

OSIRIS ASHTON VITAL BRAZIL

**REGULAÇÃO E APROPRIAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA
SOLAR PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO BRASIL**

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Maria Olívia de Souza Ramos

**Salvador
2006**

TERMO DE APROVAÇÃO

OSIRIS ASHTON VITAL BRAZIL

REGULAÇÃO E APROPRIAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA SOLAR PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO BRASIL

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Regulação da Indústria de Energia, Universidade Salvador – UNIFACS, pela seguinte banca examinadora:

Maria Olívia de Souza Ramos - Orientadora _____
Doutora em Economia pela *Université de Paris XIII*, França.
Universidade Salvador - UNIFACS

Oswaldo Soliano Pereira _____
Doutor em Engenharia Elétrica pela *Imperial College Of Science And Technology*, I.C.S.T,
Inglaterra
Universidade Salvador – UNIFACS

Paulo Mario Machado Araújo _____
Doutorado em Engenharia Mecânica de Materiais pela, *Université Des Sciences Et
Technologies de Lille I*, USTL, França.
Universidade Tiradentes - UNIT

Salvador, 11 de agosto de 2006

Dedico este estudo a três amigos pela influência que tiveram e têm sobre a minha vida acadêmica. Professor Gênero Dantas Silva, por ter me mostrado o prazer de estudar e aprender; à Professora Samira Yssa, que me levou a ver, na academia, um ambiente propício para expressar a minha percepção do mundo; e à Professora Léa Rocha, por ter me apresentado à transdisciplinariedade.

AGRADECIMENTOS

Aos professores do Mestrado, que me possibilitaram refletir sobre a regulação da indústria de energia, em especial à professora doutora Maria Olívia de Souza Ramos pela orientação e pelas aulas de teoria econômica da regulação.

As secretárias do mestrado Andréia, Cilícia e Letícia, pela presteza e paciência.

Aos meus colegas da quinta turma do Mestrado de Regulação da Indústria de Energia, pela produtiva convivência durante as semanas de aulas, especialmente aos colegas Tereza Newma, Silvana Tosta, Ana Mendonça e Professor Gustavo Ortega.

À direção da Faculdade São Luis, especialmente a Cristiane Nunes, pelo apoio e incentivo.

Aos amigos Carlos Marcelo e Acácia Jimenez, pela revisão do texto.

A minha mãe Gelia Ashton, pelos incentivos.

Aos meus filhos Pedro e Raquel e a Claudia, minha esposa, pelo apoio incondicional e tolerância com a ausência nos longos períodos passados em Salvador dedicados ao mestrado.

RESUMO

Este trabalho é motivado pela indagação: Por que no Brasil não se usa habitualmente a energia do sol para a produção de energia térmica de uso doméstico? O objetivo geral é discutir o papel da regulação do mercado de energia na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares, através do aquecimento de água com energia solar. Especificamente, abordam-se três pontos: o primeiro, a apropriação da energia solar através do aquecimento de água pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares; o segundo, a regulação do mercado do aquecimento de água com energia solar; o terceiro, a relação entre regulação da indústria de energia e a criação de barreiras e incentivo à difusão da tecnologia de aquecimento de água solar no Brasil. Para atingirem-se os objetivos foi realizada pesquisa bibliográfica descritiva. Os dados que sustentam a discussão foram obtidos junto às instituições que regulam a indústria de energia no Brasil e os agentes econômicos do mercado de aquecedores termo-solares. A discussão perpassa por questões como: baixa renda, eficiência energética, substituição de chuveiros elétricos e a energia solar como bem público quando é utilizada no aquecimento de água.

Palavras-chave: Aquecimento Solar de Água; Apropriação da Energia; Baixa Renda; Bem Público; Regulação.

ABSTRACT

Reason for this research work is a question: Why is Brazil not using regularly solar energy to produce thermal energy for domestic usage? The main aim is to discuss the energy solar energy market regulations to be applied to the low income population living in poor neighborhoods, on how to heat water using this kind of energy. Specifically three points will be covered: The first, the usage of solar energy using hot water by the population living in low income neighborhoods; The second, Market regulations for the usage of hot water through solar energy; The third points, is the relationship between the regulations of the energy industry, their objections to this system and the incentives to be given to this technology in Brazil. The facts sustaining this discussion were obtained through the institutions regulating the energy industry and the market financial agents of solar energy heaters as an asset when used to heat water to produce energy. The discussion goes by subjects as: low income, energy efficiency, substitution of electric showers and the solar energy as public good when it is used in a way to heat water.

Key-words: Solar heating of Water; Energy Appropriation; Low Income; Public Good; Regulations.

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 – Origem das fontes de energia.....	10
Figura 2.2 – Irradiação média anual típica – 1995 a 1998.	26
Figura 2.3 – Variabilidade mensal da radiação anual típica – 1995 a 1998.....	27
Figura 3.1 – Curva de carga do Subsistema SUDESTE para os meses de agosto.	46
Figura 4.1 – Modelo Institucional do setor de energia Brasileiro.	75
Figura 4.2 – Relação entre rivalidade e exclusividade no caso do bem público.	81
Figura 4.3 – Etiqueta INMETRO /PROCEL para aquecedor solar para banho.....	98

LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1 – Unidades de trabalho, energia e potência.	9
Quadro 4.1 – Os objetivos da Política Nacional de Energia - Lei 9.478, de agosto de 1997...	74
Quadro 4.2 – Energia elétrica competência da União.	82
Quadro 4.3 – Incumbência do poder público.	83
Quadro 4.4 – Resolução ANEEL nº 176 define a exigência do selo PROCEL.	88
Quadro 4.5 – Tipos de projetos de eficiência energética segundo a ANEEL.	92
Quadro 4.6 – Composição do projeto de eficiência energética.	97
Quadro 4.7 – Requisitos para a escolha de aquecedores solares.....	98
Quadro 4.8 - Metodologia de Cálculo das Metas,	99
Quadro 4.9 - Cálculo da Relação Custo Benefício.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 – Utilização <i>per capita</i> da energia – Setor Residencial – Energia / População.....	17
Tabela 2.2 – Estrutura de consumo de energia no setor residencial brasileiro.....	18
Tabela 2.3 – Requerimento mínimo mensal em energia elétrica por domicílio.....	19
Tabela 2.4 – Percentual de posse dos equipamentos elétricos no Brasil.....	20
Tabela 2.5 – Distribuição do consumo residencial de energia elétrica por usos finais e classe de renda – (2000) (%)	20
Tabela 2.6 – Distribuição do consumo residencial de energia elétrica por usos finais 2000 (%)	21
Tabela 2.7 – Tarifa de energia elétrica residencial – evolução das taxas de descontos por faixa de consumo 1989 a 1995	23
Tabela 2.8 – Uso de água quente e formas de aquecimento – em casas populares do Estado de Sergipe	33
Tabela 4.1 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2001 a 2004	94
Tabela 4.2 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2004 a 2005	95
Tabela 4.3 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2005 a setembro de 2006.....	96
Tabela 4.4 – Potência média do aquecimento auxiliar por residência.....	101
Tabela 4.5 – Fator de Correção e Potência Média Auxiliar por Residência.	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABRAVA	Associação Brasileira de Refrigeração e Ar Condicionado, Ventilação e Arquitetura
ANP	Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANATEL	Agncia Nacional de Telecomunicações
ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Custo
BEN	Balço Energético Nacional
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
CHESF	Companhia Hidroelétrica do São Francisco
CIETEC	Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da Universidade de São Paulo
CBEE	Comercialização Brasileira de Energia Emergencial
CMSE	Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico
CDC	Crédito Direto ao Consumidor
CRESESB	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
DNAEE	Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica
EPE	Empresa de Pesquisa Energética -
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
FC	Fator de Correção
GLD	Gerenciamento pelo Lado da Demanda
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GN	Gás Natural
GREEN Solar	Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica na PUC / Minas
GT-SOL	Grupo de Trabalho em Energia Solar
ICMS	Imposto Sobre Circulação de Mercadoria e Serviços
IPI	Imposto Sobre Produto Indústria
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPEN	Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
LABSOLAR	Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal de Santa Catarina
LES	Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba
MPEE	Manual do Programa de Eficiência Energética
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MME	Ministério das Minas e Energia
OIE	Oferta Interna de Energia
ONG	Organização Não Governamental
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PBE	Programa Brasileiro de Etiquetagem
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PEE	Programa de Eficiência Energética
PUC	Pontifícia Universidade Católica
tep	Toneladas equivalentes de petróleo
UFPE	Universidade Federal de Pernambuco
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	APROPRIAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA SOLAR PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO BRASIL	7
2.1.	ENERGIA E RENDA	8
2.1.1.	As percepções sobre a energia.....	8
2.1.2.	O paradigma de energia e da mercadoria energética.....	11
2.1.3.	Renda e pobreza energética	13
2.2.	O USO DA ENERGIA PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA.....	15
2.2.1.	Consumo da energia pelo setor residencial	15
2.2.2.	Usos finais da energia pela população de baixa renda	17
2.2.3.	O subsídio ao consumo de energia pela população de baixa renda.....	21
2.3.	O AQUECIMENTO DE ÁGUA SOLAR TÉRMICA.....	24
2.3.1.	O potencial solar do Brasil	25
2.3.2.	A tecnologia solar térmica de aquecimento de água no Brasil.....	28
2.4.	IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA	31
2.4.1.	Impacto energético para as famílias	32
2.4.2.	Impactos para o mercado de energia	34
2.4.3.	Impactos ambientais	35
2.5.	CONCLUSÃO.....	36
3.	A REGULAÇÃO DO MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR NO BRASIL.....	39
3.1.	MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR NO BRASIL.....	40
3.1.1.	Formação do mercado de sistemas de aquecimento solar no Brasil.....	41
3.1.2.	O mercado Brasileiro de aquecedores solares	43
3.1.3.	A crise do setor de eletricidade em 2001 e o uso de aquecimento solar	45
3.1.4.	Eficiência energética e o mercado para o aquecedor solar de água para banho...	45
3.1.5.	A profissionalização do mercado de equipamento termo-solar no Brasil	47
3.2.	A REGULAMENTAÇÃO DOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NO BRASIL ..	49
3.2.1.	Marco regulatório do mercado de sistemas de aquecimento solar	50
3.2.2.	O programa brasileiro de etiquetagem de aquecedores solares.....	52
3.2.3.	Etiqueta de Eficiência Energética INMETRO e Selo PROCEL de Desempenho	54
3.2.4.	Normas técnicas e certificação dos equipamentos solares no Brasil.....	55
3.3.	A REGULAÇÃO DO MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR PELA REGULAMENTAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS.....	57
3.3.1.	Impactos da regulamentação do mercado de sistemas solares térmicos e a utilização de energia solar pela população de baixa renda.....	58
3.3.2.	Aspectos positivos da regulamentação do aquecimento solar térmico para os consumidores de baixa renda.....	59
3.3.3.	Aspectos negativos da regulamentação do aquecimento solar térmico para os consumidores de baixa renda.....	60
3.4.	CONCLUSÃO.....	61
4.	A REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA E O AQUECIMENTO TERMO-SOLAR NO BRASIL	64

4.1.	A REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA	65
4.1.1.	O poder do Estado limitando a liberdade de escolha dos agentes econômicos....	66
4.1.2.	Regulação da indústria de energia no Brasil	70
4.1.3.	As agências reguladoras da indústria de energia no Brasil - ANEEL e ANP	75
4.2.	ENERGIA E BEM PÚBLICO	79
4.2.1.	Bem Público	80
4.2.2.	Aspectos da energia como Bem Público	81
4.2.3.	Energia Solar e Bem Público.....	84
4.3.	REGULAÇÃO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIA SOLAR PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA.	85
4.3.1.	Eficiência Energética.....	85
4.3.2.	Regulação e eficiência energética no Brasil.....	87
4.3.3.	Eficiência energética e interesse público.....	89
4.3.4.	Utilização de aquecimento solar em projetos de eficiência energética	90
4.4.	CONCLUSÃO.....	102
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	105
6.	BIBLIOGRAFIA	114

1 INTRODUÇÃO

Por que, no Brasil, habitualmente não se usa a energia do sol para a geração de energia térmica de uso doméstico? Este trabalho busca responder essa questão. Para tal, assume-se que essa resposta passa pela compreensão das relações existentes entre desenvolvimento sustentável, modernidade, liberdade, mercado, cidadania, e principalmente da relação entre a falta de acesso à energia e a pobreza. Dada abrangência de todos estes aspectos, concentra-se a atenção nos marcos regulatórios da indústria de energia brasileira e na utilização de aquecimento de água com energia solar pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares.

O objetivo geral é discutir a função da regulação do mercado de energia na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares através do aquecimento de água com energia solar. Ou seja, mais especificamente busca-se, inicialmente, discutir a apropriação da energia solar através do aquecimento de água, pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares no Brasil; em seguida, verificar a regulação do mercado de aquecimento de água com energia solar no Brasil; e finalmente, deseja-se identificar a relação da regulação da indústria de energia com as barreiras e incentivos à difusão da tecnologia de aquecimento de água com energia solar no Brasil.

Neste trabalho adota-se para o termo regulação como definido por Pinto e Fiani (2002, p.515) “*Define-se regulação como qualquer ação do governo no sentido de limitar a liberdade de escolha dos agentes econômicos*”. Assim, durante o decorrer do texto a expressão será empregada para fazer menção às ações do governo e do Estado que limitem a liberdade de escolha dos agentes econômicos¹, seja na forma de leis, regulamentos ou normas.

Para se atingir aos objetivos propostos, realizou-se pesquisa bibliográfica descritiva. Obteve-se os dados que sustentam a discussão junto às instituições reguladoras da indústria de energia no Brasil e aos agentes econômicos do mercado de aquecedores termo-solares. A análise das informações foi categórico-dedutiva. O estudo limita-se ao mercado brasileiro de aquecimento de água com energia solar, especificamente no segmento residencial para a população de baixa renda domiciliada em habitações populares. Habitação popular pode ser definida por mais de uma vertente². Neste trabalho a expressão será utilizada como unidades habitacionais produzidas por programas de Governo para um público específico de baixa renda, ou seja, moradia popular.

Cada objetivo específico foi atingido através da busca de respostas a questões norteadoras que originaram cada um dos capítulos apresentados. O conjunto desses capítulos discute a função da regulação do mercado de energia na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares através do aquecimento de água com energia solar e sinaliza como a regulação brasileira afeta o uso e a apropriação da energia solar térmica pelas populações de baixa renda domiciliadas em habitações populares. O resultado do trabalho está estruturado em mais cinco capítulos, além deste introdutório.

O Capítulo 2 discute a apropriação da energia termo-solar pela população de baixa

¹ Pinto e Fiani (2002, p.515), comentam que o campo da regulação é muito mais extenso do que apenas à regulação de preços (tarifa). Com efeito, ele se estende à regulação de quantidade, qualidade, segurança, entre outros.

² Comumente, a habitação popular é definida pela forma – habitação que traduz a cultura da população. A definição ainda pode ser pela informalidade – à margem do mercado e das ações governamentais, ou ainda, pelo tipo de acesso e produção (produzidas por programas de Governo para habitação popular).

renda no Brasil norteado pelas seguintes questões: O que é energia para a população de baixa renda? Quais os usos da energia pela população de baixa renda? A tecnologia solar térmica pode ser utilizada pela população de baixa renda? Quais os impactos de utilização da energia solar no uso da energia pela população de baixa renda? Trata também dos conceitos de energia como mercadoria e como serviço público; de como a população de baixa renda se apropria da energia e quais os usos finais da energia pelo setor residencial; do potencial solar do Brasil e da tecnologia termo-solar para aquecimento de água; e, finalmente, dos impactos da utilização de energia térmica solar para o aquecimento de água residencial na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares.

A regulação do mercado de aquecimento de água com energia solar no Brasil é abordada no Capítulo 3. Busca-se verificar a regulação existente no Brasil sobre o mercado de aquecimento de água com energia solar para uso doméstico. Neste capítulo são tratados: a utilização de sistemas termo-solar no Brasil; o desenvolvimento da tecnologia termo-solar nacional; a profissionalização dos fabricantes de equipamento termo-solar no Brasil; os marcos regulatórios da tecnologia termo-solar e os pontos positivos e negativos da regulação da tecnologia na apropriação da energia termo-solar pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares.

A relação entre a indústria, regulação de energia e o aquecimento solar térmico no Brasil, é tratada no Capítulo 4 orientado por três questões: qual é a função da regulação da indústria de energia? Qual a relação da regulação da indústria de energias comerciais com a energia solar térmica? Qual a relação entre a apropriação da energia solar pela população de baixa renda e a regulação de indústria de energia no Brasil? Nesse capítulo discute-se o conceito e a função da regulação, as características de bem público da energia, a eficiência energética e a energia solar como bem público. Verifica-se ainda a relação direta entre os programas de eficiência energética da indústria de energia e o uso dos sistemas termo-solares

para o aquecimento de água pela população de baixa renda.

O Capítulo 5 consiste na apresentação do resultado da discussão e aponta a função da regulação do mercado na apropriação da energia termo-solar pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares.

2 APROPRIAÇÃO DE ENERGIA TÉRMICA SOLAR PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é discutir a apropriação da energia solar térmica pela população de baixa renda no Brasil. A discussão será norteadada por quatro questões que permeiam a oferta e a demanda de energia para a população de baixa renda no Brasil: i) O que é energia para a população de baixa renda? ii) Quais os usos da energia para essa população? iii) A tecnologia solar térmica pode ser utilizada pela população de baixa renda? iv) Quais os impactos de utilização da energia solar no uso da energia pela população de baixa renda?

O capítulo está estruturado em cinco seções, incluindo esta introdução. A seção 2.1. – Energia e renda – discute a relação entre energia e renda, as limitações do conceito de mercadoria energética e o conceito de baixa renda. A seção 2.2. – Uso da energia pela população de baixa renda – aponta como a população de baixa renda se apropria da energia através de subsídios e os usos finais da energia no setor residencial brasileiro. Na seção 2.3. – Aquecimento solar térmico – indica o potencial solar do Brasil e a tecnologia solar térmica para o uso residencial. A seção 2.4. – Impactos da utilização da energia solar térmica pela população de baixa renda – refere-se a impactos energéticos da utilização da energia solar para as famílias de baixa renda, para o mercado energético e para o meio ambiente. A seção 2.5. traz as conclusões.

2.1. ENERGIA E RENDA

O uso de energia em uma economia está fortemente associado a uma série de questões sociais, incluindo a redução da pobreza, o crescimento populacional, o grau de urbanização, etc. Ainda que estas questões afetem a demanda de energia, a relação se dá nos dois sentidos: a qualidade e a quantidade dos serviços de energia e a maneira pelas quais os mesmos são atingidos, têm também efeito nas questões sociais (GOLDEMBERG, 2000 apud, SCHAEFFER et. al, 2003).

Energia para a população é cocção, iluminação, conservação de alimentos, força motriz e lazer. O uso da energia pela população é determinante para a qualidade de vida. A relação entre renda e uso da energia, quando a energia é tratada como mercadoria, aumenta as desigualdades na distribuição da renda. A forma e quantidade de energia que os indivíduos e suas famílias têm acesso influenciam na sua renda e no seu nível de pobreza.

2.1.1. As percepções sobre a energia

A energia comumente definida pela física como: “a capacidade de gerar trabalho,” é medida em unidades de trabalho com equivalência em potência, como apresentada no Quadro 2.1. As fontes de energia hoje conhecidas, podem ser classificadas em dois tipos: fontes primárias, originadas de processos fundamentais da natureza, como a energia dos núcleos dos átomos, energia gravitacional e a energia liberada pelo sol; e secundárias, derivadas das primeiras, representando apenas transformações e ou diferentes formas daquelas, tais como a energia da biomassa (energia solar) e a das marés (energia gravitacional) (SILVA, 2004).

A energia é consumida pelo setor residencial basicamente sob a forma de

eletricidade e combustível (lenha, querosene, gás natural, gás liquefeito de petróleo).

Quadro 2.1 – Unidades de trabalho, energia e potência.

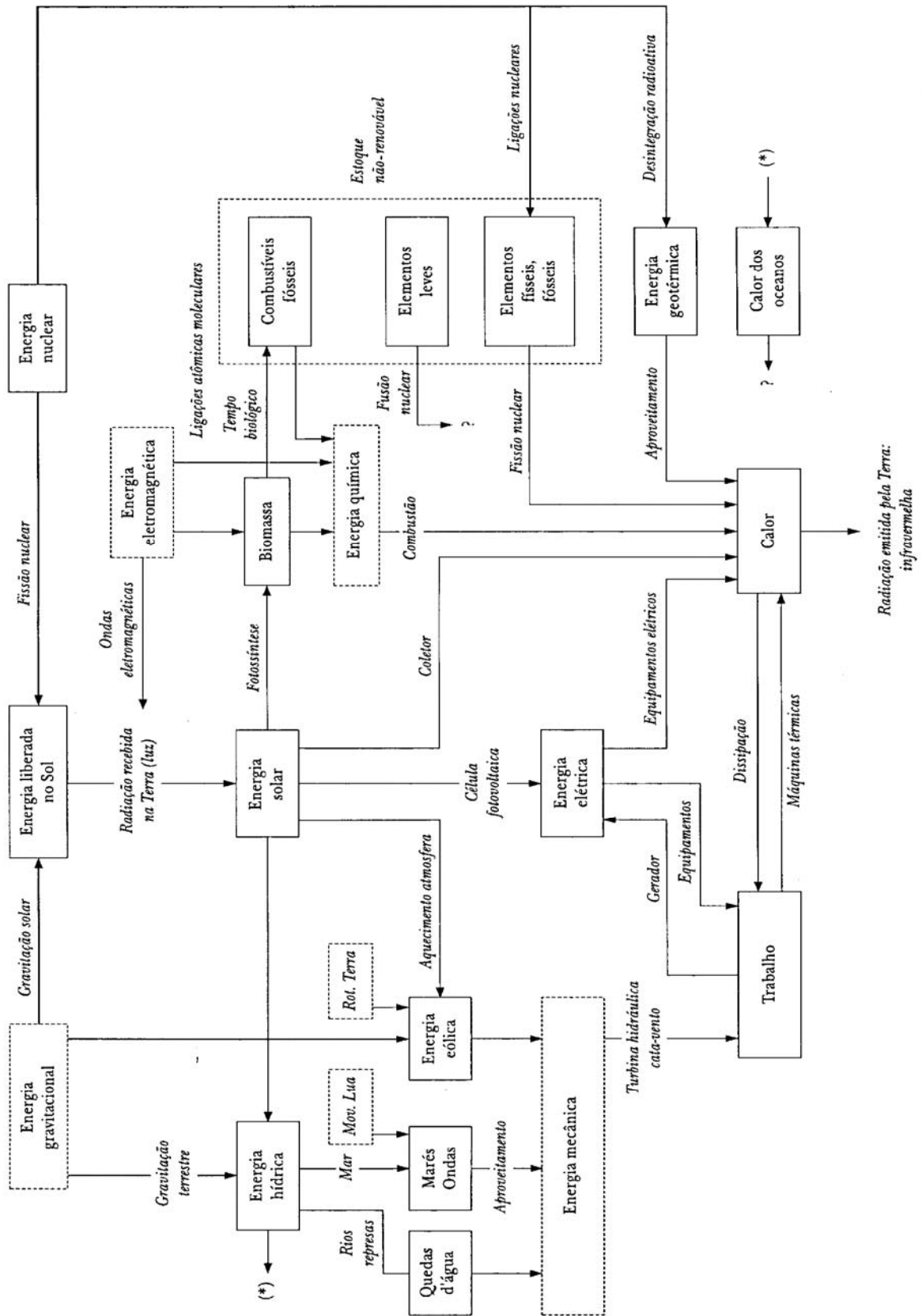
1 joule(J)	=	10^7 ergs
1 watt(W)	=	1 J/s
1 HP	=	746 W
1 cal	=	4,18 J
1 kilowatt-hora(kWh)	{	= 860 kcal= $8,6 \times 10^{-5}$
		= $3,6 \times 10^{13}$ kcal TEP
		= 11630 kWh
1 TEP(tonelada equivalente de petróleo)	{	= 10000×10^3 kcal
		= 1,28 tonelada de carvão
1 BTU(Britânica-British Thermal Unit)	=	252 cal
1 kW-ano/ano	=	0,753 TEP/ano

Fonte: Goldemberg (2001, p.28).

A origem e fontes de energia, e a transformação em energia primária em secundárias, são apresentadas na Figura 2.1, onde segundo diagrama de La Rovere et al (1985), a energia primária é essencialmente a da gravidade e a nuclear liberada pelo sol.

No Brasil, o Balaço Energético Nacional (BEN, 2005), trata do binômio “Oferta-Consumo” de fontes de energia nas formas primárias e secundárias. Os dados são obtidos junto aos diversos agentes produtores e consumidores de energia no país. Para o BEN (2005), as energias primárias são “*produtos energéticos providos pela natureza na sua forma direta, como o petróleo, gás natural, carvão mineral, lenha, resíduos vegetais e animais, energia solar, eólica, etc.*”, embora na contabilização da energia pelo balanço³ (2005) não apareçam dados de energia solar, nem eólica. Provavelmente pela dificuldade de se registrar a utilização desses energéticos fora do contexto das energias comerciais.

³ O BEN (2005) refere-se a outras fontes de energia, “neste item resíduo vegetais e industrial utilizados para geração de calor e vapor. A equivalência para tep foi estabelecida a partir de poderes calóricos médios estimados. Para a lixívia, foi empregado o poder calórico adotado pela BRACELPA”.



Fonte: La Rovere et al (1985), apud Reis et. al (2000, p.45).
 Figura 2.1 – Origem das fontes de energia.

Para o senso comum, no uso residencial, a energia tem uma característica de essencialidade, ligada ao fato da população requerer energia para satisfazer necessidades básicas e bem-estar na forma de conservação de alimentos, iluminação, calor para cozinhar, funcionamento de aparelhos elétricos e eletrônicos (ventilador, liquidificador, TV, som, DVD, etc.). Segundo Achão (2003, p.1), “[...] *tem-se claro que a utilização de fontes de energia nos domicílios está intrinsecamente ligada ao nível de renda a que pertençam e pode significar comodidade e conforto às famílias, [...]*”.

A associação da utilização da energia ao conforto adquirível como mercadoria, gera uma lógica perversa para as populações de baixa renda Cohen (2002) alerta que apenas uma pequena parcela da população brasileira, detentora de importante parte da renda global, consome uma quantidade de energia comparável, em termos absolutos, a países da América do Norte e Europa, enquanto que grande parte da população não consome o suficiente para o atendimento das suas necessidades mais essenciais.

A energia é indispensável para a qualidade de vida, estando ligada às condições de saúde, gênero, trabalho, habitação, educação e hábitos de consumo, não podendo ser associada apenas ao conforto de uma mercadoria adquirida proporcional ao nível de renda.

2.1.2. O paradigma de energia e da mercadoria energética

No Brasil a distribuição das energias modernas⁴, segundo Albuquerque (2000), é constitucionalmente considerada serviço público. Ou seja, deve ser ofertado pelo poder público aos cidadãos diretamente ou através da concessão⁵.

⁴ Martin (1992, p. 28), questiona o conceito de energia moderna e comercial: “As quatro primeiras colunas do balanço energético mundial (Carvão Mineral, Petróleo e derivado, Gás Natural e Eletricidade) correspondem às fontes de energia comerciais ou convencionais. Por oposição à quinta (Biomassa e outras fontes), que abarca as fontes de energia não comerciais ou tradicionais. Essa última denominação não é exata, pois uma parte da madeira é comercializada, ao passo que determinadas energias novas e renováveis são mais modernas”.

⁵ O artigo 175, Constituição Federal de 1988: “Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, direta ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos”. A lei 8.987, de 13 de fevereiro de 1995, dispõe sobre o regime de concessão e permissão referidas pelo artigo constitucional.

Durante a década de 90 o Estado brasileiro passou por um processo de desregulamentação⁶, a agenda de reestruturação dos setores de infra-estrutura, incluindo a indústria de energia, fundamentou-se na falta de capacidade de financiamento das empresas estatais. Assim, caberia aos capitais privados dos novos operadores dos serviços públicos a missão de recuperar o nível de investimentos em infra-estrutura para eliminar os gargalos de crescimento dos demais setores da economia (PINTO JUNIOR e FIANI, 2002).

Com as reformas, o paradigma da energia como dever do Estado foi quebrado e se forma a percepção da energia mercadoria. Segundo Silva (2001, p.13), “*os pilares da reforma do segmento de energia elétrica se apóiam na introdução da competição e na imposição de que os preços reflitam os custos reais correspondentes com o uso. Para tanto, é necessário separação dos serviços de transporte do commodity*”. Essa distinção entre a energia mercadoria e o serviço público de acesso à energia é um novo paradigma, no qual a mercadoria energia passa a ter o seu valor atribuído pela lei de oferta e procura e a sua distribuição feita por concessionárias de serviços públicos.

Antes das reformas, na segunda metade da década de 90, no setor de energia não se fazia distinção entre a energia e os serviços de acesso a essa energia. A energia era tratada como serviço público fora do contexto das atividades econômicas de mercado. O planejamento do setor de energia elétrica era feito pelo Estado e, a operação, era feita pelas empresas estatais com o objetivo de atender aos direitos dos cidadãos (DALMAZO, 2003).

