decorrer do tempo. É possível aprofundar essa análise; ainda na Fig.1, nota-se que o homem expande o uso da energia conforme avança tecnologicamente. Logo, a energia não só cresce em importância ao longo do tempo, mas também cresce o número de áreas de aplicação da mesma.



Fonte: BRUNORO; PIQUEIRA (2001)

Figura 1 – Consumo *per capita* de energia

Existem vários tipos de energia, com fontes renováveis ou não, variando em utilização e tecnologia associada à sua obtenção. Mas a obtenção de energia não depende somente da tecnologia necessária, mas também de outros fatores como geografia, clima e recursos energéticos naturais. É natural, portanto, que as fontes energéticas de cada país estejam atreladas a esses fatores. A Fig.2 mostra o suprimento atual de energia no Brasil. É perceptível a importância da energia elétrica/hidráulica.



Notas: (i) inclui autoprodutores e,
(ii) a importação inclui a parcela paraguaia de Itaipu

Fonte: BRASIL (2003)

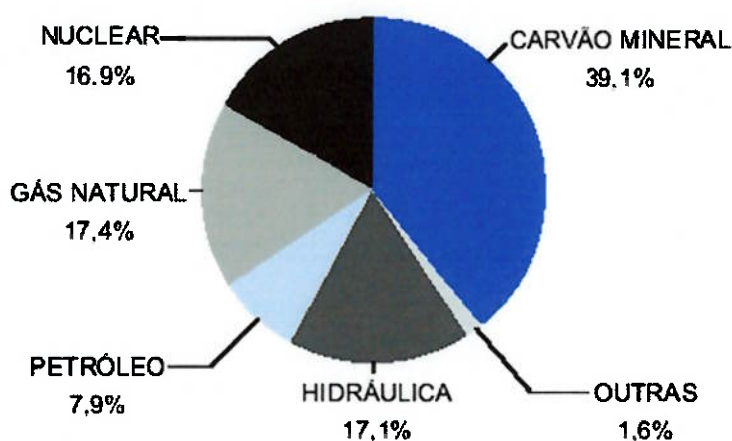
Figura 2 – Estrutura da oferta de eletricidade – 2002 Brasil

Embora exista potencial para exploração dessas fontes energéticas, principalmente a hidráulica, o documento da Agenda 21 brasileira (conjunto de resoluções advindas da RIO92 ¹) (BRASIL, 2001) recomenda expressamente que a prioridade no país seja conferida à conservação de energia, não à expansão da oferta. Essa recomendação tem dois principais fundamentos: ao conservar energia diminuimos as perdas e desperdícios na matriz brasileira – as perdas correspondem a 15,7% do total gerado (BRASIL, 2003) – e o custo da conservação de energia é menor que o custo da produção. Portanto, a melhor forma de atender às exigências da demanda é a conservação da energia.

¹ UNCED – *United Nations Conference on Environment and Development* realizada no Rio de Janeiro no ano de 1992.

2.2 O panorama da eletricidade no Brasil

As usinas hidrelétricas respondem por 17,1% da energia elétrica global produzida (Fig.3). Sua energia é considerada barata ao analisarem-se somente custos diretos, e embora seja uma energia renovável, traz consigo alguns pontos negativos, já que é poluente, exige um grande investimento inicial, exige o alagamento de grandes áreas e é altamente dependente das chuvas.

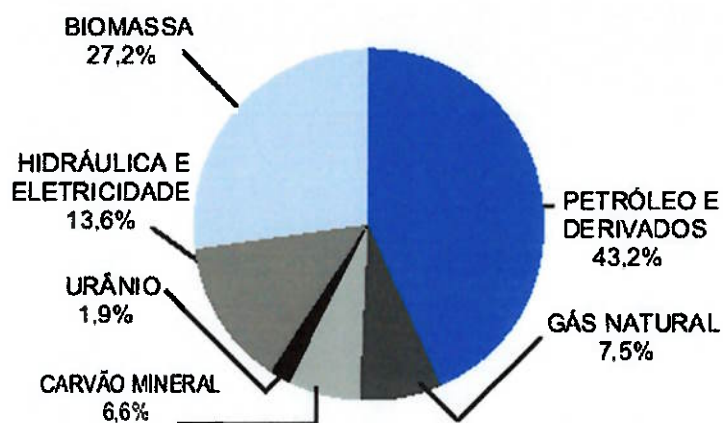


Fonte: BRASIL (2003)

Figura 3 – Produção mundial de energia elétrica por fonte – 2000

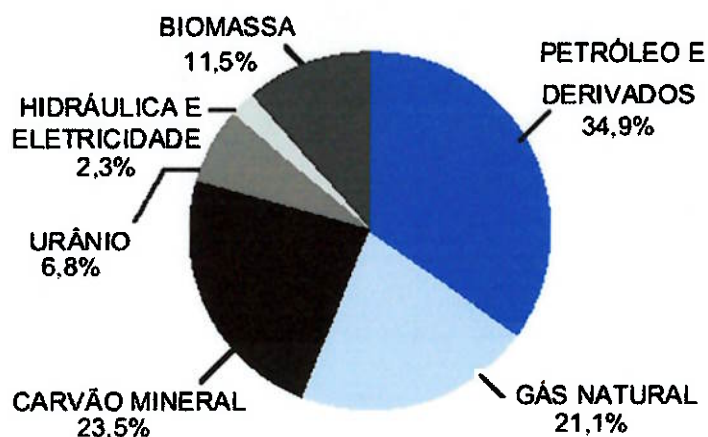
No Brasil, a participação da energia hidráulica e da eletricidade na OIE² é da ordem de 13,6% (Fig.4), enquanto no restante do mundo a média é de apenas 2,3% (Fig.5), sendo que a energia hidráulica é utilizada, praticamente em sua totalidade, para a geração de eletricidade, sendo responsável por 73% de toda a eletricidade produzida no país (Fig.2).

² A Oferta Interna de Energia - OIE representa a energia que se disponibiliza para ser transformada (refinarias, carvoarias, etc), distribuída e consumida nos processos produtivos do País. A menos de ajustes estatísticos, a soma do Consumo Final nos setores econômicos, das perdas na distribuição e armazenagem e das perdas nos processos de transformação é igual a OIE. (BRASIL,2003)



Fonte: BRASIL (2003)

Figura 4 – Oferta interna de energia – 2002 Brasil



Fonte: BRASIL (2003)

Figura 5 – Oferta interna de energia – 2000 Mundo

Na **Tab.1** tem-se a elevação da capacidade de geração de eletricidade no Brasil ao longo do tempo (1970 – 2002). Sendo a capacidade instalada total, em 2002, de 82458MW e a porção de característica hidrelétrica de 65311MW, a representatividade da geração hidrelétrica no cenário brasileiro, quanto à capacidade instalada, é de 79,21%.

ANOS	HIDRO			TERMO			NUCLEO SP e/ou PIE	TOTAIS		
	SP e/ou PIE	APE	TOTAL	SP e/ou PIE	APE	TOTAL		SP e/ou PIE	APE	TOTAL
1970	8.480	355	8.835	1.619	594	2.213	0	10.099	949	11.048
1971	9.770	360	10.130	1.646	654	2.300	0	11.416	1.014	12.430
1972	10.492	494	10.986	1.864	1.849	3.713	0	12.356	2.343	14.699
1973	11.925	494	12.419	2.312	1.869	4.181	0	14.237	2.363	16.600
1974	13.224	500	13.724	2.489	1.920	4.409	0	15.713	2.420	18.133
1975	15.815	501	16.316	2.436	2.216	4.652	0	18.251	2.717	20.968
1976	17.343	561	17.904	2.457	2.223	4.680	0	19.800	2.784	22.584
1977	18.835	561	19.396	2.729	2.214	4.943	0	21.564	2.775	24.339
1978	21.104	561	21.665	3.048	2.259	5.307	0	24.152	2.820	26.972
1979	23.667	568	24.235	3.573	2.411	5.984	0	27.240	2.979	30.219
1980	27.081	568	27.649	3.484	2.339	5.823	0	30.565	2.907	33.472
1981	30.596	577	31.173	3.655	2.441	6.096	0	34.251	3.018	37.269
1982	32.542	614	33.156	3.687	2.503	6.190	0	36.229	3.117	39.346
1983	33.556	622	34.178	3.641	2.547	6.188	0	37.197	3.169	40.366
1984	34.301	622	34.923	3.626	2.547	6.173	0	37.927	3.169	41.096
1985	36.453	624	37.077	3.708	2.665	6.373	657	40.818	3.289	44.107
1986	37.162	624	37.786	3.845	2.665	6.510	657	41.664	3.289	44.953
1987	39.693	636	40.329	3.910	2.665	6.575	657	44.260	3.301	47.561
1988	41.583	645	42.228	4.025	2.665	6.690	657	46.265	3.310	49.575
1989	44.172	624	44.796	4.007	2.665	6.672	657	48.836	3.289	52.125
1990	44.934	624	45.558	4.170	2.665	6.835	657	49.761	3.289	53.050
1991	45.992	624	46.616	4.203	2.665	6.868	657	50.852	3.289	54.141
1992	47.085	624	47.709	4.018	2.665	6.683	657	51.760	3.289	55.049
1993	47.967	624	48.591	4.127	2.847	6.974	657	52.751	3.471	56.222
1994	49.297	624	49.921	4.151	2.900	7.051	657	54.105	3.524	57.629
1995	50.680	687	51.367	4.197	2.900	7.097	657	55.533	3.587	59.120
1996	52.432	687	53.119	4.105	2.920	7.025	657	57.194	3.607	60.801
1997	53.987	902	54.889	4.506	2.920	7.426	657	59.150	3.822	62.972
1998	55.857	902	56.759	4.798	2.995	7.793	657	61.312	3.897	65.209
1999	58.085	912	58.997	5.217	3.309	8.526	657	63.960	4.221	68.181
2000	60.095	968	61.063	6.567	4.075	10.642	2.007	68.669	5.043	73.712
2001	61.551	972	62.523	7.559	4.166	11.725	2.007	71.117	5.138	76.255
2002	64.146	1.165	65.311	10.654	4.486	15.140	2.007	76.807	5.651	82.458

SP - Serviço Público

PIE - Produtor Independente

APE - Autoprodutor

(*) Inclui metade da Usina de Itaipu

Nota 1: As usinas PIE e SP da ANEEL, com parcelas de APE, estão classificadas em SP e/ou PIE (UHE Igarapa, Porto Estrela, Funil, Canoas I e II, Machadinho, etc)

Nota 2: As usinas PIE da ANEEL, tradicionalmente APE, estão classificadas em APE

Nota 3: UTE Camaçari - BA, de 290 MW a óleo, em 31/12/2001, passou a 72 MW, a gás natural, em 31/12/2002

Fonte: BRASIL (2003)

Tabela 1 – Capacidade instalada de geração elétrica no Brasil (MW)

Embora os maiores potenciais remanescentes estejam localizados em regiões com fortes restrições ambientais e distantes dos principais centros consumidores, estima-se que, nos próximos anos, pelo menos 50% da necessidade de expansão da capacidade de geração seja de origem hídrica. Existe a tendência do aumento de outras fontes (Tab.2), devido a restrições socioeconômicas e ambientais de projetos hidrelétricos, aos recentes planos emergenciais para construções de termelétricas e aos avanços tecnológicos no aproveitamento de fontes não-convencionais, mas tudo

indica que a energia hidráulica continuará sendo, por muitos anos, a principal fonte geradora de energia elétrica do Brasil.

TIPO	QUANTIDADE
Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's)	59
Termelétricas	120
Eólicas	40
Total	219

Fonte: BRASIL (2004)

Tabela 2 – Número de outorgas de geração concedidas pela ANEEL em 2004

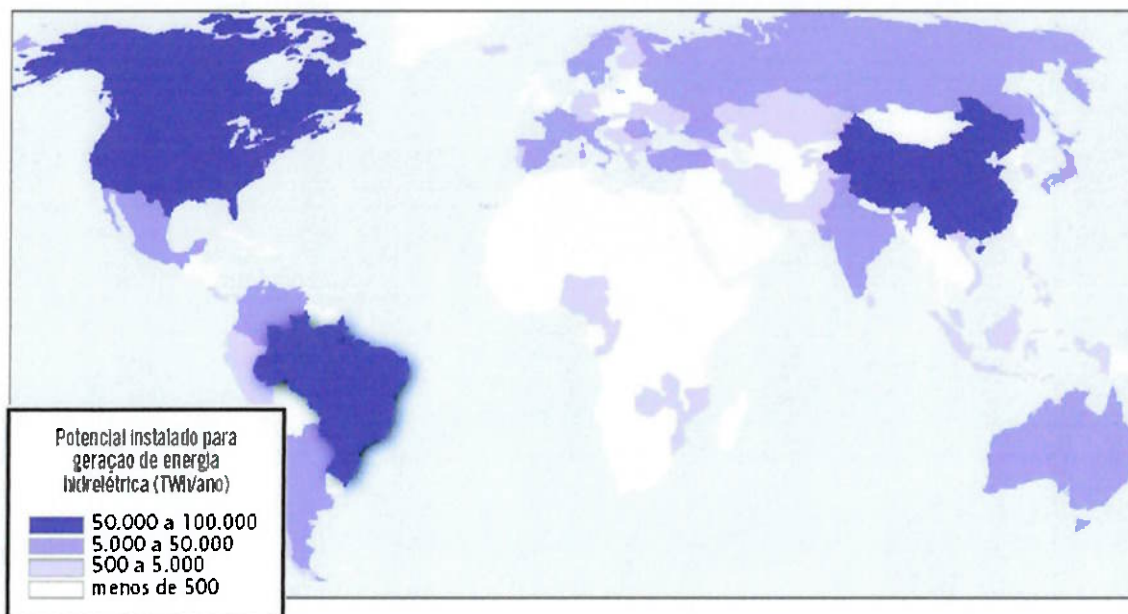
Como pode ser observado na Fig.6, o Brasil está entre os países com maior capacidade de geração hídrica.



Fonte: BRASIL (2002)

Figura 6 – Potencial técnico de geração de energia hidrelétrica no mundo – 1999

O Brasil tem um dos maiores potenciais instalados para geração de energia através de hidrelétricas (Tab.1 e Fig.7). Portanto é indiscutível que o papel da hidreletricidade no Brasil tenha uma dimensão muito acima dos parâmetros internacionais.



Fonte: BRASIL (2002)

Figura 7 – Potencial instalado para geração de energia hidrelétrica (TWh/ano)

Pode-se definir o fator de capacidade como a razão entre a quantidade de energia gerada e a máxima energia possível de ser gerada, considerando o funcionamento das usinas, em todo o tempo, à potência máxima. A capacidade do sistema não aumenta somente com a construção de novas usinas, mas também com o aumento de reservatórios e número de interligações. O sistema elétrico brasileiro tem planos de expansão (Tab.3). O aumento da oferta é necessário para a segurança do sistema, já que vivemos há três décadas no limite. Desde o começo dos anos 70, o Brasil convive com o risco de insuficiência de energia em períodos específicos. Nesses trinta anos, já foram registradas mais de cinquenta ocorrências desse tipo. A mais significativa foi a recente crise entre os anos de 1999 e 2001, dada por uma conjunção de fatores: Aumento da demanda devido ao crescimento da atividade econômica, restrição aos investimentos no setor, capacidade de transmissão do

sistema e um regime hidrológico moderadamente desfavorável. Devido a essas restrições, desde a década de 50 busca-se operar com fator de capacidade que possibilite estabilizar o fornecimento de energia elétrica, tendo uma margem de segurança para a potência instalada que comporte as variações de oferta e de demanda.

SITUAÇÃO	2004	2005	2006	2007	2008
Sem restrições	2.348,3	2.967,8	2.599,4	525,0	70,0
Com restrições *	4.003,6	2.158,3	8.460,8	1.967,4	1.231,1
Graves restrições **	6.041,4	3.682,1	1.377,2	1.307,6	1.047,7
Total	12.393,3	8.808,2	12.437,4	3.800,0	2.348,8

* licenciamento ambiental etc

** liminar judicial, inviabilidade ambiental do empreendimento etc

Nota: Em 2004 já foram agregados ao sistema elétrico nacional mais 2.426,7MW

Fonte: BRASIL (2004)

Tabela 3 – Previsão de entrada em operação das usinas em obras (MW)

2.3 O perfil do consumidor residencial brasileiro

O consumidor brasileiro foi induzido a acreditar que a eletricidade é inesgotável. Esse sentimento de excesso de energia foi criado por um sistema superofertado. Décadas atrás, o jargão apregoado aos quatro ventos era de que a eletricidade brasileira era limpa, abundante e inesgotável. Grandes projetos, destacando-se Itaipu, foram implementados sem dimensionar a demanda por eletricidade. O incentivo do consumo de eletrodomésticos era uma saída para o crescimento da indústria, já que foi criada uma capacidade de geração muito acima da capacidade de consumo, estimulando-se qualquer uso possível de eletricidade. É impressionante a quantidade de máquinas térmicas alimentadas com eletricidade que existem no Brasil. Temos um exemplo clássico de superoferta: quando Itaipu começou a operar, a CESP estava em pleno processo de construção das suas grandes represas. São Paulo ficou anos vertendo água porque a população era obrigada a consumir a energia de Itaipu. (DOS SANTOS, 2001)

Esse quadro proporcionou o estabelecimento de algumas características muito próprias do Brasil. Uma delas é o fato do Brasil ser o único país do mundo em que se observa o chuveiro elétrico difundido. Outra, é a inexistência de uma “cultura” associada ao uso do gás.

Existem fatores especiais que acabam por mudar o perfil do consumidor, seja de maneira temporária ou permanente. Os reflexos de alguns acontecimentos dos últimos 10 anos ainda podem ser sentidos no comportamento do consumidor. Em meados da década de 90, com a queda da inflação, houve um forte aumento nas vendas de eletrodomésticos, acarretando um crescimento no consumo de energia no setor residencial, principalmente, nos grandes centros urbanos. O consumo no setor residencial cresceu 13,6% entre 1994 e 1995, taxa esta bem superior a série histórica apresentada pelo setor. Outro fenômeno ocorrido recentemente (1997/1998) em boa parte das cidades brasileiras, foi o aumento do consumo de energia provocado pelo fenômeno “El Niño”. A elevação de alguns graus na temperatura média contribuiu para a ocorrência de um colapso de energia na Cidade do Rio de Janeiro. Um dos efeitos provocados pelo “El Niño” em 1997 foi um inverno com altas temperaturas, na referida cidade, quando ocorreu o dia mais quente do ano, com 42 graus Celsius no mês de setembro; com isso, as vendas de ventiladores aumentaram 30%, sendo vendidos 124.000 aparelhos, um recorde para essa estação do ano. E por fim, a crise energética de 1999 mudou de maneira significativa grande parcela dos hábitos de consumo de eletricidade no Brasil. Ao longo do tempo, percebe-se que a volatilidade da mudança é aparente, porém não total. (DA SILVA, 2002; DOS SANTOS, 2001).