O paradigma da energia *commodity*, leva à percepção do caráter político da mercadoria energética e o papel dos mecanismos de regulação⁷. Porém a energia, pela própria característica de infra-estrutura econômica e por influenciar diretamente na qualidade de vida da sociedade, revela a necessidade de ser tratada como bem de utilidade pública e de bem

⁶ Para melhor compreensão sobre a relação entre desregulamentação e regulação veja: “Teoria da Regulação Econômica: Estado Atual e Perspectivas Futuras” (FIANI, 1998).

⁷ Revela a prevalência da atual visão liberal-mercantilista que concebe o setor energético de cada país exclusivamente como um campo de relações de troca de mercadorias, com vistas à ampliação da acumulação de capital (BERMANN, 2002).

público de fundamental importância para o bem estar social. Assim, o novo paradigma da energia no Brasil levou o Estado a assumir a função de regular o mercado de energia. A energia mesmo quando caracterizada como mercadoria, transacionada na forma de litros, metros cúbicos, quilowates-horas, atende a duas demandas de natureza distinta, o que lhe confere um caráter ambíguo como é descrito por Bermann:

Por um lado, a mercadoria energética entra enquanto um insumo produtivo. Seu valor no mercado (o preço ou a tarifa) define de forma direta a taxa de lucro da atividade produtiva. É sob esta ótica que os mecanismos de regulação devem se ajustar. Por outro lado, a mercadoria energética também pode ser identificada como um elemento para assegurar um determinado padrão de qualidade de vida. Na ausência de um contexto social determinado pelos princípios de equidade, explicitado por uma notável desigualdade na distribuição de renda, os mecanismos de regulação devem identificar níveis mínimos de satisfação das necessidades básicas, assegurando dessa forma o acesso aos serviços energéticos. Neste caso, a mercadoria energética está submetida ao mesmo conflito existente com respeito às questões como habitação, educação, saúde, saneamento básico, segundo o qual o Quadro de desigualdade de renda implica num vigoroso processo de exclusão. É justamente esta duplicidade que confere uma maior complexidade ao debate energético (BERMANN, 2002, p.18).

A energia, independente de ser ou não considerada mercadoria, é um elemento que influencia a determinação do padrão de qualidade de vida da população. O uso de energia está associado a questões sociais incluindo a distribuição da renda, redução da pobreza, o crescimento populacional e a saúde. Além disso, a energia não se resume àquelas disponíveis nas relações comerciais ofertadas pelas indústrias de energia; existem alternativas como a solar, a eólica e a biomassa que podem ser utilizadas pela população fora das relações de mercado da indústria de energia, com aplicações específicas, simples e eficientes. Contudo, essas alternativas não integram o mercado de energia comercial formalmente regulado.

2.1.3. Renda e pobreza energética

Segundo Santos (1978, p.15), “*A pobreza, um fenômeno qualitativo, foi transformado num problema quantitativo e reduzida a dados numéricos*”.

Os 20% mais pobres da população brasileira contrastam com o elevado grau de urbanização do país. Não se pode, assim, explicar essa realidade pela desigualdade notória

que existe entre as populações rurais e urbanas. O problema maior do Brasil é o da pobreza urbana, vale dizer, o das condições de habitação e emprego da população de baixa renda (FURTADO, 2002).

O conceito de baixa renda é utilizado de forma distinta, mas com o propósito de justificar intervenção política nas situações de pobreza⁸. A pobreza é caracterizada pela existência de pessoas com padrão de consumo abaixo do consumo médio da sociedade em que estão inseridas.

A manutenção de uma renda mínima visa corrigir imperfeição, assegurando o funcionamento adequado das forças do mercado. No plano metodológico, esse enfoque trabalha com linhas de pobreza⁹ (níveis mínimos de renda) que permitam identificar um público-alvo para políticas compensatórias do Estado (OLIVEIRA, et. al, 2005).

As políticas compensatórias do Estado visam a incluir no mercado populações que seriam excluídas por estarem em situação de pobreza. A situação de pobreza pode ser resumidamente caracterizada pelo grau de destituição que sofre o indivíduo e sua família no sentido de que essa destituição compromete sua capacidade de, com a mobilização de seu próprio esforço e dos meios ao seu alcance, auferir renda suficiente para satisfazer suas necessidades cidadãs. Nesse caso, não se mede a pobreza apenas por um estado de carência material ou de ausência de bem-estar, mas também, pela cidadania (SEN, 2000).

O acesso à energia, a eletricidade e aos combustíveis pela população, está relacionado com o bem-estar. A percepção da quantidade, forma e qualidade da energia que a população necessita e deseja¹⁰ está subordinada a idéias como: desenvolvimento sustentável, modernidade, liberdade, mercado, cidadania e, principalmente, ao conceito de energia. Porém,

⁸ A vertente economicista privilegia políticas sociais voltadas para a manutenção da renda (*safety net, negative income tax, food stamps*). A intervenção estatal, nesse caso, é justificada pelo fato de o *déficit* de renda dos indivíduos gerarem disfunções na sua inserção no mercado (OLIVEIRA, 2005).

⁹ O IBGE classifica a renda em níveis que variam entre menos de um a mais de vinte salários mínimos, com referências no valor do salário mínimo estabelecido pelo Governo Federal.

¹⁰ Existe uma grande distinção entre necessidade e desejo. A necessidade está associada à hierarquia descrita por Maslow (1943, apud STEPHENS, 2003). O desejo, segundo Kotler (1998), é a forma que um consumidor pretende satisfazer a necessidade.

um aspecto é claro: a relação entre a falta de acesso a energia e a pobreza.

O suprimento de energia a todos os cidadãos é fator indispensável ao bem-estar social e ao desenvolvimento econômico de qualquer nação. No caso do Brasil esse suprimento é ainda deficitário seja pela falta de acesso do cidadão, seja pela precariedade do atendimento. Quando a energia é suprida, as barreiras econômicas muitas vezes impedem que segmentos significativos da sociedade possam fazer uso desta energia para o atendimento até mesmo de suas necessidades mais básicas (SCHAEFFER et al, 2003).

A pobreza energética se verifica na ausência de capacidades e meios para agir de modo a alcançar o estado de bem-estar proporcionado pelo acesso a energia, compatível com as condições prevaletentes na sociedade¹¹.

2.2. O USO DA ENERGIA PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA

Na seção anterior foram discutidos os conceitos de energia, de baixa renda e a imbricada relação entre o acesso à energia e a distribuição de renda. Esta seção apresenta os usos finais da energia pela população de baixa renda no Brasil e como a população se apropria de combustível e eletricidade.

2.2.1. Consumo da energia pelo setor residencial

Segundo dados do Balanço Energético Nacional – BEN (2005), base 2004, o consumo final de energia no Brasil foi de 191,1 milhões de toneladas equivalentes de petróleo

¹¹ Sobre a capacidade de agir, Amartya Sen, identifica que não se pode estimar se os recursos econômicos disponíveis são adequados ou não, sem antes considerar as possibilidades reais de ‘converter’ renda e recursos em capacidade de funcionar (agir). Assim, a pobreza é entendida como falta de habilidades (*capabilities*) para alcançar níveis minimamente aceitáveis de qualidade de vida. Sem foco do estudo da pobreza na gênese e nas formas de manifestação dominantes dessa situação, tendo como pano de fundo a dimensão emancipatória desses processos, contudo, destaca que a falta de renda pode ser uma das causas de privação da capacidade de uma pessoa (SEN, 2000, p.109-134).

(tep), montante correspondente a 89,6% da Oferta Interna de Energia (OIE) e 3,1 vezes superior ao de 1970. As indústrias consumiram 38%, os transportes 27% e o setor residencial 11%; juntos, respondem por 76% do consumo final de energia do Brasil.

O setor residencial, em 2004, absorveu 22% da eletricidade, 7% de derivados de petróleo e 16% de biomassa constituindo-se consumidor final destes energéticos. No Brasil a lenha vem sendo substituída por gás liquefeito de petróleo (GLP) e por gás natural (GN) na cocção de alimentos, ambos mais eficientes para o uso residencial, o que tem influenciado a redução do consumo final de energia do setor (BEN, 2005).

O consumo de energia no setor residencial manteve-se estável chegando a decrescer 0,2% a.a, no período entre 1970 a 2004, segundo análise do BEN (2005). Embora o consumo de eletricidade tenha apresentado altas taxas de crescimento, a eficiência média de uso da energia também é crescente em razão da substituição de lenha por GLP¹². A baixa elasticidade do consumo de energia na cocção, em relação à renda familiar, contribui também para o pouco crescimento do consumo de energia do setor.

Em 2004, o registro do consumo de eletricidade no Brasil, foi de 78.577 GW/h, inferior ao de 1998 que foi de 79.378 GW/h, como pode ser visto na Tabela 2.1. A utilização *per capita* de eletricidade pelo setor residencial, em 2001, sofreu uma redução significativa provocada pela limitação da oferta, crise popularmente batizada de “apagão”. A crise da oferta de eletricidade influenciou os hábitos de consumo do setor que entre outros equipamentos domésticos, encontrou no chuveiro elétrico um grande consumidor de eletricidade.

Os hábitos de consumo de energia refletem o nível de renda da população. Desse modo, as desigualdades da distribuição de renda são reproduzidas na desigualdade do acesso a energia configurando que as populações de baixa renda, em muitos casos, não acessam as

¹² Cada tep de GLP substituir entre 7 e 10 tep de lenha, conseqüência da maior eficiência dos fogões a GLP. (BEN, 2005).

energias comerciais nas quantidades necessárias para a manutenção do seu bem-estar dentro dos padrões médios de consumo da sociedade.

Tabela 2.1 – Utilização *per capita* da energia – Setor Residencial – Energia / População

ESPECIFICAÇÃO	Unidade	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
CONS.FINAL DE ENERGIA (1)	10 ³ tep	17878	18092	18657	19175	19797	20291	20688	20141	20681	20902	21357
CONS.FIN.ENERG. COCÇÃO (2)	10 ³ tep	12974	12548	12663	12777	12944	13266	13464	13754	14747	14339	14586
CONS. DE ELETRICIDADE (3)	GW/h	55952	63581	69056	74071	79378	81291	83613	73770	72752	76143	78577
POPULAÇÃO RESIDENTE (4)	10 ⁶ hab	156,4	158,9	161,3	163,8	166,3	168,8	171,3	173,8	176,4	179,0	181,6
(1)/(4)	tep/hab	0,114	0,114	0,116	0,117	0,119	0,120	0,121	0,116	0,117	0,117	0,118
(2)/(4)	tep/hab	0,083	0,079	0,078	0,078	0,078	0,079	0,079	0,079	0,081	0,080	0,080
(3)/(4)	MWh/hab	0,358	0,400	0,428	0,452	0,477	0,482	0,488	0,424	0,412	0,425	0,433

Fonte: BEN (2005).

Obs.: Consumo Final Energético para Cocção considera GLP, gás canalizado, lenha e carvão vegetal, inclusive o Gás Natural.

2.2.2. Usos finais da energia pela população de baixa renda

A utilização da energia no setor residencial no Brasil caracteriza-se pela simplicidade de seus usos finais e especificidade de utilização dos equipamentos domésticos. Quanto aos usos finais, a energia no setor residencial é destinada, basicamente, para as seguintes finalidades: cocção de alimentos, aquecimento de água, iluminação, condicionamento ambiental, conservação de alimentos (geladeira e freezer), serviços gerais (uso de máquina de lavar roupas, micro-ondas, ferro elétrico, aspirador de pó, microcomputador, etc.) e lazer (televisão, vídeo cassete, conjunto de som, etc.) (SCHAEFFER et al, 2003).

A utilização da energia pelo setor residencial se dá na forma de eletricidade e combustível. A demanda de energia pelo setor residencial no Brasil é determinada pela posse de equipamentos, capacidade de pagar pelos energéticos e ao fato do consumidor estar conectado às redes de distribuição (eletricidade e gás). A Tabela 2.2 apresenta a relação entre a finalidade (usos da energia pela população), o equipamento utilizado e a fonte de energia.

Tabela 2.2 – Estrutura de consumo de energia no setor residencial brasileiro.

Finalidade	Principais Equipamentos	Fonte
Cocção	Fogão, forno elétrico, microondas.	GLP, gás manufacturado, lenha, gás natural, energia elétrica.
Aquecimento de água	Chuveiro elétrico, aquecedor de água.	Energia elétrica, gás manufacturado, GLP, gás natural.
Iluminação	Lâmpada, lampião	Energia elétrica, GLP, querosene.
Lazer	Televisão, aparelho de som, videocassete.	Energia elétrica
Condicionamento ambiental	Ventilador, ar condicionado.	Energia elétrica
Conservação de alimentos	Geladeira, <i>freezer</i>	Energia elétrica
Serviços gerais	Aspirador de pó, batedeira, enceradeira, ferro elétrico, liquidificador, máquina de costura, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa, micro computador e impressora, microondas, secador de cabelo e torradeira.	Energia elétrica

Fonte: Achão e Schaeffer, 2004.

A relação entre a demanda de energia e a utilização de equipamentos é um indicador do requerimento de energia de uma família associado a um tipo de habitação. Bermann (2002), propõe a caracterização de uma cesta básica energética para um domicílio brasileiro, generalizando um padrão de 5 pessoas por habitação de 2 quartos, sala, cozinha e banheiro, considerando as necessidades de satisfação dos principais serviços energéticos como iluminação, aquecimento de água, refrigeração e força motriz para os equipamentos eletrodomésticos e adota os parâmetros indicados na Tabela 2.3, para a eletricidade.

Para a identificação dos combustíveis necessários a uma família com as mesmas características, o autor sugere serem considerados o consumo mensal mínimo de 13 kg de GLP (botijão) capaz de assegurar a satisfação das necessidades de cocção. Assim, à guisa de formulação de uma cesta básica energética para uma família de 5 pessoas, pode-se pensar na composição: 220kWh/mês ou 2.640 kWh/ano de eletricidade; 13kg/mês ou 156kg/ano (0,283m³/ano) de GLP; 380 litros/ano de Diesel.

Tabela 2.3 – Requerimento mínimo mensal em energia elétrica por domicílio.

Aparelhos elétricos	Potencia Média (Watts)	Dias de uso no mês	Tempo médio de utilização por dia	Consumo médio mensal (em kWh)
Geladeira	200	30	10 h ⁽¹⁾	60,0
Chuveiro elétrico	3.500	30	40 min ⁽²⁾	70,0
2 lâmpadas (100W)	2 x 100	30	5 h	30,0
3 lâmpadas (60W)	3 x 60	30	5 h	27,0
Televisão	60	30	5 h	9,0
Ferro elétrico	1.000	12	1 h	12,0
Lava roupa	1.500	12	30 min	9,0
Aparelho de som	20	30	4 h	3,0
Total	6.660			220,0

⁽¹⁾ O tempo médio de utilização de 10 h para geladeira refere-se ao período em que o compressor fica ligado.

⁽²⁾ Considerou-se 5 banhos diários de 8 minutos cada.

Fonte: Bermann (2002, p. 61).

O aquecimento de água é uma finalidade do uso da energia pelo setor residencial.

No Brasil, a tecnologia mais utilizada para o aquecimento da água para banho é o chuveiro elétrico.

Segundo Da Silva (2000, p 58), “*O chuveiro elétrico está presente em 67,6% dos domicílios*”. Os dados utilizados por Da Silva quando fez a projeção acima citada, são do PROCEL (1988/1989). A Tabela 2.4, apresenta o percentual de presença ou de posse de equipamentos elétricos¹³. Da Silva (2000) destaca, ainda, que: “*o ferro de passar, a televisão, o liquidificador, a geladeira de 1 porta e o chuveiro elétrico são os equipamentos que apresentaram percentual superior a 50% em relação ao total dos domicílios do Brasil*”.

Achão (2003) apresenta dados mais recentes. Faz referência à pesquisa PUC/PROCEL (1999) e ao relatório PROCEL (2002). Segundo o autor, “*O aquecimento de água residencial é muito expressivo nas regiões Sul e Sudeste do país, onde mais de 85% ¹⁴ dos domicílios possuem chuveiro elétrico*”.

¹³ O percentual de posse considera, no numerador, a quantidade de domicílios que possuem o equipamento; já a média, considera o somatório de equipamentos computando mais de um equipamento do mesmo tipo no domicílio (Da SILVA, 2000, p.56).

¹⁴ O percentual da participação dos chuveiros elétricos por Achão (2003) sobre a média entre as regiões sul e sudeste confirma os números apresentados por Da Silva (2000) onde a região sul corresponde a 88,1% e sudeste a 83,5% com a média equivalente a 85,8%, diferença inferior a 1% do número apresentado em 2003, de 85%.

Tabela 2.4 – Percentual de posse dos equipamentos elétricos no Brasil.

Equipamento	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

Adaptado de Da Silva (2000, p.58).

A proporção do aquecimento de água no uso da eletricidade está descrita na Tabela 2.5. Pode-se verificar que as famílias com renda de até 2 salários mínimos têm, em média, 22,8% da sua despesa com energia elétrica comprometida com aquecimento de água.

Tabela 2.5 – Distribuição do consumo residencial de energia elétrica por usos finais e classe de renda – (2000) (%)

2.2.1.1. Finalidade	Classe de renda (em salários mínimos)					MÉDIA
	Até 2	Mais de 2 a 3	Mais de 3 a 5	Mais de 5 a 10	Mais de 10	
Aquecimento de água	22,8	20,3	18,9	29,9	18,5	22,2
Serviços gerais	15,8	13,5	13,6	12,2	16,9	14,8
Conservação de alimentos	37,6	36,0	34,9	26,2	27,1	30,2
Condicionamento ambiental	4,5	6,5	8,3	9,4	12,4	9,5
Lazer	11,0	10,4	9,7	7,3	6,1	8,0
Iluminação	8,3	13,2	14,6	15,1	19,0	15,4
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fonte: Achão (2003).

O uso generalizado do chuveiro elétrico deve-se ao baixo custo de aquisição do aparelho, à facilidade de instalação e ao acesso da população a energia elétrica. Em cidades nas quais existe a distribuição de gás canalizado, a exemplo da cidade do Rio de Janeiro, parte da população aquece água para o banho com aquecedores de passagem a gás. A Tabela 2.6 apresenta o uso final da energia elétrica pelo setor residencial em 10 Estados brasileiros.

Na Tabela 2.6, perceber-se os consumidores do Estado do Rio de Janeiro destinam 13,5% do consumo de eletricidade para o aquecimento enquanto, enquanto os consumidores do Estado da Bahia, em que o clima é mais quente, usam 12,7% . Devido ao clima a diferença entre o Estado do Rio e a Bahia deveria ser maior, porem deve-se considerar a participação do

gás canalizado no aquecimento de água no Rio de Janeiro, o que não ocorre na Bahia.

Tabela 2.6 – Distribuição do consumo residencial de energia elétrica por usos finais 2000 (%)

Estados	Finalidade (%)						TOTAL
	Aquec. de água	Serviços gerais	Conserv. alimentos	Condic. ambiental	lazer	Iluminação	
Pará	0,3	13,7	39,4	16,3	9,9	20,3	100,0
Ceará	1,1	14,7	34,3	12,1	11,5	26,3	100,0
Pernambuco	6,7	14,1	33,8	12,1	10,4	23,0	100,0
Bahia	12,7	14,0	32,2	2,1	9,5	29,5	100,0
Rio Grande do Sul	28,6	13,6	29,6	3,4	7,0	17,8	100,0
Minas Gerais	29,7	12,3	28,6	2,2	7,5	19,7	100,0
Rio de Janeiro	13,5	13,4	32,4	21,3	8,1	11,4	100,0
São Paulo	24,4	17,4	28,9	10,4	7,8	11,2	100,0
Distrito Federal	34,8	12,6	28,6	5,3	7,0	11,7	100,0
Goiás	33,5	10,7	28,6	1,2	7,0	18,9	100,0
MÉDIA	22,2	14,8	30,2	9,5	8,0	15,4	100,0

Fonte: Achão (2003).

O pensamento de conceber uma cesta básica de energia¹⁵ traz à tona o fato da desigualdade da distribuição de renda e a consiguiente incapacidade da população, com rendimentos insuficientes, adquirir os energéticos comerciais para o atendimento das suas necessidades básicas de energia. Assim, a população de baixa renda é incluída no mercado energético brasileiro através de subsídios.

2.2.3. O subsídio ao consumo de energia pela população de baixa renda

O acesso e uso de energias comerciais modernas, como a eletricidade e o gás (engarrafado na forma de GLP ou canalizado na forma de gás manufacturado ou natural) em substituição ao querosene, a lenha e a outras biomassas para todos os consumidores residenciais, certamente reduziria desigualdades sociais e regionais importantes (SCHAEFFER et al, 2003).

¹⁵ Cabe assinalar que não estão sendo considerados na cesta básica proposta, os requerimentos energéticos decorrentes de atividades produtivas propriamente ditas, como p.ex., para um adequado desempenho no local de trabalho, nem tampouco os requerimentos energéticos decorrentes da satisfação de necessidades referentes à saúde, educação, e saneamento básico.

A difusão do uso das fontes modernas de energia, em substituição às fontes tradicionais, foi uma constante na política energética brasileira da segunda metade do século passado. A difusão destes energéticos à população carente foi incentivada por meio de uma política agressiva de conexão dos consumidores às redes de suprimento e tarifas com subsídios cruzados (OLIVEIRA et. al, 2005).

Até meados da década de 1990, as concessionárias de distribuição de eletricidade aplicavam descontos em cascata para todos os consumidores de acordo com o volume consumido de eletricidade. Em 1994, o Ministério de Minas e Energia oficializou o primeiro benefício para baixa renda. Os clientes que consumiam até 30 kWh/mês tinham desconto de 65% na tarifa; os que utilizavam entre 31 kWh/mês a 100 kWh/mês tinham desconto de 30%; e os que consumiam entre 101 kWh/mês e um teto estabelecido por cada concessionária (na maioria dos casos, 200 kWh/mês), tinham desconto de 10%. *“Os recursos da subvenção eram obtidos a partir de um fundo alimentado pelos consumidores e administrado pela Eletrobrás”* (POLITO, 2005, p.106).

As evolução das taxas de descontos progressivos e o percentual de consumidores contemplados por cada faixa de consumo entre os anos de 1989 a 1995 podem ser vistos na Tabela 2.7.

A Lei 10.438, de 26 de abril de 2002, definiu um novo perfil para o consumidor de baixa renda, caracterizando toda família com consumo médio de até 80 kWh/mês como de baixa renda. Além desses consumidores, também podem ser enquadrados como consumidores de baixa renda aqueles cujo consumo mensal se situe entre 80 kWh/mês e 220 kWh/mês, desde que obedecidos os seguintes critérios: o responsável pela unidade consumidora ser inscrito no Cadastro Único de Programas Sociais do Governo; a família ter renda *per capita* máxima equivalente a meio salário mínimo; essas duas condições serem comprovadas junto à concessionária (Resolução normativa ANEEL 485, de 29 de agosto de 2002).

Tabela 2.7 – Tarifa de energia elétrica residencial – evolução das taxas de descontos por faixa de consumo 1989 a 1995

Faixa de consumo	Percentual de desconto				
	A partir de 14/01/89	A partir de 08/11/90	A partir de 01/02/91	A partir de 04/02/93	A partir de 05/11/95 a 2002
0 a 30	89%	70%	60%	81%	65%
31 a 100	72%	52%	40%	55%	40%
101 a 200	65%	45%	35%	24%	10%
201 a 300	17%	0%	0%	0%	0%
Acima de 300	0%	0%	0%	0%	0%

Fonte: França (1999, apud BERMANN, 2002, p.65).

A política de subsídio¹⁶ à população de baixa renda, como é feita no setor de eletricidade, tem provocado descontentamento. Os concessionários do serviço de distribuição de energia elétrica se queixam de dois pontos: i) a falta de informação e acesso sobre o cadastro de programas sociais do Governo; ii) famílias consumidoras que têm renda são beneficiadas por terem um consumo médio inferior a 80kWh/mês, a exemplo das casas de veraneio e moradores de *flat*.

O subsídio às energias comerciais é uma política para incluir no mercado um segmento da população que seria excluída como cliente e consumidor das mercadorias energéticas. Esses consumidores, se excluídos, podem tentar se apropriar dos energéticos sem pagar por eles. Assim, são assumidos os aspectos da energia como essencial à vida e a sociedade passa a subsidiar o que pode ser entendido como uma cesta básica de energéticos comerciais.

A população de baixa renda se apropria da energia para atender necessidades básicas de cocção, conservação de alimentos, iluminação, força motriz e aquecimento de água através dos subsídios aos energéticos comerciais – GLP¹⁷ e eletricidade – porém, existe a

¹⁶ Desde a publicação de Lei 10.438, até dezembro 2003, o subsídio foi mantido pela Reserva Global de Reversão (RGR). Posteriormente, o repasse passou a ser feito através da Conta de Desenvolvimento Energético (CDE) (POLITO, 2005).

¹⁷ O subsídio ao GLP é feito diretamente pelo programa Vale-Gás, criado para oferecer um auxílio financeiro para os consumidores capazes de comprovar renda *per capita* até meio salário mínimo. Esse programa pretendia assistir cerca de nove (9) milhões de pessoas, mais de 50% delas residindo na região nordestina. Para se

possibilidade da satisfação da necessidade do aquecimento de água com o uso da energia solar – moderna, mas não comercial.

A população de baixa renda, assim como a dos estratos de maior renda, usa água quente para banho, aquecendo-a com o chuveiro elétrico. O aquecimento de água com eletricidade corresponde a 22% das despesas de energia de uma família com renda de até 2 salários mínimos. Para acessar a energia elétrica, energético mais utilizado no setor residencial para o aquecimento de água, a população de baixa renda necessita ser subsidiada. O subsídio ao acesso à energia comercial possibilita o ingresso de uma parcela da população que estaria excluída a participar do mercado e também reforça a disseminação das energias comerciais como solução para o aquecimento de água.

2.3. O AQUECIMENTO DE ÁGUA SOLAR TÉRMICA

Na seção anterior foi discutido o uso da energia pela população de baixa renda, inclusive para o aquecimento de água, predominantemente com o uso do chuveiro elétrico. Nesta seção será apresentado o aquecimento de água com energia solar térmica como opção às tecnologias que utilizam energias comerciais para atender à demanda de água quente do setor residencial. O aproveitamento da energia solar térmica, através de instalações de aquecimento solar de pequeno, médio e grande porte, tem se mostrado como uma solução técnica e economicamente viável para os problemas de redução do consumo de energia elétrica no setor residencial brasileiro. Nesse sentido, sua utilização intensiva em substituição aos chuveiros elétricos, largamente utilizados no país, pode ser entendida como geração virtual de energia elétrica (PEREIRA, et. al., 2003).

A aplicação de aquecimento solar de água em habitações populares é um processo

credenciar ao subsídio, as famílias devem comprovar déficit de renda, registrando-se no Cadastro Único de Famílias Carentes do Governo (OLIVEIRA et. al. 2005).

ativo de geração de energia térmica. As instalações solares térmicas residenciais podem ser projetadas unifamiliarmente, para edifícios e condomínios residenciais. O aquecimento de água para uso doméstico, com o aproveitamento da energia solar, é considerado uma tecnologia simples que pode ser instalado por um técnico de nível médio (ARAÚJO, et.al, 2002).