Além do setor residencial, quanto ao consumo da energia, pode-se classificar outros dois setores básicos: o comercial e o industrial. Os consumidores industriais possuem maiores fatores de carga, enquanto os residenciais e comerciais são caracterizados pelo maior consumo na hora de ponta, com baixos fatores de carga. O sistema supre as necessidades dos três setores, mas não é impactado por eles de igual modo, já que a demanda energética ao longo do tempo é diferenciada. No Brasil, especialmente nas regiões Sul e Sudeste, observa-se que a participação do consumidor residencial e comercial tem crescido frente ao industrial. Além disso, como já citado, o setor

residencial tem um pico de consumo concentrado, o que é muito importante para o dimensionamento do sistema; embora a energia média consumida possa ser pequena, cargas que demandam muita potência exigem que o sistema esteja preparado para suprir suas exigências, o que faz com que surjam sistemas pouco otimizados, dimensionados em função de grandes demandas e tendo históricos de baixos consumos.

3 MOTIVAÇÃO

Tem-se, portanto, a conscientização da importância da energia para o homem; a necessidade de priorizar a economia de energia em oposição à expansão da oferta; um setor residencial com consumo energético em crescimento, de pico concentrado. Ora, por simples dedução vê-se que a redução de consumo residencial aliado à diluição do pico de consumo geraria uma economia de energia capaz de suprir, em parte ou totalmente, a demanda reprimida de energia, um fator considerado de suma importância para o ser humano. Logo, seria de extrema importância identificar os itens de consumo residencial que representam maior custo para a sociedade, sabendo que, em face de questões atuais como o PIR (Planejamento Integrado de Recursos) e os conceitos de custos completos, a análise deve abranger não somente custos tangíveis, mas todos os custos envolvidos, de maneira que possa haver uma comparação global entre os itens de consumo que embase as decisões para um desenvolvimento sustentável e norteie novas idéias, tecnologias e projetos.

Fonte de desperdício. Vilão. Estrangulador financeiro. Nos últimos anos, vários “adjetivos” vem sendo utilizados para referir-se ao chuveiro elétrico. O consumidor acostumou-se a enxergar no chuveiro o grande consumidor de eletricidade da casa. Embora alguns valores de demanda e consumo do aparelho sejam amplamente divulgados pela mídia, especialmente com o advento da crise energética recente, a variação destes dados e o desencontro de informações fazem com que o real impacto do chuveiro ainda seja fonte de dúvidas. Com isso, novas discussões e análises sobre os dados relacionados ao aparelho são importantes, ainda mais em um momento em que muito se discute acerca dos impactos sociais e ambientais dos grandes empreendimentos para geração de energia, da possibilidade de repotenciação das usinas atuais e da margem de eficiência e economia que o sistema ainda pode utilizar.

4 METODOLOGIA

O estudo de custos associados ao chuveiro elétrico será realizado apresentando o dimensionamento do impacto do mesmo na matriz energética brasileira através de modelos obtidos pela análise do aparelho e sua utilização por parte do consumidor, além de sugerir uma ferramenta que permite monetarizar os custos relevantes para a sociedade atual.

Tendo sido abordado o panorama energético, o perfil do consumidor de energia no Brasil e a motivação para essa análise, o próximo passo é analisar o chuveiro elétrico: sua história, seu funcionamento, as variáveis a ele associadas, a representatividade de seu consumo para o sistema e sua contribuição para a demanda no horário de pico. Para isso, serão propostos modelos do aparelho que permitam a análise global do chuveiro elétrico no contexto do Brasil como um país de regiões com diversidade cultural e climática.

Como última etapa, uma análise mais aprofundada será então implementada, de maneira que os custos diretos e indiretos sejam avaliados. Para isso será proposto um modelo de monetarização, baseado na modificação do modelo para avaliação ponderada, baseado nos custos completos da hidreletricidade e termoeletricidade com gás natural proposto por Boarati (2003). O modelo de monetarização será aplicado ao chuveiro elétrico, obtendo, para cada unidade do aparelho adicionado ao sistema, os custos equivalentes relacionados às áreas ambiental, social e política.

5 ANÁLISE DO CHUVEIRO ELÉTRICO

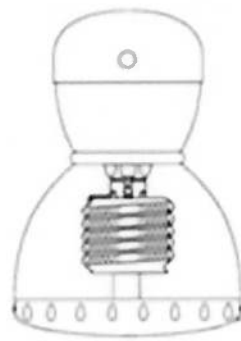
5.1 O chuveiro elétrico automático: uma peculiaridade brasileira

A história do chuveiro elétrico confunde-se com a história da família Lorenzetti. Alessandro Lorenzetti (1861 -1935), um engenheiro civil nascido na Itália, veio para o Brasil em 1888, chegando à cidade de Santos com o objetivo de envolver-se no projeto e construção do porto de Tubarão, em Vitória-ES, e de um trecho da estrada de ferro Sorocaba. Em 1923 fundou a Sociedade Tonanni & Lorenzetti, que se dedicava à fabricação de parafusos de precisão em São Paulo. Já no início dos anos 20, os irmãos Lorenzo e Eugênio chegaram ao Brasil para dar continuidade ao trabalho iniciado por seu pai, Alessandro Lorenzetti. Eugênio Lorenzetti (1901 - 1973), era licenciado em Ciências Físicas e Matemática, além de Engenheiro Industrial e Químico formado em Milão. Em 1950 foi delegado da FIESP. Junto à ABNT, integrou o grupo normativo para o ramo elétrico . Já seu irmão, Lorenzo Lorenzetti (1903 - 1979), Técnico Agrimensor , formado em Milão , tinha uma enorme vocação criativa. Em 1952 ele criou e desenvolveu o chamado chuveiro elétrico automático, do qual foi detentor da patente. O início da produção do chuveiro elétrico automático, que se tornou o principal produto da empresa a partir da década de 50, foi um grande marco.

5.2 Análise do equipamento

O chuveiro tem um funcionamento muito simples: uma resistência fica imersa em água no interior do aparelho e aquece devido à corrente que circula na mesma ao ter seus terminais ligados à rede elétrica. A resistência aquece a água na qual está imersa; este aquecimento depende da potência dissipada pela resistência e da vazão da água. Aparelhos com esse tipo de sistema de aquecimento são chamados de aquecedores de passagem elétricos, que no Brasil são o principal meio de obtenção de água aquecida para o banho, sendo o chuveiro elétrico automático o equipamento utilizado quase na totalidade dos casos. A designação “automático” advém do fato do aparelho não necessitar de um botão para início de operação; basta abrir o registro e a

água move uma membrana de borracha que fecha o circuito (liga a resistência à rede elétrica). Ao fechar o registro, a vazão de água é interrompida e a membrana volta à posição inicial, desligando novamente o chuveiro. Alguns aparelhos possuem seletor chaveado de temperatura, que na verdade apenas muda o ponto de conexão da resistência, aumentando ou diminuindo seu valor e, conseqüentemente, a potência dissipada. Geralmente a potência nominal do chuveiro refere-se à máxima potência dissipada possível, comumente chamada de posição de inverno.



Fonte: CORONA, 2004

Figura 8 – Visão da resistência interna do chuveiro elétrico automático

O chuveiro elétrico é um aparelho compacto, sendo que o sistema de aquecimento de passagem fica o mais próximo possível da ducha por onde sai a água do banho, minimizando, assim, as perdas térmicas e os custos de instalação. Pelo fato de ser um aparelho de aquecimento de passagem, a instalação hidráulica não precisa suportar água aquecida, podendo ser usadas tubulações de PVC. O aparelho é extremamente eficiente se considerarmos somente o aspecto energético, com uma alta taxa de conversão de energia elétrica em calor. Como a água aquecida é somente aquela que será utilizada, o desperdício também é baixo. Os chuveiros elétricos têm uma grande variação de preços, sendo que, dependendo das características do aparelho, podem ser encontrados com preços entre US\$ 10,00 e US\$ 200,00 em média. Do ponto de vista do valor pago pelo consumidor, é um equipamento barato. Os preços dos aparelhos são apresentados na **Tab.4**; os modelos mais comuns são os três primeiros, de tipo simples e com potência máxima de 4400W.

TIPO	MARCA	MODELO	POTÊNCIA	PREÇO MÍNIMO (R\$)	PREÇO MÁXIMO (R\$)
SIMPLES	LORENZETTI	MAXI BANHO	4400W	24,90	37,90
SIMPLES	CORONA	BALLERINA	4400W	28,70	29,90
SIMPLES	CORONA	SS	4400W	28,74	28,90
SIMPLES	LORENZETTI	BELLO BANHO	5400W	39,90	47,90
SIMPLES	LORENZETTI	RELAX	5400W	59,90	60,90
SIMPLES	LORENZETTI	TRADIÇÃO	5400W	113,68	129,90
SIMPLES	LORENZETTI	JET SET 4	6400W	139,90	229,90
PRESSURIZADO	LORENZETTI	SUPER BANHO	6465W	152,10	199,90
BLINDADO / CONTROLE*	LORENZETTI	BLINDUCHA	7500W	233,10	233,10
CONTROLE *	LORENZETTI	JET MASTER M.	7500W	278,10	379,90
PRESSURIZADO / CONT. *	LORENZETTI	JET TURBO M.	7500W	369,00	449,90

* equipamento com controle eletrônico de temperatura

Nota: Foram listados apenas os modelos encontrados em pelo menos três dos estabelecimentos pesquisados (Lojas Americanas, Casa&Construção, Extra, Loja Virtual Submarino, Magazine Luiza e Pão de Açúcar).

Fonte: pesquisa própria – Outubro/2004

Tabela 4 – Pesquisa de preços do chuveiro elétrico

Os fatores que diferenciam os preços dos chuveiros simples de mesma faixa de potência variam, mas podemos listar alguns motivos como durabilidade, design, número de posições da chave seletora de temperatura, volume de água utilizado, faixa de pressão suportada, características do espalhador de água, direcionamento do jato e compatibilidade com dispositivo diferencial residual (disjuntor).

Considerando apenas os equipamentos populares, podemos considerar o custo do chuveiro para o consumidor final de maneira razoável, sendo em média R\$30,00.

Para o consumidor, além do fator econômico existe o fator cultural. As famílias estão habituadas a utilizar o equipamento e a grande maioria dos usuários está satisfeita com ele. Há alternativas, mas além de não existir uma penetração dos produtos que substituiriam o chuveiro elétrico, estes exigem um maior investimento por parte do consumidor.

5.3 Análise de variáveis e definição de valores padrão

A análise das variáveis do chuveiro é de extrema importância para os cálculos associados à utilização do equipamento. Embora exista uma variedade de modelos e

marcas para os aparelhos, a sua utilização é, de certa maneira, padronizada. Consideraremos as variáveis do chuveiro para seu período de utilização.

De acordo com pesquisas realizadas junto ao consumidor (PROCEL, 1996 apud FERRARI, 1996), em uma residência o chuveiro elétrico fica, em média, ligado 30 minutos por dia e atende 3,8 pessoas (número médio de pessoas por residência). Isso nos dá uma média do tempo de banho:

$$t = 30 \text{ min} / 3,8 \text{ pessoas} = 7,895 \text{ min} / \text{ pessoa} \quad (1)$$

Considerando-se banhos individuais e observando que os dados com valor médio tem uma margem de erro, para simplificação dos cálculos utiliza-se

$$t_{\text{MÉDIO}} \cong 8 \text{ min} \quad (2)$$

Com relação à potência, será considerado o aparelho com melhor penetração no mercado, de menor custo final e cuja potência padrão é de 4400W. Porém, como já citado, esta é a máxima potência do equipamento, e não será sempre utilizada. Consultando os manuais dos aparelhos pesquisados desta faixa de potência é possível constatar a existência de uma chave seletora de temperatura, podendo ser selecionadas as opções quente (4400W), morna (em média 3200W) ou fria (chuveiro desligado).

Considerando-se as dimensões do país e as características climáticas de cada local, é natural que a utilização do aparelho seja diferenciada em cada região. Como pode ser observado na **Tab.5**, o chuveiro elétrico está presente em apenas 7,9% das residências da região norte e em 15,2% das residências da região nordeste.

EQUIPAMENTOS	BRASIL	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL
FERRO DE PASSAR ROUPA	87,4	77,2	70,7	90,0	93,8	88,2
TELEVISÃO	87,3	81,7	75,1	86,1	91,5	89,7
LIQUIDIFICADOR	74,3	65,0	62,6	67,0	81,3	71,0
GELADEIRA DE UMA PORTA	72,3	77,6	57,8	73,9	75,5	77,8
CHUVEIRO ELÉTRICO	67,6	7,9	15,2	72,9	83,5	88,1
APARELHO DE SOM	47,0	46,5	41,8	46,2	49,9	44,4
VENTILADOR/CIRCULADOR	41,5	56,8	33,1	38,3	42,2	46,8
RÁDIO ELÉTRICO	39,1	40,3	34,6	27,6	42,8	36,8
ENCERADEIRA	31,5	15,5	11,5	28,7	42,0	26,8
BATEDEIRA	30,9	14,7	12,7	25,2	37,4	37,0
SECADOR DE CABELO	30,6	12,9	9,3	25,5	36,7	41,2
MÁQUINA DE LAVAR-ROUPA	27,7	6,2	3,1	30,0	35,0	36,9
RÁDIO RELÓGIO	26,3	10,4	7,9	18,1	34,1	29,9
ESPRESSO DE FRUTAS	21,0	13,1	11,9	19,3	26,9	16,2
MÁQUINA DE COSTURA	17,6	13,4	10,7	16,8	20,7	17,4
ASPIRADOR DE PÓ	16,5	3,4	2,0	7,6	22,8	19,7
GELADEIRA DE DUAS PORTAS	11,4	5,6	5,8	10,8	14,1	10,8

Fonte: PROCEL (1996) apud FERRARI (1996)

Tabela 5 – Percentual de residências com posse dos equipamentos elétricos; expansão a partir da amostra

Deve-se, então, adotar uma potência média que possa representar a utilização do chuveiro elétrico durante o ano com as mudanças climáticas características.

REGIÕES	NORTE	NORDESTE	CENTRO-OESTE	SUDESTE	SUL
% DO TOTAL - BRASIL	0,4	4,5	6,5	65,1	23,5

Dados: PROCEL – 1996

Tabela 6 – Percentual por região da quantidade total de aparelhos no país; expansão a partir da amostra

Considerando que as regiões Sul e Sudeste, juntas, totalizam 88,6% do número total de chuveiros do Brasil (Tab.6) e que é nestas regiões que, devido ao clima, o chuveiro é utilizado com maior regularidade ao longo do ano, nossa base de cálculo para potência média terá uma grande parcela definida pela utilização do aparelho nestas regiões.

Dadas as considerações acerca da sazonalidade, é possível deduzir uma fórmula para a potência média. Dividindo-se o ano igualmente para as quatro estações, tem-se

$$P_{MÉDIA} = \frac{1}{4} \cdot (P_{PRIMAVERA} + P_{VERÃO} + P_{OUTONO} + P_{INVERNO}) \quad (3)$$

sendo

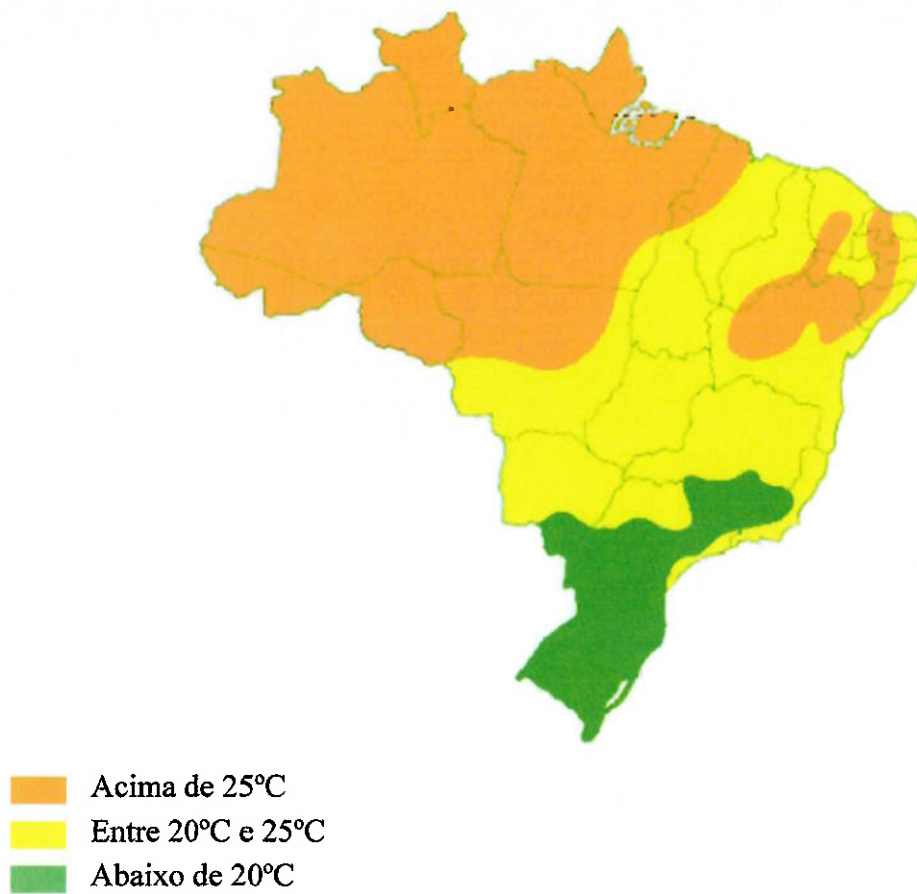
$P_{MÉDIA}$ a potência média que adotaremos para o chuveiro;

$P_{PRIMAVERA}$, $P_{VERÃO}$, P_{OUTONO} e $P_{INVERNO}$ as potências comumente utilizadas nos períodos de primavera, verão e inverno respectivamente.

De uma maneira simples, tendo o verão e o inverno como estações extremas, poderíamos definir a utilização do chuveiro com a chave na posição frio (chuveiro desligado) no verão e quente (4400W) no inverno. Nas estações de outono e primavera, consideradas amenas, o aparelho seria ajustado para a posição morna (3200W). Porém, principalmente nos estados da região Sul, grande parte do estado de São Paulo e sul de Minas Gerais, o clima é úmido e tem invernos mais rigorosos, outonos mais frios e verões mais amenos. Para uma comparação simples, a temperatura média, no inverno, das capitais localizadas nas regiões norte e nordeste é de 20° C, enquanto nas capitais da região sul fica próxima de 0° C. São Paulo, a maior cidade do país, tem média mínima de 4,4° C.

Portanto, para as regiões Sul e Sudeste, será considerada a utilização da potência de 4400W no outono e 3200W em 50% do tempo de duração do verão (1600W). Para as regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste serão consideradas duas estações, uma seca e outra chuvosa. Para simular esse panorama, assume-se o chuveiro elétrico desligado na primavera e no verão, sendo que no outono e inverno o aparelho estaria ajustado para a posição morno (3200W). Tem-se assim dois valores distintos para a potência média, sendo utilizada para cálculo de ambos a form.(3). Recorrendo novamente à **Tab.6**, pode-se estimar a nova média global pela fórmula

$$P'_{MÉDIA} = 0,886 \cdot P_{S-SE} + 0,114 \cdot P_{NO-NE-CO} \quad (4)$$



Fonte: Atlas escolar Melhoramentos

Figura 9 – Temperaturas médias anuais no Brasil

e aplicando-se a form.(3) com

$$P_{NO-NE-CO} = P_{MÉDIA} \text{ para } \begin{cases} P_{PRIMAVERA} = 0W \\ P_{VERÃO} = 0W \\ P_{OUTONO} = 3200W \\ P_{INVERNO} = 3200W \end{cases} \quad (5)$$

e com

$$P_{S-SE} = P_{MÉDIA} \text{ para } \begin{cases} P_{PRIMAVERA} = 3200W \\ P_{VERÃO} = 1600W \\ P_{OUTONO} = 4400W \\ P_{INVERNO} = 4400W \end{cases} \quad (6)$$

obté-m-se

$$P_{NO-NE-CO} = 0,25 \cdot 0 + 0,25 \cdot 0 + 0,25 \cdot 3200 + 0,25 \cdot 3200 = 1600W \quad (7)$$

$$P_{S-SE} = 0,25 \cdot 3200 + 0,25 \cdot 1600 + 0,25 \cdot 4400 + 0,25 \cdot 4400 = 3400W \quad (8)$$

e, finalmente, utilizando form.(7) e form.(8) em form.(4)

$$P'_{MÉDIA} = 0,886 \cdot 3400 + 0,114 \cdot 1600 = 3194,8W \quad (9)$$

Deve-se lembrar que no cálculo deste valor assume-se que todos os aparelhos tenham 4400W de potência nominal. Para uma análise mais detalhada, poder-se-ia incluir a análise de outras potências nominais, como 3000W, 4000W, 5400W, 6400W, 7500W ou 8200W. Como ainda não foi feita uma pesquisa ampla com relação à proporção de chuveiros de cada faixa de potência sendo vendidos no mercado, a análise detalhada da potência média por faixas não será feita. Contudo, pode ser feita uma análise qualitativa. Supõe-se, por exemplo, que seja possível modelar o mercado de chuveiros elétricos assumindo outras duas faixas, uma modelada por um aparelho de 5400W que detém 20% do mercado e outra modelada por um aparelho de 7500W que detém 10% do mercado. Estes aparelhos são mais complexos, com maior número de faixas de potência e, em alguns casos, controle eletrônico de temperatura.

Tendo isso em vista, a potência média desses modelos será calculada supondo que seja proporcional à do chuveiro de 4400W, dada pela form.(9). A potência média desse modelo seria

$$P_{MÉDIA-5400W} = 5400 \cdot \frac{3194,8}{4400} = 3920,9W \quad (10)$$

$$P_{MÉDIA-7500W} = 7500 \cdot \frac{3194,8}{4400} = 5445,7W \quad (11)$$

e chamando o novo valor encontrado para a potência média de $P''_{MÉDIA}$,

$$P''_{MÉDIA} = 0,7 \cdot P'_{MÉDIA} + 0,2 \cdot P_{MÉDIA-5400W} + 0,1 \cdot P_{MÉDIA-7500W} \quad (12)$$

Ao substituir os valores de eq.(9), eq.(10) e eq.(11) em form.(12), encontra-se

$$P''_{MÉDIA} = 0,7 \cdot 3194,8 + 0,2 \cdot 3920,9 + 0,1 \cdot 5445,7 = 3565,1W \quad (13)$$

Portanto, a potência média de utilização do chuveiro elétrico no Brasil é de aproximadamente 3565W, considerando-se que:

- o chaveamento da resistência conforme mudança no clima;
- o mercado de consumo é predominantemente “popular” onde 70% dos consumidores optam por aparelhos de 4400W e os outros 30% por chuveiros de maior potência;
- a parcela do mercado de alta potência pode ser modelada por um aparelho de 5400W e um aparelho de 7500W, na proporção de 2:1, assumindo potências médias proporcionais à do aparelho de 4400W.

6 ESTIMATIVAS DE CONSUMO E DEMANDA DO CHUVEIRO ELÉTRICO

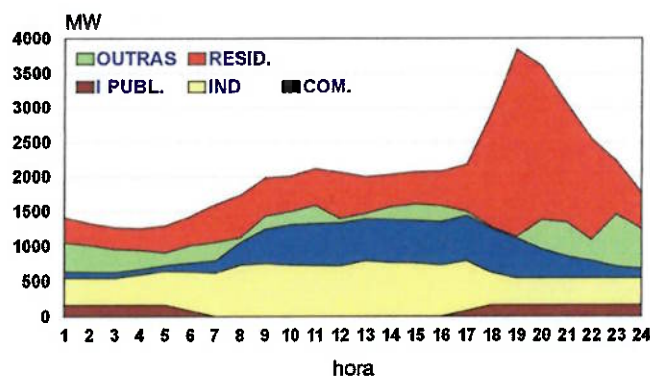
6.1 Análise de demanda

A análise de demanda é importante à medida que identificam-se pontos em que economia energética é possível, buscando saná-los para melhorar a oferta energética e atender a demanda reprimida. Inicialmente o foco é analisar o impacto que o chuveiro elétrico causa na demanda, notadamente pela concentração de sua utilização no horário de ponta.

Os dados existentes apontam que para cada novo chuveiro elétrico de 4200 watts instalado, US\$ 588 são gastos em geração hidráulica (MATAJS, 1997). Do ponto de vista de uma concessionária de energia elétrica, o chuveiro elétrico não representa um negócio interessante, já que o uso em massa deste equipamento incorre em custos muito altos pelo simples fato de causar uma significativa contribuição para a elevação da máxima potência instantânea consumida pela rede elétrica ao longo do dia, que ocorre ao anoitecer. Este período é chamado de horário de ponta. Como não é possível acumular energia elétrica nas residências, o parque de geração deve estar todo dimensionado em função desta potência máxima, ou seja, o sistema de geração e a rede de transporte e distribuição de energia elétrica são dimensionados em função da potência instalada e do consumo máximo exigido. Evidentemente quanto maior a capacidade de geração e distribuição, maior os investimentos necessários e os custos com manutenção.

O período de ponta costuma ser, para a maioria das concessionárias brasileiras, entre 18 e 21 h. Neste período, as indústrias ainda não reduziram suas atividades, a iluminação pública está acendendo e as pessoas se recolhem em suas residências. É usual, na cultura brasileira, um banho ao chegar em casa depois de um dia de atividade. Como a maioria das pessoas chega em casa aproximadamente no mesmo horário, o número de chuveiros elétricos em funcionamento no mesmo instante é alto.

O prognóstico da impossibilidade de se suprir demandas residenciais futuras no horário de ponta sem uma expansão na rede tem motivado as companhias de energia elétrica a interagir com seus clientes, mediante ações de esclarecimento ao público, experimentando tarifas diferenciadas no horário de ponta e outras ações que procuram gerenciar o problema pelo lado do consumo, não do suprimento. Esta diferenciação na tarifa já tem sido feita para a indústria e para o comércio. No setor residencial a tarifa de energia elétrica residencial tem aumentado substancialmente nos últimos anos, e diversas empresas do setor elétrico estão estudando a adoção de tarifas diferenciadas também neste setor, sendo que já existem projetos em fase de testes. Um importante conceito é que os sistemas são mais eficientes e viáveis economicamente quanto mais constante for sua curva de carga, o que favorece um consumo médio o mais próximo possível da capacidade nominal do sistema. Na prática, o que se percebe em relação ao consumo de energia elétrica, exemplificada a partir dos gráficos representativos da curva típica de consumo da Fig.10, é uma curva com pico bastante elevado, neste caso situado no horário entre as 17h30 e 22h00, ou seja, no pico de demanda.

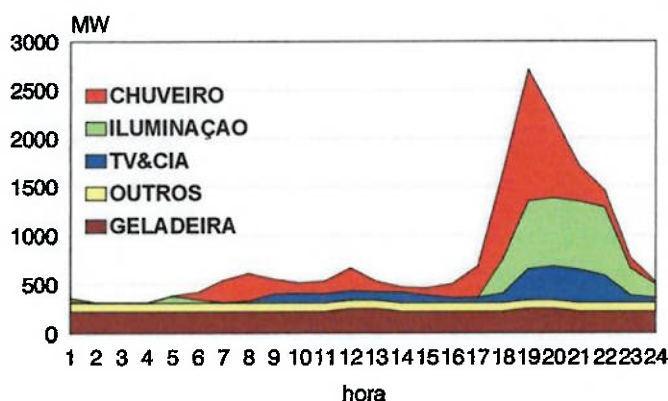


Fonte: CEMIG apud ARRUDA;BADARÓ, 2002

Figura 10 – Distribuição do consumo por setor

Nota-se que o pico de demanda do setor residencial acaba por configurar o pico de demanda para toda a curva do sistema. Como o chuveiro elétrico tem alta potência e seu uso é basicamente restrito a horários determinados e comuns para grande parte

dos usuários (horário de pico), o mesmo é identificado como forte fator de elevação do pico de demanda. Pela alta potência de consumo, é notório que o chuveiro seja responsável por um aumento significativo na potência média instalada e na decorrente demanda do setor residencial (Fig.11).



Fonte: CEMIG apud ARRUDA;BADARÓ, 2002

Figura 11 – Caracterização do pico de demanda tendo em vista as principais fontes de consumo no setor residencial

Do ponto de vista econômico, as concessionárias tem mais um ponto de preocupação: o uso do chuveiro elétrico é feito normalmente em pequenos períodos, representando uma parcela do consumo global não muito significativa, não contribuindo para o faturamento da mesma além de exigir investimentos extras para capacitação da rede de distribuição e do setor de geração. Em uma análise mais ampla, o uso do chuveiro elétrico em um sistema elétrico mal planejado pode prejudicar o próprio consumidor, já que além dos custos indiretos, fica sujeito aos problemas advindos da sobrecarga e racionamento, mesmo se beneficiando dos baixos custos diretos do aparelho.

6.2 Consumo de energia

Adotando-se a metodologia apresentada por Matajs (1997) é possível determinar o consumo médio de energia elétrica associado ao chuveiro.

Considerando já definidas as variáveis discutidas anteriormente

$$t_{MÉDIO} = 8 \text{ min} = 0,13h \text{ (tempo médio de banho);} \quad (14)$$

$$P''_{MÉDIA} = 3565W \text{ (potência média do chuveiro);} \quad (15)$$

$$i_{MÉDIO} = 3,8 \text{ pessoas (número médio de indivíduos por residência);} \quad (16)$$

e definindo-se os dados abaixo, cujos valores foram determinados em pesquisa realizada para a região Sudeste (PROCEL, 1996 apud MATAJS, 1997),

$$n_{DIAS} = 30 \text{ (número de dias / mês);} \quad (17)$$

$$b_{MÉDIO} = 0,96 \text{ (número de banhos / dia / morador);} \quad (18)$$

o consumo mensal de energia devido ao chuveiro elétrico, por residência, é

$$C_{RESIDÊNCIA} = i_{MÉDIO} \cdot b_{MÉDIO} \cdot n_{DIAS} \cdot P''_{MÉDIA} \cdot t_{MÉDIO} = 50,72KWh / mês \quad (19)$$

e a média anual de consumo

$$C_{RESIDÊNCIA_ANUAL} = 12 \cdot 50,72 = 608,64KWh \quad (20)$$

6.3 Estimativa da demanda máxima do chuveiro elétrico

A demanda máxima do chuveiro ocorre no pico. Para análise da demanda no horário de pico, a potência máxima do chuveiro será considerada; essa potência equivale à chave na posição inverno. O mercado analisado é composto por 70% de aparelhos com demanda máxima de 4400W e 30% de aparelhos modelados, sendo 20% com a demanda máxima de 5400W e 10% com a demanda máxima de 7500W. Embora esta proporção seja um bom referencial para o cálculo do consumo, quando calculamos a demanda máxima devemos considerar que dificilmente a proporção do mercado estará refletida na ponta.

O modelo do mercado define-se por

$$k = x + y + z \quad (21)$$

sendo

k o número total de chuveiros ligados na ponta ($k \in N^*$);

x o número de chuveiros com 4400W de potência máxima ligados na ponta;

y o número de chuveiros com 5400W de potência máxima ligados na ponta;

z o número de chuveiros com 7500W de potência máxima ligados na ponta;

A probabilidade de ocorrência de um chuveiro de determinada potência é proporcional à sua participação no mercado; então existe uma distribuição de probabilidades que, dado um $k = x + y + z$ fixo, obedece

$$p(x, y, z) = 0,7^x \cdot 0,2^y \cdot 0,1^z \quad (22)$$

Conclui-se que a função p é máxima para

$$\begin{cases} x = k \\ y = 0 \\ z = 0 \end{cases}, k \in N^* \quad (23)$$

Portanto, pode-se considerar todos os chuveiros com potência máxima de 4400W, já que a probabilidade de ocorrência dos chuveiros deste tipo na ponta é sempre maior, devida à massificação dos chuveiros de menor custo para o consumidor final.

$$P_{MÁXIMA} = 4400MW \quad (24)$$

Entende-se por simultaneidade de uso o número de banhos possíveis, com duração do tempo médio, distribuídos ao longo de uma unidade de tempo. No caso estudado, como $t = 0,13h$ e a unidade de tempo em horas,

$$sim = \frac{0,13h}{1h} = 0,13 \text{ (simultaneidade de uso a cada hora do dia)} \quad (25)$$

Outro fator importante é o número de chuveiros elétricos em funcionamento no mesmo instante. Segundo Matajs (1997), é razoável que se considere a utilização simultânea de 50% dos chuveiros elétricos. No ano de 2004, de acordo com as estimativas do IBGE (2004), o Brasil tem 182.323.180 habitantes. No entanto, para obter-se o número aproximado de residências, o dado de maior relevância é o revelado pelo censo demográfico feito no ano de 2000 (IBGE,2002), pois indica os indivíduos em unidades familiares, os quais são 169.799.170 no total. Sabendo-se que estes indivíduos residentes se distribuem na medida de 3,8 por residência, pode-se estimar o número médio de residências no Brasil.

$$residências = \frac{169799170}{3,8} \cong 44.683.992 \quad (26)$$

Define-se a variável $nres_{CHUVEIRO}$, correspondente ao número de residências com chuveiro elétrico instalado, tendo em vista que 67,6% das residências brasileiras possuem chuveiro elétrico (FERRARI,1996). Considerando que 50% destas estão com seus chuveiros ligados ao mesmo tempo no horário de ponta, pode-se definir o número de chuveiros em funcionamento no mesmo instante, ch_{ON} .

$$nres_{CHUVEIRO} = residências \cdot 0,67 \cong 29.938.275 \quad (27)$$

$$ch_{ON} = nres_{CHUVEIRO} \cdot 0,5 \cong 14.969.137 \quad (28)$$

Por fim, utilizando-se form.(12) e eq.(25) tem-se a demanda máxima do chuveiro,

$$DM_{CHUVEIRO} = P_{MÁXIMA} \cdot ch_{ON} \cdot sim = 4400 \cdot 14969137 \cdot 0,13 = 8.562.346.364W \quad (29)$$

ou seja, a demanda máxima do chuveiro elétrico, considerando-se todo o país, no horário de ponta é de aproximadamente

$$DM_{CHUVEIRO} = 8.562MW \quad (30)$$

6.4 Investimento na geração por cada novo chuveiro elétrico adicionado à rede

6.4.1 Caminhos para a análise

Durante a pesquisa foram encontrados muitos cálculos onde a energia consumida pelo chuveiro foi somada à atual demanda de ponta e estimou-se o custo associado para investimento na geração. Contudo, este raciocínio é errôneo, já que não estamos ligando uma carga única a um sistema em vazio. O mais apropriado seria estimar o investimento necessário em geração que possibilite suprir a demanda de $n+1$ chuveiros, onde n é o número de chuveiros já atendidos pelo sistema.

Pode-se definir *custo marginal* como a estimativa de custo para que o sistema, ao longo de seus diversos segmentos, atenda uma unidade adicional de demanda (no caso, 1kW) no horário de ponta. Este parâmetro associa o volume de produção de energia, a demanda associada a determinado produto e os custos correspondentes; no caso aqui estudado, o sistema em foco é a geração, e o custo marginal será um bom indicador de custo adicional por cada novo chuveiro elétrico ligado ao horário de ponta.

“Os custos marginais de expansão do sistema são calculados com base em metodologias específicas para os segmentos de geração, transmissão e distribuição. Na geração e transmissão a metodologia usada é o cálculo do custo incremental

médio de longo prazo (CIMLP), enquanto, na distribuição é comum a utilização da Lei de Quantidade de Obras (LQO).” (AGUIAR et al, 2002).

Leis de Quantidade de Obras (LQO): Conhecidas desde a década de 80, são basicamente funções técnicas associando o consumo de energia (ou a demanda) à quantidade de agregados nas obras de expansão do setor, utilizando para isso dados históricos de obras e investimentos.

Custo Incremental Médio de Longo Prazo (CIMLP): Por esta metodologia, o cálculo do custo marginal não se baseia no histórico de investimento, mas na projeção dos mesmos. Assim, o cálculo é efetuado a partir da proposta de um plano otimizado de investimentos; no caso de estudo, foca investimentos para a geração de energia elétrica. Esta metodologia vem sendo aplicada para determinar os custos marginais para a faixa de alta tensão do setor elétrico desde a década de 80, e é a metodologia defendida pela consultoria internacional (um consórcio liderado pela Coopers and Lybrand) que assessorou o governo brasileiro no projeto de reformulação do setor elétrico que tomava corpo no ano de 2002. (AGUIAR et al, 2002).

Ao longo das últimas décadas, o nível de baixa tensão esteve sempre atrelado à utilização das Leis de Quantidade de Obras. Isso ocorreu, basicamente, devido às dificuldades intrínsecas ao próprio sistema, já que nos níveis de média e baixa tensão os estudos de planejamento são micro-regionalizados, e as projeções dos decorrentes planos de obras são difíceis; é mais simples recorrer ao histórico de obras já realizadas. Com isso, no caso brasileiro, os resultados das análises utilizando os dois métodos acima descritos são distintos, tendo como agravante a mudança da política de investimentos devida à reestruturação do setor, o que diferencia as políticas de investimentos passados e futuros.

6.4.2 Tentativa pelo método das Leis de Quantidade de Obras (LQO)

Esta metodologia – LQO – tem como premissa a idéia de que o futuro próximo se comporta como o passado recente. Com isso, pode-se utilizar o histórico dos empreendimentos para estimar valores de empreendimentos futuros.

Vantagens das LQO:

- Revela uma provável tendência de investimentos;
- Força a disponibilização de uma base de dados confiável no que se refere aos históricos de investimento e volume de obras praticadas;
- Permite estimar o impacto da evolução tecnológica na implantação de redes de baixa tensão;
- Fornece subsídios para definição de políticas de projeto das redes de baixa tensão.

Cuidados a serem tomados ao utilizar LQO:

- Em algumas empresas, os dados históricos inexistem ou não são confiáveis;
- Descontinuidades de políticas de investimentos nas empresas poderá distorcer a realidade futura dos custos;
- Índices de qualidade de serviços registrados no passado podem não se refletir nos compromissos assumidos para o futuro;
- Os custos avaliados de operação, reforços e manutenção devem ser cuidadosamente estimados para que se aproximem ao máximo da realidade.