2.3.1. O potencial solar do Brasil

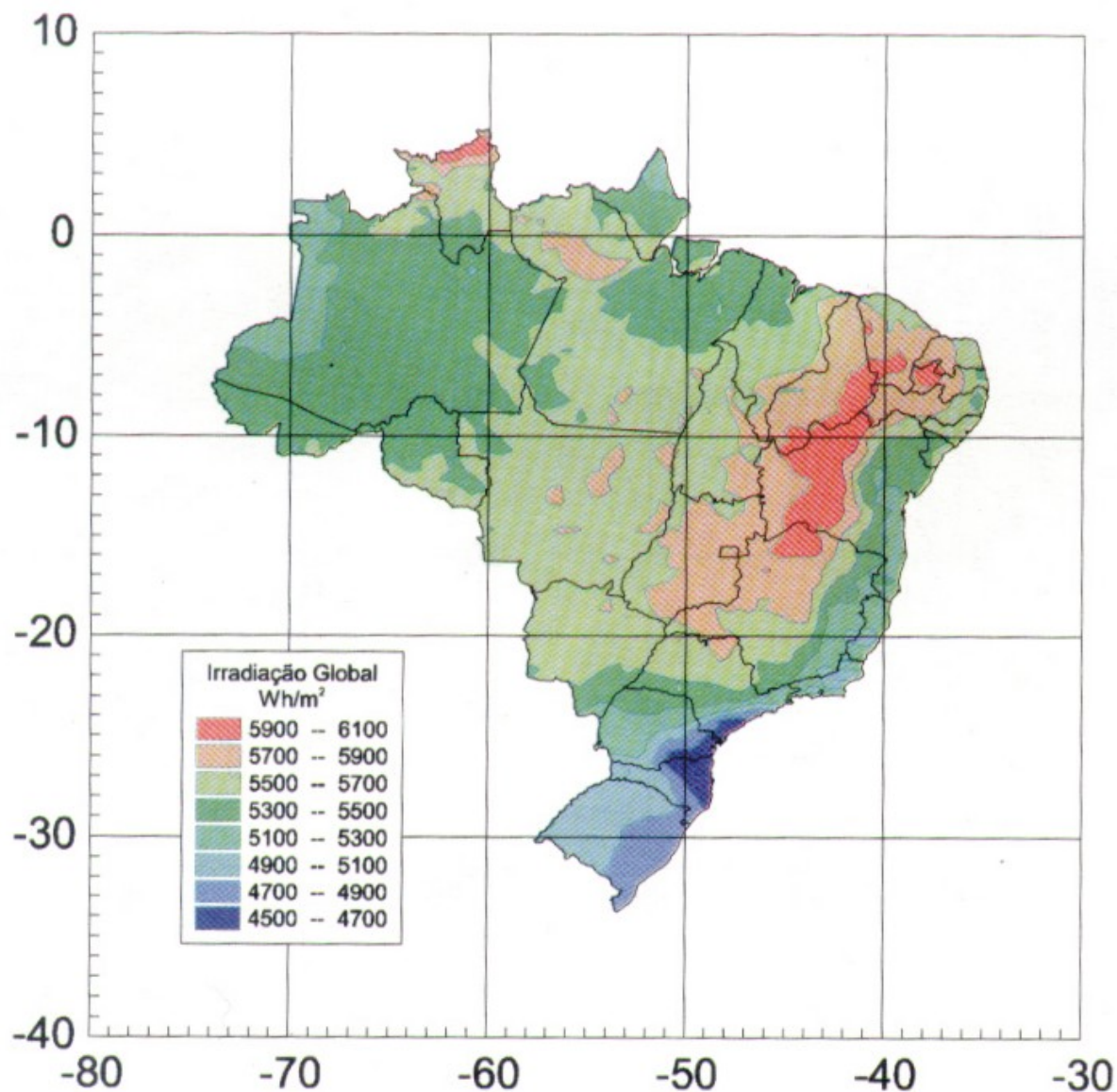
Segundo Cometta (1998, p.7), *“A quantidade de energia solar que atinge a Terra em dez dias é equivalente a todas as reservas de combustível conhecidas”*. O Brasil recebe elevados níveis de incidência da radiação solar praticamente durante todos os meses do ano, inclusive no mês de junho, correspondente ao solstício de inverno para o Hemisfério Sul.

As avaliações das disponibilidades solares no Brasil foram efetivadas pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE e Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

O Atlas Solarimétrico do Brasil (2000) foi uma iniciativa da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE e da Companhia Hidroelétrica do São Francisco – CHESF, em parceria com o Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito – CRESESB. Já o Atlas de Irradiação Solar no Brasil (1998) foi elaborado pelo Instituto Nacional de Meteorologia – INMET e pelo Laboratório de Energia Solar – LABSOLAR, da Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC.

Segundo Colle (2000, p.97), a distribuição média diária da radiação global por região do país é: Norte 5.462 Wh/m²; Nordeste 5.688 Wh/m²; Centroeste 5.630 Wh/m²; Sudeste 5.478 Wh/m²; Sul 5.015 Wh/m². O índice médio anual de radiação solar no País, segundo o Atlas Solarimétrico do Brasil (2000) e o Atlas de Irradiação Solar no Brasil (1998), é maior na região Nordeste, com destaque para o Vale do São Francisco. É importante ressaltar que mesmo regiões com menores índices de radiação apresentam grande potencial de

aproveitamento energético como pode ser visto na Figura 2.2, e na Figura 2.3, que identificam as variações da radiação durante os meses do ano.

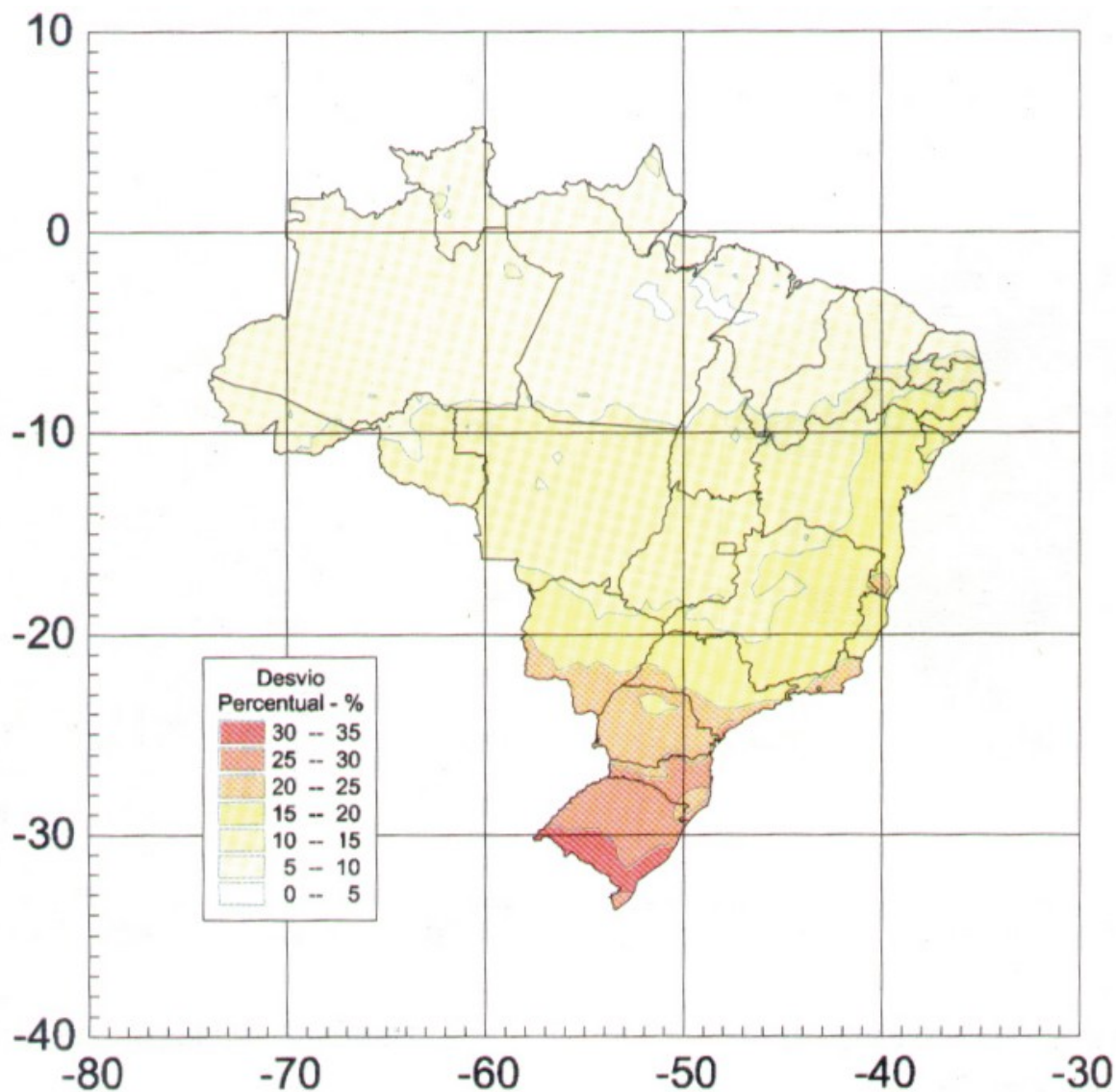


Fonte: Carta do Altas de Irradiação Solar do Brasil - www.labsolar.ufsc.br.

Figura 2.2 – Irradiação média anual típica – 1995 a 1998.

A energia solar como fonte primária de energia pode ser usada para o aquecimento de água para o banho. O potencial da radiação solar no Brasil, mesmo quando se considera a variação sazonal e geográfica nas regiões do país, pode suprir as necessidades de

água quente da população sem distinção de renda, pois o sol não é uma energia comercial.



Fonte: Carta do Altas de Irradiação Solar do Brasil - www.labsolar.ufsc.br.

Figura 2.3 – Variabilidade mensal da radiação anual típica – 1995 a 1998.

A utilização do sol como fonte de energia para o aquecimento de água depende da tecnologia a que a população tem acesso, do custo da tecnologia, da propriedade das inovações tecnológicas, da renda da população, e das políticas públicas e regulação que incentivem ou não o uso dessas tecnologias.

2.3.2. A tecnologia solar térmica de aquecimento de água no Brasil

Os sistemas solares térmicos de aquecimento de água são tradicionalmente compostos de um conjunto de coletores e um reservatório térmico para armazenamento da energia na forma de calor. Os coletores solares planos, empregados para aquecimento de água, podem ser classificados em dois grupos: coletores fechados e abertos. Segundo Pereira et. al. (2003, p. 244), “*Os coletores fechados são coletores utilizados para promover o aquecimento de água até temperaturas da ordem de 60⁰C, enquanto que os coletores abertos são recomendados para aquecimento de piscinas*”. Os componentes básicos da instalação de coletores solares planos, fechados, em residências são:

- Caixa externa - geralmente fabricada em perfil de alumínio, chapa dobrada ou material plástico.
- Isolamento térmico - materiais isolantes mais utilizados na indústria nacional são lã de vidro ou de rocha e espuma de poliuretano colocados na base e laterais do coletor. Sua função é minimizar as perdas de calor para o meio.
- Tubos flauta calhas: superior e inferior - tubos através dos quais o fluido escoar no interior do coletor. Normalmente, feita de cobre devido à sua alta condutividade térmica e resistência à corrosão.
- Placa absorvedora (aletas) - em cobre ou alumínio, é responsável pela absorção e transferência da energia solar para o fluido de trabalho.
- Tintas - as aletas são pintadas de preto fosco para melhor absorção da energia solar. No mercado internacional há preponderância do uso de superfícies seletivas, enquanto no mercado nacional empregam-se tintas comerciais.
- Cobertura transparente: geralmente de vidro, policarbonato ou acrílico.
- Vedação - importante para manter o sistema isento da umidade externa (PEREIRA et.al., 2003, p.254).

Os coletores abertos que operam a baixa temperatura, entre 28⁰C e 30⁰C, não possuem cobertura transparente, isolamento térmico, corpo externo, sendo na maioria das vezes de materiais termoplásticos, polipropileno e borrachas especiais.

Os reservatórios térmicos são tanques utilizados para armazenar a água quente, proveniente do coletor solar, de modo a atender à demanda diária de água quente mesmo fora

dos horários de incidência solar. São constituídos tradicionalmente por um corpo interno cilíndrico, geralmente em aço inoxidável ou cobre, termicamente isolado para minimizar as perdas de calor para o ambiente. Para proteção externa, recomenda-se o emprego de capas metálicas.

Como a incidência de radiação solar é intermitente, alternando dias e noites, além da ocorrência de períodos nublados e chuvosos, no caso de instalação solar térmica os fabricantes de equipamento recomendam que os sistemas prevejam uma forma de aquecimento auxiliar, normalmente elétrico ou a gás.

Depois da crise energética de 2001, empresas, organizações da sociedade civil e grupos de pesquisa, passaram a desenvolver sistemas de aquecimento de água com energia solar com materiais alternativos buscando criar modelos com custo mais acessível, permitindo a sua massificação. Sistemas acoplados com coletor e reservatórios foram lançados no mercado tendo sido ainda propostos, por grupos de pesquisa, novos modelos em PVC com a utilização de reservatórios térmicos de isopor buscando reduzir custos de manufatura.

Segundo Araújo et.al (2002), coletores planos, abertos e manufaturados em PVC funcionaram satisfatoriamente no Estado de Sergipe, região Nordeste do Brasil. Os equipamentos foram submetidos a condições extremas de uso, com forte exposição ao vento e sem a utilização de isolamento térmico e atingiram a temperatura média diária de 50°C. Contudo, deve ser ressaltado que a temperatura média na região é de aproximadamente 28°C.

A tecnologia desenvolvida com canos de plásticos (PVC) oferece temperatura de até 75°C para um banho. O sistema “faça você mesmo” foi desenvolvido pelo engenheiro eletrônico Augustin Woelz, (2000), fundador da ONG Sociedade do Sol. O projeto está à disposição de qualquer pessoa ou entidade pela internet. O sistema pode ser montado a um custo médio de R\$ 100,00 (DIAS, 2004).

Apesar da tecnologia de aquecimento de água com energia solar ser simples e os

equipamentos serem de fácil manufatura, existem muitos questionamentos quanto à eficiência dos sistemas feitos com materiais diferentes das propostas tradicionais. Isso pode ser ocasionado pelo fato da localização geográfica da instalação (latitude e condições climáticas) influenciar no desempenho dos sistemas, assim como a própria instalação (a inclinação e o posicionamento dos equipamentos sobre as edificações) propicia variações grandes do rendimento dos coletores e da circulação natural do fluido.

Um problema quanto ao uso do sistema térmico solar de aquecimento de água é que ele tem que ser bem dimensionado, de preferência projetado junto com a obra da habitação. O aquecedor solar não é como o chuveiro elétrico ou o aquecedor a gás que pode ser ligado na hora que se tem vontade de tomar banho e a água aquecida imediatamente. Nem tampouco permite que se fique uma hora no banho. É preciso dimensioná-lo, de acordo com os hábitos das pessoas, para que a água atenda às suas necessidades (FRANCO, 2002).

A diferença entre o custo de um sistema termo-solar tradicional, com coletores que utilizam alumínio e cobre, em comparação com os modelos em PVC, varia, a depender da marca, entre 5 a 10 vezes. Mas, estes equipamentos de baixo custo devem fazer face às exigências das normas técnicas que norteiam a construção e instalações de aquecedor solar para banho. Essas normas tentam minimizar as variações de eficiência, criando parâmetros de comparação dos sistemas¹⁸. Assim, esta sistemática cria barreiras para a entrada no mercado de novas tecnologias de menor custo.

A tecnologia para o aquecimento de água com energia solar é conhecida e perfeitamente dominada pela indústria brasileira. O potencial solar do Brasil viabiliza a utilização da energia solar para o aquecimento de água para todas as classes de renda indistintamente, além de permitir aprovisionar a população de baixa renda de energia na forma de água quente. Os equipamentos para o aquecimento de água com energia solar são

¹⁸ Normas técnicas ABNT 10.184/88; ABNT 10.185/88; INIMETO RESP/SOLAR-006/97 ANEEL/MPEE/2002

simples e podem ser manufaturados por pequenas oficinas ou até mesmo pelo próprio consumidor, como no caso do ASBC, cuja patente é livre. Além destes aspectos, no aquecimento solar, a fonte de energia não somente é abundante, mas, também, gratuita.

2.4. IMPACTOS DA UTILIZAÇÃO DA ENERGIA SOLAR TÉRMICA PELA POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA

Na seção anterior foi apresentado o potencial do Brasil para a utilização de energia solar para o aquecimento de água e a tecnologia disponível para a apropriação dessa energia pela população no setor residencial. Nesta seção, serão tratados os impactos da utilização da energia solar na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações construídas por programas habitacionais dos governos municipal, estadual e federal.

No Brasil são crescentes as aplicações da energia solar para aquecimento de água em conjuntos habitacionais e casas populares, como nos projetos Ilha do Mel, Projeto Cingapura, Projeto Sapucaia em Contagem, e Conjuntos Habitacionais SIR e Maria Eugênia (COHAB) em Governador Valadares (ANEEL, 2005). Esses projetos, de inclusão da população de baixa renda no mercado de aquecedores solar de água, estão sendo realizados através do trabalho conjunto de fabricantes de equipamentos, concessionárias de distribuição de energia elétrica e a participação de instituições como a ABRAVA, o PROCEL / ELETROBRAS GREEN Solar¹⁹.

A utilização do aquecimento de água com energia solar pela população de baixa renda representa um aumento da oferta de energia para esta população e a redução da

¹⁹ Associação Brasileira de Refrigeração e Ar Condicionado, Ventilação e Arquitetura – ABRAVA, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, a Centrais Elétricas Brasileira S/A – Eletrobrás, em conjunto com Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial — INMETRO, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, viabilizaram a implantação do Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica — GREEN SOLAR— na PUC Minas (PEREIRA et.al., 2003).

demanda de eletricidade dos chuveiros elétricos nos horários de ponta. Além destes aspectos, incentiva a formação de mercado para os fabricantes de aquecedores solares no Brasil.

2.4.1. Impacto energético para as famílias

A utilização do aquecimento de água com energia solar é uma forma de apropriação direta de energia primária pela população. A energia solar aquece a água que é armazenada em caixas térmicas, podendo atender ao consumo diário de água quente de banheiros, cozinha e lavanderia.

A água quente é uma necessidade das famílias brasileiras em todo território nacional, sendo que nas regiões sul e sudeste esta necessidade é mais evidente. Segundo Abreu (2000, p. 126), no Estado de Santa Catarina, *“analizando apenas o consumo residencial, verifica-se que aproximadamente 25% correspondem aos gastos com aquecimento de água, correspondendo a 6,3% do total”*.

Em Sergipe, na Região Nordeste, as informações solarimétricas apontam um potencial de 5.688 Wh/m² e temperatura média superior a 28°C. Mesmo assim, 77,59% dos entrevistados declararam desejar consumir mais água quente para o banho se isso não implicasse em custo adicional com a aquisição de energia para o aquecimento da água.²⁰ Para satisfazer essa necessidade, cerca de 52,30% das habitações aquecem a água em chaleiras e apenas 28,74% possuem chuveiros elétricos. A posse do chuveiro elétrico não garante, porém, um uso permanente de água aquecida. Dentre as habitações que possuem este equipamento somente 16,89% o utilizam regularmente e 11,85% estão quebrados ou desligados. A Tabela 2.8, abaixo, contém os dados da pesquisa realizada no Estado de Sergipe em 2001.

²⁰ No Estado de Sergipe, entre 2001 a 2003, foi realizada a pesquisa “Estudo da Viabilidade da Produção Local de Aquecedores Solares de Água Aplicada ao Consumo Doméstico em Habitações Populares”, financiada pela Fundação de Amparo à Pesquisa de Sergipe - FAP-SE. O estudo do mercado revelou o desejo da população de baixa renda domiciliada em habitações populares construídas por programas do governo do Estado de Sergipe, de ter água quente para o banho. Foram entrevistadas 174 famílias através de amostra simples aleatória no Conjunto Habitacional Siri I, segunda etapa.

Tabela 2.8 – Uso de água quente e formas de aquecimento – em casas populares do Estado de Sergipe

Como aquece a água	Chuveiro Elétrico	Gás no Fogão (GLP)	Aquec. Gás (GLP)	Lenha	Não usa	TOTAL	%
Sempre	9	9	1	0	0	19	10,92%
Dias Frios	17	35	0	1	0	53	30,46%
Doença	12	13	0	2	0	27	15,52%
Pessoas idosas	0	4	0	0	0	4	2,30%
Crianças	4	2	0	0	0	6	3,45%
Outras	8	28	0	1	0	37	21,26%
Nunca	0	0	0	0	28	28	16,09%
TOTAL	50	91	1	4	28	174	100%
%	28,74%	52,30%	0,57%	2,30%	16,09	100%	

Fonte: Vital Brazil (2005).

As habitações, objeto da pesquisa em Sergipe, têm 3 quartos e uma média de 5 moradores em cada casa, características próximas às descritas por Bermann (já citado), quando propõe o raciocínio da cesta básica energética (ver item 2.2.2, acima). A cesta básica de energia elétrica para uma família brasileira equivale a 220 kWh/mês, sendo que 70kWh/mês são para o aquecimento de água usando chuveiro elétrico (5 banhos diários de 8 minutos).

O subsídio ao consumo de energia elétrica caracteriza, como de baixa renda, os consumidores com consumo inferior a 80kWh/mês sem a necessidade de comprovação de renda ou até 220 kWh/mês, se o consumidor estiver inscrito em algum programa social do Governo. Assim, ao consumidor de baixa renda fica automaticamente excluída a possibilidade de aquecer água com chuveiro elétrico e manter-se na faixa de consumo caracterizada como de baixa renda, dado que o consumo residencial para o chuveiro elétrico representa cerca de 70kWh/mês. Para a resolução deste impasse, o aquecedor solar revela-se como ideal.

2.4.2. Impactos para o mercado de energia

A utilização do sol como energético pela população, desloca os energéticos comerciais como a eletricidade e o gás, representando perda de mercado para estes energéticos comercializados por indústrias de rede de custos afundados e com grande poder econômico.

A crise do setor de energia elétrica, em 2001, reforçou a percepção de que o uso de chuveiros elétricos, apesar de ser um equipamento barato, consome muita energia e provoca um custo adicional para a rede elétrica no que se refere à modulação da curva de carga.

O aquecedor solar não somente permitiria que as famílias tivessem acesso à água quente como também lhes permitiria continuar beneficiando-se de tarifas subsidiadas. Esta forma de energia contribui, também, para o equilíbrio do mercado e para a redução de tarifas no futuro. A demanda concentrada de eletricidade no horário entre 19 e 21 horas, devido à utilização dos chuveiros elétricos, provoca a necessidade de maior investimento nos ativos de distribuição de eletricidade, refletindo-se nas tarifas de energia. A utilização do sol para aquecer água, substituindo os chuveiros elétricos, possibilitaria a melhor modulação da curva de carga das distribuidoras de energia elétrica, diminuindo o pico de demanda e o volume de investimentos. Em consequência, o seu uso beneficiaria duplamente o consumidor: primeiro, pelo seu uso direto e segundo, por permitir a redução das tarifas.

A tecnologia para a utilização do sol como fonte de energia para o aquecimento de água é simples e pode ser manufaturada por pequenas empresas. Os modelos e o dimensionamento dos sistemas de aquecimento variam de acordo com as condições climáticas de cada região e a demanda de água de cada família. Assim, a utilização de aquecimento de água com energia solar leva a uma perspectiva de mercado onde pequenas empresas de manufatura de equipamentos podem deslocar a utilização de energéticos comerciais ofertados

à população por grandes indústrias organizadas em redes.

2.4.3. Impactos ambientais

Segundo Mesquita (2000, p.33), cada 1m^2 de aquecedor solar instalado pode evitar a utilização de fontes convencionais de produção de energia como: *“55 kg de GLP/ano, 66 litros de diesel/ano, a inundação de cerca de 56 m^2 para a geração hidroeletricidade, e elimina anualmente o consumo de 215 kg de lenha”*, ou seja, fontes de energia que acarretam custos para o consumidor e impactos ambientais.

Os impactos ambientais da utilização do sol para o aquecimento de água são deslocados do energético para a tecnologia. O material empregado para a construção dos sistemas de aquecimento termo-solares são os causadores de impacto. Assim, o uso de materiais recicláveis e de maior durabilidade, causa menos impacto que materiais de menor ciclo de vida e com menor durabilidade.

Entre os impactos ambientais decorrentes do uso de aquecedores solares pela população domiciliada em habitações populares, deve-se considerar o provável aumento do volume de água para banho já que os banhos, quando a temperatura da água pode ser ajustada ao que o consumidor considerar agradável, tendem a ser mais prolongados.

Os impactos do uso do sol para o aquecimento de água pela população de baixa renda podem ser entendidos como positivos para o meio ambiente, para os indivíduos e suas famílias, constituindo-se como um mecanismo de redução das desigualdades na distribuição de renda e, conseqüentemente, do uso da energia. O uso do sol proporciona redução de investimentos em geração, transporte e distribuição de energia elétrica e gás para este fim específico. Mas também significa a possibilidade de perda de receita para a indústria de energia, principalmente da indústria de eletricidade.

2.5. CONCLUSÃO

O objetivo deste capítulo foi discutir a apropriação da energia solar térmica pela população de baixa renda no Brasil. Para isso foram tratadas quatro questões norteadoras: i) O que é energia para a população de baixa renda? ii) Quais os usos da energia pela população de baixa renda? iii) A tecnologia solar térmica pode ser utilizada pela população de baixa renda? iv) Quais os impactos de utilização da energia solar no uso da energia pela população de baixa renda?

Verificou-se que qualquer discussão, no Brasil, sobre as relações entre energia e renda deve considerar que os consumidores residenciais precisam ser tratados em dois blocos distintos, requerendo políticas públicas diferenciadas. O primeiro, é composto pelas classes média e alta dos grandes centros urbanos do país. Neste grupo, a classe de maior renda, com um quinto do total de domicílios, responde pela maior parcela da energia consumida no setor residencial, cerca de 40%. O segundo grupo, composto pelas famílias de baixa renda, consome menos de 15% da energia elétrica no setor residencial. De fato, a classe de renda que recebe entre dois e três salários mínimos é a que consome menos energia, apenas 8% do consumo residencial total. O consumo médio mensal de um domicílio que pertença à classe de mais alta renda é quase quatro vezes maior do que o consumo de um domicílio de renda mais baixa (SCHAEFFER, et al 2003).

Para a população de baixa renda a energia é percebida pelo que ela proporciona como cocção, conservação de alimentos, iluminação, força motriz, condicionamento ambiental e água quente, associado a uma despesa que compromete parte da renda das famílias.

Os principais usos da energia pela população de baixa renda são: a cocção, a iluminação, a conservação de alimentos e o aquecimento de água. No Brasil, 22,2%, em média, do consumo de energia elétrica de uma família, é devido à forma de aquecimento de

água para o banho.

O aquecimento de água para o banho pode ser feito com a utilização da energia solar, abundante e gratuita. A tecnologia para o aquecimento de água com energia solar é simples, inclusive com a possibilidade de utilização de materiais alternativos de baixo custo que possibilitam a apropriação de energia termo solar pela população de baixa renda.

O uso da energia solar para o aquecimento de água desloca a demanda de outros energéticos, principalmente a eletricidade, melhorando a modulação da curva de carga além de possibilitar que as famílias de baixa renda se apropriem de energia na forma de água quente sem custos com energéticos comerciais. Para isso, é necessária a utilização da tecnologia apropriada.

A utilização de aquecimento de água para o banho é uma necessidade da população brasileira que pode ser percebida pelo uso de chuveiros elétricos - 67% dos domicílios brasileiros possuem chuveiros elétricos.

É importante refletir sobre a condição do consumidor enquadrado como baixa renda por ter um consumo até 80kWh/mês e o uso do chuveiro elétrico. Se o consumidor de baixa renda utilizar o chuveiro elétrico regularmente como caracterizado por Bermann (já citado) para o aquecimento de água, provavelmente perderá a condição de baixa renda por ultrapassar o consumo de 80kWh/mês, deixando de ser enquadrado como baixa renda perdendo o subsídio do Estado. O que leva a crer que os consumidores enquadrados como de baixa renda, até 80kWh/mês, não têm condições, tecnicamente, de usarem o chuveiro elétrico para o aquecimento de água para o banho.

A difusão de sistemas de aquecimento de água com energia solar entre a população de baixa renda pode possibilitar a apropriação de mais energia por esta população e os programas de habitação popular podem possibilitar um mecanismo para a difusão da tecnologia de aquecimento solar térmico, constituindo um grande mercado para os

equipamentos.

Nos capítulos seguintes este trabalho discute a regulação do mercado de aquecimento solar de água com energia solar e a relação da regulação da indústria de energia com a apropriação da energia solar térmica pela população de baixa renda no Brasil.

3. A REGULAÇÃO DO MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR NO BRASIL

O objetivo deste capítulo é verificar a regulação existente no Brasil sobre o mercado de aquecimento de água com energia solar para consumo doméstico. Procuram-se identificar, cronologicamente, os marcos regulatórios e a formação do mercado de equipamentos e sistemas de aquecimento termo-solar no Brasil. Serão abordadas nesse capítulo, três questões sobre o mercado de sistemas de aquecimento de água com energia solar no Brasil: i) Como se formou o mercado de aquecimento solar térmico? ii) Qual o marco regulatório do mercado de aquecimento de água solar térmica? iii) Quais os impactos da regulação do mercado de aquecimento de água com energia solar na apropriação de energia solar pela população de baixa renda?

O capítulo está estruturado em quatro seções. A seção 3.1 trata da formação do mercado de aquecimento de água com energia solar no Brasil – é feito um breve histórico do mercado brasileiro de sistema de aquecimento de água com energia solar e aponta como o mercado se formou. A seção 3.2, a regulamentação dos sistemas solar térmico no Brasil – apresenta os marcos regulatórios da tecnologia no Brasil e o quadro institucional. Na seção 3.3, a regulação do mercado de aquecimento de água com energia solar pela normalização técnica – aponta como a regulamentação do aquecimento de água com energia solar cria barreiras tecnológicas à entradas de novos produtos. Na seção 3.4 - conclusão – apresenta-se

uma breve discussão sobre os aspectos positivos e negativos da regulamentação da tecnologia de aquecimento de água com energia solar.

3.1. MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR NO BRASIL.

Esta seção aborda a formação do mercado de aquecimento de água com energia solar no Brasil, descrevendo e fazendo um breve histórico do mercado brasileiro. Os dados quantitativos sobre o mercado de aquecedores, apresentados nesta seção, são da Associação Brasileira de Refrigeração e Ar Condicionado, Ventilação e Arquitetura – ABRAVA. (2005).

As empresas que produzem e comercializam sistemas de aquecimento de água com energia solar existem há pouco tempo no mercado, entre 25 a 30 anos. O mercado teve início na década de 1970, quando houve a primeira crise do petróleo. Na época, a simplicidade da tecnologia e dos produtos, proporcionou o rápido surgimento de inúmeras empresas, as quais, em seguida, desapareceram na mesma velocidade. Isso, segundo Franco (2002, p.101), *“tornou bastante comum, até há pouco tempo, o conceito de que o aquecimento solar não funciona, herança deixada pelos que apareceram e sumiram do mercado rapidamente”*.