Definindo-se algumas variáveis:

Y é a quantidade de obras de um determinado agregado do sistema. Em nosso caso, será potência instalada para geração (kW)

X é a unidade de produto (consumo ou demanda)

μ é o rendimento de escala, parâmetro que explica o ritmo de expansão de geração no passado recente

k é o coeficiente de eficácia, constante, que depende dos parâmetros do sistema.

A equação básica associada a essa metodologia tem a seguinte forma:

$$Y = k \cdot X^\mu \quad (31)$$

Como esta equação tem a forma exponencial, lineariza-se a mesma:

$$\ln(Y) = \ln(k \cdot X^\mu) \rightarrow \ln(Y) = \ln(k) + \ln(X^\mu) \quad (32)$$

$$\therefore \ln(Y) = \ln(k) + \mu \cdot \ln(X) \quad (33)$$

A base de dados seria composta por n pares de pontos (x_i, y_i) . O interesse nesta análise é obter uma função real que passe nos pontos dados, ou pelo menos passe próximo deles. Uma possibilidade é a utilização do *Método dos Mínimos Quadrados* para gerar uma curva que se aproxime o máximo da eq.(33). É óbvio que, neste caso, a curva em questão teria ordem 1, ou seja, seria uma reta. Este processo de ajuste da curva é chamado em estatística de Regressão Linear ou Ajuste Linear. Tomando-se a equação de uma reta ($y = a_0 + a_1 \cdot x$), determina-se os valores dos coeficientes a_0 e a_1 de tal modo que a soma dos quadrados das distâncias (tomadas, graficamente, na vertical, sendo y o eixo das ordenadas e x o eixo das abscissas) da referida curva $y = f(x)$ a cada um dos pontos dados y_i seja a menor possível, daí o nome *Método dos Mínimos Quadrados*. Portanto, conforme a eq.(33), os parâmetros são:

$$\begin{cases} y = \ln(Y) \\ a_0 = \ln(k) \\ a_1 = \mu \\ x = \ln(X) \end{cases} \quad (34)$$

Com

$$n \quad \text{Número de pares ordenados} \quad (35)$$

$$Sx = x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n \quad \text{Soma dos } x_i \quad (36)$$

$$Sy = y_1 + y_2 + y_3 + \dots + y_n \quad \text{Soma dos } y_i \quad (37)$$

$$Sxy = x_1 \cdot y_1 + x_2 \cdot y_2 + x_3 \cdot y_3 + \dots + x_n \cdot y_n \quad \text{Soma dos } x_i \cdot y_i \quad (38)$$

$$Sx^2 = x_1^2 + x_2^2 + x_3^2 + \dots + x_n^2 \quad \text{Soma dos } x_i^2 \quad (39)$$

Obtém-se a reta dos mínimos quadrados resolvendo-se o sistema de duas equações e duas incógnitas

$$\begin{cases} a_0 \cdot n + a_1 \cdot Sx = Sy \\ a_0 \cdot Sx + a_1 \cdot Sx^2 = Sxy \end{cases} \quad (40)$$

ou, matricialmente,

$$\begin{bmatrix} n & Sx \\ Sx & Sx^2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_0 \\ a_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Sy \\ Sxy \end{bmatrix} \quad (41)$$

Pelos parâmetros definidos, tem-se

$$Sx = \ln(X_1) + \ln(X_2) + \ln(X_3) + \dots + \ln(X_n) = \sum \ln(X_i) \quad (42)$$

$$Sy = \ln(Y_1) + \ln(Y_2) + \ln(Y_3) + \dots + \ln(Y_n) = \sum \ln(Y_i) \quad (43)$$

$$Sx^2 = \ln^2(X_1) + \ln^2(X_2) + \ln^2(X_3) + \dots + \ln^2(X_n) = \sum \ln^2(X_i) \quad (44)$$

$$Sxy = \ln(X_1) \cdot \ln(Y_1) + \dots + \ln(X_n) \cdot \ln(Y_n) = \sum \ln(X_i) \cdot \ln(Y_i) \quad (45)$$

e, por fim,

$$\begin{bmatrix} n & \sum \ln(X_i) \\ \sum \ln(X_i) & \sum \ln^2(X_i) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \ln(k) \\ \mu \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum \ln(Y_i) \\ \sum \ln(X_i) \cdot \ln(Y_i) \end{bmatrix} \quad (46)$$

Com isso obtém-se os valores das variáveis $\ln(k)$ e μ .

Na análise de regressão, o índice r reflete a extensão de uma relação linear entre dois conjuntos de dados; portanto

$$r = \frac{n \cdot \sum (y_{i_REAL} \cdot y_{i_ESPERADO}) - (\sum y_{i_REAL}) \cdot (\sum y_{i_ESPERADO})}{\sqrt{[n \cdot \sum (y_{i_REAL}^2) - \sum (y_{k_REAL})^2] \cdot [n \cdot \sum (y_{i_ESPERADO}^2) - \sum (y_{k_ESPERADO})^2]}} \quad (47)$$

Quanto mais o valor de r se aproximar da unidade, maior a precisão com que a equação resultante da análise de regressão descreve a relação entre as variáveis X e Y .

É possível derivar parcialmente a eq.(31) com relação à X :

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = \mu \cdot k \cdot X^{\mu-1} \quad (48)$$

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = \mu \cdot k \cdot \frac{X^\mu}{X} \quad (49)$$

e da eq. (31), $k \cdot X^\mu = Y$, resultando

$$\therefore \frac{\partial Y}{\partial X} = \mu \cdot \frac{Y}{X} \quad (\text{Agregado Marginal de Obras}) \quad (50)$$

O Agregado Marginal de Obras ($\partial Y / \partial X$), num determinado período, é o produto do coeficiente de escala (μ) obtido historicamente pela relação entre o total de obras (Y) e consumos (ou demandas) previstos (X) para o referido período. No caso deste estudo, o Agregado Marginal de Obras é referente à inclusão de uma unidade de chuveiro elétrico (carga associada) adicionada ao sistema. Portanto, o custo marginal do agregado de obra considerado é determinado multiplicado-se o resultado obtido do Agregado Marginal pelo respectivo custo unitário (C_U). Portanto, a equação que define o Custo Marginal é dada por:

$$C_{MG}(Y) = C_U \cdot \mu \cdot \frac{Y}{X} \quad (51)$$

O custo unitário é tomado considerando-se as obras necessárias para a alimentação isolada da carga em questão.

Tendo em vista que as tomadas de decisão e definições de tarifa são baseadas em análises de custo anuais, o Custo Marginal obtido deverá ser anualizado o que poderá ser feito mediante a utilização de um Fator de Recuperação de Capital ou método de anualização linear, que levará em consideração:

- Vida Útil da Instalação;
- Remuneração do Capital;
- Custos de Manutenção e Operação.

Portanto, definindo-se as seguintes taxas anuais de custos relacionadas aos itens citados:

D , taxa de depreciação;

R , taxa de recuperação;

OM , taxa de manutenção e operação.

Tem-se a equação para o custo marginal:

$$C_{MG} = C_U \cdot \mu \cdot \frac{Y}{X} \cdot (D + R + OM) \quad (52)$$

Este resultado é direto para o caso da utilização dos históricos de demanda. A utilização dos históricos de consumo leva à obtenção de resultados em US\$/kWh, sendo que para obter-se o custo marginal por unidade agregada de demanda na hora da ponta, aplica-se um fator H definido como “número de horas de utilização da demanda máxima” (período equivalente de utilização da demanda máxima que resulta na mesma energia fornecida durante o ano) para converter o valor original em US\$/kW. A equação corrigida para utilização com históricos de consumo fica

$$C_{MG} = H \cdot C_U \cdot \mu \cdot \frac{Y}{X} \cdot (D + R + OM) \quad (53)$$

O maior atrativo para a utilização da provável tendência de investimento baseando-se na regressão linear é a simplicidade; pode-se considerar que o modelo matemático obtido para a dinâmica de expansão do mercado tem um comportamento satisfatório. Contudo, fatores como disponibilidade de dados, conjuntura econômica, finalidade, área de análise e horizonte de estudo devem ser considerados na decisão sobre o método de previsão de carga utilizado.

No caso específico do chuveiro elétrico, o histórico de obras de geração (Y) nada mais é que o próprio histórico de empreendimentos de geração do sistema, já que o chuveiro, do ponto de vista de circuitos elétricos, é apenas mais uma das cargas que demandam potência e energia, e a adição de cargas ao sistema demanda a expansão do mesmo. O grande problema está na inexistência de um histórico de consumos (ou demandas) previstos (X) para o chuveiro elétrico, tendo em vista a complexidade deste estudo para cargas específicas das redes de baixa tensão, impossibilitando o uso da eq.(46) para obtenção dos valores da variável μ , por sua vez necessária para utilização na form.(53).

Podemos citar como exemplo desta dificuldade o fato da ANEEL, para composição da tarifa de uso do sistema de distribuição, adotar custos padrão para o setor. Esses custos são calculados a partir de médias entre as várias empresas considerando os inúmeros aspectos circunstanciais e especificidades das mesmas.

Portanto, enquanto não existir um histórico de consumos (ou demandas) específico para o chuveiro elétrico, a LQO mostra-se inviável.

6.4.3 Tentativa pelo método do Custo Incremental Médio de Longo Prazo (CIMLP)

Este método faz a aproximação do custo marginal com base no custo médio da expansão prevista. “Uma vez selecionado um plano de investimentos em um horizonte de planejamento, são estimados os valores anuais de despesas relacionadas com estes investimentos. Esta estimativa é obtida determinando o valor anual do investimento previsto em um ano, durante a vida útil do equipamento, a uma taxa de remuneração que contemple além das despesas de financiamento, as taxas de depreciação dos ativos e uma taxa anual de despesas operacionais. Dessa forma, tem-se uma aproximação das despesas totais anuais a partir dos investimentos propostos.” (AGUIAR et al, 2002).

É possível obter as informações de investimento planejado para curto, médio e longo prazo através de estudos oficiais, como o Plano Decenal, que fornece um banco de dados que possibilita o cálculo do custo marginal médio da expansão através dos CIMLP. Assim como no método das LQO, calcula-se o custo anual de antecipação de investimentos, englobando-se as despesas de capital, depreciação, e operação e manutenção (O&M). Uma forma de se obter o Custo Marginal anualizado dos investimentos é através do cálculo do custo anual equivalente de cada investimento, durante a respectiva vida útil, mediante a taxa de remuneração desejada e agregando-se as despesas de O&M.

Como principal vantagem para a aplicação desta metodologia é que ela revela a real necessidade de investimentos.

Vantagens das CIMLP:

- Maior simplicidade ;
- Maior facilidade na obtenção dos dados.

Cuidados a serem tomados ao utilizar CIMLP:

- O fato de tomar-se a média dos custos das obras, dependendo das características e natureza das mesmas, pode distorcer o resultado obtido, invalidando a aproximação do custo marginal pelo custo médio;
- A carência demasiada de investimento em um passado recente pode ser refletida em uma projeção de investimentos de volumosos para os primeiros anos, distorcendo os resultados a longo prazo.

A equação básica deste método é:

$$CIMLP = \frac{\sum [(INi)/(1+a)^{(i-1)}]}{\sum [(DEi)/(1+a)^{(i-1)}]} \quad (54)$$

onde

INi é o volume de investimentos anuais agregados (i) no horizonte considerado;

DEi são as demandas anuais agregadas (i) no horizonte considerado;

a é a taxa de atualização do capital.

Esta fórmula fornece a média móvel dos custos médios de investimentos realizados a cada ano. É possível desenvolvê-la (AGUIAR et al, 2002), obtendo-se o custo marginal médio,

$$C_{MG} = \frac{\sum [(\Delta IN_i)/(1+a)^{(i-1)}]}{\sum [(\Delta DE_i)/(1+a)^{(i-1)}]} \quad (55)$$

onde

ΔIN_i é investimentos incremental num determinado ano i ;

ΔDE_i é a demanda incremental num determinado ano i .

O investimento em geração devido ao chuveiro elétrico pode ser obtido pela demanda total anual exigida do sistema (em MW) multiplicada pelo custo total do investimento correspondente em geração (em US\$/MWinst). Sintetizando as deduções das eq.(28) e (29), e denominando C_T o custo do investimento em geração por unidade de potência (US\$/MW), tem-se

$$I_{CHUVEIRO(\Psi)} = 0,5 \cdot P_{MÁXIMA(\Psi)} \cdot nres_{CHUVEIRO(\Psi)} \cdot sim_{(\Psi)} \cdot C_{T(\Psi)} \quad (56)$$

onde o índice Ψ refere-se ao ano-base dos dados. Pensando-se em incrementos nos parâmetros (Δ) para essas variáveis, pode-se fazer as seguintes considerações para um horizonte de 5 anos:

$P_{MÁXIMA(\Psi)}$

A variação incremental da potência máxima ao longo do tempo pode ser atribuída a dois principais fatores: exigência de maior conforto por parte dos consumidores e o regime anual de temperaturas no país. Segundo Matajs(1997), a potência máxima do chuveiro seria de 4,2kW, levando-se à conclusão de que a potência variou insignificadamente nos últimos 7 anos. Como a variação brusca da média anual de temperatura é um acontecimento raro, considera-se a variável $P_{MÁXIMA} = 4,4kW$, constante.

$\Delta nres_{CHUVEIRO(\Psi)}$

A variação incremental do número de residências com chuveiro deve-se aos seguintes fatores:

- Aumento do número de residentes;
- Aumento da população;
- Aumento do fator de penetração do chuveiro elétrico, seja por motivos econômicos, climáticos ou comportamentais;
- Combinação dos motivos antes apresentados.

$sim_{(\Psi)}$

Pelos hábitos constituídos dos brasileiros, supõe-se que a simultaneidade de uso a cada hora do dia será constante, $sim = 0,13$.

$\Delta C_{T(\Psi)}$

O custo incremental anual do investimento em geração por unidade de potência (US\$/MW) é a somatória dos custos de cada usina. O custo de cada usina é a razão do investimento incremental do empreendimento (US\$) pela respectiva potência incremental de geração do projeto (MW). Ora, se o investimento incremental do empreendimento é dado por ΔIN_i , com $i = \Psi$, tem-se

$$\Delta C_{T(\Psi)} = \frac{\Delta IN_{(\Psi)}}{\Delta PE_{(\Psi)}} \quad (57)$$

onde $\Delta PE_{(\Psi)}$ é a potência incremental anual do empreendimento em questão. Como este investimento está diluído ao longo dos anos, os valores de $\Delta C_{T(\Psi)}$ referentes à um mesmo empreendimento tem valores diferenciados a cada ano, correspondentes ao investimento no referido ano-base.

Dadas as observações feitas, a nova fórmula para investimento devido ao chuveiro fica

$$\Delta I_{CHUVEIRO(\Psi)} = 0,5 \cdot P_{MÁXIMA} \cdot sim \cdot \Delta nres_{CHUVEIRO(\Psi)} \cdot \frac{\Delta IN_{(\Psi)}}{\Delta PE_{(\Psi)}} \quad (58)$$

Pode-se reescrever a fórmula acima em função da variação da demanda máxima incremental do chuveiro, $\Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)}$, com $P_{MÁXIMA}$ e sim constantes, obtendo-se

$$\Delta I_{CHUVEIRO(\Psi)} = \frac{\Delta IN_{(\Psi)}}{\Delta PE_{(\Psi)}} \cdot \Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)} \quad (59)$$

Portanto, o custo marginal associado ao chuveiro elétrico resulta

$$C_{MG} = \frac{\sum \left[\left(\frac{\Delta IN_{(\Psi)}}{\Delta PE_{(\Psi)}} \cdot \Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)} \right) / (1+a)^{(\Psi-1)} \right]}{\sum \left[\Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)} / (1+a)^{(\Psi-1)} \right]} \quad (60)$$

Enquanto o fator complicador no caso da LQO era a inexistência de um histórico de consumos (ou demandas) previstos, para a CIMLP o entrave é a inexistência de um estudo para a projeção da variação da demanda máxima do chuveiro em um horizonte de médio ou longo prazo.

6.4.4 Alternativas de projeções simplificadas para a demanda do chuveiro elétrico

Os estudos de demanda e consumo do chuveiro elétrico exigem uma série de medidas ao longo de um espaço de tempo suficiente para obter-se um histórico e,

conseqüentemente, uma projeção confiável. No entanto, pode-se fazer algumas simplificações que permitam uma análise panorâmica.

6.4.4.1 Aproximação “A”

Considerando constantes a penetração do chuveiro elétrico (proporção de residências em que o aparelho está presente) e a relação entre o número de residências e a população, pode-se estimar o número de residências com chuveiro elétrico baseando-se na população do país. Segundo os cálculos do IBGE (2004), o crescimento da população brasileira é estimado em aproximadamente 1,36% ao ano, ou seja, aproximadamente 7% nos próximos 5 anos. Considerando a demanda máxima do chuveiro elétrico, o incremento de demanda, proporcional ao crescimento da população, obedece à fórmula

$$\Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)} = 0,0136 \cdot DM_{CHUVEIRO(\Psi-1)} \quad (61)$$

Considerando-se a demanda máxima relacionada ao chuveiro elétrico em 2004 (eq.(30)), a projeção de acréscimo para o ano de 2005 será de 116,44MW, sendo que em um horizonte de 5 anos a demanda máxima relacionada ao chuveiro elétrico será de 9.160,27MW. Na Tab.7 encontra-se o resultado dos cálculos para a projeção dos acréscimos anuais de demanda do chuveiro elétrico de 2005 a 2012 (em kW). Foi também calculado o investimento médio em geração de energia elétrica.

ANOS	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
$\frac{\Delta N_{(\Psi)}}{\Delta PE_{(\Psi)}} \text{ (US\$/kW)}$	1531,3	1775,6	1665,7	1347,5	1569,7	1800,8	1918,5	1567,1
$\Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)}$	116443	118027	119632	121259	122908	124580	126274	127991

Nota: Dados para cálculos obtidos de ANEEL(2004), INEE(2004), ONS(2004) e WWF(2004).

Fonte: Elaboração própria

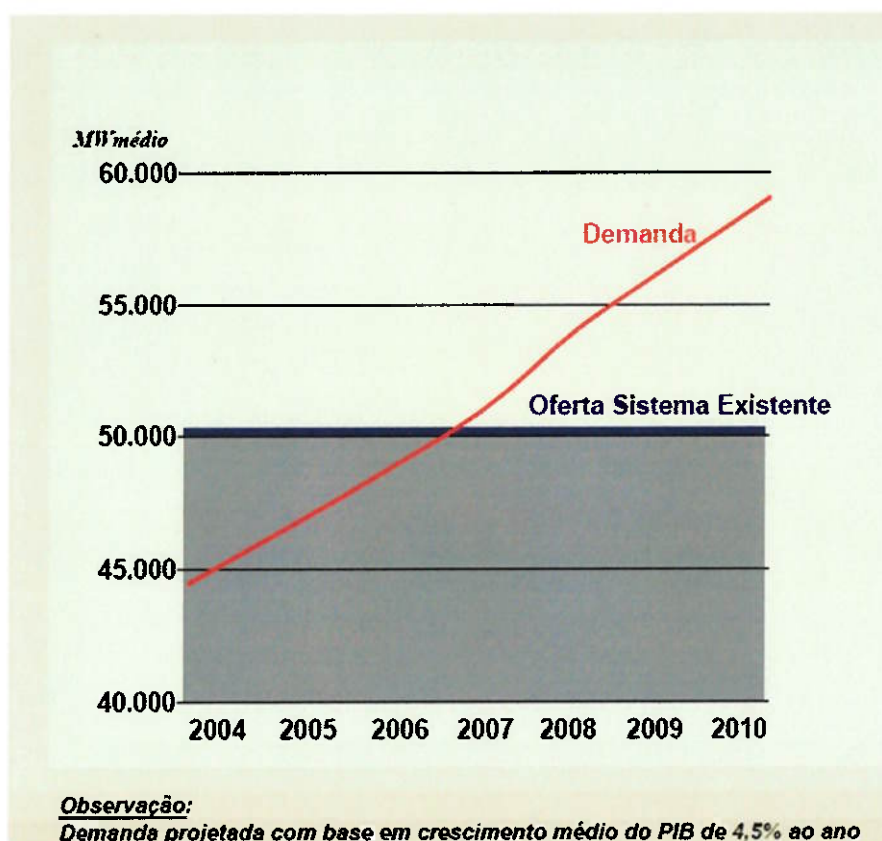
Tabela 7 – Projeções de investimento incremental anual em geração elétrica e demanda incremental máxima do chuveiro elétrico; 2005-2012

Com os dados da Tab.7 e a aplicação da form.(60), obtém-se o valor para o custo marginal da potência instalada associado ao chuveiro elétrico.

$$C_{MG} = 1.648,37US\$/kW \quad (62)$$

6.4.4.2 Aproximação “B”

A projeção de demanda do sistema tem sido feita anualmente pelo ONS. O crescimento esperado da demanda baseando-se na projeção do incremento anual do PIB pode ser observado na Fig.12.



Fonte: GUERREIRO, 2004

Figura 12 – Projeção da demanda de eletricidade no Brasil

Portanto, uma outra abordagem é supor o percentual de participação do chuveiro elétrico na demanda nacional constante, isto é, supor que o incremento da demanda anual relacionada ao chuveiro elétrico seja diretamente proporcional ao incremento da demanda do país, tendo o ano de 2004 como proporção base.

ANOS	2005	2006	2007
$\Delta DM_{SISTEMA(\Psi)}$	61263	65174	69399
$\Delta DM_{CHUVEIRO(\Psi)}$	9863	10493	11173

Nota: Dados para cálculos obtidos de ONS(2004).

Fonte: Elaboração própria

Tabela 8 – Projeções de demanda em geração elétrica e demanda máxima do chuveiro elétrico; 2005-2012

Com os dados da **Tab.8** e a aplicação da form.(60), obtém-se o valor para o custo marginal da potência instalada associado ao chuveiro elétrico.

$$C_{MG} = 1.660,23US\$/kW \quad (63)$$

6.4.4.3 Aproximação “C”

Por fim, pode-se fazer uma projeção considerando-se que o custo marginal de expansão atrelado ao chuveiro elétrico é igual ao custo marginal de expansão do sistema. Modelando o sistema gerador de maneira que seja composto por 80% de geração hidrelétrica e 20% de geração termelétrica a gás natural, tem-se

$$C_{MG} = 0,8 \cdot C_{MG-HIDRO} + 0,2 \cdot C_{MG-TERMO} \quad (64)$$

A **Tab.9** demonstra os custos marginais de cada uma das tecnologias citadas, sendo que o custo de energia já agrega os custos do consumo de combustível (UTES) e os royalties para a utilização da água (UHEs). Nota-se que embora o custo de expansão

da potência instalada seja menor para a UTE a gás, o custo da energia da UHE é menor. Basicamente, a grande diferença entre as térmicas, de todos os tipos, e as hídricas, é que o gasto com combustível é muito superior aos gastos com os encargos relacionados à utilização da água.

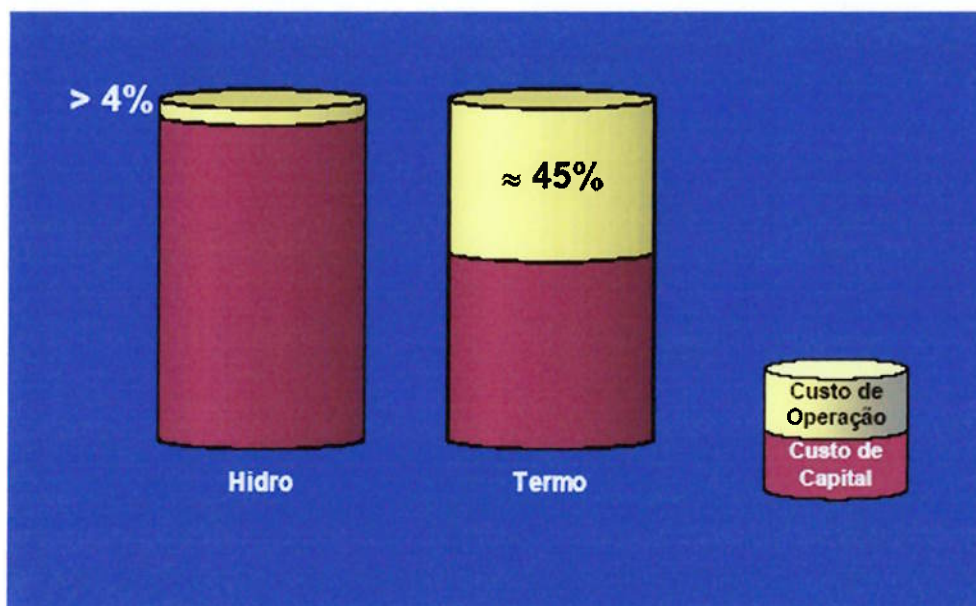
TIPO	US\$/MWh	U\$/kW
HIDRÁULICA	20	2000
TERMO (GÁS)	56	1000

Fonte: BARRETO et al. (2004)

Tabela 9 – Custos marginais

Portanto, pela form.(64)

$$C_{MG} = 0,8 \cdot 2000 + 0,2 \cdot 1000 = 1800 \text{US} \$ / kW \quad (65)$$



Fonte: GUERREIRO, 2004

Figura 13 – Porcentagem dos custos de operação

6.4.4.4 Comparação entre as aproximações

Dada a quantidade de simplificações feitas e a abordagem diferenciada dada a cada aproximação, os valores podem ser considerados próximos e coerentes. A **Tab.10** mostra os resultados das aproximações e a diferença percentual relativa.

APROXIMAÇÃO	A	B	C
C_{MG} (US\$/kW)	1.648,37	1.600,23	1.800,00
DIFERENÇA RELATIVA	*	-2,92%	+9,20%

* Aproximação "A" tomada como referência

Fonte: Elaboração própria

Tabela 10 – Resultados das aproximações para o custo marginal de investimento em geração relacionada ao chuveiro elétrico

6.4.5 Cálculo do custo do chuveiro elétrico no horário de ponta

Definindo-se a aproximação "A" como cenário de referência, pode-se finalmente estimar o investimento em geração, ano base 2004, relativo à adição de mais um chuveiro elétrico no horário de ponta do sistema. A potência equivalente de um chuveiro na ponta, considerando a utilização simultânea de 50% dos chuveiros elétricos,

$$Pot_{EQ} = 0,5 \cdot P_{MÁXIMA} \cdot sim = 0,5 \cdot 4400 \cdot 0,13 = 286W \quad (66)$$

onde $P_{MÁXIMA}$ e sim são dados por eq.(24) e eq.(25), respectivamente.

Com o custo marginal de potência instalada $C_{MG} = 1.648,37US\$/kW$, tem-se que o investimento em geração devido a adição de uma unidade do chuveiro elétrico é

$$I_{g_{CHUVEIRO}} = 0,286 \cdot 1.648,37 = 471,43US\$ \quad (67)$$

6.5 Cálculo do custo de geração da energia consumida pelo chuveiro elétrico

O custo da energia produzida é, basicamente, composto pelos encargos financeiros do empreendimento (investimento e juros associados), pelos custos de operação da usina e custos relativos à manutenção. De acordo com os custos marginais de energia da **Tab.9**, e modelando o sistema com 80% de UHEs e 20% de UTEs (Gás), tem-se um custo marginal de energia de

$$C_{MG_ENERGIA} = 0,8 \cdot 20 + 0,2 \cdot 56 = 27,20US\$/MWh \quad (68)$$

No entanto, é conveniente usar o valor médio encontrado na maioria das referências recentes (2004), com modelos do sistema mais detalhados e custos calculados por software computacional, utilizados na composição da tarifa de energia elétrica. Este custo é de aproximadamente

$$C_{MG_ENERGIA_SOFTWARE} = 30,00US\$/MWh \quad (69)$$

Logo, o custo mensal de geração de energia consumida por uma unidade o chuveiro elétrico no Brasil no ano de 2004, dada a eq.(19) é de

$$C_{g_{MENSAL}} = 0,03 \cdot 50,72 = 1,52US\$ \quad (70)$$

e o custo anual

$$Cg_{ANUAL} = 12 \cdot 0,03 \cdot 50,72 = 18,26US\$ \quad (71)$$

Considerando o número de residências com chuveiro elétrico no Brasil, dado pela eq.(26), o custo mensal de geração de energia total associado ao chuveiro elétrico no Brasil no ano de 2004

$$Cgt_{MENSAL} = 0,03 \cdot 50,72 \cdot 44.683.992 = 67.991.162,23US\$ \quad (72)$$

e o custo anual

$$Cgt_{ANUAL} = 0,03 \cdot 50,72 \cdot 44.683.992 = 815.893.946,73US\$ \quad (73)$$

7. ANÁLISE PONDERADA DOS CUSTOS TOTAIS DO CHUVEIRO ELÉTRICO

7.1 Ferramentas de análise

Embora exista um grande debate acerca da energia demandada pelo chuveiro elétrico, torna-se necessária uma ampliação da discussão, já que a sociedade atual não é afetada somente por índices econômicos. Em uma análise global, é possível afirmar que os recursos de um povo são medidos em todas as esferas da sociedade, seja ela econômica, social, política, cultural ou ambiental. Logo, a preocupação quanto à economia de recursos financeiros deve ser ampliada para outros tipos de recursos que a sociedade dispõe. No entanto, estes recursos têm características próprias e distintas, de maneira que a comparação entre eles torna-se pessoal e subjetiva, necessitando-se de um parâmetro referencial que possibilite uma análise comparativa.

O PIR torna a análise custo-benefício de um empreendimento muito mais rica; esta abordagem considera os custos das mais diversas esferas da sociedade envolvidas no empreendimento, ao mesmo tempo em que também analisa os benefícios decorrentes da mesma em um caráter geral. Com isso as características de viabilidade técnico-econômica, fatores comumente analisados em uma obra, tornam-se apenas parte da análise, não sendo muitas vezes o fator determinante para a viabilidade ou inviabilidade da obra.

Como base para a análise comparativa, a Análise de Custos Completos (ACC) considera as externalidades, fatores que fogem da esfera técnico-econômica, como custos externos, avaliando os impactos das demais áreas de maneira a monetizá-los. Não existe uma definição oficial para a ACC, sendo uma ferramenta para identificação sistematizada das características dos custos. Embora alguns aspectos sejam de difícil e discutível caracterização, prejudicando a eventual análise de viabilidade de um projeto, pode-se dizer que, em linhas gerais, esta pode ser uma poderosa ferramenta comparativa entre diversas soluções para determinado

problema. Dentro deste contexto, a ACC possibilita que haja uma referência comparativa (monetização), de modo que uma análise qualitativa possa ser projetada para uma análise quantitativa, dando assim mais recursos para que uma decisão seja tomada.

A ACC relacionada à utilização do chuveiro elétrico poderia englobar diversos aspectos como o destino do aparelho após o fim de sua vida útil e a valoração da água utilizada durante o banho; porém, neste trabalho, focaremos o fator energético, projetando os custos completos associados à geração de eletricidade destinada ao consumo para banho aquecido utilizando o chuveiro elétrico automático.

Boarati (2003) apresentou um modelo de análise para explicitar os diferentes tipos de custos para a geração de energia a partir de Hidrelétricas e Termelétricas com Gás Natural. Com este modelo, baseado no PIR e na ACC, faz uma avaliação ponderada para as duas alternativas de geração. Com base nestes resultados e considerando um modelo para o sistema de geração de eletricidade composto de UHEs e UTEs (Gás), é possível uma análise dos custos do chuveiro elétrico baseada na correspondente proporção do sistema de geração comprometido com o aquecimento de água através deste aparelho.

7.2 Aspectos abordados na análise

Segue a descrição resumida dos fatores analisados pelo modelo proposto por Boarati (2003) e os aspectos referentes a cada fator.

7.2.1 Fator Técnico-Econômico

É a visão do empreendedor e/ou investidor. A exploração da fonte geradora ocorre durante um prazo (concessão, vida útil); espera-se uma rentabilidade para o capital investido; deve buscar minimizar impacto nos outros fatores sem perder de vista o lucro e a competitividade.

Aspectos relativos às Hidrelétricas

- Custo unitário de geração;
- Tempo de construção;
- Área ocupada pelo reservatório;
- Uso da água;
- Característica do Power Purchased Agreement (PPA);
- Financiamento;
- Comercialização de energia;
- Distância entre geração e transmissão;
- Taxa interna de retorno;
- Potencial hidrelétrico remanescente.

Aspectos relativos às Termelétricas

- Custo unitário de geração;
- Tempo de construção;
- Área ocupada pela termelétrica;
- Suprimento do combustível;
- Característica do Power Purchased Agreement (PPA);
- Financiamento;
- Comercialização de energia;
- Distância entre geração e transmissão;
- Taxa interna de retorno;
- Potencial de geração.

7.2.2 Fator Ambiental

É a visão da sociedade organizada (ONGs) e das autoridades competentes (licenciamento ambiental). Opõe-se à degradação do ambiente; garante o cumprimento da legislação; não tem como foco de preocupação o preço das fontes alternativas, os custos para redução do impacto ambiental em questão ou as consequências do desabastecimento energético para as atividades humanas.

Aspectos relativos às Hidrelétricas

- Controle de cheias e secas;
- Recuperação da mata ciliar ao redor do reservatório;
- Investimento em estrutura para a Piracema;
- Modificação do tamanho do reservatório;
- Alteração da qualidade da água;
- Natureza da geração;
- Característica da área alagada;
- Impacto do sistema de transmissão de energia elétrica.

Aspectos relativos às Termelétricas

- Uso controlado da água para o ciclo térmico;
- Redução da potência instalada;
- Área ocupada pela usina;
- Poluição atmosférica;
- Natureza do combustível;
- Impacto do sistema de transmissão;
- Impacto dos gasodutos.

7.2.3 Fator Social

É a visão dos atingidos pelos empreendimentos. Necessidade de comparação entre os benefícios do produto do empreendimento e o ônus da implementação do mesmo; considera influência na área econômica; considera influência na qualidade de vida.

Aspectos relativos às Hidrelétricas

- Controle de secas e enchentes;
- Lazer e turismo;
- Geração de empregos;
- Desenvolvimento da infra-estrutura local;

- Pagamento de Royalties para a União, Estados e Municípios;
- Irrigação das plantações com o uso da água dos reservatórios;
- Construção de eclusas para a navegação;
- Famílias deslocadas com a formação do reservatório;
- Povos indígenas e quilombolas;
- Efeitos do desequilíbrio ambiental no meio social;
- Influência na atividade econômica local: pesca;
- Influência na atividade econômica local: agricultura;
- Área ocupada pela usina.

Aspectos relativos às Termelétricas

- Geração de empregos;
- Uso controlado da água para o ciclo térmico;
- Localização;
- Poluição atmosférica;
- Poluição sonora;
- Área ocupada.

7.2.4 Fator Político

É a visão do poder público através da classe política. Considera decisões políticas que influenciam a atividade de geração; considera ações políticas que comprometem a viabilidade econômica do projeto; considera influência da sociedade; sujeito à observância das leis.

Aspectos relativos às Hidrelétricas

- Programas oficiais de incentivo à expansão da oferta de energia elétrica;
- Tempo de resposta a uma crise de abastecimento energético;
- “Know-How” da forma de geração;
- Licenciamento ambiental;
- Oposição da sociedade organizada;

- Risco cambial: Danos causados por turbulências internacionais;
- Influência em áreas indígenas e quilombolas;
- Disponibilidade estratégica do energético;
- Pressão da opinião pública internacional;
- Obras adicionais solicitadas.

Aspectos relativos às Termelétricas

- Programas oficiais de incentivo à expansão da oferta de energia elétrica;
- Tempo de resposta a uma crise de abastecimento energético;
- “Know-How” da forma de geração;
- Licenciamento ambiental;
- Oposição da sociedade organizada;
- Risco cambial: Danos causados por turbulências internacionais;
- Disponibilidade estratégica do combustível;
- Pressão da opinião pública internacional;
- Características dos contratos para fornecimento do combustível;
- Obras adicionais solicitadas.

6.3 Considerações acerca do modelo de avaliação das UHEs e UTEs (Gás)

O modelo base (BOARATI,2003) apresenta uma análise das alternativas baseada em uma valoração percentual:

- Insatisfatória (25%);
- Regular (50%);
- Satisfatória (75%);
- Excelente (100%).

Os ajustes dos graus de valoração de cada alternativa são feitos por diferentes pesos atribuídos a cada elemento. As usinas são divididas por faixas de potência instalada ($P=MW$) :

- Pequena ($P < 30$);
- Média ($30 < P < 100$);
- Grande ($100 < P < 1.000$);
- Potência elevada ($P > 1.000$).

7.4 Projeção dos custos relativos ao chuveiro elétrico

7.4.1 Proporção de usinas por faixa de potência

A **Tab.11** fornece a potência instalada, por cada faixa de potência, das usinas hidrelétricas e termelétricas a gás instaladas no Brasil.

	Pequena	Média	Grande	P. Elevada
UHEs	907,01	1.339,3	15.000,7	48.818,4
UTEs (Gás)	71	207	3.377,25	0

Nota: Dados sintetizados do anexo I ; database 2003. (ONS,2004)

Fonte: Elaboração própria

Tabela 11 – Potência instalada (MW) por faixa de potência para cada tipo de usina

Considerando a potência instalada de cada tipo de usina (UHE e UTE a gás), pode-se estimar o percentual que cada faixa de potência representa dentro da capacidade total de geração do referente tipo de usina.

A **Tab.12** mostra os resultados desta análise.

	Pequena	Média	Grande	P. Elevada
UHEs	1,37%	2,03%	22,70%	73,90%
UTES (Gás)	1,94%	5,67%	92,39%	0%

Fonte: Elaboração própria

Tabela 12 – Porcentagem da potência instalada total por faixa de potência para cada tipo de usina

7.4.2 Monetização dos fatores de análise por proporcionalidade ao custo unitário de geração

A valoração que Boarati (2003) aplicou em seu estudo tem uma característica ponderada, o que possibilita um grande número de análises numéricas que são válidas enquanto forem obedecidos os critérios de pesos, pontuações e proporcionalidade aplicados no método.