A partir da década de 1990 o conceito negativo, originário do que acontecera nas décadas de 1970 e 1980 tende a se modificar. Segundo Franco (2002, p.101), *“Ficaram no mercado as empresas que buscaram qualidade; buscaram se organizar em associações para trabalhar em função do consumidor, com competência e preço”*. Nessa época, o mercado se profissionalizou. E a inclusão dos sistemas solares térmicos no Programa Brasileiro de Etiquetagem estabeleceu o marco regulatório do setor. No processo de profissionalização, os fabricantes de sistemas de aquecimento de água com energia solar, associaram-se como um

departamento da ABRAVA.

O departamento de energia Solar da ABRAVA tem forte influência na regulamentação das normas técnicas para sistema de aquecimento de água com energia solar no Brasil. A associação que congrega firmas de refrigeração, ventilação e arquitetura, abarcou o setor de aquecimento solar e algumas iniciativas de utilização fotovoltaica, o que lhe conferiu força para influenciar a regulamentação de normas técnicas para o mercado.

3.1.1. Formação do mercado de sistemas de aquecimento solar no Brasil.

Os primeiros estudos sobre a tecnologia de aquecedor solar tiveram início, no Brasil, desde a segunda metade da década de 1960. O mercado surgiu nos anos de 1970, impulsionado pela crise do petróleo. O Laboratório de Energia Solar (LES), da Universidade Federal da Paraíba, é uma das entidades pioneiras no estudo do aproveitamento da energia solar no Brasil. Com trabalhos publicados desde 1973 participou do desenvolvimento nacional de aquecedores solares (DIAS, 2004).

No início dos anos de 1980, segundo Pereira et. al.(2003, p.204), *“tal mercado estava caracterizado por uma grande dose de idealismo por parte de seus empreendedores. O reduzido grau de profissionalismo incluía, inclusive, total desconhecimento sobre rendimento e durabilidade dos produtos comercializados no Brasil”*. Em 1988 inicia-se a profissionalização do mercado. Apesar de taxas relativamente baixas de crescimento, surgem as primeiras normas brasileiras de ensaios de produtos.

No final dos anos de 1990, constatou-se um crescimento do mercado a taxas significativas, motivando uma maior profissionalização, desenvolvimento técnico, comercial e competitividade mercadológica no setor. Verificou-se uma tendência à redução dos custos, com exceção do período entre 1993-1996, cujos aumentos foram atribuídos a preços praticados no mercado internacional para o cobre e o alumínio. Neste período, surgiram,

ainda, as primeiras iniciativas de segmentação do mercado, a exemplo do que acontecia no mercado internacional. Os fabricantes de equipamentos reuniram-se em associações para melhor articularem os interesses do segmento (PEREIRA et.al., 2003).

O ano de 2001 foi um divisor de águas. A crise de energia elétrica proporcionou o aumento da demanda por tecnologias substitutas aos sistemas elétricos (chuveiro elétrico e *Boiler* elétrico). Houve, no mercado de aquecimento de água, uma procura muito grande pelas tecnologias substitutas e os sistemas de aquecimento solar passaram a ser mais conhecidos. Pode-se dizer que ocorreu, de fato, um avanço do mercado e do conhecimento sobre o assunto (FRANCO, 2002).

Entre 2001 a 2004, 600 mil metros quadrados de coletores foram instalados no País. Só em Belo Horizonte, nesse período, 860 prédios já funcionavam com aquecimento solar, sendo 250 sistemas coletivos de médio e grande porte capazes de aquecer acima de 2 mil litros de água por dia em residências, hospitais e hotéis (DIAS, 2004). Segundo Pereira, et.al.(2003, p.204), *“em 2001, o Brasil, atingiu cerca de 1,3 milhões de metros quadrados de área coletora instalada, número modesto se comparado com os Estados Unidos da América onde na mesma época se contabilizou cerca de 8,9 milhões de metros quadrados e o Japão com 6,5 milhões”*.

O mercado brasileiro de sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar se desenvolveu sob o paradigma do sol como energia alternativa. Em 2001, com a crise do setor elétrico e a necessidade de reduzir a carga dos chuveiros elétricos no sistema elétrico, o aquecimento solar foi assumido como tecnologia possível de substituir os chuveiros elétricos, embora ainda com incentivos pontuais para a substituição.

3.1.2. O mercado Brasileiro de aquecedores solares

O mercado brasileiro de aquecedores solares de água tem se formado em torno da substituição do chuveiro elétrico. É justamente nas regiões onde existe a maior concentração do uso de chuveiros elétricos que o sistema de aquecimento de água com energia solar tem sido mais usado. Segundo a ANEEL (2005a), o aquecimento de água com energia solar é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste devido a características climáticas. Estima-se que os sistemas de aquecimento solar de água no Brasil beneficiam mais de 500 mil residências, economizando energia elétrica equivalente ao consumo de uma cidade de 1,1 milhões de famílias.

A tecnologia é aplicada em residências, hotéis, motéis, hospitais, vestiários e restaurantes industriais, sendo também cada vez mais empregada no aquecimento de piscinas. São aquecidos cerca de 200 milhões de litros de água para banho diariamente, beneficiando mais de dois milhões de pessoas com a tecnologia do aquecedor solar. A utilização dos sistemas de aquecimento de água com energia solar, em Belo Horizonte, já está presente em mais de 950 edifícios; em Porto Seguro é aplicada em 130 hotéis e pousadas, além de conjuntos habitacionais e casas populares.

O mercado de equipamentos para o aquecimento de água com energia solar conta com aproximadamente 140 fabricantes, possui uma taxa histórica de crescimento anual de 35%. Em 2001, a taxa de crescimento foi acima de 50%. Em 2002, foram produzidos no país 310.000 m² de coletores solares.

No Brasil, a oferta de aquecedores solares de água, é composta basicamente de micros e pequenas empresas que tiveram uma evolução acentuada a partir de 1999. Tal evolução se consolidou com a crise do setor elétrico brasileiro de 2001 (FRANCO, 2002).

As empresas que produzem, comercializam e instalam sistemas de aquecimento de água com energia solar, são de micro e pequeno porte. A tecnologia é simples e os

equipamentos podem ser fabricados em pequenas oficinas, com pequeno capital. Esse fato, associado à demanda crescente de equipamentos para substituir os chuveiros, tem sido um atrativo a novos entrantes.

Segundo Porter (1999), referindo-se ao mercado da Califórnia nos Estados Unidos da América: *“fracas barreiras à entrada no setor reduzem a rentabilidade das firmas já estabelecidas e dificultam a formulação de estratégias de liderança para firmar os sistemas de aquecimento solar como um substitutivo de qualidade aos sistemas convencionais de aquecimento de água para banho”*. Esta situação aplica-se também ao Brasil.

Os equipamentos, desenvolvidos ao longo dos anos por vários centros de pesquisa do país, ganham formas e tecnologias diversificadas. O Centro Incubador de Empresas Tecnológicas (Cietec), da Universidade de São Paulo, em parceria com o Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares (IPEN) e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), desenvolveu o Aquecedor Solar de Baixo Custo para substituir o chuveiro elétrico em comunidades pobres (DIAS, 2004).

A lógica do Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC – é diferente da lógica que vinha sendo desenvolvida no mercado brasileiro. O ASBC, como é conhecido, apesar de patenteado, estimula que a pessoa execute o projeto do aquecedor solar de baixo custo no estilo “faça você mesmo.” Sem custo de propriedade intelectual, qualquer pessoa pode buscar na internet o manual e fazer o seu próprio aquecedor solar de água. O custo do material está em torno de R\$ 100,00 (cem reais)²¹.

²¹ O custo da produção do aquecedor foi levantado com referência no manual de construção do ASBC e se manteve entre 80 a 110 reais variando em função das marcas dos componentes usados para a sua manufatura (VITAL BRAZIL, 2005).

3.1.3. A crise do setor de eletricidade em 2001 e o uso de aquecimento solar

A crise do setor de eletricidade em 2001 e a conseqüente política de racionamento de eletricidade que determinou metas de redução de consumo de energia elétrica para o setor residencial,²² afetou diretamente o uso do chuveiro elétrico como opção para o aquecimento de água para o banho. Naquela época os chuveiros elétricos foram considerados os grandes “gastadores de energia”. Campanhas foram feitas, por fabricantes e pelo poder público, para substituição dos chuveiros elétricos, principalmente por aquecedores solares.

A necessidade de reduzir o consumo de eletricidade, imposta pela ação do Estado sobre o setor residencial e a possibilidade de substituir o chuveiro elétrico, aliado aos incentivos para o setor residencial utilizar o sol para o aquecimento de água para o banho, promoveram o crescimento do mercado a uma taxa superior a 50% naquele ano.

Os fatores que contribuíram para o crescimento do mercado entre 1999 a 2002 foram a divulgação dos benefícios do uso da energia solar; a isenção de impostos que o setor obteve; os financiamentos ao consumidor final para aquisição do equipamento através da Caixa Econômica Federal e a necessidade de reduzir os gastos com energia elétrica durante o racionamento em 2001 (ABRAVA, 2005).

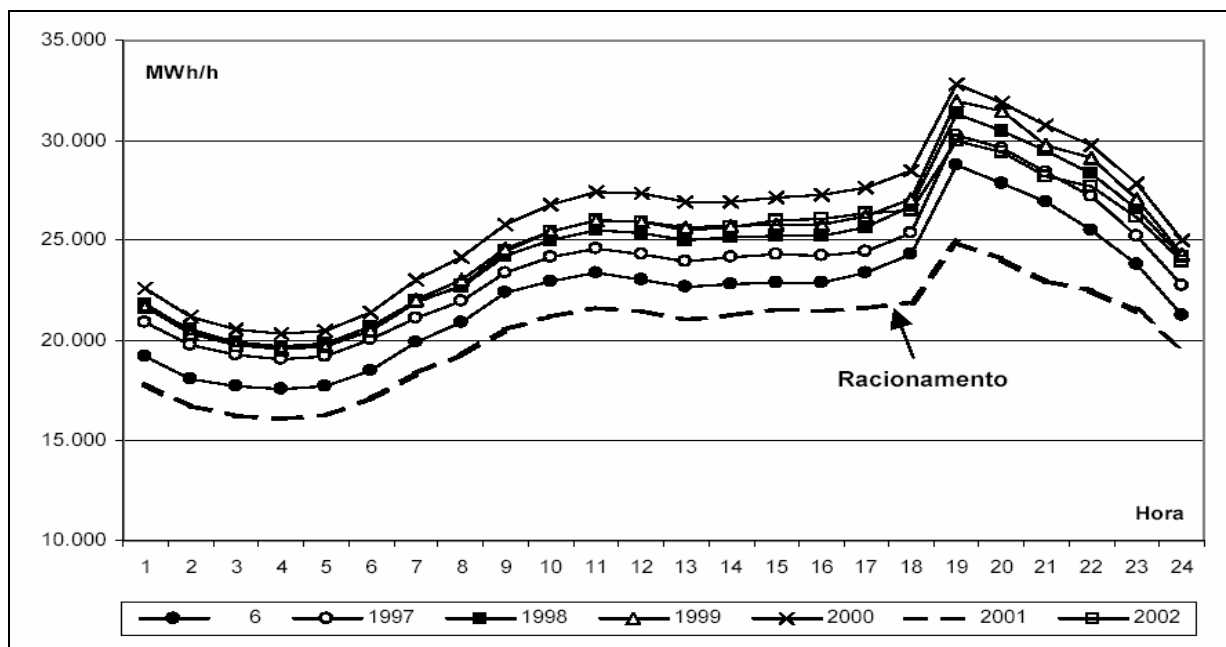
3.1.4. Eficiência energética e o mercado para o aquecedor solar de água para banho

A expansão do mercado de equipamentos para o aquecimento de água com energia solar, deu-se, em parte, pela necessidade das concessionárias de distribuição de energia elétrica executarem projetos de eficiência energética.

A eficiência energética através do Gerenciamento pelo Lado da Demanda – GLD, para racionalizar o uso de energia elétrica pelos consumidores, tem entre outros objetivos o deslocamento da demanda de eletricidade para fora dos horários de pico de consumo.

²² Os consumidores residenciais foram obrigados a reduzir 20% do consumo em relação à média de consumo do ano anterior.

A demanda do setor residencial é em parte provocada pelo uso do chuveiro elétrico. A Figura 3.1, apresenta uma curva de carga diária típica.



Fonte: Achão (2003).

Figura 3.1 – Curva de carga do Subsistema SUDESTE para os meses de agosto.

A possibilidade de substituir o chuveiro elétrico pelo aquecedor solar através dos programas de eficiência energética das concessionárias de distribuição de energia elétrica, abriu um novo nicho de mercado para as empresas brasileiras de sistemas solares térmicos e uma alternativa para melhorar a modulação da curva de carga de algumas áreas das distribuidoras.

Uma grande virtude do aquecimento de água com energia solar é a redução do consumo de energia elétrica no horário de pico, ou seja, entre 19 e 21 horas nas residências, quando há um grande aumento de demanda de energia em decorrência do hábito das pessoas tomarem banho com chuveiro elétrico. *“Os chuveiros elétricos de menor potência têm 4.500 watts, mas existem chuveiros com potência muito maior. Com o aquecimento de água por energia solar pode-se minimizar esse pico de demanda de eletricidade e colaborar com as*

distribuidoras de energia elétrica usando a energia de maneira racional” (FRANCO, 2002, p. 95).

O potencial brasileiro de conservação de energia no aquecimento de água é bastante significativo, apontando a aplicação, em larga escala, dos aquecedores solares como uma saída extremamente viável e competitiva. Além disso, a crescente preocupação com aspectos ambientais cria excelentes oportunidades para o aquecimento solar no Brasil (PEREIRA et.al., 2003).

O relacionamento entre a gigantesca indústria da eletricidade e a, comparativamente, recém nascida, indústria de aquecimento solar, acelerou a profissionalização das empresas de equipamento termo-solar. Junto com a profissionalização, houve a necessidade da criação de padrões de referência que decodificassem a linguagem da energia solar para a da eletricidade criando padrões que atendem ambas.

3.1.5. A profissionalização do mercado de equipamento termo-solar no Brasil

A profissionalização do mercado brasileiro de aquecedores solares, se deu influenciado por três aspectos: i) desfazer a imagem ruim que a tecnologia havia deixado no início dos anos de 1980 por falta de conhecimento técnico sobre os rendimentos dos sistemas; ii) para atender a necessidade da substituição de chuveiros elétricos, das concessionárias de distribuição de eletricidade; iii) para criar diferencial entre as empresas estabelecidas e os novos entrantes, gerando barreiras à entrada e a produtos substitutivos²³.

Com a profissionalização, ficaram no mercado as empresas que buscaram a implantação de processos de qualidade²⁴ e se organizaram em associações. O foco da atuação dessas empresas se desloca da tecnologia para o consumidor, possibilitando assim, que as

²³ Produtos substitutivos e novos entrantes são forças do mercado descritas por Porter (1999).

²⁴ A qualidade é um processo que deve estar presente em toda a organização. Para saber mais sobre qualidade veja (CARVALHO et. al. 2005, p. 355).

soluções prevejam a utilização de outras energias diferente da solar. As empresas conquistam os clientes com competência²⁵ e preço. *“Essas empresas, estruturadas e atentas, beneficiam-se agora com a demanda de mercado, que cresceu bastante, e, é importante dizer, oferecem produtos de qualidade”* (FRANCO, 2002).

O processo de profissionalização, como é denominado pelos próprios agentes do setor, pode ser separado em duas ações: a primeira foi a criação de normas técnicas para a produção e instalação de sistemas de aquecimento com energia solar, compatíveis com os paradigmas da indústria de energia elétrica e gás. A segunda foi a especialização das empresas do setor, na maioria de pequeno porte, e a segmentação de linhas de produtos para públicos específicos. A ABRAVA tem papel importante no processo de profissionalização, inclusive na formulação de especificações e definições técnicas para a segmentação do mercado em três nichos. A segmentação dos produtos segundo ABRAVA (2005), é assim descrita:

Aquecedor solar popular – Visa o atendimento apenas do chuveiro da residência. Os aquecedores solares populares podem atender até cinco banhos diariamente, com vazão de 3 litros por minuto e são indicados para abastecer duchas com conforto similar ao chuveiro elétrico. É composto por um reservatório térmico de 200 litros e de coletores solares etiquetados pelo INMETRO com geração mínima de 125 kWh/mês. Esse sistema pode ser aplicado na grande maioria das regiões do país. Em locais mais frios e com baixa insolação é necessário o aumento da área dos coletores solares.

Aquecedor solar convencional – Desenvolvido para o atendimento de qualquer demanda de água quente de residências, dependendo do dimensionamento do reservatório e do número de placas. Permite o aquecimento de água para duchas com vazão maior (até 8 litros por minuto), pias de cozinha, banheiras e lavatórios. Composto por reservatórios

²⁵ A competência pode ser entendida como a união de conhecimento técnico, habilidades para executar os projetos de aquecimento solar e atitudes voltadas para o mercado.

térmicos com volume acima de 300 litros e área coletora proporcional ao volume a ser aquecido.

Aquecedor solar para condomínio - São sistemas de médio e grande porte que atendem coletivamente todo o prédio. Os aquecedores solares poderão atender qualquer demanda de água quente diária e são indicados para o abastecimento não só da ducha, mas de outros pontos de consumo (banheiras, lavatórios, etc). Para implantação desses equipamentos é necessário o desenvolvimento de projeto do sistema de aquecimento solar. É através deste projeto que será definido o dimensionamento do sistema e detalhes importantes para o sucesso da instalação. Centenas de edifícios, hotéis, hospitais, vestiários e restaurantes industriais já se beneficiam dessa tecnologia (ABRAVA, 2005).

A segmentação das linhas dos produtos descrita pela ABRAVA é influenciada e influenciou as normas técnicas.

3.2. A REGULAMENTAÇÃO DOS SISTEMAS SOLARES TÉRMICOS NO BRASIL

Na seção anterior foi apresentada a formação e o desenvolvimento do mercado de equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar no Brasil entre os anos de 1973 a 2004. Nesta seção serão apontados os marcos regulatórios do mercado de sistemas de aquecimento de água com energia solar no Brasil, as normas técnicas editadas pelo INMETRO e pela ABNT, e como estas normas afetam o mercado de equipamentos para aquecimento de água com energia solar.

A regulamentação de normas técnicas para a produção e instalação de sistemas de aquecimento de água com energia solar constituem o marco regulatório importante do setor. As normas técnicas possibilitaram a inclusão dos sistemas de aquecimento de água com energia solar no Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE. Os produtos etiquetados podem

receber o selo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. O selo PROCEL de eficiência energética possibilita a inclusão dos equipamentos nos programas públicos de eficiência energética, operados pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica.

O selo do PROCEL e a etiqueta do INMETRO identificam a qualidade dos equipamentos para os consumidores poderem fazer comparações entre marcas e modelos de equipamento e das suas eficiências energéticas. A inclusão dos equipamentos para aquecimento de água com energia solar no programa de etiquetagem permite que os equipamentos solares tenham sua eficiência comparada com a de outros equipamentos para o aquecimento de água. Isso possibilitou que os equipamentos considerados eficientes passassem a ser comprados com recursos dos programas de eficiência energética públicos ou financiamentos de bancos oficiais.

Segundo a ABRAVA (2002), *“Só serão financiadas compras de produtos que possuírem a etiqueta do INMETRO. Ela que ajudará a garantir a qualidade dos coletores solares e reservatórios térmicos”*, fazendo uma clara referência às linhas de crédito da Caixa Econômica Federal.

As normas técnicas que regulamentam os equipamentos solares para o aquecimento de água para banho foram e são influenciadas pelas associações de fabricantes e a indústria de energia elétrica, comparando o aquecimento solar de água com os equipamentos elétricos.

3.2.1. Marco regulatório do mercado de sistemas de aquecimento solar

A criação do departamento de energia solar da ABRAVA – Associação Brasileira de Refrigeração e Ar Condicionado, Ventilação e Arquitetura-, foi um dos primeiros passos para a regulamentação do segmento, através da edição de regulamentos técnicos.

O marco que regulamenta a tecnologia de aquecimento de água com energia solar no Brasil é o Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares Planos, resultante de um esforço conjunto do Governo Brasileiro, representado pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial — INMETRO, em parceria com o PROCEL, a Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e a ABRAVA. Tal conjunção e seus resultados práticos viabilizaram, inclusive, a implantação do Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica — GREEN Solar²⁶ — na PUC Minas (PEREIRA et.al., 2003).

O Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE (1984) foi resultado do protocolo firmado entre o então Ministério da Indústria e do Comércio e a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica - ABINEE, com a interveniência do Ministério das Minas e Energia. Inicialmente o Programa não incluía os equipamentos para o aquecimento de água com energia solar. O PBE visa prover os consumidores de informações que lhes permitam avaliar e otimizar o consumo de energia dos equipamentos eletrodomésticos, selecionar produtos de maior eficiência em relação ao consumo e melhor utilização desses equipamentos, possibilitando economia nos custos de energia. Fazem parte do Programa, entre outros produtos, geladeiras, *freezers*, chuveiros, ar condicionados, motores elétricos trifásicos, máquinas de lavar roupas, lâmpadas fluorescentes compactas, lâmpadas incandescentes, reatores, fornos, fogões e sistemas de aquecimento solar de água (PROCEL, 2005).

Os equipamentos de aquecimento de água com energia solar foram incluídos no programa em 1997 como equipamentos substitutivos ao aquecimento de água para banho com

²⁶ O Grupo de Estudos em Energia da PUC-MG, conhecido como GREEN Solar, trabalha com pesquisa, ensino e extensão em energia Solar. O grupo desenvolve, em parceria com a Prefeitura de Belo Horizonte e a Eletrobras, projetos sociais com uso de aquecedores solares. O GREEN Solar desenvolve estudos interdisciplinares e é responsável pelos testes do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Equipamentos Solares, congrega professores e estudantes dos Cursos de Engenharia Mecânica/Mecatrônica, Civil, Eletrônica, de Controle e Automação e de Arquitetura.

energia elétrica. Assim, o equipamento solar de aquecimento de água passou a receber a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE. A Etiqueta tem por objetivo informar o desempenho térmico de sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água seguindo as definições do regulamento específico para uso da ENCE - RESP-006/SOL de 1997 (INMETRO, 2005).

O Regulamento Específico, RESP-006/SOL, tem como objetivo caracterizar as relações entre o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO e os fabricantes interessados na utilização da ENCE em sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água, segundo Normas Brasileiras específicas e ou internacionais.

A inclusão dos equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar no PBE em 1997, com a edição do regulamento - RESP-001/SOL pelo INMETRO para a utilização da ENCE, foi o resultado do esforço conjunto dos fabricantes reunidos em associação e do Grupo de Trabalho em Energia Solar, GT-SOL coordenado pelo INMETRO e pelo GREEN Solar.

A etiquetagem abre mercado para os sistemas etiquetados serem incluídos nos programas de eficiência energética, financiados com recursos públicos e cria barreiras a entradas de novos fabricantes neste mercado. A etiqueta também cria vantagens de marketing para as marcas que tem a etiqueta, podendo divulgar que seus equipamentos estão certificados pelo INMETRO.

3.2.2. O programa brasileiro de etiquetagem de aquecedores solares

O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares no Brasil nasce do Programa Brasileiro de Etiquetagem. A etiquetagem dos equipamentos de aquecimento de água com energia solar com a Etiqueta Nacional de Eficiência Energética, avalia os equipamentos solares seguindo os procedimentos descritos no Regulamento RESP-006/SOL/

INMETRO (2005).

As avaliações descritas no RESP-006/SOL (2005), tratam basicamente de questões tecnológicas, do desempenho dos materiais e da resistência e durabilidade. Os testes podem ser realizados pelo próprio fabricante do equipamento e ou por laboratórios creditados pelo INMETRO.

O INMETRO (2005), no RESP-006/SOL (2005), aponta a função e o processo para obtenção da etiqueta pelo fabricante. No processo, o que é verificado, segundo o regulamento, *“é a informação prestada pelo fabricante quanto à Produção Média de Energia e/ou a Eficiência Energética de seu produto, medida conforme as Normas Brasileiras e/ou Internacionais pertinentes e controlada pelo laboratório de ensaios, o que permitirá a aposição da ENCE nos produtos objetos da etiquetagem.”* O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares no Brasil tem como escopo, aferir equipamentos com características específicas que são claramente descritas pelo INMETRO (2005) no RESP-006/SOL. O item 1.2.1 define que o regulamento se aplica a: *“coletores solares planos, abertos ou fechados, para aplicação no banho ou piscina, com área mínima de 1m²; sistemas acoplados; reservatórios térmicos com volumes padronizados em (100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 e 1000) litros”* (INMETRO/RESP-006/SOL, 2005, p.4 e 5). Os equipamentos que não contemplarem quaisquer destas características não poderão ser aferidos pelo INMETRO no escopo do Programa Brasileiro de Etiquetagem de Coletores Solares e não poderão receber a Etiqueta Nacional de Eficiência Energética. Um exemplo típico é o ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo que tem área de aproximadamente 0,65m², inferior à exigência da norma e reservatório térmico de isopor de 180 litros. Neste sentido, a etiquetagem cria uma barreira à entrada, no mercado regulamentado por normas técnicas, de novos modelos e marcas de aquecedores solares.

3.2.3. Etiqueta de Eficiência Energética INMETRO e Selo PROCEL de Desempenho

A obtenção do selo de eficiência energética e do selo PROCEL de desempenho por uma marca de aquecedor solar representa mais uma vantagem competitiva, condição diferente da competência essencial que é a eficiência energética do sistema.²⁷

Os equipamentos etiquetados poderão utilizar, nos manuais de instruções ou informações, embalagens e material promocional de produtos que tenham autorização para uso da ENCE, a seguinte frase: *“Este produto tem seu desempenho aprovado pelo INMETRO e está em conformidade com o Programa Brasileiro de Etiquetagem”* (INMETRO, 2005).

O processo de certificação para o uso da ENCE e do Selo PROCEL é composto de seis fases como é tratado no Regulamento INMETRO / RESP-006/SOL (2005):

- 1) Solicitação para a etiquetagem;
- 2) Análise da solicitação para etiquetagem;
- 3) Ensaio iniciais;
- 4) Aprovação para uso da Etiqueta;
- 5) Ensaio para extensão da etiquetagem;
- 6) Acompanhamento da Produção (AcP).

Os custos para a certificação de um modelo de equipamento com a ENCE são de inteira responsabilidade dos fabricantes e o processo de certificação leva, aproximadamente, três meses antes da autorização para a comercialização do produto com a etiqueta do INMETRO.

Os coletores aprovados em ensaios e etiquetados com classificação “A”, conforme disposto no Regulamento INMETRO / RESP-006/SOL (2005), estão aptos a receberem o Selo PROCEL de Economia de Energia, concedido anualmente pelo PROCEL, podendo o

²⁷As competências essenciais são inerentes a atividade; já as vantagens competitivas são diferenciais obtidos que podem ser sustentados. Para um melhor entendimento ver Porter (1999).

fabricante divulgar este Selo nas suas propagandas individuais. O Selo tem validade de 01 ano.

Especificamente, no caso dos coletores, os ensaios são realizados na modalidade “eficiência térmica instantânea” como forma de agilizar os ensaios; seqüencialmente, estará sendo realizado os ensaios completos em uma amostra do modelo. Também neste caso, a autorização para uso da etiqueta no produto somente será concedida após o término dos ensaios de eficiência térmica instantânea realizada em toda a linha/modelos dos produtos e o relatório de ensaios tiver sido emitido pelo laboratório (INMETRO / RESP-006/SOL, 2005 p.7).

Os reservatórios térmicos, aprovados em ensaios e etiquetados conforme disposto no regulamento RESP-006/SOL (2005), recebem o Selo PROCEL de desempenho, o qual é concedido, conjuntamente, pelo PROCEL e INMETRO a equipamentos submetidos a ensaios de aprovação (INMETRO, 2005).

3.2.4. Normas técnicas e certificação dos equipamentos solares no Brasil

O Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE / INMETRO, segue as normas de ensaios para estimar a eficiência energética dos coletores planos para banho, para piscina, reservatórios térmicos e coletores acoplados. Cada tipo de equipamento tem uma série de normas técnicas de ensaios para aferir a sua resistência, segurança, durabilidade e eficiência energética. Os ensaios experimentais de coletores solares, finalidade banho e piscina, foram divididos em dois grupos: grupo 1 - Ensaio de Exposição Não-Operacional (ASTM 823-81) e grupo 2 - Constante de Tempo (ANSI/ASHRAE 96-1986 RA91), ambos detalhados no regulamento específico para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE / Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água.

A definição do elenco de ensaios de coletores solares foi elaborada com referência nas normas brasileiras (NBR – 2342/88, e NBR10184/88), americana (ASHRAE 93-86), incluindo-se os procedimentos especificados pelo *Florida Solar Energy Center* (FSEC) e o *Solar Rating & Certification Corporation* (SRCC), além da norma ISO 9459,

visando a avaliação da durabilidade e eficiência térmica dos coletores solares planos.