Em um primeiro momento, o maior interesse é que a análise de valoração das alternativas seja diretamente proporcional aos custos completos. Para isso, é necessária a mudança no sistema de valoração: agora, a pior alternativa soma mais pontos, enquanto a melhor soma menos pontos.

	Alternativa Insatisfatória	Alternativa Regular	Alternativa Satisfatória	Alternativa Excelente
Antiga Valoração	25%	50%	75%	100%
Nova Valoração	100%	75%	50%	25%

Tabela 13 – Mudança no sistema de valoração

As constantes de proporcionalidade (pesos aplicados) e fatores de correção não se alteram, pois as premissas por eles considerados continuam válidas.

O fator considerado pela análise tem uma valoração máxima de 100 pontos. Sendo k a valoração final atribuída ao custo unitário de geração e FTE a pontuação total do Fator Técnico-Econômico, a constante de monetarização do Fator Técnico-Econômico será dada por

$$M_{TE} = \frac{FTE}{k} \quad (74)$$

É possível determinar as constantes para os demais fatores, já que estes têm o mesmo peso na análise final. Portanto, define-se

$$M_A = \frac{FTE}{k} \cdot \frac{FA}{FTE} = \frac{FA}{k} \quad (75)$$

$$M_S = \frac{FTE}{k} \cdot \frac{FS}{FTE} = \frac{FS}{k} \quad (76)$$

$$M_P = \frac{FTE}{k} \cdot \frac{FP}{FTE} = \frac{FP}{k} \quad (77)$$

sendo

FA a pontuação total do Fator Ambiental;

FS a pontuação total do Fator Social;

FP a pontuação total do Fator Político;

M_A a constante de monetarização do Fator Ambiental;

M_S a constante de monetarização do Fator Social;

M_P a constante de monetarização do Fator Político;

Portanto, a monetarização obedece à fórmula

$$VM = M \cdot C_{MG} \quad (78)$$

onde

VM é o valor monetarizado (US\$/kW);

$M = (M_{TE} + M_A + M_S + M_P)$ é a constante de monetarização;

C_{MG} é o custo marginal da operação do sistema (US\$/kWinst).

Para obtenção de valores monetários associados a determinado fator, utiliza-se a form.(78) com a constante de monetarização referente ao fator que se deseja monetarizar.

Dadas estas observações e as pontuações totais obtidas pelo modelo de Boarati (2003) com o novo sistema de valoração, monta-se a seguinte tabela:

TIPO DE USINA	TAMANHO DA USINA	k	Técnico-Econômico		Ambiental		Social		Político	
			FTE	M_{TE}	FA	M_A	FS	M_S	FP	M_P
UHEs	PEQUENAS	7,50	40,64	5,42	41,65	5,55	44,99	6,00	50,01	6,67
	MÉDIAS	5,63	41,91	7,44	41,89	7,44	43,32	7,69	54,56	9,69
	GRANDES	3,75	60,02	16,01	45,22	12,06	56,34	15,02	60,25	16,07
	P. ELEVADA	1,88	60,01	31,92	50,71	26,97	69,18	36,80	75,02	39,90
UTEs a gás	PEQUENAS	3,95	46,03	11,65	38,89	9,85	33,81	8,56	55,69	14,10
	MÉDIAS	1,97	54,60	27,72	55,56	28,20	47,06	23,89	55,69	28,30
	GRANDES	1,97	60,52	30,72	55,56	28,20	47,06	23,89	69,34	35,20
	P. ELEVADA	1,97	66,43	33,72	47,23	23,97	47,06	23,89	79,57	40,39

Tabela 14 – Fatores calculados para o novo sistema de valoração

Os valores totais obtidos pelo novo sistema de valoração, onde a maior pontuação corresponde ao maior custo, estão explicitados na **Tab.15**.

TIPO DE USINA	TAMANHO DA USINA	<i>FTE</i>	<i>FA</i>	<i>FS</i>	<i>FP</i>	TOTAL
UHEs	PEQUENAS	40,64	41,65	44,99	50,01	177,29
	MÉDIAS	41,91	41,89	43,32	54,56	181,68
	GRANDES	60,02	45,22	56,34	60,25	221,83
	P. ELEVADA	60,01	50,71	69,18	75,02	254,92
UTES a gás	PEQUENAS	46,03	38,89	33,81	55,69	174,42
	MÉDIAS	54,60	55,56	47,06	55,69	212,91
	GRANDES	60,52	55,56	47,06	69,34	232,48
	P. ELEVADA	66,43	47,23	47,06	79,57	240,29

Tabela 15 – Valoração final das usinas

Pelos dados da tabela 12, onde temos a porcentagem de usinas por faixa de potência, pode-se estimar a valoração total para cada tipo de usina.

Para as UHEs, tem-se

$$\begin{bmatrix} F_{UHE} \\ M_{TE} \\ M_A \\ M_S \\ M_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 177,29 & 181,68 & 221,83 & 254,92 \\ 5,42 & 7,44 & 16,01 & 31,92 \\ 5,55 & 7,44 & 12,06 & 26,97 \\ 6,00 & 7,69 & 15,02 & 36,80 \\ 6,67 & 9,69 & 16,07 & 39,90 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0137 \\ 0,0203 \\ 0,2270 \\ 0,7390 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 244,86 \\ 27,45 \\ 22,90 \\ 30,84 \\ 33,42 \end{bmatrix} \quad (79)$$

Para as UTES a gás, tem-se

$$\begin{bmatrix} F_{UTE_GÁS} \\ M_{TE} \\ M_A \\ M_S \\ M_P \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 174,42 & 212,91 & 232,48 & 240,29 \\ 11,56 & 27,72 & 30,72 & 33,72 \\ 9,85 & 28,20 & 28,20 & 23,97 \\ 8,56 & 23,89 & 23,89 & 23,89 \\ 14,10 & 28,30 & 35,2 & 40,39 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} 0,0194 \\ 0,0567 \\ 0,9239 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 230,24 \\ 30,18 \\ 27,84 \\ 23,59 \\ 34,40 \end{bmatrix} \quad (80)$$

7.4.3 Monetização dos fatores de análise tendo como base o custo unitário de geração

Com as bases de valoração definidas, propõe-se utilizar a monetização baseada no custo marginal de geração para estimar um custo comparativo que possa ser atribuído ao chuveiro elétrico ao considerarmos a expansão do sistema.

7.4.3.1 Análise qualitativa

As constantes de monetização exprimem, para cada unidade (1 US\$/kW) dispendida na operação do sistema, os custos equivalentes para o estabelecimento do empreendimento. Os resultados obtidos, dados pelas eq.(79) e na eq.(80), referem-se a empreendimentos de geração utilizando usinas hidrelétricas e termelétricas a gás natural. De acordo com os dados, cada 1,00 US\$ gasto por kW instalado para geração de energia com usinas hidrelétricas, traz um custo implícito, equivalente a

- 27,45 US\$ investidos em custos técnico-econômicos;
- 22,90 US\$ “investidos” em custos ambientais;
- 30,84 US\$ “investidos” em custos sociais;
- 33,42 US\$ “investidos” em custos políticos.

Pelo mesmo raciocínio, cada 1,00 US\$ gasto por kW instalado para geração de energia com usinas termelétricas a gás natural, equivale a

- 30,18 US\$ investidos em custos técnico-econômicos;
- 27,84 US\$ “investidos” em custos ambientais;
- 23,59 US\$ “investidos” em custos sociais;
- 34,40 US\$ “investidos” em custos políticos.

Uma outra análise importante, em face das discussões acerca da previsão de custos levando em conta somente fatores técnico-econômicos, é a comparação com os dois fatores de maior preocupação emergente: o ambiental e o social.

Para a hidrelétrica, $\frac{M_A}{M_{TE}} = 0,83$ e $\frac{M_S}{M_{TE}} = 1,12$, ou seja, cada 1,00 US\$ investido correspondente a fatores técnico-econômicos traz um custo ambiental equivalente de 0,83 US\$ e um custo social equivalente de 1,12US\$.

Para a termelétrica a gás, $\frac{M_A}{M_{TE}} = 0,92$ e $\frac{M_S}{M_{TE}} = 0,78$, ou seja, cada 1,00 US\$ investido correspondente a fatores técnico-econômicos traz um custo ambiental equivalente de 0,92 US\$ e um custo social equivalente de 0,78US\$.

7.4.3.2 Análise dos custos referentes ao chuveiro

Por fim, associam-se os custos técnico-econômicos com os custos decorrentes da expansão do sistema relacionada ao chuveiro elétrico. Como os custos marginais de expansão foram calculados baseando-se na projeção de expansão do mercado, e este mercado expandido foi modelado por um sistema com 80% de UHEs e 20% de UTEs (Gás), é coerente que este modelo seja mantido para que os valores obtidos dos custos marginais associados ao modelo possam ser utilizados. Considera-se que os elementos que compõem o fator técnico-econômico estão agregados ao valor marginal de expansão do sistema elétrico; logo os custos de expansão podem ser diretamente relacionados aos custos Técnico-Econômicos. Dada a eq.(67), para cada unidade de chuveiro elétrico adicionado ao sistema, tem-se:

- Custos Técnico-Econômicos equivalentes

$$Ceq_{TE} = C_{MG} = 471,43US\$ \quad (81)$$

- Custos Ambientais equivalentes

$$Ceq_A = Ceq_{TE} \cdot \frac{M_A}{M_{TE}} = 471,43 \cdot \frac{(0,8 \cdot 22,90 + 0,2 \cdot 27,84)}{(0,8 \cdot 27,45 + 0,2 \cdot 30,18)} = 402,25US\$ \quad (82)$$

- Custos Sociais equivalentes

$$Ceq_S = Ceq_S \cdot \frac{M_S}{M_{TE}} = 471,43 \cdot \frac{(0,8 \cdot 30,84 + 0,2 \cdot 23,59)}{(0,8 \cdot 27,45 + 0,2 \cdot 30,18)} = 494,90US\$ \quad (83)$$

- Custos Políticos equivalentes

$$Ceq_P = Ceq_P \cdot \frac{M_P}{M_{TE}} = 471,43 \cdot \frac{(0,8 \cdot 33,42 + 0,2 \cdot 34,40)}{(0,8 \cdot 27,45 + 0,2 \cdot 30,18)} = 566,07US\$ \quad (84)$$

8 CONCLUSÃO

O chuveiro elétrico automático tem um impacto significativo no sistema elétrico brasileiro. Em termos gerais, o panorama dos valores mais importantes que foram obtidos como frutos deste estudo permite uma análise direta: torna-se cada vez mais necessária a busca de alternativas para o chuveiro elétrico. O aparelho está arraigado na cultura brasileira. É um item de conforto nas residências, com custo baixo e uso diário. A mudança dos hábitos do consumidor só será efetiva e duradoura se for oferecida uma alternativa que ofereça vantagens.

Em linhas gerais, os resultados encontrados confirmam a preocupação de setores da sociedade com relação à demanda do aparelho e o decorrente investimento em geração.

- Energia média consumida por um chuveiro anualmente:

608,64kWh

- Demanda máxima exigida do sistema devida ao chuveiro elétrico:

8.562MW

- Investimento em geração devido à adição de mais um chuveiro elétrico ao sistema:

471,43US\$

Os resultados são impressionantes. A demanda associada ao chuveiro, por exemplo, corresponde a cerca de 16,1% da ponta do Sistema Elétrico Brasileiro. Para efeitos comparativos, isso corresponde a 68% da capacidade instalada de Itaipu, que é de 12.600MW.

Mais do que uma visualização de gastos e uma preocupação quanto à estabilidade e continuidade do fornecimento de energia, estes valores fornecem um imensurável potencial de economia. A retirada do chuveiro da ponta pode postergar investimentos no setor, além de possibilitar que novas tecnologias sejam desenvolvidas. Ainda é discutível qual a melhor maneira de minimizar o problema, seja pelo gerenciamento do consumo e suas mais diversas alternativas até a pura e simples substituição do chuveiro elétrico por outro tipo, como o chuveiro a gás. Aliás, é inconcebível a utilização de gás nas usinas para geração de energia, que depois será transformada em calor, quando seria possível a transformação direta do gás em calor, sendo este processo mais eficiente que aquele do ponto de vista do número de transformações energéticas. Além disso, a economia em geração, transmissão e distribuição seria notória. Contudo, dado o alto custo das alternativas, é improvável que o consumidor deixe de comprar o chuveiro elétrico sem que seja incentivado de alguma maneira.

Também é importante salientar que as perspectivas da necessidade de investimento em geração de eletricidade em um futuro próximo são grandes, seja pelo aumento da demanda ou pelo fato de que o sistema, expandido historicamente com predominância hidrelétrica, tem entraves cada vez maiores para a expansão. Estes problemas vão desde a distância cada vez maior entre os centros de consumo e os rios com grande potencial de geração, além dos encargos ambientais e restrições previstos para os novos projetos. Com isso, existe a clara tendência de um mercado com uma maior participação de outras fontes de energia, principalmente com o aumento do número de termelétricas.

Embora tenham sido feitas inúmeras considerações e aproximações através de modelos, os resultados apresentam coerência. Além disso, a metodologia independe dos valores, podendo ser aplicada com diferentes parâmetros e novas considerações. Dentro deste aspecto, considerando os custos completos encontrados, pode-se dizer que se tem uma boa ferramenta para análise comparativa. Como exemplo, os valores encontrados para os custos ambientais (402,25US\$) e sociais (494,90US\$) dão uma dimensão de que o chuveiro pode ser inviável, com referência à estes fatores, comparando-se com outras alternativas como o chuveiro a gás ou o chuveiro com

aquecedor solar. Contudo, o fator mais valorizado ainda é o técnico-econômico, não sendo comuns valorações de outros fatores.

A ACC mostrou-se uma ferramenta poderosa para a comparação de alternativas. É importante ressaltar, porém, que ela tem como premissa que todos os fatores são valorados igualmente, isto é: os fatores técnico-econômico, ambiental, social e político têm o mesmo peso para valoração. Isso não é necessariamente verdade, já que dentro de um contexto podemos considerar alguns fatores mais importantes que outros. Com isso, um aprimoramento do método de cálculo dos custos completos deve ser feito, possivelmente com um novo modelo que considere os graus de importância entre os fatores e as mais diversas tecnologias para o aquecimento de água, podendo assim considerar a melhor alternativa para este processo.

LISTA DE REFERÊNCIAS

- AGUIAR, R. M. et al. **Desenvolvimento de metodologia para cálculo de custos marginais em redes de média e baixa tensão.** Trabalho apresentado ao 15º seminário nacional de distribuição de energia elétrica, Salvador, 2002.
- ARRUDA, L. F.; BADARÓ, M.P. **SIGED – Sistema integrado de gerência e demanda.** Trabalho apresentado ao 4º CIERTEC – Seminário internacional sobre automação de redes de distribuição e centros de controle, São Paulo, 2002.
- BARRETO, S. et al. WWF. **A repotenciação de usinas hidrelétricas como alternativa para o aumento da oferta de energia no Brasil com proteção ambiental.** Rio de Janeiro: Grupo de estudo de política energética - WWF, ago. 2004. (Informe Técnico)
- BATISTA, P. ; HAIAMA, E. ; SANTOS, R. E. **Atratividade do setor energético.** Trabalho apresentado ao 2º Fórum Continuado de Energia, Rio de Janeiro, 2004.
- BOARATI, J.H. **Um modelo para avaliação ponderada da hidreletricidade e termelétricidade com gás natural através dos custos completos.** 2003. 129 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo: 2003.
- BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **Atlas de Energia Elétrica do Brasil.** 1.ed. Brasília: 2002
- _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. Boletim Energia, n.145, out. 2004. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/boletim145.html>>. Acesso em out. 2004.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **Agenda 21.** Brasília: 2001. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/se/agen21/capa/>>. Acesso em jun. 2004.
- _____. Secretaria de Energia - Ministério de Minas e Energia. **Balanco Energético Nacional – BEN 2003 (ANO BASE 2002).** Brasília: 2003.
- BRUNORO, C.M. ;PIQUEIRA, J.R.C **Energia: uso, geração e impactos ambientais.** São Paulo: Sistema Anglo de Ensino, 2001.
- CORONA **Descrição do produto – Ducha Ballerina.** Disponível em: <http://www.corona.com.br/produtos_ballerina.php>. Acesso em out. 2004.
- DA SILVA, A.C.M. **Análise condicionada da demanda de energia no setor residencial brasileiro.** 2002. 155 p. Dissertação (Mestrado) - Coordenação dos

Programas de Pós-graduação de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: 2002.

DOS SANTOS, E. M. Luz no final do túnel. **Energia, Ambiente & Desenvolvimento – Caderno Digit@l de informação**. Dez. 2001. Disponível em: <<http://www.guiafloripa.com.br/energia/entrevistas/edmilson.php>>. Acesso em jun. 2004.

ELETROBRÁS; ONS. **Energia Elétrica: Previsão da carga dos sistemas interligados 2003-2007**. Rio de Janeiro: abr. 2003. (Informe Técnico)

FERRARI, E.L. **Utilização de curvas de carga de consumidores residenciais medidas para determinação de diversidade da carga, e carregamento de transformadores de distribuição**. 1996. 148 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo: 1996.

GUERREIRO, A. **O planejamento do novo modelo do setor elétrico brasileiro**. Trabalho apresentado ao 3º encontro de dirigentes de usinas termelétricas, Belo Horizonte, 2004.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Características gerais da população – Censo demográfico 2000**. Rio de Janeiro: 2002.

_____. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população. Estimativa de outubro de 2004**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/disseminacao/online/popclock/popclock.php>>. Acesso em out. 2004.

JANNUZI, G. M. **Aumentando a eficiência nos usos finais de energia no Brasil**. São Paulo: 2001. (Artigo Técnico) Disponível em: <<http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/Artigos/id34.htm>>. Acesso em out. 2004.

MATAJS, R.R. **Demanda, consumo e custo das alternativas ao chuveiro elétrico: o exemplo do estado de São Paulo**. 1997. 156 p. Dissertação (Mestrado) - Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia (IEE-USP, EPUSP, FEA-USP, IFUSP), Universidade de São Paulo. São Paulo: 1997.

ONS. **Planejamento anual da operação energética 2004**. Rio de Janeiro: abr. 2004. (Informe Técnico RE 3/036/2004)

ANEXO I USINAS DO SISTEMA INTERLIGADO

USINAS DESPACHADAS CENTRALIZADAMENTE

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
AES TIETÊ	Caconde	H	Pardo	1 x	41,2	80,4
				1 x	39,2	
	Euclides da Cunha	H	Pardo	4 x	27,2	108,8
				Armando S. Oliveira	H	Pardo
	Água Vermelha	H	Grande	6 x	232,7	1396,2
				Barra Bonita	H	Tietê
	Álvaro Souza Lima	H	Tietê	3 x	48	144
				Ibitinga	H	Tietê
	Promissão	H	Tietê	3 x	88	264
				Nova Avanhandava	H	Tietê
Total					2644,2	
AES URUGUAIANA	Uruguaiana	G	2 x	175	600	
			1 x	250		
	Total					600
CBA	Piraju	H	Paranapanema	2 x	40	80
				Total		
CDSA	Cachoeira Dourada	H	Paranaíba	2 x	17	658
				3 x	54	
				3 x	84	
				2 x	105	
				Total		
CEB	UTE Brasília	O	2 x	5	10	
			Total			
CEEE	Dona Francisca (*)	H	Jacuí	2 x	62,5	125
				Passo Real	H	Jacuí
	Jacuí	H	Jacuí	6 x	30	180
				Itaúba	H	Jacuí
	Total					963
CELPA	Curuá-Una	H	Curuá-Una	3 x	10	30
				Total		

Situação em 31/12/2003

(*) Consórcio CEEE/DFESA

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
CEMIG	Camargos	H	Grande	2 x	23	46
	Itutinga	H	Grande	2 x	12,5	52
				1 x	14	
				1 x	13	
				4 x	106	424
	Igarapava	H	Grande	5 x	42	210
	Volta Grande	H	Grande	4 x	95	380
	Emborcação	H	Paranaíba	4 x	298	1192
	Nova Ponte	H	Araguan	3 x	170	510
	Miranda	H	Araguan	3 x	136	408
	São Simão	H	Paranaíba	6 x	285	1710
	Salto Grande	H	Santo Antônio	2 x	27	102
				2 x	24	
	Sá Carvalho	H	Piracicaba	2 x	15	78
				1 x	18	
				1 x	30	
	Três Marias	H	São Francisco	6 x	66	396
Guilman-Amorim	H	Piracicaba	4 x	35	140	
Funil-Grande (*)	H	Grande	3 x	60	180	
Subtotal Hidro						5828
	Igarapé	O		1 x	131	131
Subtotal Termo						131
Total						5959
CESP – Paraná	Ilha Solteira	H	Paraná	4 x	176	3444
				11 x	170	
				5 x	174	
	Três Irmãos	H	Tietê	5 x	161,5	807,5
	Jupirá	H	Paraná	14 x	110,8	1551,2
	Porto Primavera	H	Paraná	14 x	110	1540
	Jaguari	H	Jaguari	2 x	13,8	27,6
Paraibuna	H	Paraíba do Sul	2 x	42,5	85	
Total						7455,3
CGTEE	Presidente Médici A/B	C		2 x	63	446
				2 x	160	
	São Jerônimo	C		2 x	5	20
				1 x	10	
Nutepa	O		3 x	8	24	
Total						490
CGT FORTALEZA	Fortaleza	G		2 x	111,86	346,63
				1 x	122,91	
Total						346,63

Situação em 31/12/2003

(*) Consórcio CVRD/CEMIG

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)	
				UNITÁRIO	TOTAL
CHESF	Sobradinho	H	São Francisco	6 x 175	1050
	Itapanca	H	São Francisco	6 x 250	1500
	Moxotó	H	São Francisco	4 x 100	400
	Paulo Afonso 123	H	São Francisco	3 x 60	1425
				2 x 70	
				1 x 75	
				3 x 76	
				4 x 200	
				1 x 2	
		Paulo Afonso 4	H	São Francisco	6 x 410
	Xingó	H	São Francisco	6 x 527	3162
	Boa Esperança	H	Parnaíba	2 x 49	225
				2 x 63,5	
	Subtotal Hidro				10222
	Camaçari	G		3 x 72	216
	Subtotal Termo				216
	Total				10438
CIA. ENERGÉTICA CHAPECÓ	Quebra-Queixo	H	Chapecó	3 x 40	120
	Total				120
CIA. ENERGÉTICA SANTA CLARA	Santa Clara MG	H	Mucuri	3 x 20	60
	Total				60
CIA. PARAIBUNA METAIS	Sobragi	H	Paraibuna	3 x 20	60
	Total				60
CIEI	Interligação Argentina	I		1160	1160
	Total				1160
CONSÓRCIO GUAPORÉ	Guaporé	H	Guaporé	3 x 40	120
	Total				120
CONSÓRCIO JAURU	Jauru	H	Jauru	3 x 40,5	121,5
	Total				121,5
CONSÓRCIO PORTO ESTRELA	Porto Estrela	H	Santo Antônio	2 x 56	112
	Total				112
COPEL	G. B. Munhoz	H	Iguaçu	4 x 419	1676
	Segredo	H	Iguaçu	4 x 315	1260
	Salto Caxias	H	Iguaçu	4 x 310	1240
	G. P. Souza	H	Capivari	4 x 65	260
	Subtotal Hidro				4436
	Figueira	C		2 x 10	20
	Subtotal Termo				20
	Total				4456
CPFL	Carioba	O		2 x 18	36
	Total				36

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
DUKE ENERGY	A. A. Laidner	H	Paranapanema	2 x	48,9	97,8
	Chavantes	H	Paranapanema	4 x	103,5	414
	Lucas N. Garcez	H	Paranapanema	4 x	18	72
	Canoas II	H	Paranapanema	3 x	24	72
	Canoas I	H	Paranapanema	3 x	27,5	82,5
	Capivara	H	Paranapanema	3 x	160	643
				1 x	163	
	Taquaruçu	H	Paranapanema	5 x	110,8	554
	Rosana	H	Paranapanema	4 x	93	372
	Total				2307,3	
EL PASO	Macaé Merchant	G		20 x	46.131	922,62
	Total					922,62
ELETRONORTE	Tucuruí	H	Tocantins	2 x	20	5365
				12 x	350	
				3 x	375	
				Total		5365
ELETRONUCLEAR	Angra I	N		1 x	657	657
	Angra II	N		1 x	1350	1350
	Total					2007
EMAE	Henry Borden	H	Tietê e Tributários	1 x	40	888
				1 x	35	
				5 x	65	
				1 x	68	
				6 x	70	
				Subtotal Hidro		888
				Piratininga 1 e 2	G	
Piratininga 3 e 4	O		2 x	136	272	
Subtotal Termo					472	
Total					1360	
EPE	Cuiabá	G		2 x	150	480
				1 x	180	
				Total		480
ESCELSA	Mascarenhas	H	Doce	2 x	45	131
				1 x	41	
				Total		131
FAFEN	Fafen	G		2 x	30	60
				Total		60

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)	
				UNITÁRIO	TOTAL
FURNAS	Furnas	H	Grande	8 x 164	1312
	Mascarenhas de Moraes	H	Grande	2 x 38	478
				2 x 45	
				4 x 51	
				2 x 54	
	Estreito	H	Grande	6 x 184	1104
	Porto Colômbia	H	Grande	4 x 82	328
	Manmbondo	H	Grande	8 x 186	1488
	Corumbá I	H	Corumbá	3 x 125	375
	Itumbiara	H	Paranaíba	6 x 380	2280
	Funil	H	Paraíba do Sul	3 x 74	222
	Serra da Mesa	H	Tocantins	3 x 425	1275
	Manso	H	Manso	4 x 52,5	210
	Subtotal Hidro				9072
	Santa Cruz	O		2 x 84	608
				2 x 220	
	Roberto Silveira	G		2 x 16	32
Subtotal Termo				640	
Total				9712	
FURNAS / TRACTEBEL	Interligação Argentina	I		1018	1018
Total				1018	
IBIRITERMO	Ibiritermo	G		1 x 150	235
				1 x 85	
Total				235	
INVESTCO	Lajeado	H	Tocantins	5 x 180,5	902,5
	Total				902,5
ITAIPU	Itaipu	H	Paraná	9 x 700	6300
	Total				6300
ITAPEBI GERAÇÃO	Itapebi	H	Jequitinhonha	3 x 150	450
	Total				450
ITIQUIRA ENERGÉTICA	Itiquira I	H	Itiquira	2 x 30,4	60,8
	Itiquira II	H	Itiquira	2 x 47,6	95,2
	Total				156
LIGHT	Ilha dos Pombos	H	Paraíba do Sul	2 x 27	183
				1 x 32	
				1 x 48	
				1 x 49	
	Nilo Peçanha	H	Paraíba-Pirai	2 x 48	380
				4 x 71	
	Santa Branca	H	Paraíba do Sul	2 x 29	58
	Pereira Passos	H	Lajes-Par-Pirai	2 x 50	100
	Fontes A	H	Lajes-Par-Pirai	1 x 44	44
	Fontes BC	H	Lajes-Par-Pirai	2 x 44	88
	Total				853
MPX TERMOCEARÁ	Termoçarará	G		4 x 55	220
	Total				220

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINA	TIPO	RIO	POTÊNCIA EFETIVA (MW)	
				UNITÁRIO	TOTAL
PETROBRAS	Canoas	G		1 x 160	160
	Total				160
ROSAL ENERGIA	Rosal	H	Itabapoana	2 x 27,5	55
	Total				55
SFE	Eletrobolt	G		8 x 47,375	379
	Total				379
TRACTEBEL	Salto Santiago	H	Iguaçu	4 x 355	1420
	Salto Osório	H	Iguaçu	4 x 182	1078
				2 x 175	
	Passo Fundo	H	Passo Fundo	2 x 113	226
	Itá	H	Uruguai	5 x 290	1450
	Machadinho	H	Pelotas	3 x 380	1140
	Cana Brava	H	Tocantins	3 x 157,2	471,6
	Subtotal Hidro				5785,6
	Jorge Lacerda C	C		1 x 363	363
	Jorge Lacerda B	C		2 x 131	262
	Jorge Lacerda A	C		2 x 50	232
				2 x 66	
	Charqueadas	C		4 x 18	72
	Alegrete	O		2 x 33	66
	William Arjona	G		3 x 40	120
Subtotal Termo				1115	
Total				6900,6	
JUIZ DE FORA	Juiz de Fora	G		2 x 43,5	87
	Total				87

Situação em 31/12/2003

USINAS NÃO DESPACHADAS CENTRALIZADAMENTE

EMPRESA	USINAS	TIPO ENERGIA	FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
AES TIETÊ	Mogi Guaçu	H	4,5	2 x	3,6	7,2
	Total Empresa		4,5			7,2
CAT-LEO ENERGIA	Anna Maria	H	1,1	3 x	0,77	2,3
	Benjamin Baptista	H	5	1 x	9,5	9,5
	Granada (Túlio Cordeiro de Melo)	H	7,66	2 x	7,9	15,8
	Guary	H	3,7	4 x	1,55	6,2
	Palestina (Ivan Botelho II)	H	7,45	1 x	12,4	12,4
	Ponte (Ivan Botelho I)	H	15,2	2 x	12,15	24,3
	Total Empresa		40,11			70,5
CEEE	Bugres	H	10	1 x	11	11
	Canastra	H	24	2 x	22	44
	Capigu	H	1,4	1 x	0,5	4
				2 x	1,75	
	Ernestina	H	3,6	1 x	3,8	3,8
	Forquilha	H	1	1 x	1,1	1,1
	Guarita	H	1,1	1 x	1,7	1,7
	Herval	H	0,3	2 x	0,6	1,2
	Ijuizinho	H	0,5	1 x	1	1
	Ivai	H	0,5	1 x	0,7	0,7
	P. Inferno	H	0,3	1 x	1,1	1,1
	S. Rosas	H	0,7	1 x	1,4	1,4
	Toca	H	0,2	2 x	0,55	1,1
	Total Empresa		43,6			72,1
CELESC	Bracinho	H	7,35	2 x	7,5	15
	Caveiras	H	3,2	1 x	0,55	4
				1 x	0,55	
				1 x	1,4	
				1 x	1,5	
	Cedros	H	8,45	2 x	4,4	8,8
	Celso Ramos	H	5,3	1 x	2,8	5,4
				1 x	2,6	
	Garcia	H	8,1	2 x	4,32	8,64
	Ivo Silveira	H	2,3	1 x	2,6	2,6
	Palmeiras	H	14,9	2 x	8,8	24
				1 x	6,4	
	Pery	H	4,2	1 x	1,3	4,3
				2 x	1,5	
Pirai	H	0,37	2 x	0,25	0,7	
			2 x	0,1		
Rio do Peixe	H	0,43	1 x	0,4	0,63	
			1 x	0,23		
Salto	H	4,96	2 x	1	5,9	
			1 x	1,4		
			1 x	2,5		
São Lourenço	H	0,25	1 x	0,22	0,37	
			1 x	0,15		
Total Empresa		59,81			80,34	

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO	ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
CELG	Rochedo	H	3,64	1 x	4	4
	São Domingos	H	6,5	2 x	6	12
	Total Empresa		10,14			16
CEMAT	A to Araguaia I	H	0,25	2 x	0,2	0,4
	Alto Araguaia II	H	0,48	1 x	0,6	0,6
	Alto Paraguai	H	1,2	1 x	0,8	1,68
				1 x	0,88	
	Braço Norte	H	3,5	4 x	1,37	5,48
	Casca2	H	2,68	2 x	0,72	3,52
				1 x	2,08	
	Casca3	H	6,66	2 x	4	11,9
				1 x	3,9	
	Cuiuene	H	1,11	3 x	0,6	1,77
Poxoréc	H	0,62	2 x	0,38	0,76	
Primavera	H	4,95	7 x	1,16	8,12	
Tonxoréo	H	1,4	2 x	1	2	
Total Empresa			22,85			36,23

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO	ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)			
				UNITÁRIO	TOTAL		
CEMIG	Anil	H	0,8	2 x	1,04	2,08	
	B. J. Galvão	H	0,13	1 x	0,36	0,36	
	Cajuru	H	3,86	1 x	7,2	7,2	
	Camelinho	E	0,3	4 x	0,25	1	
	Dona Rita	H	0,84	1 x	1,6	2,41	
					1 x	0,81	
	Fomoso	D	0,22	2 x	0,16	0,36	
	Gafanhoto	H	6,68	4 x	3,5	14	
	Jacutinga	H	0,47	1 x	0,72	0,72	
	Joásal	H	5,2	5 x	1,68	8,4	
	Lajes	H	0,54	1 x	0,68	0,68	
	Luiz Dias	H	1,04	2 x	0,81	1,62	
	Machado Min.	H	1,14	2 x	0,86	1,72	
	Marmelos	H	1,55	4 x	0,6	4	
					1 x	1,6	
	Martins	H	2,8	4 x	1,925	7,70	
	Paciência	H	2,13	3 x	1,36	4,08	
	Pandeiros	H	2,07	3 x	1,4	4,2	
	Paraúna	H	1,9	1 x	1	4,28	
					1 x	2,08	
					1 x	1,2	
	Peti	H	6,51	1 x	5	9,4	
					1 x	4,4	
	Pissarão	H	0,71	1 x	0,8	0,8	
	Piau	H	8	2 x	9,01	18,01	
	Poço Fundo	H	4,16	2 x	2,08	9,16	
					1 x	5	
	Poquim	H	0,74	1 x	1,4	1,4	
	Rio das Pedras	H	4,6	2 x	2,32	9,28	
					1 x	4,64	
	São Bernardo	H	3,79	2 x	1,31	6,82	
					1 x	4,2	
	Salto Moraes			0,82	2 x	1,2	2,39
	Salto do Paraopeba	H	2,09	1 x	2,37	2,37	
	Santa Luzia	H	0,59	1 x	0,7	0,7	
	Santa Marta	H	0,5	1 x	1,48	1,48	
Salto do Passo Velho ⁽¹⁾	H	1,41	1 x	0,95	1,66		
				1 x	0,71		
Salto Voltão ⁽¹⁾	H	5,79	1 x	3,7	6,76		
				1 x	3,06		
Sumidouro	H	1,03	1 x	2,12	2,12		
Tronqueiras	H	4,6	2 x	1,8	8,5		
				1 x	4,9		
Xicão	H	0,61	2 x	0,9	1,8		
	Total Empresa		77,62			147,46	

⁽¹⁾ Usinas pertencentes ao subsistema Sul.
Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO	ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)			
				UNITÁRIO	TOTAL		
CERJ	Areal	H	9	2 x	10	20	
	Chave do Vaz	H	0,3	1 x	0,6	0,6	
	Euclidlandia	H	0,7	2 x	0,6	1,2	
	Fagundes	H	2,7	2 x	2,4	4,8	
	Franca Amaral	H	4,5	1 x	4,8	4,8	
	Macabu	H	7,33	2 x	2,75	19	
					2 x	6,75	
	Prabanha	H	6,5	3 x	2,8	8,3	
	Tombos	H	1	2 x	0,8	1,6	
	Total Empresa			32,03			60,3
CFLCL	Coronel Domciano	H	3,26	1 x	5,04	5,04	
	Miguel Pereira	H		1 x		0	
	Santa Cecília	H		1 x		0	
	Ervália	H	3,19	1 x	7,5	7,5	
	Nebina	H	4,66	1 x		0	
	Cachoeira Alta	H		1 x		0	
	Rocha Grande	H		1 x		0	
	Matipó	H		1 x		0	
	Cachoeira do Emboque	H	10,44	1 x		0	
	Total Empresa		21,55				12,54
CHESF	Araras	H	2	2 x	2	4	
	Curemas	H	2	1 x	1,75	3,76	
				1 x	2,01		
	Funil	H	7,2	3 x	10	30	
	Pedra	H	15,5	1 x	20	20	
Total Empresa		26,7				57,76	
COELBA	Ató Fêmeas	H	9	3 x	3,33	10	
	Correntina	H	5,4	2 x	4	8	
	Ilha Grande	O	0,1	1 x	1,2	1,2	
	Total Empresa		14,5				19,2

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO	ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
				UNITÁRIO	TOTAL	
CPFL	Americana	H	9	3 x	10	30
	Burit	H	0,9	1 x	0,6	0,6
	Capão Preto	H	1	2 x	1,76	5,52
				1 x	2	
	Cariobinha	H	-	1 x	0,96	1,3
				1 x	0,34	
	Chibarro	H	0,7	1 x	1,2	2,28
				1 x	1,08	
	Dourados	H	7,76	1 x	10,6	10,6
	Eloy Chaves	H	12,2	1 x	8,8	19
				1 x	10,2	
	Esmeril	H	2,88	2 x	2,5	5
	G. Peixoto	H	2,2	2 x	0,7	4,1
				1 x	0,98	
				1 x	1,72	
	Jaguar	H	9	2 x	3,4	11,8
				1 x	5	
	Lençóis	H	1,68	2 x	0,84	1,68
	Monjolinho	H	0	2 x	0,3	0,6
	Pinhal	H	3,7	2 x	3,4	6,8
Salto do Pinhal	H	-	1 x	0,58	0,58	
Salto Grande	H	2,72	2 x	1,6	4,55	
			1 x	1,35		
Santana	H	2,9	2 x	2,16	4,32	
São Joaquim	H	5,63	3 x	2,68	8,35	
Socorro	H	0,6	1 x	1	1	
Três Saltos	H	0,6	1 x	0,64	0,64	
	Total Empresa		63,47			118,82
ELEKTRO	Lobo	H	1,5	1 x	1,6	1,6
	Total Empresa		1,5			1,6
ELETROPAULO	Equipav	B	14,6	1 x	52,5	52,5
	Total Empresa		14,6			52,5