Quanto aos parâmetros climáticos, o mais importante no dimensionamento de um sistema térmico solar é, sem dúvida, a intensidade de radiação solar. O conhecimento do quanto se pode dispor de irradiação é que irá determinar quais dimensões deverá ter o sistema e qual será o desempenho esperado para ele. Como a medição da irradiação no local onde será instalado o sistema é inviável, o projeto deve procurar alguma maneira de estimar a radiação solar. A incerteza nos valores estimados da radiação solar determinará, em parte, as incertezas no desempenho térmico e econômico do sistema (COLLE E RÜTHER, 1999 Apud. ABREU, 2000).

A regulamentação técnica dos sistemas termo-solares no Brasil tem sido definida pelo Grupo de Trabalho em Energia Solar, GT-SOL, coordenado pelo INMETRO. Esses ensaios fornecem ao consumidor final, engenheiros, projetistas e arquitetos, garantias sobre a durabilidade e o desempenho térmico dos produtos ensaiados.

Os ensaios para a obtenção do ENCE para sistemas e equipamentos de aquecimento solar de água, assim como a instalação dos sistemas nas habitações unifamiliares e condomínios, são orientados por normas técnicas específicas da ABNT: NBR12269 de 04/1992 - Execução de instalações de sistemas de energia solar que utilizem coletores solares planos para aquecimento de água; NBR10185 de 01/1988 - Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar - Determinação de desempenho térmico; NBR10184 de 01/1988 - Coletores solares planos líquidos - Determinação do rendimento térmico.

A certificação da eficiência dos equipamentos para aquecimento de água com energia solar ainda é nova no Brasil e foi capturada pelos paradigmas do Programa de Eficiência de Energia Elétrica.

3.3. A REGULAÇÃO DO MERCADO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR PELA REGULAMENTAÇÃO DE NORMAS TÉCNICAS

Nas seções anteriores foi realizado um breve histórico da tecnologia solar térmica e da formação do mercado de aquecedores de água para banho com energia solar e como o mercado foi regulamentado através do Programa Brasileiro de Etiquetagem. Nesta seção será discutido como as normas afetam o uso da energia solar para o aquecimento de água para banho entre a população de baixa renda domiciliada em habitações populares construídas por programas públicos.

A regulamentação de normas técnicas ou normalização da tecnologia de utilização do sol para o aquecimento de água afeta diretamente o mercado de equipamentos e sistemas. Primeiro, por obrigar os fabricantes e instaladores a garantirem a qualidade;²⁸ segundo, por criar barreiras à entrada de novas marcas, modelos e produtos substitutos; e terceiro, por influenciar, direta e indiretamente, nos processos de compra do poder público.

As compras por atacado feitas pelo setor público ou pelo setor privado podem ajudar a estabelecer mercados iniciais para tecnologias de energia limpa. Governos — Federal, Estadual e Municipal — adquirem grandes quantidades de equipamentos. A compra rotineira de produtos eficientes poupará o dinheiro dos usuários finais ao longo da vida útil dos equipamentos, bem como ajudará a estabelecer e construir um mercado para tecnologias inovadoras (GELLER, 2003).

A obtenção do direito de uso da ENCE e do Selo PROCEL pelos fabricantes tornou-se uma vantagem competitiva e de marketing que recebe apoio das campanhas institucionais do INMETRO e do PROCEL; contudo, o processo de etiquetagem aumenta os

²⁸ A garantia de qualidade é fruto do processo de gestão da qualidade que implica em controle dos processos de manufatura dos equipamentos, com procedimentos documentais, ações corretivas e preventivas.

custos de transação.

A normalização especificando dimensões e detalhamento dos materiais dos sistemas de aquecimento de água com energia solar cria barreiras à entrada no mercado de novas tecnologias, marcas e modelos, quando estes não atendem às regulamentações e não obtêm a certificação para uso da ENCE, que é concedida pelo INMETRO. As marcas sem a certificação do INMETRO, não têm acesso às políticas de incentivo ao uso de aquecedores solares e nem à compra com recursos públicos.

Os incentivos ao uso do aquecimento solar são de três formas: o primeiro é através de linhas de crédito do tipo Crédito Direto ao Consumidor - CDC concedidos pelos bancos oficiais para a aquisição de equipamentos que tenham certificação do INMETRO. A segunda forma de incentivo é a isenção do impostos concedidos pelos governos estaduais (imposto sobre circulação de mercadoria e serviços - ICMS) e federal (imposto sobre produto Industrial - IPI). A terceira forma de incentivo é através dos programas públicos de eficiência energética para a substituição de chuveiros elétricos. Tantos os incentivos como as vantagens competitivas e de marketing adquiridas pelos fabricantes certificados pelo INMETRO afetam e limitam a liberdade de escolha dos consumidores, tanto os públicos quanto os privados. Isso é um processo regulatório típico. Neste caso, a regulação sobre o mercado de equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar foi capturado pela indústria através da regulamentação de normas técnicas.

3.3.1. Impactos da regulamentação do mercado de sistemas solares térmicos e a utilização de energia solar pela população de baixa renda

A população de baixa renda caracterizada como público alvo de políticas públicas de acesso a habitação, portanto moradores de habitações populares tem, neste sentido, necessidade e desejo de água aquecida para banho, embora normalmente não detenham os

recursos tecnológicos e financeiros adequados para efetivar o atendimento desta necessidade. Assim, acessam as tecnologias por intermédio de programas de subsídio à melhoria da eficiência energética, principalmente para a substituição de chuveiros elétricos.

O subsídio para a substituição de chuveiros elétricos do público de baixa renda é operado pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, conforme está determinado pela Lei 9.991, de 24 de julho de 2000 e regulamentado pela ANEEL. O marco regulatório da substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares é o Manual do Programa de Eficiência Energética – MPEE/ ANEEL(2002).

O Manual do Programa de Eficiência Energética da ANEEL editado em 2000, inicialmente e revisado em 2005, deixa bem claro que só serão reconhecidos para a substituição de chuveiros elétricos, equipamentos e sistemas de aquecimento solar com a etiqueta do INMETRO e o Selo do PROCEL. Da mesma forma, os projetos de construção de casas populares equipadas com sistema de aquecimento solar de água para banho, financiados por programas públicos de habitação, estão limitados à utilização de equipamentos e sistemas etiquetados pelo INMETRO. Assim, a população de baixa renda caracterizada por morar em habitações, produtos de políticas públicas, só tem acesso a equipamentos e sistemas de aquecimentos de água certificados pelo INMETRO.

3.3.2. Aspectos positivos da regulamentação do aquecimento solar térmico para os consumidores de baixa renda.

A regulamentação dos sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar inclui o sistema termo-solar nos programas de eficiência energética operados pelas empresas distribuidoras de eletricidade e geridos pela ANEEL. Embora o Programa de Eficiência Energética não seja direcionado exclusivamente para a população de baixa renda, algumas iniciativas têm direcionado recursos do Programa de Eficiência Energética para

substituição de chuveiros elétricos por aquecimento de água com energia solar desta população.

A normalização e a certificação dos equipamentos solares criaram parâmetros técnicos para a avaliação dos equipamentos e a comparação entre os sistemas que usam energia solar, energia elétrica e a gás para os mesmos fins. A comprovação técnica da eficiência energética, dos equipamentos, justifica o investimento feito com recursos públicos dos programas de eficiência energética na substituição de chuveiros elétricos da população de baixa renda.

Outro ponto positivo seria que as normas criam padrões que facilitam a conectividade entre os equipamentos, cria referências técnicas para a instalação, o que proporciona a qualificação da mão-de-obra de instalação.

A certificação e a etiquetagem possibilitam que os consumidores tenham informações técnicas sobre o desempenho de coletores e reservatórios térmicos e suas características. Porém, o consumidor ou usuário da água quente não domina o conceito de unidades de energia, e se domina, não está preocupado com isso quando toma banho quente. A preocupação do consumidor é com o seu conforto e com o custo percebido²⁹ por ele deste conforto.

3.3.3. Aspectos negativos da regulamentação do aquecimento solar térmico para os consumidores de baixa renda.

Para o consumidor de baixa renda a regulamentação não tem, diretamente, impactos negativos. Mas a forma com que a regulamentação foi construída cria barreiras tecnológicas à entrada de novos modelos com materiais e tecnologias diferentes da regulamentada, como o caso do ASBC que tem área inferior à mínima preconizada para a

²⁹ O custo percebido pelo consumidor é um tema do marketing. Para saber mais, veja Kotler (1998).

realização de testes e dos aquecedores parabólicos que atingem altas temperaturas.

Os custos da certificação aumentam os custos de transação³⁰ que influenciam diretamente nos custos finais para o consumidor, dificultando que os equipamentos de aquecimento solar sejam adquiridos diretamente pela população de menor renda. Mais, ainda, o aumento do custo do equipamento influencia o custo final do imóvel onde este está instalado quando a habitação é financiada por programas habitacionais públicos. Isso impacta no valor das prestações do financiamento pago pelos mutuários de programa habitacionais.

3.4. CONCLUSÃO

O objetivo deste capítulo foi verificar a regulação existente no Brasil sobre o mercado de aquecimento de água com energia solar para consumo doméstico. Para isso foram tratadas três questões norteadoras: i) Como se formou o mercado de aquecimento solar térmico? ii) Qual o marco regulatório do mercado de aquecimento de água solar térmico? iii) Quais os impactos da regulação do mercado de aquecimento de água com energia solar na apropriação dessa energia pela população de baixa renda?

O mercado brasileiro de sistemas e equipamentos de aquecimento de água para banho utilizando a energia solar, formou-se em torno da substituição de outros energéticos (inicialmente do gás nos anos de 1970 e posteriormente dos chuveiros elétricos) para atender à necessidade de eficiência energética. Sempre que se cogita ou ocorre a necessidade de deslocar a demanda de eletricidade do horário de ponta e melhorar a modulação da carga das distribuidoras de eletricidade, a substituição do aquecimento elétrico pelo solar é vislumbrado.

O marco regulatório do mercado de sistemas e equipamentos de aquecimento de

³⁰ Sobre custos de transação, ver Fiani (2002, p. 267 -286).

água para banho com energia solar, no Brasil, foi a inclusão dos equipamentos e sistemas no Programa Brasileiro de Etiquetagem – PBE, em 1997, quando os equipamentos solares de aquecimento de água passaram a receber a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE e o selo de eficiência energética do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL.

A regulamentação de padrões de ensaio, desempenho, proporções e escopo dos sistemas de aquecimento de água com energia solar, afeta o consumidor determinando a tecnologia que a população de baixa renda pode usar para o aquecimento de água. As populações de baixa renda domiciliadas em habitações populares acessam a tecnologia de aquecimento solar através de programas públicos de eficiência energética que estão limitados, pela regulamentação da ANEEL, a usarem equipamentos etiquetados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem e pelo PROCEL.

A população domiciliada em habitações populares financiadas por programas públicos está subordinada aos mecanismos que a torna mercado cativo das marcas e modelos certificados pelo INMETRO com a ENCE.

A etiquetagem dos coletores pelo PROCEL, por ser este um programa da indústria de eletricidade, compara o coletor solar para o aquecimento de água a uma fonte de energia elétrica.

A ABRAVA, como associação, tem tido um papel fundamental no mercado de aquecimento de água com energia solar, defendendo, legitimamente, o mercado dos seus associados, influenciando os marcos regulatórios do segmento, incentivando a pesquisa e desenvolvimento e registrando a evolução do mercado.

A etiquetagem dos equipamentos possibilitou que os sistemas solares térmicos fossem incluídos nos programas de eficiência energética das distribuidoras de eletricidade.

Um risco que o setor de aquecimento de água com energia solar corre é a falta de

liderança no setor, uma vez que sendo as empresas de porte pequeno e micro, torna mais difícil a relação com o poder público, fornecedores e distribuidores. Porter (1999) comenta o caso das empresas americanas de energia solar onde a concorrência é acirrada puxando para baixo a rentabilidade da indústria.

A utilização do aquecimento de água com energia solar para substituir o chuveiro elétrico é aparentemente uma lógica boa para o mercado de aquecedores solares, porém isso foca apenas os consumidores que possuem aquecimento de água com chuveiro elétrico, excluindo a população de baixa renda, que não o possui, da possibilidade de ser subsidiado por recursos públicos para ingressar no mercado de aquecimento de água com energia solar.

As estratégias dos fabricantes estão na comparação direta entre os custos de um banho com uma ou outra forma de energia. Apesar do custo operacional do banho com aquecimento solar ser próximo de zero, o custo dos equipamentos tradicionais em cobre e alumínio é alto, o que o torna proibitivo para as classes populares, fazendo do aquecimento solar de água para banho um “luxo” das classes mais abastadas.

4. A REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA E O AQUECIMENTO TERMO-SOLAR NO BRASIL

A indústria de energia se desenvolveu predominantemente em torno da hidroeletricidade e do petróleo, ambas de capital intensivo, longo tempo de maturação, com grande necessidade de interligações e grandes incertezas. Essas indústrias são caracterizadas como de infra-estrutura e tendem a ser verticalizadas com características de monopólios naturais. As características da indústria de energia, sua importância e externalidade, levam ao Estado a regulá-la em prol do bem-estar social.

O objetivo deste capítulo é identificar a relação da regulação da indústria de energia com o uso do aquecimento de água com energia solar pela população de baixa renda no Brasil. Essa relação passa pela identificação do ponto de interseção entre as epistemologias da regulação e do aquecimento de água com energia solar. Para isso foram formuladas questões norteadoras: i) Qual é a função da regulação da indústria de energia? ii) Qual a relação da regulação da indústria de energias comerciais com a energia solar térmica? iii) Qual o papel da regulação da indústria de energia na apropriação da energia solar pela população de baixa renda e a regulação de indústria da energia no Brasil?

O capítulo está estruturado em quatro seções. A seção 4.1. – Regulação da indústria de energia – discute o conceito de regulação e a sua função. A seção 4.2. – Energia e bem público – aponta os aspectos da energia como bem público que o mercado não consegue

contemplar. A seção 4.3. – Regulação, eficiência energética e energia solar para o aquecimento de água – trata da relação direta entre os programas de eficiência energética da indústria de energia e o uso do sistema termo-solar para o aquecimento de água pela população de baixa renda. A seção 4.4, traz as considerações finais sobre o tema.

4.1. A REGULAÇÃO DA INDÚSTRIA DE ENERGIA

Esta seção discute o conceito e a função da regulação de indústria de energia. Positivamente, o princípio básico da regulação é a defesa e promoção do interesse comum. *“Regulação é um processo consistido de restrições intencionais da escolha de um sujeito da atividade, por uma entidade não diretamente participante ou envolvida nessa atividade”*. (HORWITZ, 1989 apud, DALMAZO, 2003, p.3).

Teoricamente, em uma sociedade democrática cuja ordem econômica é baseada na livre iniciativa, direito da cidadania e liberdade de empreender,³¹ o Estado só deve limitar esses direitos tendo em vista a manutenção da ordem econômica³² ou outros imperativos como a defesa do meio ambiente, do trabalhador e do consumidor.

O Governo interfere nos mercados pelo fato destes falharem, senão, pela lógica do mercado em concorrência perfeita,³³ não haveria nenhum motivo para que o Governo utilizasse o seu poder para limitar o universo de escolha dos agentes. O primeiro e segundo teoremas do bem-estar, garantiriam que a ação dos agentes econômicos geraria uma situação em que seria impossível elevar o bem-estar de um agente sem reduzir o bem-estar de outro, situação conhecida como Ótimo de Pareto (BARRIONUEVO FILHO & LUCINDA, 2004).

³¹ Artigo 1º. da Constituição Federal de 1988.

³² Artigo 170 da Constituição Federal define os fundamentos da ordem econômica financeira na valorização de princípio, que devem ser garantidos pelo Estado.

³³ Concorrência perfeita é um conceito teoricamente construído. Embora não pretenda refletir a realidade de um mercado – é até mesmo possível admitir que não exista um mercado que funcione de fato em concorrência perfeita – o modelo de concorrência perfeita informa sobre características da competição que são fundamentais para as decisões empresariais. Algumas hipóteses são necessárias para construção teórica de um modelo de mercado que funcione em concorrência perfeita: grande número de pequenas empresas, produto homogêneo, conhecimento perfeito e livre mobilidade de recursos (GONSALVES et. al, 2003, p.34).

No Brasil, antes das reformas dos anos de 1990, os serviços públicos de energia eram operados por empresas estatais. Com a reforma e a redução do papel do Estado, tais serviços foram desregulamentados,³⁴ deixando de ser operados diretamente pelo Estado que passou a regular o mercado através de agências.

4.1.1. O poder do Estado limitando a liberdade de escolha dos agentes econômicos

Segundo Stigler (1971, p. 4), “*O Estado tem um recurso básico que por princípio, não é compartilhado nem até mesmo por seus cidadãos mais poderosos: o poder para coagir*”.³⁵ Essa é a premissa básica do controle social e da regulação, do poder de coerção do Estado sobre os agentes econômicos e que faz uso de quatro instrumentos econômico básicos como recursos: i) subsídios; ii) barreiras à entrada e à saída; iii) substituição de produtos ou complementaridade; iv) tabelamento ou fixação de preços.

Regular é estabelecer meios para exercer o controle social. A regulação como controle que limita o grau de liberdade de escolha dos agentes econômicos pode ser exercida em quatro planos quando se pensa em apropriação da energia:

- recursos naturais, limitando o acesso dos agentes aos recursos da natureza (recursos hídricos, jazidas minerais, reservas de combustíveis fósseis e outros);
- tecnológico, com barreiras ou incentivos a inovações e tecnologias que permitam a utilização dos recursos naturais (a tecnologia para exploração do gás e do petróleo, para a geração de energia hidroelétrica, térmica, solar);
- econômico, onde é regulada a atividade econômica das firmas que se apropriam das tecnologias para explorar os recursos naturais, com maiores ou

³⁴ Sobre desregulamentação e regulação do Estado, ver Fiani (1998).

³⁵ *The state has one basic resource which in pure principle is not shared with even the mightiest of its citizens: the power to coerce* (STIGLER 1971, p. 4.) Tradução livre.

menores custos (as empresas de energia, petróleo, gás, água);

- institucional ou quadro jurídico, que interfere nos outros três, através de regulamentações (agências, leis, códigos, políticas e planos, que são por excelência matéria de construção do Estado, das suas inter-relações com a economia e a sociedade).

Até meados da década de 1960, a teoria da regulação que prevaleceu foi a da análise normativa como teoria positiva. A idéia central, presente desde Adam Smith, era que as falhas de mercado seriam a justificativa para a intervenção reguladora. Monopólios naturais e a presença de externalidades encabeçavam a lista (SALGADO, 2003).

Da mesma forma que os mercados falham, não fornecendo estímulos adequados para a alocação de recursos, a regulação pode não resolver a alocação dos recursos no sentido do bem-estar da sociedade, Os estímulos fornecidos ao mercado pela regulação também podem provocar distorções.

A regulação é tratada positivamente como um processo exógeno ao mercado e atribui ao Estado a função de resolver as falhas do mercado através da mistura de atribuições legislativa, executiva e judiciária numa única instituição. No essencial, essa é a característica moderna do Estado reunindo três funções num órgão cujo poder exerce de forma mais flexível e informal, mas também de forma rígida e formal (DALMAZO, 2003).

Uma crítica feita aos aspectos da regulação positiva é que ela ignora a lógica da burocracia, seus interesses e o funcionamento do sistema político importando-se apenas em avaliar o resultado e não o processo ou os mecanismos com que opera o sistema político ou econômico (SALGADO, 2003).

O contraponto à percepção da regulação exógena ao mercado é a teoria econômica da regulação, com origem no trabalho de Stigler publicado em 1971, cuja idéia orientadora

era aplicar a teoria econômica ao comportamento político. Segundo Stigler (1971, p. 3),³⁶ “[...] como regra, a regulação é capturada pela indústria, desenhada e operada principalmente para seu benefício”. Essa visão inaugura a Teoria da Captura, onde a regulação seria originária da própria demanda por parte da indústria, sendo os legisladores capturados pela indústria, ou ainda, com o passar do tempo, a regulação acabando por ser utilizada de acordo com os interesses da indústria que pretendia regular.

Barrionuevo Filho e Lucinda, (2004, p.70), referem-se à decisão de regulação como: “a decisão de regular é fruto do lado dos produtores e dos consumidores, do que da Teoria da Captura”. No entanto, essa visão mantém o papel do desenho de incentivos à ação do regulador, no alinhamento dos interesses dos eleitores, do governo e das firmas.

Teoricamente, podemos estabelecer esta relação entre o regulador e a(s) firma(s) em um determinado mercado:

Regulador → Firma

No entanto, o regulador teria, em tese, de ser subordinado aos interesses do governo, o que nos daria uma relação como a exposta a seguir:

Governo → Regulador → Firma

No entanto, em um ambiente democrático, existe também uma relação entre os interesses do governo e os interesses do eleitorado. Dessa forma, a relação torna-se a seguinte:

Eleitores → Governo → Regulador → Firma
(BARRIONUEVO FILHO & LUCINDA, 2004,p.70)

As relações denotadas pelas setas dão margem ao problema das informações imperfeitas, assimetria de informações, além dos problemas de agência³⁷, uma dificuldade adicional da análise positiva em economia política que não pode ser ignorada.

A diferença das funções objetivas entre agentes e autoridades, não observa que, “em um contexto de assimetria de informação, o comportamento intencionalmente racional e oportunista está presente potencialmente em todas as facetas do jogo” (SALGADO, 2003, p.11).

³⁶ ... “as rule, regulation is acquired by the industry and is designer an operated primarily for benefit”. (STIGLER 1971, p. 3.) Tradução livre.

³⁷ Existe sempre o risco de que a parte encarregada em realizar uma determinada ação (o agente) nos interesses de outra parte (o principal) acabe por agir não de acordo com os interesses do principal e sim de acordo com os seus próprios interesses (BARRIONUEVO FILHO & LUCINDA, 2004,p.70).

Nas relações descritas acima por Barrionuevo Filho & Lucinda (2004), existem dois elementos nos quais pode haver o risco do agente agir não de acordo com os interesses do principal, e sim, de acordo com os seus próprios interesses. O primeiro deles é na relação entre os eleitores e o governo, no qual o governo pode agir de forma a não beneficiar os interesses dos seus eleitores. O segundo problema, o mais relevante para a exposição da Teoria da Captura, é a relação entre o regulador e a empresa.

Supondo que não haja o problema de agente-principal entre eleitores e o governo, o agente regulador deveria agir de forma a representar os interesses dos seus eleitores. Contudo, existe o risco de o regulador agir não de acordo com os interesses dos eleitores, mas sim de acordo com os seus próprios interesses. E, dependendo da situação e do desenho institucional da agência, os interesses do regulador podem se alinhar com os das firmas. Nesse caso, o regulador teria sido “capturado” pelas firmas. Esse risco é potencializado no caso em que exista uma elevada taxa de progresso tecnológico, no caso, existe a possibilidade de o regulador ser “capturado” pelas firmas devido ao imperfeito conhecimento acerca do avanço técnico no setor, como mencionado anteriormente. Essa seria a Captura Tecnológica (BARRIONUEVO FILHO & LUCINDA, 2004,p.71).

O que é claro nas relações entre os interesses dos agentes, eleitores, governo, reguladores e firmas é a dificuldade racional da regulação atender aos interesses públicos ou comuns e ao mesmo tempo privados. Segundo Peltzman (1989, p.1 apud SALGADO, 2003, p.4), *“políticos, como o resto de nós, são vistos como maximizadores do interesse próprio”*. Assim, os grupos de interesse podem influenciar o resultado do processo regulatório provendo apoio financeiro e de outras formas para políticos e reguladores.

Outra vertente da interpretação do processo que afeta a regulação é a teoria da escolha pública³⁸, que adota uma perspectiva mais “racional” segundo a qual uma legislação é, desde sua origem, motivada pelos interesses privados que favorece.

A teoria econômica da regulação associa os interesses envolvidos na aprovação de

³⁸ A idéia central é que a mão invisível da política, ao contrário de sua contraparte no mercado, produz incentivos distorcidos e informação enviesada, de modo que os mesmos indivíduos, movidos pela mesma libido racional-maximizadora, obtêm resultados perversos, do ponto de vista social, quando atuando na arena política. Há uma mão invisível na política, mas ela opera na direção inversa da mão invisível de Smith. Eleitores, políticos e burocratas que acreditam estar promovendo o interesse público são levados pela mão invisível a promover interesses outros. (SALGADO, 2003, p.9).

uma legislação — que pode perfeitamente estar identificada com o interesse público de “consertar” falha de mercado — com os interesses privados que eventualmente venham a capturar a aplicação da lei.

4.1.2. Regulação da indústria de energia no Brasil

As reformas que ocorreram no Brasil, nos anos de 1990³⁹, embora tenham sido subordinadas ao ambiente institucional do País, seguiram o roteiro básico das reformas no resto do mundo e podem ser ilustradas pela implementação total ou parcial das seguintes medidas segundo Pinto Junior e Fiani (2002):

1. Desverticalização dos diferentes segmentos de atividade da cadeia produtiva dos serviços de infra-estrutura.
2. Introdução da concorrência em diferentes segmentos de atividade das indústrias de rede.
3. Abertura do acesso de terceiros às redes.
4. Estabelecimento de novas formas contratuais.
5. Privatização das empresas públicas.
6. Implementação de novos mecanismos de regulação e criação de novos órgãos reguladores (PINTO JUNIOR e FIANI, 2002,p.533).

A revisão do papel do Estado na economia brasileira fez surgir um novo aparato institucional. O Estado deixa de empreender diretamente na área de energia e passa a regular o setor levando à formação de órgãos de defesa da concorrência e agências regulatórias de serviços públicos recém-privatizados. Os novos entes públicos foram criados com base nos princípios ordenadores da economia descritos na Constituição Federal de 1988.

A Constituição Federal de 1988 marcou a mudança da inserção do setor público no espaço econômico ao definir a livre-iniciativa e a livre-concorrência como fundamentos da ordem econômica. Essa inserção foi reforçada pelas Emendas Constitucionais nº5 a nº9, de 1995, que abriram os mercados dos serviços públicos à iniciativa estrangeira. O afastamento

³⁹ As experiências internacionais nos anos 80, influenciaram a agenda de reestruturação dos setores de infra-estrutura no Brasil nos anos 90, fundamentada pelo mesmo princípio: a falta de capacidade de financiamento das empresas estatais. Assim, caberia aos capitais privados dos novos operadores dos serviços públicos a missão de recuperar o nível de investimentos em infra-estrutura para eliminar os gargalos de crescimento dos demais setores da economia.

do Estado da gestão direta da atividade produtiva traz imensas implicações.

Entre 1995 e 1998, o programa brasileiro de desestatização transferiu US\$ 60 bilhões aos cofres da União e dos estados, além das dívidas das empresas estatais assumidas pelo setor privado (entre 1991 e 1994, foram US\$ 8,6 bilhões) [Presidência da República (2001)]. A abertura dos setores de infra-estrutura ao setor privado representou a transformação do Estado empresário em Estado regulador. A exploração e produção de petróleo e gás natural, antes monopólios da Petrobras, atualmente contam com investimentos de grandes grupos internacionais. O mesmo processo se observa na geração e na distribuição de energia elétrica (SALGADO, 2003, p. 21).

O novo desenho institucional foi composto pelas agências reguladoras como instituições capazes de garantir o interesse público, independente de pressões e interesses outros, por meio da decisão colegiada de membros investidos de mandato e a impossibilidade de revisão dessa decisão na esfera administrativa.

A regulação da infra-estrutura econômica de energia, no Brasil a partir da segunda metade da década de 90 passa a ser exercida pelas agências reguladoras ANEEL e ANP. A função das agências regulatórias é melhorar a governança regulatória, sinalizando o compromisso dos legisladores de não interferir no processo regulatório e tranquilizando os investidores potenciais e efetivos quanto ao risco, por parte do poder concedente, de não-cumprimento dos contratos administrativos, além de reduzir o risco regulatório e os ágios sobre os mercados financeiros” (PIRES e GOLDSTEIN, 2001, p. 6).

Antes das reformas, a condução das políticas e do planejamento setoriais estava essencialmente no âmbito dos Ministérios, instrumentalizados pelos quadros técnicos das empresas estatais. Com a entrada dos novos operadores no setor, houve a criação de uma agenda de reformas institucionais, incorporando novos paradigmas trazidos pelos investidores privados e suas estratégias, para permitir um regime de incentivos e incremento do nível dos investimentos. Segundo Pinto Júnior e Fiani (2002), a agenda sequencial deveria estar centrada na eliminação progressiva dos focos de incerteza:

1. definir o modo de organização da indústria com objetivo de suprimir as barreiras institucionais e fixar os espaços de atuação dos capitais privados e públicos;
2. redefinir os mecanismos de regulação;
3. analisar as questões dos direitos de propriedade. Sendo um dos objetivos a ampliação do capital privado nesses setores, o cumprimento dessa agenda de reformas permitiria valorizar as empresas selecionadas para o programa de privatização, eliminando diversas incertezas quanto às formas de comercialização dos serviços (PINTO JUNIOR e FIANI, 2002, p.537).

A agenda revela que as estratégias e os desempenhos das empresas dependem muito mais da eficiência da regulação e do grau de concorrência do que da estrutura de capital da empresa pública ou privada.

A face mais visível desse processo de reformas é a criação das agências de eletricidade (ANEEL), telecomunicações (ANATEL) e de petróleo e gás (ANP), seguida de várias outras, entre elas a de águas (ANA). Assim, o setor de energia que era gerido diretamente pelo Ministério de Minas e Energia (MME) e operado por estatais, passa a ser regulado por duas agências diretamente — ANEEL, ANP — e por uma terceira com forte impacto sobre a geração hidroelétrica⁴⁰ — ANA. As novas agências foram criadas com fortes paradigmas, propósitos e objetivos, muitas vezes dissonantes entre elas.

As políticas na área de energia são atividades de governo e estão ligadas à Presidência da República e aos Ministérios. Cabe ao Ministério de Minas e Energia - MME⁴¹ definir os estudos e planejamentos necessários para se quantificar metas para as potenciais políticas energéticas que devem ser submetidas ao Conselho Nacional de Política Energética - CNPE,⁴² ou seja, os estudos de caráter conjuntural.

O MME tem dentro da sua estrutura organizacional, três secretarias específicas para o setor de energia: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Energético; Secretaria de Petróleo, Gás Natural e Combustíveis Renováveis; Secretaria de Energia Elétrica. Vinculadas ao MME estão as empresas públicas do setor de energia: Empresa de Pesquisa

⁴⁰ A Agência Nacional de Águas tem como missão regular o uso da água dos rios e lagos de domínio da União, assegurando quantidade e qualidade para usos múltiplos, e implementar o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Um conjunto de mecanismos, jurídicos e administrativos, que visam o planejamento racional da água com a participação de governos municipais, estaduais e sociedade civil. (<www.ana.gov.br> acessado em 21/09/2005)

⁴¹ Em 2003, a Lei n° 10.683/2003 definiu como competências do MME as áreas de geologia, recursos minerais e energéticos; aproveitamento da energia hidráulica; mineração e metalurgia; petróleo, combustível e energia elétrica, incluindo a nuclear. A estrutura do Ministério foi regulamentada pelo decreto n° 5.267, de 9 de dezembro de 2004, que criou as secretarias de Planejamento e Desenvolvimento Energético; de Energia Elétrica; de Petróleo, Gás Natural e Combustível Renováveis; e Geologia, Mineração e Transformação Mineral.

⁴² Em 6 de agosto de 1997, a Lei n° 9.478, criou o Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Minas e Energia, com a atribuição de propor ao Presidente da República políticas nacionais e medidas para o setor.

Energética – EPE⁴³ e Comercialização Brasileira de Energia Emergencial – CBEE; as empresas mistas⁴⁴ Petrobras e Eletrobrás e as autarquias ANP e ANEEL – órgãos reguladores.

A Lei 10.848, de 2004, criou o Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico - CMSE com a função precípua de acompanhar e avaliar permanentemente a continuidade e a segurança do suprimento eletro-energético em todo o território nacional. De acordo com o Decreto 5.175, de 9 de agosto de 2004, o CMSE é presidido pelo MME e tem a seguinte composição: I - quatro representantes do Ministério de Minas e Energia; II - os titulares dos órgãos a seguir indicados: a) Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL; b) Agência Nacional do Petróleo – ANP; c) Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - CCEE; d) Empresa de Pesquisa Energética - EPE; e) Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS.

A Política Energética Nacional tem os seus objetivos definidos na Lei 9.478, de agosto de 1997 (veja o Quadro 4.1). Entre os objetivos, a política deve proteger o meio ambiente, promover o uso racional e a conservação de energia, ampliar o mercado de trabalho e utilizar fontes alternativas de energia mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis.

O CNPE é formado por ministros de Estado, sob coordenação do Ministro de Estado de Minas e Energia e o Poder Concedente, exercido também pelo Poder Executivo. Entre as suas atribuições, o CNPE deve rever periodicamente a matriz energética nacional aplicável às diversas regiões do País e promover o uso racional dos recursos energéticos. Para o exercício destas e outras atribuições, o CNPE tem o apoio técnico dos órgãos reguladores do setor energético.

⁴³ Em 15 de março de 2004, por meio da Lei nº 10.847, foi autorizada a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE). Vinculada ao Ministério de Minas e Energia, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético.

⁴⁴ O Ministério de Minas e Energia tem como empresas vinculadas a Eletrobrás e a Petrobras, que são de economia mista. A Eletrobrás, por sua vez, controla, as empresas Furnas Centrais Elétricas S.A., Companhia Hidroelétrica do São Francisco (Chesf), Companhia de Geração Térmica de Energia Elétrica (CGTEE), Centrais Elétricas do Norte do Brasil S.A. (Eletronorte), Eletrosul Centrais Elétricas S.A. (Eletrosul) e Eletrobrás Termonuclear S.A. (Eletronuclear).

Quadro 4.1 – Os objetivos da Política Nacional de Energia - Lei 9.478, de agosto de 1997.

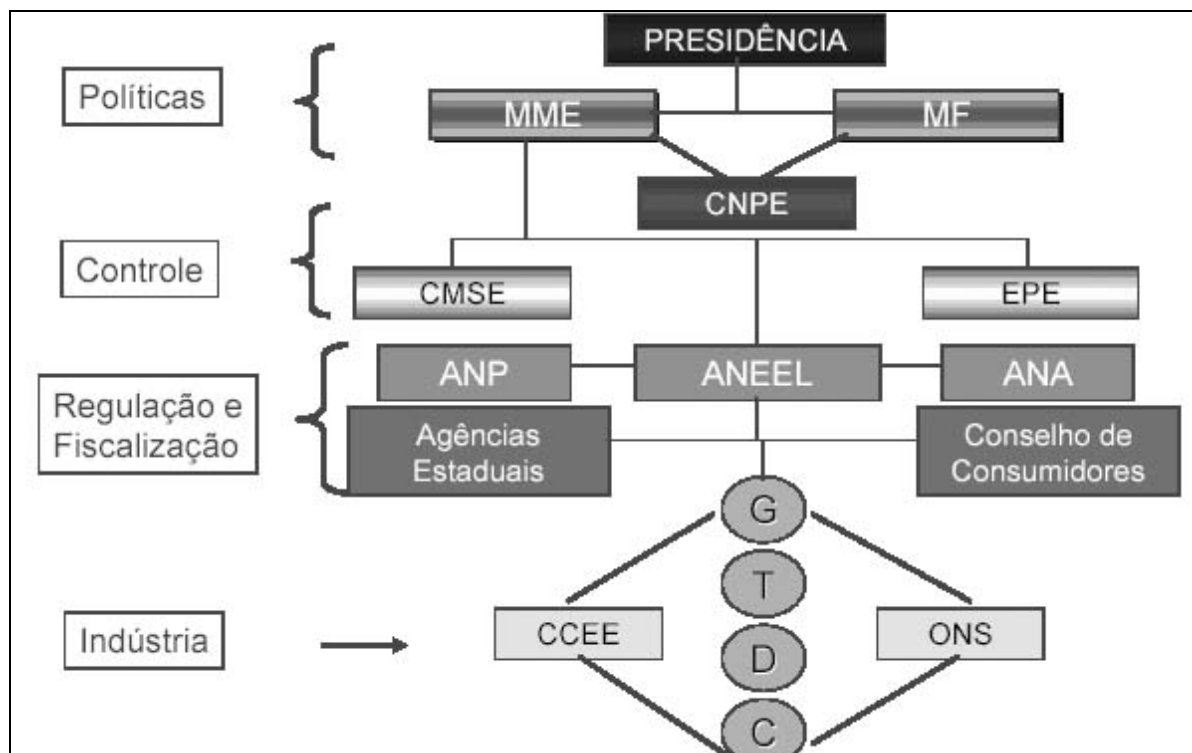
Capítulo I,
 Art. 1º. As Políticas nacionais para o aproveitamento racional das fontes de energia visarão aos seguintes objetivos:

- I - preservar o interesse nacional;
- II - promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho e valorizar os recursos energéticos;**
- III - proteger os interesses do consumidor quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos;
- IV - proteger o meio ambiente e promover a conservação de energia;
- V - garantir o fornecimento de derivados de petróleo em todo o território nacional, nos termos do § 2º do art. 177 da Constituição Federal;
- VI - incrementar, em bases econômicas, a utilização do gás natural;
- VII - identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia elétrica nas diversas regiões do País;**
- VIII - utilizar fontes alternativas de energia, mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis;**
- [...]
- IX - promover a livre concorrência;
- X - atrair investimentos na produção de energia;
- XI - ampliar a competitividade do País no mercado internacional.
- XII - incrementar, em bases econômicas, sociais e ambientais, a participação dos biocombustíveis na matriz energética nacional.

Fonte: Lei 9.478, de agosto de 1997.

Cabe à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), a normalização das políticas e diretrizes estabelecidas e a fiscalização dos serviços prestados; ao Operador Nacional do Sistema (ONS), a coordenação e a supervisão da operação centralizada do sistema interligado de energia elétrica; à Câmara de Comercialização de Energia Elétrica - (CCEE), sucedânea do Mercado Atacadista de Energia (MAE), cabe o exercício da comercialização de energia elétrica; à Empresa de Planejamento Energético (EPE), cabe a realização dos estudos necessários ao planejamento da expansão do sistema elétrico, de responsabilidade do Poder Executivo, conduzido pelo Ministério de Minas e Energia (MME). E aos agentes setoriais (geradores, transmissores, distribuidores e comercializadores), cabe a prestação dos serviços de energia elétrica aos consumidores finais.

O novo modelo do setor elétrico brasileiro, aprovado em março de 2004 (Leis 10.847 e 10.848), pode ser entendido com quatro funções: política, controle, regulação e indústria, como estão demonstradas na Figura 4.1.



Fonte: Tanuri (2004).

Figura 4.1 – Modelo Institucional do setor de energia Brasileiro.

4.1.3. As agências reguladoras da indústria de energia no Brasil - ANEEL e ANP

A ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica foi criada pela Lei 9.427, de 1996, em substituição ao DNAEE (Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica), com a finalidade de disciplinar o regime das concessões de serviços públicos de energia elétrica, onde são estabelecidos princípios básicos para o processo de descentralização e delegação de atividades para os Estados da federação.

O modelo é inspirado na experiência internacional, em particular nos marcos regulatórios implementados no Reino Unido e nos Estados Unidos, respectivamente em 1989, com a lei de energia: “*Energy Act*”, e na experiência “thatcheriana”, pioneira na privatização de serviços públicos e, a partir de 1992, com a lei de política energética (*Energy Policy Act*) (SALGADO, 2003,p. 25).

A missão da ANEEL é “*proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade*” (ANEEL, 2005).

A ANEEL, como agência federal de regulação do setor de energia elétrica, tem a função de regulação e fiscalização das atividades de geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica. Na qualidade de autarquia, a agência tem autonomia financeira e decisória, sendo dirigida por um diretor-geral e mais quatro diretores, sendo o processo decisório caracterizado pela forma de colegiado. Os mandatos dos diretores são de quatro anos, sendo autorizada uma recondução. Dentre as várias atribuições da ANEEL, destacam-se:

1. Resolver conflitos e divergências entre concessionárias, permissionárias, autorizadas, produtores independentes e auto-produtores, bem como entre esses agentes e seus consumidores.
2. Assegurar a entrada de novos agentes no mercado. Nesse sentido, através da homologação das regras do mercado atacadista de energia, pretende-se estimular a concorrência na geração de eletricidade.
3. Definição e aplicação dos novos princípios de regulação de tarifas, substituindo a tarifação ao custo de serviço pelo regime preço-teto (segmento de distribuição).
4. Defesa das condições de concorrência, estabelecendo regras que limitam o poder de mercado das empresas concessionárias.
5. Definição dos padrões técnicos e normativos de qualidade e desempenho das empresas (PINTO JÚNIOR e FIANI, 2002, p.538).

Pires (1999, p.55), destacou entre as atribuições da ANEEL “*o desenvolvimento de mecanismos de incentivos nos segmentos que permanecem como monopólios naturais (distribuição de energia para o mercado cativo e transmissão)*”. E também afirmava que o estímulo à competição no setor elétrico é muito mais complexo do que o idealizado.

A ANP – Agência Nacional do Petróleo, foi instituída pela Lei 9.478, de 1997, como autarquia especial vinculada ao Ministério de Minas e Energia. A Agência regulamenta a atuação de todas as empresas operadoras, inclusive da estatal Petrobras no mercado brasileiro de petróleo e de gás natural, atendendo ao dispositivo da reforma constitucional de 1995 que retirou da estatal a competência de executora do monopólio.

A ANP também tem autonomia financeira e decisória, sendo dirigida por um diretor-geral e mais quatro diretores, com mandatos de quatro anos, sendo autorizada uma recondução. A agência acumula as responsabilidades de poder concedente e de regulação.

Por se tratar da regulação de uma indústria de recursos naturais não renováveis, os objetivos de introdução de pressões competitivas e atrair capitais privados, foram compatibilizados com a manutenção da titularidade da União dos direitos de propriedade das reservas de petróleo e de gás natural. Nesse sentido, a lei ratificou os direitos de propriedade da Petrobras das áreas de produção, bem como das refinarias e dos seus equipamentos de transporte dutoviário/marítimo e do seu complexo portuário/armazenagem.

Cabe observar que as atribuições da ANP compreendem um conjunto de segmentos de atividades econômicas, comportando estruturas de mercado e características técnico-econômicas bastante distintas. A indústria de petróleo e derivados é tradicionalmente analisada a partir de três etapas produtivas: *upstream* (fases de exploração e produção), *middlestream* (transporte e refino) e *downstream* (distribuição e revenda). A possibilidade de importação de petróleo bruto e derivados e as características descentralizadas de distribuição e revenda, fazem com que a indústria de petróleo e derivados não seja caracterizada como uma indústria de rede. Entretanto, a indústria de gás é uma ilustração típica das indústrias de rede, especialmente pelas características de monopólio natural dos segmentos de transporte e de distribuição.

Essas características revelam que a ANP tem um papel regulador que é bastante peculiar, sem paralelo em outros países.

A partir do marco regulatório da sua criação, as principais atribuições de regulação sob responsabilidade da ANP são:

1. Implementar a política nacional de petróleo e gás natural.
2. Fiscalizar diretamente ou mediante convênios as atividades integrantes da indústria do petróleo.
3. Promoção de licitações de blocos petrolíferos, a fim de consolidar o processo de entrada de novas empresas.
4. Estrutura e controle dos *royalties* e demais participações governamentais.
5. Estabelecer os critérios para a movimentação e comercialização do petróleo, derivados e gás natural.
6. Estabelecer a regulação do acesso aos dutos.
7. Fazer cumprir as boas práticas de conservação e uso racional do petróleo e seus derivados e do gás natural e de preservação do meio ambiente.

8. Manter base de dados e difusão das informações geológicas das bacias sedimentares brasileiras.
9. Garantir o suprimento de derivados em todo o território nacional.
10. Proteger os interesses dos consumidores quanto a preço, qualidade e oferta dos produtos (PINTO JÚNIOR e FIANI, 2002, p.541-542).

Cabe salientar que a ANP, ao contrário da ANEEL, não exerce a regulação de preços. Os preços finais dos derivados de petróleo estão em processo de liberalização.⁴⁵

Na indústria do gás natural, as tarifas de transporte são negociadas entre a empresa proprietária dos ativos de transporte e as demais empresas que queiram se valer do acesso aos gasodutos. Se não houver entendimento quanto aos termos contratuais, a ANP é solicitada para atuar como mediadora do conflito, sendo sua atribuição apresentar uma solução a ser adotada pelas partes.

Em gás natural, a Petrobras conduz a maior parte da exploração e desenvolvimento das reservas e também controla a maioria dos gasodutos. A Lei 9.478, de 1997, requer que as infra-estruturas de transmissão sejam separadas em entidades legais distintas, mas não proíbe participações cruzadas entre estas entidades. Assim, a Petrobras continua controlando ambos mercados. A esse respeito, competiria avaliar a situação à luz da Lei 8.884/94, em processo que fosse instruído pela ANP. O preço do gás doméstico encontra-se sujeito à regra de *price cap* até o *city gate* (ponto em que a regulação estadual assume controle, em função da titularidade conferida pela Constituição).

Em 2005 a ANP passou a ser responsável, também, pela introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. A Lei 11.079, de 13 de janeiro de 2005, alterou a Lei 9.478, de 6 de agosto de 1997. Assim, segundo a nova lei, ficou instituída a “*Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis - ANP, entidade integrante da Administração Federal Indireta, submetida ao regime autárquico especial, como órgão regulador da*

⁴⁵ A regulação das tarifas de distribuição, segmento que apresenta características de monopólio natural, também não é competência da ANP. Isto é explicado pelo fato de que, de acordo com a Constituição, o poder concedente e de regulação da distribuição de gás é dos Estados da Federação. Assim, as tarefas de regulação são atribuição das também recém-criadas agências reguladoras estaduais (PINTO JÚNIOR e FIANI, 2002, p.541-542).

indústria do petróleo, gás natural, seus derivados e biocombustíveis, vinculada ao Ministério de Minas e Energia”. A incorporação epistemológica dos biocombustível à ANP tem a finalidade de promover a regulação, a contratação e a fiscalização das atividades econômicas integrantes da indústria do petróleo, do gás natural e dos biocombustíveis.

4.2. ENERGIA E BEM PÚBLICO

Na seção anterior foram apresentados os princípios da regulação da indústria de energia. Nesta seção serão tratados os aspectos da energia como bem público.

Os bens públicos são os bens (e serviços) que não são produzidos em função da existência de um mercado competitivo; ao contrário, são, na verdade, um clássico exemplo das chamadas imperfeições de mercado. São bens consumidos por todos indivíduos e não podem ser restritos para beneficiar somente um ou poucos grupos de compradores. Dessa maneira, tampouco existe interesse de indivíduos ou firmas agindo isoladamente na produção desses bens, uma vez que não existirá um consumidor que individualmente esteja disposto a pagar por um bem que é usufruído por todos (JANNUZZI, 2000).

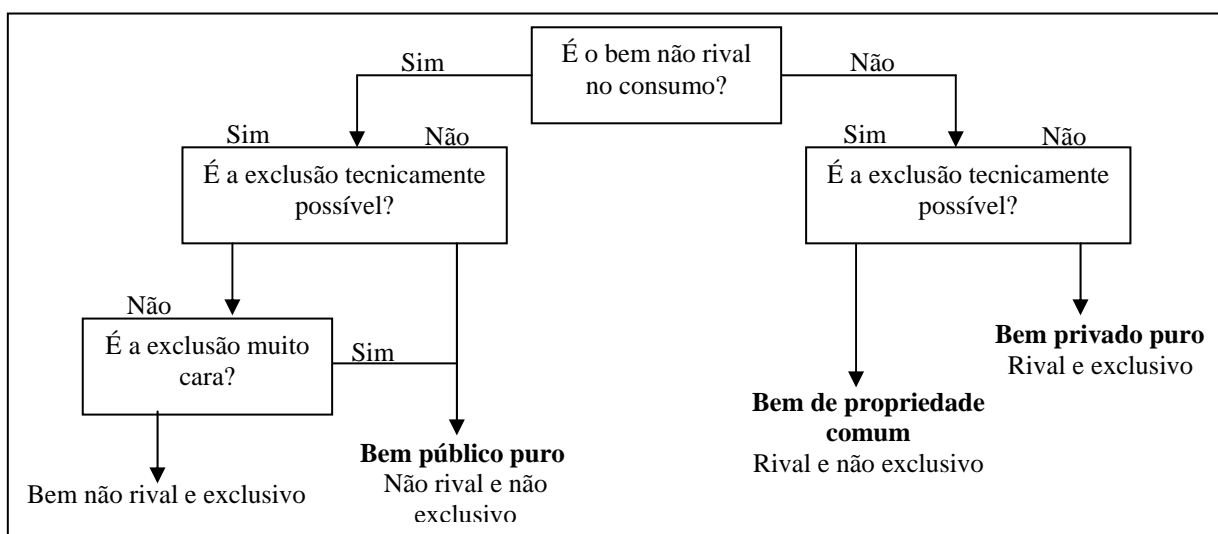
A energia solar tem fortes características de bem público por ser não-exclusivo e não-disputável em sua utilização pela população como recurso energético. Nesse sentido é uma falha de mercado para a indústria de energia comercial.

4.2.1. Bem Público

Os bens públicos⁴⁶ são caracterizados por serem não-exclusivo e não-disputável. Uma vez que esse bem foi colocado à disposição de um consumidor, não é possível restringir o seu consumo por outros, assim como o consumo desses bens por um indivíduo não diminui as possibilidades dos outros consumirem. Segundo Pindyk e Rudinfeld (1999, p.729), *“Uma mercadoria é denominada não-disputável quando, para qualquer nível específico de produção, o custo marginal de sua produção é zero para um consumidor adicional”*. *“No caso da maioria dos produtos produzidos por empresas privadas, o custo marginal da produção de mais uma mercadoria é positivo.”* Outra característica dos bens públicos é a falta de interesse de firmas ou indivíduos em produzi-los. É necessário que fundos sejam coletados da sociedade, através de taxas, impostos, ou outras formas, para o financiamento da produção desses bens.

A rigor, seguindo o raciocínio exposto por Pindyk e Rudinfeld (1999), sempre que um bem é disputável ou limitado no uso pela população, ele deixa de ser um bem público. Assim, os agentes econômicos desenvolvem mecanismos que limitem o uso do bem pela população ou criam um custo pelo uso desse bem, excluindo os indivíduos do seu uso para que o bem deixe de ser público puro. Porém, isso não implica que deixe de ser um bem considerado de utilidade pública pela sociedade, como apresenta a Figura 4.2.

⁴⁶ A teoria dos “bens públicos” teve início entre economistas europeus e começou a ser discutida nos EUA em meados da década de 1950, especialmente por Paul Samuelson. Mais tarde, discussões sobre a teoria de ação coletiva (MANCUR, 1965) foram também baseadas na teoria de bens públicos e deram novos enfoques sobre o acesso aos “bens públicos”. Foi também considerado que enquanto bens privados são perfeitamente fornecidos pelo mercado, o suprimento de “bens públicos” deve se dar através de instituições políticas (BUCHANAN, 1968, Apud, MIELNIK, 1998). (citação extraída de JANNUZZI, 2000, p. 3)



Fonte: Riani (2002).

Figura 4.2 – Relação entre rivalidade e exclusividade no caso do bem público.

Como pode ser visto na Figura 4.2, os bens públicos puros são não rivais e não exclusivos. Ou seja, não se aplica o direito da propriedade a estes bens. Isso ocorre por duas razões principais: i) por não ser possível excluir pessoas do consumo desse bem; ii) pelo desaparecimento da exclusividade da propriedade é que, embora seja possível em alguns casos, excluir algumas pessoas do consumo, isso seria muito caro fazê-lo.

4.2.2. Aspectos da energia como Bem Público

No caso da energia, é importante fazer uma distinção entre os aspectos do serviço de utilidade pública e o bem público. Jannuzzi (2000), comenta que a preocupação de se definir quais seriam os aspectos de “bens públicos” cuja manutenção seria necessária no contexto da indústria de energia descentralizada, desverticalizada e competitiva, e cita o exemplo ocorrido nos Estados Unidos da América:

Como exemplo dessa preocupação, tem-se que, em 1994, a CPUC (CPUC, 1997) apresentou um documento no qual ficou explicitada a relação de “bens públicos” que deveriam ser mantidos pela nova configuração do setor elétrico da Califórnia e estabelecia níveis de recursos que deveriam ser investidos em programas para que os mesmos fossem disponibilizados para os cidadãos daquele Estado. Foi definido que os bens públicos eram: eficiência energética, fontes renováveis, proteção ambiental, pesquisa, desenvolvimento e demonstração em áreas de interesse público, e a manutenção de programas para atender a população de baixa renda (JANNUZZI, 2000,p.3-4).

É necessário fazer a distinção entre os aspectos da energia como bem público e serviço público. Os aspectos de bem público da energia são a eficiência energética, a apropriação pela população de baixa renda de fontes renováveis de energia, inclusive solar para o aquecimento de água, a proteção ambiental, a pesquisa, o desenvolvimento e demonstração em áreas de interesse público.

Os serviços públicos podem ser caracterizados de duas formas: a primeira, dentro da lógica do livre mercado onde público é o serviço que não é privado a um grupo específico ou a um grupo restrito. Qualquer consumidor, desde que tenha como negociar (pagar), pode contratar os serviços e usufruir deles. Nesse caso existe uma relação entre cliente e fornecedor. A outra percepção é a do serviço público como os serviços providos pelo Estado para todos os seus cidadãos como função intrínseca da sua existência.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988, define os serviços que competem à União no artigo 21, entre eles o de energia elétrica (veja Quadro 4.2), e no artigo 175, a forma de prestação dos serviços. Correia et. al. (2002, p.27), ressaltam a interpretação da incumbência do Estado de prestar serviços públicos: “*os serviços públicos devem ser prestados pelos Poderes Públicos (e só por eles)*” (veja Quadro 4.3).

Quadro 4.2 – Energia elétrica competência da União.

Art. 21. Compete à União:
XII – explorar, direta ou indiretamente ou mediante autorização, concessão ou permissão:
b) os serviços e instalações de energia elétrica e o aproveitamento energético dos cursos de água em articulação com os Estados onde se situem os potenciais hidroenergéticos; [...]

Fonte: BRASIL, Constituição de 1988.

Quadro 4.3 – Incumbência do poder público.

[...]Art. 175. Incumbe ao Poder Público, na forma da lei, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, sempre através de licitação, a prestação de serviços públicos.

Parágrafo único. A lei disporá sobre:

- I — o regime das empresas concessionárias e permissionárias de serviços públicos, o caráter especial de seu contrato e de sua prorrogação, bem como as condições de caducidade, fiscalização e rescisão da concessão ou permissão;
- II — os direitos dos usuários;
- III — política tarifária;
- IV — a obrigação de manter serviço adequado

Para um perfeito entendimento do instituto da “permissão”, é necessário que se realize um prévio exame dos mandamentos e disposições contidos no art. 175 e que podem ser estruturados da seguinte forma:

- I - os “serviços públicos” devem ser prestados pelos Poderes Públicos (e só por eles);
- II - os Poderes Públicos podem prestar diretamente os serviços públicos ou contratar terceiros para a execução dessa atividade (prestação indireta);
- III - a prestação indireta dos serviços públicos deve ser feita sob um dos dois regimes jurídicos — a “concessão” ou a “permissão” (e somente eles); [...]

Fonte: Correia, et. al. (2002, p.27-28).

O fato de ser possível ao Estado prestar serviços públicos através de terceiros não reduz a sua responsabilidade sobre a oferta do serviço aos seus cidadãos. O exemplo da universalização dos serviços de energia elétrica para a população de baixa renda e rural que não integram o mercado já constituído de energia elétrica.

Com o estabelecimento da obrigatoriedade de universalização do serviço público de energia elétrica, a partir da aprovação da Lei 10.438/02, posteriormente revista com a aprovação da Lei 10.762/03, e as subseqüentes metas de universalização definidas pelas concessionárias, negociadas e aprovadas pela ANEEL. Faz-se imperativo ao segmento da indústria responsável pela distribuição de energia, conhecer os limites de responsabilidade das concessionárias em relação aos programas de eletrificação de interesse social (FILHO, 2005).

Os aspectos da energia como serviços de utilidade pública estão ligados ao atendimento da população de baixa renda, as universalizações dos serviços de energia elétrica e gás natural. A importância da energia para a economia, assim como para a qualidade de vida e da cidadania, faz com que o Estado interfira diretamente no setor ou regulando o mercado para prover energia aos cidadãos.

4.2.3. Energia Solar e Bem Público

O sol como fonte de energia primária, da onde se derivam várias formas de energia entre elas a hidráulica,⁴⁷ eólica e biomassa e um elemento natural, não é recurso. Mas, quando percebido como fonte de energia da qual a sociedade pode se apropriar, torna-se um recurso social⁴⁸.

A energia do sol é abundante, não-exclusiva e não-disputável, uma vez que um indivíduo ao dispor dela, não pode restringir o seu uso por outros. Do mesmo modo, o consumo desse bem, por um indivíduo qualquer, não diminui as possibilidades dos outros o consumirem.

O sol é uma fonte de energia gratuita e não comercial. Apesar da necessidade de tecnologias específicas para usos específicos da energia solar como no caso do aquecimento de água para o banho, cocção, refrigeração etc., não é possível que uma firma, indivíduo ou governo se aproprie do sol com exclusividade.

A energia solar térmica utilizada pela população diretamente para fins específicos como aquecimento de água para o banho, é bem público por ser não-exclusivo e não-disputável. Isso faz com que a energia solar, ao mesmo tempo moderna e renovável nas suas possibilidades tecnológicas de utilização, seja também, não comercial, aparentemente impossível de ser transformada em mercadoria.

A característica de bem público da energia solar transforma o seu uso pela sociedade em uma falha de mercado. O uso da energia solar pela população, incluindo a de baixa renda para o aquecimento de água para o banho, desloca energéticos comerciais (gás e principalmente a eletricidade), os quais poderiam passar a ser usados como energia complementar e ou reservas.

⁴⁷ O ciclo das águas ocorre devido a energia solar que provoca a evaporação que permite à água retornar às elevações onde se encontram os potenciais hidroelétricos.

⁴⁸ Segundo Milton Santos (2000, p. 20), “*Os recursos naturais... se são naturais não são recursos e para serem recursos tem que ser social*”.