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO ENERGIA	FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)	
				UNITÁRIO	TOTAL
EMAE	Porto Goes	H	4	2 x 5,5	11
	Rasgão	H	5	2 x 11	22
	Izabe	H	0,6	2 x 1,3	2,6
	Total Empresa		9,6		35,6
ENERSUL	Assis Chateaubriand (MIMOSO)	H	20,9	1 x 20	29,5
	São João I	H	0,6	1 x 0,37	0,66
	São João II	H	0,5	1 x 0,59	0,59
	Corumbá	O	4,7	4 x 1,5	6
	Coxim	O	3	3 x 1	3
	Vitor Andrade de Brito (COXIM)	H	0,3	1 x 0,4	0,4
	Total Empresa		30		40,15
ESCELSA	A egre	H	1,2	1 x 1,971	1,971
	Fruteiras	H	5,56	2 x 3,953	7,906
	Jucu	H	2,91	2 x 2,195	4,39
	Rio Bonito	H	8	3 x 4,6	13,8
	Suçã	H	15	2 x 15,3	30,6
	Viçosa (Bicame)	H	2,8	2 x 2,25	4,5
Total Empresa		35,47		63,167	
RGE	Andorinhas	H	0,1	2 x 0,25	0,5
	Cerutti	H	-	2 x 0,6	1,2
	Dona Miran	H	-	1 x 0,2	0,5
	Guaporé	H	0,3	2 x 0,3	0,6
	Prapó	H	0,1	1 x 0,4	0,64
	Satinho	H	0,6	1 x 0,6	0,6
	Total Empresa		1,1		4,24
AÇO MINAS GERAIS S.A.	Açominas	S	12,5	1 x 25	25
	Total Empresa		12,5		25
AÇÚCAR GUARANI S/A	Guarani - Cruz Alta	B	11	1 x 22	22
	Total Empresa		11		22
AES FORÇA EMPREENDIMENTOS LTDA	Pirambéira	H	0,96	1 x 1,92	1,92
	Ribeirão	H	0,09	1 x 0,18	0,18
	Total Empresa		1,05		2,1
ANHAMBI AGROINDUSTRIAL LTDA.	Vitorino	H	2,64	1 x 5,28	5,28
	Total Empresa		2,64		5,28
ARAPUCCEL - Araputanga Centrais Elétricas	A' to Jauru	H	11	1 x 22	22
	Indiavaí	H	14	4 x 7	28
	Total Empresa		25		50
BARRALCOOL - USINA DA BARRA S.A.	Barralcol	B	11,5	1 x 23	23
	Total Empresa		11,5		23
BIOENERGIA COGERADORA LTDA.	Santo Antônio	B	11,5	1 x 23	23
	São Francisco	B	3,35	1 x 6,7	6,7
	Total Empresa		14,85		29,7

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)			
			UNITÁRIO		TOTAL	
BRASCAN ENERGÉTICA S.A.	Pedrinho I	H	4,05	2 x 8,1	16,2	
	Total Empresa		4,05		16,2	
CASSOL IND. E COMÉRCIO DE MADEIRAS LTDA.	Cabixi II	H	1,4	1 x 2,8	2,8	
	Total Empresa		1,4		2,8	
CENTRAL ENERGÉTICA RIO PARDO LTDA.	Usina da Pedra	B	15	1 x 30	30	
	Total Empresa		15		30	
CERTEL	Salto Forqueta	H	1,53	2 x 3,06	6,12	
	Total Empresa		1,53		6,12	
CGDE KOBLITZ ENERGIA S.A.	Piratini	M	5	1 x 10	10	
	Total Empresa		5		10	
CIA AÇUCAREIRA VALE DO ROSÁRIO	Vale do Rosário	B	25	1 x 50	50	
	Total Empresa		25		50	
CIA ENERGÉTICA SALTO DO LOBO LTDA.	Ribeirão do Pinhal	H	0,3	2 x 0,6	1,2	
	Total Empresa		0,3		1,2	
COMPANHIA ENERGÉTICA SANTA ELISA	Santa Elisa	B	21	2 x 6 2 x 15	42	
	Total Empresa		21		42	
CONSÓRCIO PASSO DO MEIO ENERGIA	Passo do Meio	H	3,75	4 x 7,5	30	
	Total Empresa		3,75		30	
CONSÓRCIO SALTO NATAL	Salto Natal	H	3,75	2 x 7,5	15	
	Total Empresa		3,75		15	
COOPERATIVA AGRÍCOLA REGIONAL DE PRODUTORES DE CANA LTDA	Termocana	B	4,1	1 x 8,2	8,2	
	Total Empresa		4,1		8,2	
CORURIBE ENERGÉTICA S.A.	Coruripe Iturama	B	12	1 x 24	24	
	Total Empresa		12		24	
DME	Rolador	H	2,6	2 x 2,6	5,2	
	Total Empresa		2,6		5,2	
EMBRAER-EMPRESA BRASILEIRA DE AERONÁUTICA S.A.	F-242	G	4,5	1 x 9	9	
	Total Empresa		4,5		9	
ENERGY WORKS DO BRASIL LTDA.	Corn Products Balsa	G	5	1 x 10	10	
			10	1 x 20	20	
	Total Empresa		15		30	
ENGEPE - ENGENHARIA E PAVIMENTAÇÃO LTDA.	Salto do Lobo	H	0,3	1 x 0,6	0,6	
			0,53	1 x 1,06	1,06	
	Total Empresa		0,83		1,66	
FORNASA	Rio Palmeiras	H	0,75	1 x 1,5	1,5	
	Total Empresa		0,75		1,5	
GLOBAL ENERGIA ELÉTRICA S.A.	Baruito	H	9,15	3 x 6,1	18,3	
	Total Empresa		9,15		18,3	
GUARANTÁ ENERGÉTICA LTDA.	Braço Norte III	H	7,08	2 x 7,08	14,16	
	Total Empresa		7,08		14,16	
HEIDRICH GERAÇÃO ELÉTRICA LTDA.	Cachoeira do Rio do Rauen	H	0,8	1 x 1,6	1,6	
	Total Empresa		0,8		1,6	

Situação em 31/12/2003

EMPRESA	USINAS	TIPO ENERGIA FIRME	POTÊNCIA EFETIVA (MW)		
			UNITÁRIO	TOTAL	
JALLES MACHADO S.A.	Jalles Machado	B	14	1 x 28	28
			14		28
JAPUNGU AGROINDUSTRIAL S.A.	Japungu	T	6	1 x 12	12
			6		12
MAGGI ENERGIA S.A.	Santa Lucia II	H	3,8	1 x 1,2	7,6
				1 x 6,4	
	Total Empresa		3,8		7,6
NUTRICEL NUTRIENTES LTDA.	Alvorada	T	4,7	1 x 9,4	9,4
			4,7		9,4
PESQUEIRO ENERGIA S.A.	Pesqueiro	H	6,22	1 x 12,44	12,44
	Total Empresa		6,22		12,44
PITANGUEIRAS AÇÚCAR E ÁLCOOL LTDA.	Pitangueiras	B	4,5	1 x 9	9
	Total Empresa		4,5		9
S.A. USINA CORURIBE AÇÚCAR E ÁLCOOL	Campo Florido	B	6	1 x 12	12
	Total Empresa		6		12
SANTA CÂNDIDA AÇÚCAR E ÁLCOOL LTDA.	Santa Cândida	B	13,5	1 x 15	27
				1 x 12	
	Total Empresa		13,5		27
SIMASA - SIDERÚRGICA DO MARANHÃO S.A.	Simasa	AF	4	1 x 8	8
	Total Empresa		4		8
TERMOELÉTRICA SANTA ADÉLIA LTDA.	Santa Adélia	B	17	1 x 34	34
	Total Empresa		17		34
USINA BARRA GRANDE LENÇÓIS	Barra Grande Lençóis	B	18,3	1 x 36,6	36,6
			18,3		36,6
USINA CAETÉ S.A. - FILIAL DELTA	Delta	B	7,95	1 x 15,9	15,9
			7,95		15,9
USINA CAETÉ S.A. - FILIAL VOLTA GRANDE	Volta Grande	B	7,35	1 x 14,7	14,7
			7,35		14,7
USINA CERRADINHO AÇÚCAR E ÁLCOOL S/A	Cerradinho	B	12,5	1 x 25	25
	Total Empresa		12,5		25

Situação em 31/12/2003

ANEXO II

TABELA DE CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

CHUVEIROS ELÉTRICOS – 01/2004

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/mn)
BOTEGA	DUCHA ELETRÔNICA	THERMO SYSTEM	127	5000	22,9	21,9	11,9	3,0
			220	6500	31,1	26,9	10,9	3,0
CARRDAL	DUCHA 5	DUCHA 5 STANDARD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4	
		DUCHA 5 COMPACTA BR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	5200	21,9	23,6	13,3	4,6
		220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4	
		DUCHA 5 COMPACTA CR	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	6500	26,9	29,2	9,9	3,4
		DUCHA 5 LUXO	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
		DUCHA 5 SUPER LUXO BD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0
			220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4
	DUCHA 5 SUPER LUXO CD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA 5 SUPER LUXO OD	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA 5 SUPER LUXO DO	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA 5 SUPER LUXO AC	127	5500	22,8	24,2	9,1	3,0	
		220	7600	31,8	33,8	9,9	3,4	
	DUCHA	DUCHA CLASSICA BR	127	5500	23,6	24,9	9,3	3,0
			220	7600	32,1	33,1	10,0	3,4
		DUCHA CLASSICA CR	127	5500	23,6	24,9	9,3	3,0
			220	7600	32,1	33,1	10,0	3,0
DUCHA CLASSICA C/DESVIADOR BR		127	5500	22,8	24,1	9,1	3,0	
		220	7600	31,7	33,6	10,1	3,4	
DUCHA CLASSICA C/DESVIADOR CR	127	5500	22,8	24,1	9,1	3,0		
	220	7600	31,7	33,6	10,1	3,4		
DUCHA ELETRÔNICA	DUCHA ELETRÔNICA BLINDADA	220	6500	27,4	27,9	16,7	3,0	
		220	7800	34,3	34,6	17,9	3,0	
LOUSANO	DUCHA FORTE LOUSANO	DUCHA FORTE	127	4400	17,2	19,9	12,7	4,3
			127	5400	22,0	25,9	13,3	4,4
			220	4400	16,0	21,3	12,7	4,3
	DUCHA STILO LOUSANO	DUCHA STILO	220	5400	21,7	25,3	13,4	4,4
			127	4400	16,6	20,0	12,6	4,1
			127	5400	23,0	24,5	13,9	4,3
220	4400	16,7	21,1	12,5	4,1			
220	5400	23,5	24,2	13,5	4,3			
CORONA	DUCHA SS	DUCHA SS	127	5400	22,8	25,5	15,2	5,1
			220	4400	19,2	21,0	12,0	3,7
			220	5200	23,1	24,0	15,1	4,9
	BALLERINA	BALLERINA	127	5400	22,9	25,3	15,0	5,1
			220	4400	18,9	20,6	12,5	3,9
			220	5350	22,7	24,2	14,8	4,7
	CORONA II	JATO OBEDIENTE 4T	127	5400	22,8	25,4	15,2	5,1
			220	6500	28,5	30,1	9,3	3,1
			127	5400	22,9	25,4	15,1	5,1
	220	5400	23,1	23,7	15,4	5,0		
	GORDUCHA	GORDUCHA	127	5400	22,7	25,2	15,1	5,0
			220	5400	22,5	24,3	15,0	5,1
			127	4000	16,9	19,0	11,0	3,8
	GORDUCHA LIGHT	GORDUCHA LIGHT	127	4000	17,0	19,1	11,1	3,8
220			4000	17,0	19,1	11,1	3,8	
4 ESTAÇÕES	DB 4 ESTAÇÕES C/TERMOSTATO (Color)	127	5500	24,2	25,1	15,0	4,9	
		220	6500	26,4	28,0	10,1	3,4	

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)
CORONA	BANHO TOTAL	BANHO TOTAL	127	5500	24,3	24,8	14,9	4,9
			220	6500	27,9	28,0	10,7	3,4
	MEGA BANHO	MEGA BANHO (Cromado)	127	5500	23,4	25,8	15,6	5,2
			220	7500	31,7	32,3	10,0	3,4
		MEGA BANHO (Cromado Pressurizado)	127	5500	23,5	25,8	15,7	5,2
			220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4
		MEGA BANHO TIMER (Pressurizado)	127	5200	22,5	23,5	15,0	4,8
			220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4
	MEGA BANHO (Color)	127	5500	23,4	25,8	15,6	5,2	
		220	7500	31,7	32,3	10,0	3,4	
	MEGA BANHO (Color Pressurizado)	127	5500	23,5	25,8	15,7	5,2	
		220	7500	31,8	32,3	10,1	3,4	
FAMME	CHUVEIROS	BANHO MÁXIMO ELETRÔNICO	127	5400	23,5	22,0	11,8	3,0
			220	7000	30,1	30,0	11,9	3,0
		BANHO MÁXIMO ELETRÔNICO (Cromado)	127	5400	23,5	22,0	11,8	3,0
			220	7000	30,1	30,0	11,9	3,0
		BANHO MÁXIMO ELETRÔNICO COM PRESSURIZADOR	127	5400	23,5	22,0	11,8	3,0
			220	7000	30,1	30,0	11,9	3,0
		BANHO MÁXIMO ELETRÔNICO COM PRESSURIZADOR (Cromado)	127	5400	23,5	22,0	11,8	3,0
			220	7000	30,1	30,0	11,9	3,0
		BANHO NOSSO	127	3000,0	12,0	13,0	8,1	10,0
			127	4000	17,5	16,0	12,6	3,8
			127	4600	20,5	19,0	14,7	4,4
			127	5000	22,1	20,0	14,8	4,4
			220	3000	12,6	14,0	8,5	10,0
			220	4000	17,7	17,0	12,3	3,8
			220	4800	21,5	20,0	14,7	4,4
			220	5400	24,5	23,0	14,6	4,4
		DUCHA JD	127	3000	12,0	13,0	8,1	3,0
			127	4800	20,1	22,0	14,0	4,4
			127	5000	21,5	22,0	14,3	4,4
			220	3000	12,6	14,0	8,5	3,0
			220	4800	20,9	22,0	14,1	4,4
			220	5400	24,2	23,0	14,6	4,4
		KIBANHO	127	3000	11,8	12,0	8,0	10,0
			127	4800	19,7	20,0	14,2	4,5
			127	5000	21,6	22,0	14,3	4,5
			220	3000	12,4	14,0	8,6	10,0
			220	4000	17,5	17,0	12,0	4,0
			220	4800	21,1	21,0	14,3	4,7
			220	5200	23,1	20,0	14,3	4,7
		SUPER DUCHA	127	3000	11,8	12,0	8,0	3,0
127	4800		21,3	20,0	13,9	4,5		
127	5200		23,1	22,0	14,3	4,5		
220	3000		12,4	14,0	8,6	3,0		
220	4800		20,8	22,0	14,0	4,5		
220	5400	24,1	24,0	14,1	4,7			

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	3		CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)		
F A M E	C H U V E I R O S	TRADICIONAL	127	3500	15,5	16,0	11,3	3,4		
			127	4600	20,6	19,3	14,7	4,5		
			127	5000	22,3	22,0	15,3	4,7		
			220	3500	15,3	15,0	10,8	3,4		
			220	4800	21,6	21,0	14,5	4,5		
		220	5500	24,5	24,0	16,7	5,3			
		DUCHA MILLENNIUM	127	5400	23,8	22,0	15,4	4,6		
			220	7000	30,8	30,0	9,9	3,0		
L O R E N Z E T T I	ELETRÔNICOS	JET MASTER MULTITEMPERATURAS	127	5400	23,2	24,5	9,4	3,2		
			220	7500	32,4	33,6	9,9	3,1		
		JET TURBO MULTITEMPERATURAS	127	5400	24,0	25,2	9,8	3,1		
			220	7500	33,4	35,4	10,6	3,3		
		DUCHA BLINDADA ELETRÔNICA JET TURBO	220	7500	34,5	35,7	18,2	3,0		
		DUCHA BLINDADA ELETRÔNICA JET MASTER	220	7500	34,0	36,0	17,7	3,0		
		BLINDUCHA	127	5000	22,3	33,0	14,1	3,0		
			220	7500	33,0	34,1	17,6	3,0		
	3 T E M P E R A T U R A S	RELAX	127	4400	19,4	20,6	12,7	4,2		
			127	5400	22,7	23,9	13,4	4,6		
			220	4400	18,8	22,7	12,7	4,4		
			220	5400	23,1	25,0	14,0	4,8		
		MAXI BANHO	127	3200	14,0	14,8	8,8	3,0		
			127	4400	19,4	18,9	13,8	4,1		
			127	5400	23,1	23,2	14,1	4,4		
			220	3200	14,5	15,7	9,0	3,0		
220			4400	19,0	19,0	12,9	4,0			
220			5400	23,6	23,2	14,0	4,3			
BELLO BANHO		127	4400	19,1	20,9	12,8	4,3			
		127	5400	23,8	25,9	13,7	4,8			
	220	4400	19,1	21,0	12,8	4,4				
	220	5400	23,6	25,8	13,7	4,8				
4 T E M P E R A T U R A S	LORENDUCHA	127	4400	19,1	21,0	13,6	4,5			
		127	5400	23,7	25,9	10,5	3,5			
		220	5400	23,5	25,7	10,5	3,5			
		220	6400	27,8	30,5	11,1	3,7			
	SUPER BANHO	127	5465	23,5	23,2	10,4	3,3			
		220	6465	28,8	27,3	11,4	3,5			

MARCA	FAMÍLIA	MODELO	TENSÃO (V)	POTÊNCIA (W)	CONSUMO MENSAL MÁXIMO		CONSUMO MENSAL MÍNIMO	
					CONSUMO (kWh/mês)	ELEVAÇÃO DE TEMPERATURA (°C)	CONSUMO (kWh/mês)	VAZÃO (l/min)
L O R E N Z E T T I	4 T E M P E R A T U R A S	JET SET 4	127	4400	18,6	19,2	13,0	4,2
			127	6400	23,6	23,7	10,4	3,4
			220	6400	24,6	23,4	10,5	3,2
			220	8400	27,7	27,2	11,2	3,5
		TRADIÇÃO	127	4400	18,6	18,4	13,5	4,1
			127	6400	24,3	23,4	10,6	3,3
			220	6400	25,4	23,8	10,7	3,2
			220	8400	28,3	27,1	10,9	3,5
		JET MASTER 4 TEMPERATURAS	127	6400	23,6	25,3	9,8	3,2
			220	7600	33,2	36,4	9,3	3,2
JET TURBO 4X4 TEMPERATURAS	127	6400	23,7	25,1	9,7	3,2		
	220	7600	33,8	36,4	9,9	3,2		
S I N T E X	SUPER DUCHA	SUPER DUCHA	127	4400	18,4	20,8	11,2	3,3
			220	4400	18,2	18,8	11,8	3,5
	ELITE	127	6000	19,4	22,3	11,5	3,3	
		220	6000	21,1	22,0	11,9	3,8	
	TOP BANHO	TOP BANHO	127	4400	16,2	18,8	11,5	3,4
			127	6400	23,2	23,7	13,2	3,6
			220	4400	16,3	19,6	12,0	3,8
	ELETRÔNICA	DUCHA ELETRÔNICA	127	6400	23,4	26,3	10,2	3,5
			220	6500	26,6	27,8	9,8	3,5
	ZAGONEL	DUCHA	MASTER	127	6200	22,6	21,8	9,3
220				6600	29,4	29,2	9,9	3,2