4.3. REGULAÇÃO, EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E ENERGIA SOLAR PARA O AQUECIMENTO DE ÁGUA.

Na seção anterior foi discutido o aspecto da energia e bem público e, dentre as características da energia como bem público, a eficiência energética se destaca. Também foi apontado o aspecto da energia solar térmica como bem público quando esta é utilizada pela população. Nesta seção, será tratada a relação entre a regulação da indústria de energia, mais especificamente a regulação sobre a eficiência energética e a utilização de sistemas de aquecimento de água com energia solar na substituição de chuveiros elétricos e a apropriação da energia térmica solar pela população de baixa renda.

4.3.1. Eficiência Energética

A eficiência energética de um processo pode ser analisada em termos da Primeira ou da Segunda Lei⁴⁹ da Termodinâmica. Pela Primeira Lei, a eficiência é a razão entre a energia que sai do processo e a energia que entra nele. Já pela Segunda Lei, o quadro é diferente. A eficiência pode ser definida como a razão entre a energia mínima teoricamente necessária para a realização de um processo e a energia efetivamente usada no processo.

Os processos de transformação que têm a energia como principal insumo e produto são medidos em termos de energia. A rigor, a abordagem termodinâmica é a única definição precisa de eficiência energética. Entretanto, em termos econômicos, os produtos são medidos em valores ou unidades físicas de massa.

A eficiência energética como é definida pela termodinâmica, é a intensidade de energia de um dado processo que pode ser expressa em quantidade de energia por unidade produzida. Já no contexto da regulação da indústria, é entendida como o conjunto de práticas

⁴⁹ Pela Primeira Lei da Termodinâmica, a energia total num sistema isolado é constante e, conforme a Segunda Lei, a entropia de um sistema isolado tende a um máximo.

e políticas que reduzam os custos com energia e ou aumente a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração. As práticas podem ser assim resumidas:

- a) Planejamento integrado dos recursos – são práticas que subsidiam os planejadores e reguladores de energia a avaliar os custos e benefícios sob as óticas da oferta (geração) e demanda (consumidor final), de forma a que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental;
- b) Eficiência na geração, transmissão e distribuição – são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em toda a eletricidade que é gerada e entregue aos consumidores finais. Esta categoria inclui co-geração e turbinas de queima de gás natural, além de outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes.
- c) Gerenciamento pelo lado da demanda – são práticas e políticas adotadas pelos planejadores de energia, que encorajam os consumidores a usar a energia de uma forma mais eficiente, além de permitir a administração da curva de carga das concessionárias;
- d) Eficiência no uso final – são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também inclui tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia. A mais convincente vantagem da eficiência energética é a de que ela é quase sempre mais barata que a produção de energia (MARTINS e ALVES, 1999 p.10).

A experiência internacional indica que a relação entre a regulação da indústria de energia e as iniciativas de interesse público nas áreas de eficiência energética, proteção ambiental e investimentos em pesquisas, são minimizadas ou ignoradas durante os estágios iniciais das reformas do setor de energia (JANNUZZI, 2000).

O desenvolvimento de um mercado competitivo captura toda a atenção da indústria de eletricidade e frequentemente dos órgãos encarregados das reformas. Como o ponto central da competição baseia-se em preços de energia, atividades em eficiência energética, pesquisa e desenvolvimento, perdem sua importância se elas não apresentam vantagens para as companhias privadas.

Somente em alguns casos onde existem oportunidades economicamente atraentes de introdução de medidas de conservação e eficiência energética em grandes consumidores comerciais e industriais é que se pode verificar ação de eficiência energética. Nos primeiros momentos das reformas no Brasil, anos de 1990, segundo Jannuzzi (já citado), o que se observou foi uma orientação dos órgãos ligados ao setor público de se afastarem das ações de

eficiência energética e P&D e deixar que o próprio setor realizasse esses investimentos.

4.3.2. Regulação e eficiência energética no Brasil

A Lei 9.991, de 24 de julho de 2000, estabeleceu a obrigatoriedade de aplicação de recursos, por parte das concessionárias e permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, em programas de eficiência energética, os quais devem ser aplicados de acordo com os regulamentos estabelecidos pela ANEEL e o Manual do Programa de Eficiência Energética editado pela ANEEL.

A ANEEL, através de resoluções, estabelece os critérios para aplicação de recursos em Programas de Eficiência Energética. A Resolução Normativa ANEEL 176, de 28 de novembro, define percentual e forma de aplicação de recursos em eficiência energética (veja Quadro 4.4), a resolução deixa claro que os equipamentos de uso final de energia elétrica utilizados nos projetos deverão, quando for o caso, possuir o selo PROCEL de eficiência e ou PROCEL/INMETRO de desempenho.

O Manual do Programa de Eficiência Energética anexo à Resolução Normativa 176, define o formato e a metodologia de avaliação técnico-econômica para viabilidade dos respectivos projetos de eficiência energética.

A regulamentação cria recursos para eficiência energética e P&D. Embora isso seja importante, se não houver uma clara definição de como aplicar esses recursos, os resultados poderão ser modestos ou distorcidos. Segundo Jannuzzi (2002, p.103), esses recursos *“devem ter como objetivo principal financiar bens públicos. Ao mesmo tempo deve-se minimizar a utilização desses recursos em atividades que são particularmente do interesse de companhias competitivas e que deveriam estar sendo realizadas mesmo na ausência de regulação”*.

Quadro 4.4 – Resolução ANEEL nº 176 define a exigência do selo PROCEL.

Art. 1º Estabelecer, na forma desta Resolução, os critérios para aplicação de recursos, pelas concessionárias ou permissionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, em Programas de Eficiência Energética.

§ 1º O Programa pode ser composto por projeto ou conjunto de projetos, que devem apresentar metas de economia de energia elétrica e benefícios diretos para o consumidor, passíveis de verificação por meio de indicadores de intensidade energética ou de medição direta, permitindo constatar a redução da demanda e do consumo de energia.

§ 2º O formato e a metodologia de apresentação, bem como da avaliação técnico-econômica para determinar a viabilidade dos respectivos projetos, devem observar orientações do Manual Para Elaboração do Programa de Eficiência Energética.

§ 3º O cálculo Receita Operacional Líquida deve ser elaborado de acordo com a Resolução nº 185, de 21 de maio de 2001.

Art. 2º Até 31 de dezembro de 2005, a concessionária ou permissionária deverá aplicar, anualmente, no mínimo, 0,50% (cinquenta centésimos por cento) de sua Receita Operacional Líquida no desenvolvimento de programa para o incremento da eficiência energética no uso final de energia elétrica.

Art. 3º A partir de 1º de janeiro de 2006, a concessionária ou permissionária deverá aplicar, anualmente, no mínimo, 0,25% (vinte e cinco centésimos por cento) de sua Receita Operacional Líquida no desenvolvimento de programa para o incremento da eficiência energética no uso final de energia elétrica.

Parágrafo único. O percentual a ser aplicado por empresa com mercado de energia vendida inferior a 1.000 GWh/ano poderá ser ampliado de 0,25% (vinte e cinco centésimos por cento) para até 0,50% (cinquenta centésimos por cento).

Art. 4º O desenvolvimento dos Programas, além de obedecer aos procedimentos definidos no respectivo Manual, deverá atender aos seguintes critérios:

I - os projetos devem apresentar, no máximo, uma Relação Custo-Benefício (RCB) igual ou inferior a 0,80 (oitenta centésimos);

II – a taxa de desconto anual, a ser utilizada na avaliação econômica, deve ser igual ou superior a 12% (doze por cento);

III – os equipamentos de uso final de energia elétrica utilizados nos projetos devem possuir o selo PROCEL de eficiência e/ou PROCEL/INMETRO de desempenho;

IV – os projetos devem apresentar metodologia de avaliação, monitoração e verificação de resultados capaz de comprovar, objetivamente, a economia de energia e a demanda retirada do horário de ponta;

Fonte: Resolução Normativa 176 (ANEEL, 2002).

A Resolução Normativa ANNEL 176 (2005), assim como o Manual do Programa de Eficiência Energética anexo a esta, mantiveram a mesma determinações da resolução anterior nº 492 (2002) quanto aos equipamentos possuírem o selo PROCEL de eficiência e/ou PROCEL/INMETRO, sendo que a edição do MPEE (2005), permite que em casos excepcionais as concessionárias usem componentes dos sistemas de aquecimento de água com tecnologia simplificada em comunidades de baixa renda, mesmo os que não possuam etiquetas INMETRO/PROCEL (MPEE/ANEEL, 2005, p. 90).

A possibilidade do uso de sistemas solares com tecnologia simplificada para programas específicos para consumidores de baixa renda impacta no volume de projetos de substituição de chuveiros elétricos, como pode ser visto na seção 4.3.4.

4.3.3. Eficiência energética e interesse público

A criação de um mercado competitivo implica na redefinição de papéis para o poder público que deve se preocupar com a definição de áreas de interesse público onde é necessária sua atuação direta e áreas onde deve adequar instrumentos para estimular que os agentes do mercado promovam ações consideradas ótimas.

As agências públicas devem criar um contexto de políticas favoráveis para investimentos de agentes privados em medidas de eficiência energética, fontes renováveis e outras. Remover as “barreiras” de mercado e atuar diretamente utilizando fundos recolhidos de consumidores para financiar ações diretas em áreas identificadas como “falhas” do mercado.

No setor residencial o aquecimento de água para banho tem sido alvo de programas de eficiência energética, principalmente pela indústria de energia elétrica que sofre com o pico de consumo de energia no horário entre 19 e 21 horas. Essa demanda concentrada afeta todo o sistema elétrico, custos de operação e manutenção e aumenta os riscos sobre

utilização dos sistemas elétricos. Projetos de substituição de chuveiros elétricos têm sido realizados no Brasil desde a crise energética de 2001 como o gerenciamento pelo lado da demanda e utilizando recursos do Programa de Eficiência Energética.

Uma tecnologia que tem sido adotada para a substituição dos chuveiros elétricos é a tecnologia termo-solar, que embora de custo de implantação maior do que a do chuveiro elétrico, praticamente elimina os custos com energia elétrica e ou gás para o aquecimento de água para banho.

4.3.4. Utilização de aquecimento solar em projetos de eficiência energética

A Superintendência de Regulação da Comercialização da ANEEL tem a atribuição de aprovar ou não o Programa Anual de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica para os ciclos de operação das concessionárias distribuidoras de energia elétrica. As concessionárias de distribuição de eletricidade devem investir um percentual da sua receita anual em projetos de eficiência energética conforme as definições do Manual do Programa de Eficiência Energética – MPEE.

O MPEE é o guia de procedimentos dirigido aos concessionários e permissionários de serviço público de distribuição de energia elétrica para elaboração do Programa de Eficiência Energética – PEE (ANEEN, 2005).

O PEE é composto de um projeto ou de um conjunto de projetos correspondentes à aplicação de recursos em eficiência energética realizados pelos concessionários e permissionários de distribuição de energia elétrica, conforme dispõe a Lei 9.991, de 24 de julho de 2000.

Define-se, no MPEE, a estrutura e forma de apresentação, os critérios para avaliação econômica, aprovação e acompanhamento, os tipos de projetos que podem constar do PEE, os procedimentos para contabilização dos custos e os tipos de recursos que podem

ser utilizados para elaboração do Programa. Os projetos apresentados devem ser enquadrados em um dos tipos apresentados no Quadro 4.5. Entre as possibilidades de projeto existe a utilização do *“Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico – projeto destinado a substituição do chuveiro elétrico por sistema de aquecimento solar, visando a redução do consumo de energia e a redução da demanda de ponta do sistema elétrico interligado”* (MPEE/ ANEEL, 2005, p. 17). O manual também prevê a possibilidade da utilização de sistemas de aquecimento de água com energia solar em projetos específicos para atendimento a Comunidades de Baixa Renda. A utilização de aquecedores solares para o atendimento de consumidores de baixa renda, substituindo os chuveiros elétricos, ou no pré aquecimento da água para o uso do chuveiro elétrico, é um aperfeiçoamento da edição de 2005 do MPEE. A versão de 2002, editada com a resolução anterior nº 492 (2002), não contemplava os consumidores de baixa renda com a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares.

Os projetos são plurianuais com período de execução superior a 1 e inferior a 3 anos, possuindo meta física a ser executada e meta financeira a ser verificada em cada ano; o resultado efetivo é avaliado no final do período. A análise de viabilidade considera a meta física e financeira global.

Os cronogramas físico e financeiro são rerepresentados a cada ciclo subsequente ao da aprovação, considerando, quando for o caso, os ajustes dos valores e das etapas a serem realizadas.

Entre 2001 e 2004 completaram-se três ciclos onde foram investidos os totais de R\$ 20.803.157,61 em projetos de substituição de chuveiros elétricos por sistemas de aquecimento solar de água. A Tabela 4.1 apresenta os valores e percentuais da receita anual investidos pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica em aquecimento solar.

No ano de 2005, o MPEE/ANEEL incluiu a possibilidade da utilização de

sistemas de aquecimento simplificados⁵⁰ para reduzir o uso dos chuveiros elétricos entre os consumidores de baixa renda, o que possibilitou o aumento do número de projetos de eficiência energética com a utilização do aquecimento solar.

Quadro 4.5 – Tipos de projetos de eficiência energética segundo a ANEEL.

- a) Comercial/Serviços** – projetos em instalações comerciais e de serviços de grande, médio e pequeno porte, com ações de combate ao desperdício, eficientização de equipamentos. Os projetos de eficientização somente serão aceitos se acompanhados da avaliação preliminar (pré-diagnóstico) já realizado.
- b) Atendimento a Comunidades de Baixa Renda** - projetos dirigidos a comunidades constituídas de unidades consumidoras de baixo poder aquisitivo. Estes projetos contaram com ações de repasse de orientações de uso eficiente de energia, adequação de instalações elétricas internas das habitações, doações de equipamentos eficientes, **instalação de aquecedores solares em substituição de chuveiros elétricos, a instalação de pré-aquecedores solares em auxílio a utilização dos chuveiros elétricos, além de permitir ações educacionais específicas para estas comunidades.**
- c) Industrial** – projeto em instalações de grande, média e pequeno porte, com ações de combate ao desperdício, eficientização de equipamentos e otimização de processos. Os projetos de eficientização somente serão aceitos se acompanhados da avaliação preliminar (pré-diagnóstico) já realizado.
- d) Poderes Públicos** – projeto em instalações de grande, médio e pequeno porte, de responsabilidade de pessoa jurídica de direito público, com ações de combate ao desperdício e eficientização de equipamentos. Os projetos de eficientização somente serão aceitos se acompanhados da avaliação preliminar (pré-diagnóstico) já realizado.
- e) Residencial** – projeto em unidade consumidora com fim residencial, incluindo o fornecimento para uso comum de prédio ou conjunto de edificações, com predominância de unidades residenciais, com ações de combate ao desperdício e eficientização de equipamentos. No caso de prédios, conjunto de edificações e/ou edificações de grande porte, deve ser apresentado o pré-diagnóstico que fundamentará a proposta de projeto.
- f) Rural** – projeto em unidade consumidora localizada em área rural com atividades rurais, que atue sobre os processos e métodos de produção rural, seja por setor de produção como cafeicultura, rizicultura, horticultura, avicultura, suinocultura, e outros, ou com enfoque na tecnologia do processo de irrigação por pivô central, por aspersão, por gotejamento; secagem e beneficiamento de grãos; iluminação de galpões de granjas, e outros usos finais. Podem ser considerados, também, projetos que incentivem a utilização de equipamentos elétricos rurais eficientes.
- g) Serviços Públicos** – projeto em instalações de grande e médio porte com o objetivo de obter eficiência energética nos sistemas de água, esgoto, saneamento e tração elétrica, hospitais e escolas exploradas diretamente pelo poder público ou mediante concessão ou autorização. Os projetos de eficientização somente serão aceitos se acompanhados da avaliação preliminar (pré-diagnóstico) já realizado.
- h) Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico** – projeto destinado a substituição do chuveiro elétrico por sistema de aquecimento solar, visando a redução do consumo de energia e a redução da demanda de ponta do sistema elétrico interligado.
O uso do aquecimento solar para a substituição de outros equipamentos será analisado caso a caso.

Fonte: MPEE/ ANEEL (2005, p.16 e 17).

A utilização de sistemas de aquecimento de água com energia solar, para a

⁵⁰ A idéia de um aquecedor solar simplificado gira em torno de este ser colocado em série com o chuveiro elétrico. Assim, o chuveiro elétrico continua a ser usado só que com uma potência pequena apenas para complementar o aquecimento solar, já que este não tem aparato de aquecimento complementar no reservatório térmico.

substituição de chuveiros elétricos, entre os anos de 2001 a 2004, teve um aumento expressivo na sua participação a cada ciclo, sendo: 2001/2002 = R\$ 1.022.729,80; 2002/2003 = R\$ 6.070.191,86; 2003/2004 = R\$13.710.235,95. Nos ciclos 2004/ 2005 e 2005/2006, o volume de recursos aplicados em programas de eficiência energética com a utilização de aquecimento solar de água para banho atingiu R\$ 24.822.799,61, sendo que deste montante, R\$ 16.770.449,80⁵¹ foram aplicados depois da inclusão dos consumidores de baixa renda como clientes de aquecedores solares. Porém, nem todos os projetos foram destinados ao público de baixa renda domiciliado em habitações populares. A substituição de chuveiros elétricos também foi realizada em instituições beneficentes e hospitais (ver tabelas 4.2 e 4.3).

Os projetos para o Atendimento a Comunidades de Baixa Renda são dirigidos a comunidades constituídas de unidades consumidoras de baixo poder aquisitivo contam com ações de repasse de orientações de uso eficiente de energia, adequação de instalações elétricas internas das habitações e doações de equipamentos eficientes. Contam, também, com a instalação de aquecedores solares em substituição aos chuveiros elétricos e a instalação de pré-aquecedores solares em auxílio à utilização dos chuveiros elétricos.

Embora o aquecimento de água termo-solar para a substituição dos chuveiros elétricos tenha ganhado importância no programa de eficiência energética nos ciclos entre 2001 e 2004, no ciclo 1998/1999 houve iniciativa pioneira implementada pela CEMIG, ainda como eficiência energética para a setor residencial, com investimento de R\$ 372.980,00 em 1999, para atender uma demanda de 0,4 GWh/ano e deslocar uma demanda da ponta de 0,26 MW/ano com a utilização de aquecedores solares.

⁵¹ Valores referentes aos dados que constam nos despachos da ANEEL até o mês de setembro de 2006.

Tabela 4.1 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2001 a 2004

CICLO	EMPRESA	VALOR em R\$	% de RA	AÇÃO
2001/ 2002	CPFL	300.000,00	0,013	Projeto-Piloto Aquecedores solares de Baixo Custo
	CPFL	300.000,00	0,011	Projeto-Piloto com Aquecedores Solares de Baixo Custo
	CEMIG	245.000,00	0,006	Aquecimento de Água com Energia Solar em Alojamentos
	CERJ	177.729,80	0,016	Substituição de Sistemas de Aquecimento de Água por Sistemas baseados em Aquecimento Solar
TOTAL 2001/2002		1.022.729,80		
2002/ 2003	CPFL	190.000,00	0,006	Projeto-Piloto com Aquecedores Solares de Baixo Custo - Etapa Final
	CEEE	146.000,00	0,014	Aquecimento Solar para Substituição de Chuveiro Elétrico
	COPEL	193.903,62	0,007	Substituição de Chuveiros Elétricos por Aquecedor Solar em Unidades Militares
	CEMIG	1.762.940,00	0,0350	Aquecimento de Água com Energia Solar em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda
	LIGHT	1.970.190,00	0,061	Instalação de Aquecimento Solar em Comunidades de Baixo Poder Aquisitivo
	CELG	1.317.750,00	0,138	Substituição de Chuveiros Por Aquecimento Solar em Entidades Assistenciais
	CERJ	192.648,24	0,0126	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	CELESC	296.760,00	0,015	Aquecimento solar para substituição do chuveiro elétrico em creches, asilos, orfanatos e assemelhados.
TOTAL 2002/2003		6.070.191,86		
2003/ 2004	CERJ	228.449,33	0,014	Aquecimento Solar Para Substituição de Chuveiro Elétrico em Instituição
	ELETROCAR	94.800,00	0,509	Aquecimento Solar para Substituição de Chuveiros Elétricos
	CFLSC	320.000,00	0,46	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	CELG	4.450.612,08	0,38	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	BANDEIRANTE	118.469,00	0,007	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	LIGHT	6.481.149,30	0,163	Instalação de Aquecimento Solar em Comunidades de Baixo Poder Aquisitivo
	MMC	23.921,24	0,653	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	CEMIG	169.700,00	0,003	Aquecimento Solar do Hospital João de Deus
	CEMIG	1.762.940,00	0,032	Aquecimento de Água com Energia Solar em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda
	ELETROPAULO	60.195,00	0,001	Novo Amanhecer - Aquecimento Solar
TOTAL 2003/2004		13.710.235,95		
		20.803.157,61	TOTAL 2001 a 2004	

Elaboração Própria, Fonte: dados - despachos da ANEEL 2001 a 2005.

Tabela 4.2 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2004 a 2005

CICLO	EMPRESA	VALOR em R\$	% de RA	AÇÃO
2004/2005	DMEPC	R\$ 107.012,16	0,172	Substituição de Sistemas Convencionais de Aquecimento de Água por Sistemas baseados em Aquecimento Solar em Creches e Asilos
	ELETROCAR	R\$ 192.381,73	0,74%	Hospital Comunitário de Carazinho
	ELETROCAR	R\$ 63.491,30		Asilo São Vicente de Paulo
	CSPE	R\$ 65.750,00	0,1005	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	CEEE	R\$ 135.000,00	0,0094	AACD - Inst. de Aquecimento Solar p/ Substituição de Chuveiro Elétrico (Entidade Filantrópica)
	DEMEI	R\$ 94.600,00	0,5016	Doação de Aquecedores Solares de Água a Consumidores de Baixo Poder Aquisitivo
	AMPLA	R\$ 499.759,28	0,0264	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico em Instituição
	AMPLA	R\$ 828.815,99	0,0437	Eficientização em Comunidade Carente - Bomba Eficiente e Aquecimento Solar
	CHESP	R\$ 74.153,36	0,51	Aquecimento Solar para Substituição de Chuveiro Elétrico
	COELBA	R\$ 172.504,78	0,0077	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro no H. Martagão Gesteira
	COELBA	R\$ 85.000,00	0,0038	Troca de Chuveiros Elétricos por Sistema Termo-solar Individual
	CELG	R\$ 4.002.857,86	0,2497	Substituição de Chuveiros Elétricos por Energia Solar em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda
	CEMIG	R\$ 29.000,00	0,0004	Energia Solar para Hospital João XXIII
	CEMIG	R\$ 75.300,00	0,0011	Aquecimento Solar do Hospital João de Deus
	CEMIG	R\$ 1.173.217,50	0,0177	Aquecimento de Água com Energia Solar em Conjuntos Habitacionais de Baixa Renda
	CEMIG	R\$ 90.000,00	0,0014	Solar Creche Espírita Esperança
	CEMIG	R\$ 120.000,00	0,0018	Solar Creche Novo Céu
	CEMIG	R\$ 69.440,00	0,001	Solar Hospital Civil Uberaba
	DMEPC	R\$ 11.568,40	0,0186	Substituição de Sistemas Convencionais de Aquecimento de Água por Sistemas baseados em Aquecimento Solar em Prédios Públicos
	ENERSUL	R\$ 162.497,45	0,02%	Santa Casa de Misericórdia do Paranaíba
Total 2004/2005		R\$ 8.052.349,81		

Tabela 4.3 – Investimentos em projetos de aquecimento solar 2005 a setembro de 2006

CICLO	EMPRESA	VALOR em R\$	% de RA	AÇÃO
	CFLSC	R\$ 708.447,50	0,4501	Aquecimento Solar para Substituição do Chuveiro Elétrico
	Eletropaulo	R\$ 515.623,00	0,006	CENTRO ADMINISTRATIVO PM Substituição de chuveiros elétricos por solar
	Eletropaulo	R\$ 697.553,00	0,0081	ACADEMIA DA PM BARRO BRANCO Substituição de chuveiros elétricos por solar
	Eletropaulo	R\$ 449.818,00	0,0052	EXÉRCITO QUARTEL GENERAL Substituição de chuveiros elétricos por solar
	Eletropaulo	R\$ 183.599,00	0,0021	COLÉGIO DA PM - UNIDADE CANINDE Substituição de chuveiros elétricos por solar
	Eletropaulo	R\$ 1.044.711,79	0,0121	SESC - ITAQUERA
	Eletropaulo	R\$ 825.388,34	0,0096	SESC - POMPÉIA
	AES Sul	R\$ 4.200.333,00	0,2939	Eficientização Energética em Comunidades de Baixa Renda
	CSPE	R\$ 19.836,00	0,0269	Eficiência Energética APAE Itapetininga
	CFLM	R\$ 28.200,00	0,072	Eficiência Energética Asilo Francisco Dias
	CFLM	R\$ 35.586,00	0,0908	Eficiência Energética Asilo Dr. Barretos
	CFLM	R\$ 30.162,00	0,77	Eficiência Energética Asilo São Vicente de Paula
	CJE	R\$ 19.000,00	0,029	Eficiência Energética APAE Jaguariuna
	CJE	R\$ 30.162,00	0,0461	Eficiência Energética Asilo Municipal Pedreiras
	Caiuá S.A.	R\$ 176.661,00	0,0871	Santa Casa da Adamantina
	Caiuá S.A.	R\$ 210.000,00	0,1035	Santa Casa de Presidente Prudente
	CLFSC	R\$ 540.000,00	0,2875	Aquecedor solar em assentamentos da reforma agrária (baixa renda)
	CELESC	R\$ 5.320.298,20	0,1778	Baixa Renda - 1.527 Unidades
	CELESC	R\$ 213.187,39	0,0073	MARINHA
	CELESC	R\$ 78.857,39	0,0027	HOSPITAL - Florianópolis
	CELESC	R\$ 346.940,00	0,118	BANHO DE SOL III
	ENERSUL	R\$ 946.720,33	0,1661	Aquecimento Solar para Substituição de Chuveiros Elétricos
	CFLO	R\$ 19.984,00	0,0493	Aquecimento Solar - Centro de Nutrição Renascer
	CFLO	R\$ 28.650,00	0,0706	Aquecimento Solar - Creche Vila Primavera
	CFLO	R\$ 45.000,00	0,0111	Aquecimento Solar - Lar Escola Retiro Feliz
	CFLO	R\$ 37.500,00	0,0924	Aquecimento Solar - Albergue Noturno Frederico Ozanan
	MUXFELDT	R\$ 18.231,86	0,25	Substituição do Sist. de Aquec. D'água
	Total 2005/2006	R\$ 16.770.449,80		

2006/2006

O Manual do Programa de Eficiência Energética – MPEE/ANEEL (2005) define os itens que devem constar nos projetos de eficiência energética e a metodologia para avaliação da relação custo benefício na substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares. Os projetos devem contemplar os requisitos expostos no Quadro 4.6.

Quadro 4.6 – Composição do projeto de eficiência energética.

- | |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • <i>Descrição e Detalhamento das principais medidas a serem implementadas incluindo as características da(s) unidade(s) consumidora(s); tipos de equipamentos a serem empregados; características de consumo de energia elétrica na área considerada.</i> • <i>Avaliação - proposta para a avaliação dos resultados do projeto em termos de economia de energia e redução da demanda na ponta, na qual deve contemplar a comparação dos valores estimados com os resultados efetivamente obtidos.</i> • <i>Abrangência - área geográfica (municípios, bairros) e identificar a(s) unidade(s) consumidora(s) da(s) área(s) abrangida(s) pelo projeto.</i> • <i>Metas e Benefícios - as metas do projeto em termos de áreas de coletores instalados, volume de água quente, de energia economizada (MWh/ano) e demanda retirada da ponta (kW). As metas devem ser calculadas segundo a metodologia e as premissas descritas a seguir.</i> • <i>Promoção – as ações de promoção e divulgação a serem implementadas.</i> • <i>Prazos e Custos - os Cronogramas Físico e Financeiro e a Tabela Custo por Categoria Contábil e Origem dos Recursos conforme mostrado a seguir. Apresentar a “Memória de Cálculo” da composição dos Custos Totais da Tabela a partir dos custos unitários de equipamentos/materiais envolvidos e de mão-de-obra (própria e de terceiros).</i> • <i>Acompanhamento - Indicar no cronograma a etapa relativa ao acompanhamento.</i> |
|---|

Fonte: MPEE/ANEEL (2005).

A liberdade de escolha sobre os equipamentos usados nos projetos de eficiência energética é limitada pelo MPEE/ANEEL. Na edição do MPEE (2002), apenas às marcas e modelos que possuíam certificados emitidos pelo INMETRO/PROCEL poderiam ser utilizados nos programas de eficiência energética operados pelas concessionárias de distribuição de eletricidade. Essa limitação foi reduzida na edição MPEE (2005) que incluiu a possibilidade da execução de projetos para consumidores de baixa renda com componentes certificados pelo ENCE, mas que não possuem o selo PROCEL.

O MPEE (2002) especifica como pode ser observado no Quadro 4.7, os requisitos que devem ser atendidos pelos equipamentos substitutivos ao chuveiro elétrico. Neste sentido, a certificação confere legitimidade ao cumprimento das exigências e a etiqueta do PROCEL informa sobre a eficiência dos equipamentos (Veja Figura 4.3).

Quadro 4.7 – Requisitos para a escolha de aquecedores solares

- a vida útil do equipamento substituto de 20 anos;
- a escolha dos componentes do sistema deve contemplar os produtos já etiquetados pelo PEE INMETRO/PROCEL. Os modelos já etiquetados e uma estimativa de economia em relação à tecnologia alternativa podem ser encontrados no sitio da Eeletróbrás/PROCEL⁵².
- informar todos os dados da etiqueta INMETRO/PROCEL
- a eficiência energética comparada com o uso da energia elétrica, cálculo do resultado esperado;
- demonstração da relação entre custo e benefício da substituição.

Fonte: MPEE/ANEEL (2002).

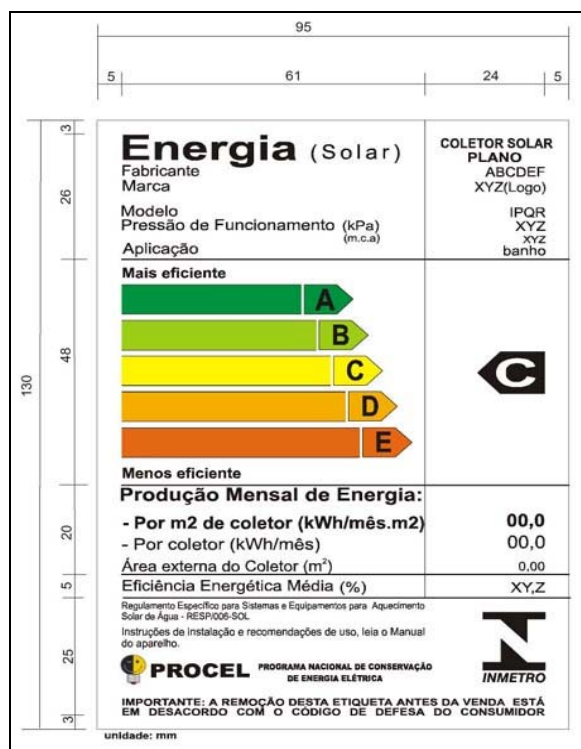


Figura 4.3 – Etiqueta INMETRO /PROCEL para aquecedor solar para banho.
Fonte: RESP-006/SOL de 1997 (INMETRO, 2005).

O manual MPEE (2005), define a metodologia de cálculo da eficiência energética esperada (veja o Quadro 4.8) e da relação entre custo e benefícios (veja Quadro 4.9).

A avaliação da relação entre o custo e o benefício da substituição de um chuveiro elétrico por um sistema de aquecimento solar é uma avaliação racional, que sofre influência dos paradigmas dominantes. Goswami et, al (1999) e Duffie et, al (1991), incluem na avaliação a correção da inflação e destacam os impostos e taxas que incidem sobre a aquisição dos equipamentos. A análise é basicamente feita sobre o fluxo de caixa e o *payback*

⁵² <http://www.eletrabras.com.br/procel/main.asp?ViewID={20F283F5-9694-4DF9-9EBD-BF3410084E36}>

time da substituição de uma tecnologia. Porém, Duffie (já citado), destaca que a metodologia deve analisar o ciclo de vida do sistema e a recuperação de energia que este possibilita ao longo do tempo. Esta percepção deve afetar diretamente na decisão de mudança de tecnologia.

Quadro 4.8 - Metodologia de Cálculo das Metas,

<p>a) Características dos aquecedores solares a serem utilizados</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Detalhamento dos custos unitários: ✓ Custo médio da instalação solar por m² de área coletora (R\$/m²): R\$ XX ✓ Custo total das Instalações: R\$ XXX ✓ Rebate oferecido: R\$ XX <p>Cálculo da área de coletores por residência: $AC = \frac{EE}{12 \times 10^{-3} \times FC \times PAC \times NR}$</p> <p>onde:</p> <p>EE - Energia economizada (MWh/ano) FC - fator de correção que considera as diferenças climáticas (radiação e temperatura ambiente) e perdas térmicas do sistema por região, de acordo com a Tabela 4.3. PAC - produção média mensal de energia por área coletora (KWh/m² mês) NR - número de residências atendidas</p> <p>b) Cálculo dos Resultados Esperados</p> <p>$RDP = NR \times NC \times (PC - P_{AUX}) \times FD \times 10^{-3}$ (kW)</p> <p>$EE = FS \times PC \times NB \times \frac{T}{60} \times 365 \times 10^{-6} \times NR$ (MWh/ano)</p> <p>onde:</p> <p>NR - número de residências atendidas NC - número médio de chuveiros por residência PC - potência máxima típica dos chuveiros utilizados (W) P_{AUX} - potência média do aquecimento auxiliar por residência (W), (Tabela 4.2) FD - fator de diversidade de demanda do chuveiro na ponta. Em caso de dificuldades na obtenção deste dado utilizar FD = 0,10. FS - fração solar a ser definida pela Concessionária/permissionária NB - n^o médio de banhos por residência T - tempo de duração do banho</p>

Fonte: MPEE/ANEEL (2005).

Quadro 4.9 - Cálculo da Relação Custo Benefício

A RCB deve ser calculada de acordo com a fórmula:

$$RCB = \frac{VPC}{VPB}$$

onde:

VPC - Valor Presente dos Custos

VPB - Valor Presente dos Benefícios

Cálculo do Valor Presente

Define-se Valor Presente de um fluxo de caixa, a uma dada taxa de juros, como a quantia atual (neste caso, a data atual é tomada como origem e referência para a contagem de tempo) equivalente a um fluxo de custos e benefícios.

Atualização de um Pagamento Simples

Determinar o Valor Presente **P** dado o Valor Futuro **F**:

$$P = \frac{F}{(1+i)^n}$$

onde:

P - Valor Presente

F - Valor Futuro

i - taxa de juros ou taxa de desconto

Pode também ser representado como:

$$P = F \times FVA'(i, n) \quad \Rightarrow \quad FVA'(i, n) = \frac{1}{(1+i)^n}$$

O diagrama de fluxo de caixa a seguir ilustra o problema:

Atualização de uma Série Uniforme

Determinar o Valor Presente **P** dado uma série uniforme de valor **R**:

$$P = R \times \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n}$$

onde:

P - Valor Presente

R - Montante a ser retirado em cada um dos n períodos subsequentes

i - taxa de juros ou taxa de desconto

Pode também ser representado como:

$$P = R \times FVA(i, n) \quad \Rightarrow \quad FVA(i, n) = \frac{(1+i)^n - 1}{i \times (1+i)^n}$$

Fonte: MPEE/ANEEL (2005).

No Brasil, a metodologia tanto para estimar a eficiência (economia de energia elétrica) quanto a relação entre custo e benefício se aproxima das propostas de Goswami et, al (1999) e Duffie et, al (1991). Contudo, não é considerado o ciclo de vida dos sistemas e a

recuperação da energia ao longo do tempo nem é feito um balanço entre esta energia e a energia empregada na produção dos sistemas. Segundo Pereira (2003), a metodologia para análise da viabilidade econômica financeira da utilização de sistemas de aquecimento solar de água, no Brasil, visa três segmentos: i) residências unifamiliares de interesse social (habitações populares); ii) residências de classe A e B; iii) sistemas de grande porte para condomínios, hotéis, quartéis, creches e outros. As simulações realizadas são para avaliar a viabilidade econômica e financeira da utilização de sistemas termo-solares de aquecimento de água para banho. Ou seja, a comparação direta entre o custo de um banho com uso de chuveiro elétrico e deste mesmo banho utilizando um sistema solar.

Os sistemas de aquecimento de água com energia solar regulamentados pelo INMETRO e PROCEL para o uso em projetos de substituição de chuveiros elétricos, utilizam energia auxiliar (elétrica) para garantir o fornecimento de água quente quando não há sol. A potência média de aquecimento auxiliar apresentada na Tabela 4.4, deve ser incluída no cálculo dos resultados esperados, abatendo do montante de energia reduzida com a substituição do chuveiro elétrico.

Para o cálculo das metas é necessário usar um fator de correção que corresponda às diferenças climáticas de cada região do país (radiação e temperatura ambiente) que provocam perdas térmicas do sistema de aquecimento solar. O fator de correção (FC) para as principais cidades está apresentado na Tabela 4.5.

Tabela 4.4 – Potência média do aquecimento auxiliar por residência

Volume do Reservatório (l)	Potência Recomendada da Resistência (W)
100	350-400
150	550-600
200	700-800
300	1000-1100
400	1350-1450

Obs: Os valores foram concebidos para uma temperatura de armazenamento em torno de 40°C, 70% do volume sendo consumido em três horas consecutivas e 25% do volume já armazenado quente, isto é, a posição do termostato permite a manutenção de 25% do volume aquecido. Podem ser introduzidos gerenciadores de forma que a resistência elétrica seja impedida de ser acionada nos horários de ponta devendo, neste caso, ser retrabalhada a relação de potência e posição de termostato.

Fonte: MPEE/ANEEL (2005).

Tabela 4.5 – Fator de Correção e Potência Média Auxiliar por Residência.

Condições :	
Temperatura Armazenamento :40°C	
Volume Armazenado = Volume Consumido	
CIDADE	FC
Aracaju	0,84
Belém	0,65
Belo Horizonte	0,68
Brasília	0,70
Campo Grande	0,73
Natal	0,81
Cuiabá	0,74
Curitiba	0,49
Florianópolis	0,55
Fortaleza	0,82
Goiânia	0,78
João Pessoa	0,76
Macapá	0,70
Maceió	0,80
Manaus	0,55
Porto Nacional	0,74
Porto Alegre	0,57
Porto Velho	0,60
Recife	0,77
Ribeirão Preto	0,69
Rio de Janeiro	0,60
Salvador	0,70
São Luís	0,73
São Paulo	0,50
Teresina	0,86
Vitória	0,65

Fonte: MPEE/ANEEL (2005).

4.4. CONCLUSÃO

O objetivo deste capítulo foi identificar a relação da regulação da indústria de energia com o uso do aquecimento de água com energia solar pela população de baixa renda no Brasil.

Para identificar a relação entre a regulação de indústria da energia e as utilizações da energia solar para o aquecimento de água, foram utilizadas as questões norteadoras: i) Qual

é a função da regulação da indústria de energia? ii) Qual a relação da regulação da indústria de energias comerciais com a energia solar térmica? iii) Qual a relação entre a apropriação da energia solar pela população de baixa renda e a regulação de indústria de energia no Brasil?

A função da regulação é preservar as relações do mercado. No caso da indústria de energia no Brasil, eletricidade e petróleo. As agências reguladoras, ANP e ANEEL, têm a função de preservação das relações do mercado e da competição explícita como solução para as indústrias reguladas. Não competem a essas agências, questões ligadas à promoção da cidadania e a redução das desigualdades sócio-econômicas.

Ora, a população de baixa renda, domiciliada em habitações populares, não tem condições de, com recursos próprios, adquirirem sistemas de aquecimento solar certificados pelo INMETRO. Nessas condições faz-se necessário que o Estado crie mecanismos para que essa população tenha acesso à tecnologia termo-solar.

A regulação da indústria de energia, especificamente da eficiência energética, faz uso da tecnologia solar térmica para resolver o problema das demandas dos chuveiros elétricos. O que é diferente de incentivar e educar a população para que ela perceba, na energia solar, uma forma de energia capaz de suprir a sua necessidade de água quente para banho fora de uma relação comercial de compra de energia.

O paradigma da eletricidade domina na hora de se avaliar a viabilidade de substituição de chuveiros elétricos. Mesmo sendo dever do Estado, como explicita a Lei 9.478 de 1997, promover o desenvolvimento, ampliar o mercado de trabalho, valorizar os recursos energéticos e identificar as soluções mais adequadas para o suprimento de energia nas diversas regiões do País, assim, como, promover a utilização de fontes alternativas de energia mediante o aproveitamento econômico dos insumos disponíveis e das tecnologias aplicáveis.

Tecnologicamente, a indústria de energia capturou a normalização dos

equipamentos termo-solares de modo que estes passaram a ser comparados diretamente com chuveiros elétricos. Na realidade são tecnologias diferentes com fins específicos, contudo, a utilização da energia solar pela população para o aquecimento de água tem forte característica de bem público, pela sua justa oposição aos energéticos comerciais.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho foi norteado pela indagação: como a regulação brasileira afeta o uso e a apropriação da energia solar térmica pelas populações de baixa renda domiciliadas em habitações populares? A resposta passou pela avaliação dos potenciais energéticos do país, pelo que é considerado fonte de energia primária e secundária, e pela discussão do modelo de desenvolvimento estabelecido.

Viu-se que energia solar, nos aspectos da física, é energia primária, dela derivam outras formas de energia inclusive a biomassa, a eólica e a hídrica. Porém, ela ainda é comumente referenciada como “energia alternativa”, provavelmente pelo paradigma da energia no mundo ter se desenvolvido em torno da eletricidade e dos combustíveis fósseis.

Verificou-se, ainda, que as indústrias da eletricidade e do petróleo são caracterizadas como indústrias de infra-estrutura econômica, base para o desenvolvimento industrial do país. Possuem custos afundados, fortes externalidades de rede e geralmente são organizadas em monopólios naturais com a necessidade da regulação do Estado; a regulação é a limitação da liberdade de escolha dos agentes econômicos para mitigar falhas de mercado. Os mercados falham basicamente na existência de assimetria de informações, diante da existência de externalidades e na presença de bens públicos.

Com as reformas dos anos de 1990, no Brasil, a energia deixou de ser entendida

como serviço público passando a ser caracterizada, ideologicamente, como mercadoria. Porém, a energia mesmo quando caracterizada como mercadoria tem nas necessidades de eficiência energética, nas questões ambientais e na universalização, aspectos de bem público de interesse público.

O bem público é uma falha de mercado por sua natural oposição ao bem privado, portanto não possibilita a rivalidade e nem a exclusão na sua apropriação. A energia solar quando é entendida como fonte de energia primária que pode ser utilizada pela sociedade – indivíduos e sua família – para atender diretamente necessidades energéticas específicas, a exemplo da cocção de alimentos e do aquecimento de água para o banho, tem fortes características de bem público. A utilização da radiação solar para estes fins, apropria os indivíduos de energia sem que se possa cobrar por ela.

A regulação da indústria da energia tem como função intrínseca preservar a indústria dos efeitos das falhas do mercado, inclusive dos efeitos do uso ostensivo da energia solar, quando esta, desloca os energéticos comerciais. A relação fica clara quando se percebe a função da regulação do mercado, cuidando da relação entre clientes e fornecedores. Diferente da relação entre cidadão e Estado.

Os usos da energia solar pela população, deslocam energéticos comerciais como eletricidade e gás, fato que afeta a receita das firmas que distribuem estes energéticos e a rentabilidade total da indústria, mas em contrapartida, tem importante função na política de eficiência energética do país.

A eficiência energética é um bem público pois beneficia indistintamente a toda a população, cabendo ao Estado a promoção de esforços para a conservação da energia. Entre os programas de conservação de energia promovidos pela ANEEL em cumprimento à Lei 9.991 de 2000, está a utilização dos recursos para eficiência energética composto por 0,5% da receita operacional das concessionárias de distribuição de energia elétrica, incluindo a

substituição de chuveiros elétricos.

A substituição de chuveiros elétricos por sistemas de aquecimento de água com energia solar está previsto no Manual do Programa de Eficiência Energética – MPPE/ANEEL (2002), onde regulamenta que os equipamentos utilizados nos programas de eficiência energética operados pelas concessionárias de energia elétrica obrigatoriamente devem ter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE. Em 2005, a nova edição do MPPE possibilitou, em casos especiais, a utilização de componentes de sistemas de aquecimentos solares de água sem o selo PROCEL, apenas para projetos de atendimento a comunidades de baixa renda.

A etiqueta – ENCE – é concedida pelo INMETRO a equipamentos e sistemas avaliados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem que avalia o desempenho dos equipamentos, durabilidade e eficiência energética. Entre os equipamentos etiquetados pelo Programa, estão os coletores solares planos e os reservatórios térmicos para sistemas de aquecimento térmico solar de água.

Os sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar foram incluídos no Programa Brasileiro de Etiquetagem em 1997 com a edição do RESP-001/SOL. O regulamento normaliza o processo de certificação da eficiência energética dos equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar, com base em ensaios técnicos específicos e normas técnicas.

As normas técnicas para o ensaio de eficiência dos aquecedores solar planos líquido e dos reservatórios térmicos no Brasil, são editadas pela ABNT, as normas técnicas NBR10185 e NBR10184, respectivamente, tratam do reservatório térmico e do coletor solar plano. Os coletores conjugados (coletor e reservatório juntos) são avaliadas por normas internas do GREEN Solar.

GREEN Solar - Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar

Térmica na PUC/Minas, é o laboratório creditado pelo INMETRO para realizar os ensaios e certificar os equipamentos de aquecimento solar no Brasil. O Laboratório é um dos responsáveis pela padronização dos ensaios de eficiência energética, durabilidade e resistência dos equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar no Brasil e conta com o apoio do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica da Eletrobrás – PROCEL, que promove a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica para eliminar os desperdícios e reduzir os custos e os investimentos setoriais. (PROCEL/ELETROBRAS, 2005).

O PROCEL certifica com selo de eficiência energética equipamentos eletrodomésticos considerados eficientes energeticamente do ponto de vista do consumo de eletricidade.

A padronização dos equipamentos de aquecimento de água com energia solar e a certificação pelo INMETRO e PROCEL, possibilitou a comparação direta, em termos energéticos (kWh), entre os equipamentos elétricos de aquecimento de água e os aquecedores solares. Assim, foi possível comparar a eficiência da substituição de um pelo outro dentro dos programas de eficiência energética da ANEEL, inclusive utilizando recursos públicos.

Os fabricantes de equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar que obtêm a etiqueta do INMETRO e o Selo PROCEL, são incluídos no mercado de substituição de chuveiros elétricos. A criação deste mercado é fruto do forte trabalho dos fabricantes de equipamentos, organizados em associação, para que o aquecimento solar passasse a ser reconhecido pelo Estado como alternativa energética viável.

A viabilidade da utilização do sol para o aquecimento de água é conhecida desde a década de 1970. A tecnologia é simples e os equipamentos podem ser manufaturados artesanalmente. Porém, o idealismo excessivo em torno da sua utilização, substituindo outras fontes de energia para fins diversos e o amadorismo dos primeiros anos do surgimento do

mercado, inclusive com o desconhecimento do real potencial da utilização da tecnologia e dos resultados alcançáveis, criaram uma imagem negativa da energia solar.

A regulamentação de normas técnicas para a avaliação da eficiência de equipamentos e sistemas de aquecimento de água com energia solar no Brasil foi uma conquista dos fabricantes organizados em associação como mecanismo de profissionalização do mercado e criação de barreiras à entrada de novas marcas e modelos.

A profissionalização e a normalização têm o aspecto positivo de se contrapor à imagem negativa que havia sido criada sobre a tecnologia nos anos de 1970 até meados de 1980. Mas também, blindou a entrada de novas soluções para a disseminação do uso da energia solar para o aquecimento de água para o banho.

A adoção de um padrão tecnológico para o uso da energia é uma forma de regulação que garante mercado para a tecnologia estabelecida, mas também impede o desenvolvimento do mercado para outras formas de utilização do potencial energético.

Quando os fabricantes dos sistemas de aquecimento solar de água assumem como padrão de avaliação de desempenho o mesmo que é reconhecido para a eficiência energética da indústria de energia elétrica, a indústria de equipamentos solares está sendo capturada tecnologicamente pela indústria de energia elétrica.

A captura da regulação tecnológica da indústria de aquecimento de água com energia solar pela indústria de eletricidade, criou um paradigma para a indústria de energia solar térmica que atinge a utilização desta energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares.

A população de baixa renda caracterizada por habitar em imóveis produtos de programas públicos diretos ou indiretos de habitação para a baixa renda, não tem recursos próprios para adquirir os sistemas de aquecimento de água com energia solar que são certificados pelo INMETRO e com o selo PROCEL, por estes equipamentos terem custos

elevados tanto de aquisição como de instalação, além dos custos de transação aumentados pela certificação. Assim, esta população só tem acesso aos equipamentos certificados quando são incluídos em programas públicos de eficiência energética (substituição de chuveiros elétricos) ou quando os imóveis são construídos com sistemas de aquecimento solar.

A regulação da tecnologia sobre o mercado de sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar estabelece que os recursos públicos só podem ser utilizados para aquisição de equipamentos certificados pelo INMETRO e PROCEL. Isso criou uma limitação da liberdade de utilização dos recursos públicos na difusão da tecnologia termo-solar fortalecendo as marcas certificadas, garantindo-lhes um mercado em expansão e criando barreiras à entrada de novos modelos e marcas neste mercado.

O mercado de sistemas de aquecimento de água com energia solar formou-se em torno da substituição do chuveiro elétrico. As normas técnicas da ABNT NBR10184 e NBR10185, ambas de 1988, são o marco regulatório inicial da tecnologia reforçado pelo regulamento técnico do INMETRO RESP /SOL de 1997 para a certificação e etiquetagem de equipamentos de aquecimento de água com energia solar. O regulamento do INMETRO é o marco regulatório do mercado, que incluindo ao mesmo tempo os equipamentos e sistemas de aquecimento solar nos programas de eficiência energética do país, também criou barreiras à entrada de novas marcas e fabricantes, restringindo o mercado para uma tecnologia específica.

A energia solar no Brasil representa um grande potencial energético, estudado e caracterizado por duas instituições reconhecidamente qualificadas: Universidade Federal de Pernambuco – UFPE (2000) e Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC (1998). A ANEEL publica, no Atlas de Energia, os quantitativos em kWh da energia solar que incide em cada região brasileira, sendo a radiação solar global diária - média anual típica entre $4.500\text{Wh/m}^2.\text{dia}$ a $6.100\text{Wh/m}^2.\text{dia}$.

A tecnologia de aquecimento de água para o banho é conhecida no Brasil desde a década de 1970. Existem no país, aproximadamente, 140 empresas que trabalham com a tecnologia de aquecimento de água para banho.

A demanda de água quente para o banho é perceptível entre todas as classes sociais e pode ser constatada pela posse de chuveiros elétricos em 67,6% dos lares brasileiros – média nacional - na região sul este percentual atinge 88,1%. Esses números demonstram a presença de chuveiros elétricos nas residências, porém, existe uma demanda reprimida por água quente constituída pela população que deseja dispor da água aquecida para o banho, em dadas ocasiões, mas não tem recursos nem tecnologia apropriada para atender a essa necessidade. Isso ocorre, principalmente, pelo custo do aquecimento da água com o chuveiro elétrico, proibitivo para a população enquadrada como de baixa renda pela regulação da indústria de energia elétrica.

Entre as famílias com renda de até 2 salários mínimos, em média, 22,8% da despesa com energia elétrica está comprometida com aquecimento de água. Em Sergipe, 77,59% da população domiciliada em habitações populares, construídas por programas do governo do Estado, declararam desejar água quente para o banho, se isso não implicasse em custos com energia. A interpretação destes números, junto com a variação do percentual de comprometimento das despesas com energia elétrica, leva a crer que existe demanda por água aquecida para o banho nas regiões nordeste, norte, e centro-oeste, entre a população, principalmente a de baixa renda, mas que não usa o chuveiro elétrico por não ter renda suficiente para comprar a eletricidade. Os projetos de eficiência energética que proporcionam substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares só passaram a olhar para essa população (baixa renda) a partir de 2006 com a edição do MPEE, em novembro de 2005. Até então não contemplava essa população.

Os programas de eficiência energética que fazem a substituição de chuveiros

elétricos estão limitados a substituir chuveiros dos consumidores de eletricidade não tendo a missão de apropriar a população de mais energia, e sim, de racionalizar o uso de quem já tem acesso a energia. Neste sentido, as concessionárias de distribuição de eletricidade podem fazer uso dos recursos dos programas de eficiência energética para gerenciar a demanda, inclusive com a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares onde lhes for conveniente.

A utilização do aquecimento solar de água pela população, incluindo a população de baixa renda, desloca a eletricidade e o gás, afeta a receita da indústria de energia, principalmente das distribuidoras. Contudo, a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares pode aliviar a necessidade de investimentos das companhias distribuidoras para atender à demanda concentrada provocada pelos chuveiros elétricos. Assim, a indústria da energia elétrica captura a regulação tecnológica da certificação de equipamentos termo-solares de aquecimento de água para banho, que assumiu o paradigma da eletricidade. Desta forma, a tecnologia termo-solar é usada pela indústria da eletricidade para deslocar demandas parciais de eletricidade quando estas colocam em risco o seu bom funcionamento impedindo, ainda, que o mercado de aquecedores solares de água se desenvolva deslocando a eletricidade deste uso específico.

A função da regulação do mercado de energia na apropriação da energia pela população de baixa renda domiciliada em habitações populares através do aquecimento de água com energia solar é proteger o mercado de energéticos comerciais dos efeitos da energia solar como bem público.

O aquecimento de água com energia solar para a população de baixa renda domiciliada em habitações populares é uma questão de cidadania e não de mercado.

O estudo realizado permitiu a ampliação da compreensão da complexidade da regulação da indústria da energia, do mercado de sistemas de aquecimento de água com energia solar e da relação imbricada entre energia, economia, sociedade, renda, qualidade de

vida e meio ambiente. Porém, é importante reforçar a percepção da energia do sol como energia primária utilizável diretamente pela população para fins específicos, e que esta utilização não necessariamente depende de uma relação de mercado regulado. Assim, é recomendada a realização de estudos sobre os aspectos da energia solar como bem público e de políticas para apropriar a população da energia solar fora das relações do mercado.

Tecnologicamente é sabido que a energia solar, além do aquecimento de água para o banho, pode ser usada diretamente para a cocção, resfriamento, conservação de alimentos e tratamento de água. Essas utilizações são conhecidas pela linguagem da ciência mas ainda não foram traduzidas para a linguagem do mercado com a criação de produtos que possam ser usados pela população.

6. BIBLIOGRAFIA

1. ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.184 - coletores solares planos para líquidos determinação do rendimento térmico*. ABNT. 1988
2. _____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.185 – Execução de instalações em sistema de energia solar que utilizem coletores solares planos para o aquecimento de água*. ABNT. 1992
3. _____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.185 - Reservatórios térmicos para líquidos destinados a sistemas de energia solar - determinação de desempenho térmico*. ABNT. 1988
4. ABRAVA. Associação Brasileira de Refrigeração e Ar Condicionado, Ventilação e Arquitetura. <http://www.abrava.com.br>
5. ABREU, Samuel Luna. *Utilização da energia solar em substituição a chuveiros elétricos*: In fontes não convencionais de energia: as tecnologias solar, eólica e de biomassa/ organização e edição: Organização Alexandre Albuquerque Montenegro.- 3.ed.rev.modificada e ampliada- Florianópolis: 2000. 208p.
6. ACHÃO, Carla da Costa Lopes e SCHAEFFER, Roberto. *Energia e renda no Brasil: um retrato do consumo no setor residencial*. In: Anais do X Congresso Brasileiro de Energia. Rio de Janeiro: X CBE 2004. 2403-2417p.
7. _____, Carla da Costa Lopes. *Análise da Estrutura de Consumo de Energia pelo Setor Residencial Brasileiro*. Tese-Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. 2003 103p.
8. ALBUQUERQUE, João Honorato, *Instituto jurídico da permissão no serviço público de energia elétrica*. In: CORREIA, James; et al. *A universalização do serviço de energia elétrica: aspectos jurídicos, tecnologia e socioeconômicos*. Salvador: Unifacs, 2002. 27 – 60 p.
9. ANDRADE, E. de C. *Externalidades* In: BIDERMAN,C.; ARVATE, P.(Org.). *Economia do setor público no Brasil*. Rio de Janeiro: Elsevierio, 2004. 16 – 33 p.
10. ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Altas de energia elétrica do Brasil*. Brasília, ANEEL: 2005. 243p. 2005. a.

11. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Manual de programa de eficiência energética* - MPEE. ANEEL. 2002 disponível em < www.aneel.gov.br> acessado em novembro de 2005.
12. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução normativa 485*, de 29 de agosto de 2002.
13. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução normativa 176*, de 28 de Novembro de 2005.
14. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Despachos Disponíveis* em www.aneel.gov.br acessados em 10 de outubro de 2005.
15. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Despachos Disponíveis* em www.aneel.gov.br acessados em 10 de outubro de 2006.
16. _____. Agência Nacional de Energia Elétrica. *Resolução normativa 492*, de 29 de agosto de 2002.
17. _____. *Manual de programa de eficiência energética* - MPEE. ANEEL. 2002 disponível em < www.aneel.gov.br> acessado em novembro de 2005.
18. ANP. Agência Nacional de Petróleo Gás Natural e Biombustáveis. <http://www.anp.gov.br>
19. ANUATTI NETO, Francisco. *Regulação dos Mercados*, In:Manual de economia. André Franco Montoro Filho, et al. Organizador: Diva Benevides, Marco Antonio Sandoval de Vasconcellos. São Paulo: Saraiva, 1998
20. ARAUJO, Lizardo de Diálogos da energia: reflexão sobre a ultima década, 1994-2004. Rio de Janeiro: 7Letras, 2005.
21. ARAÚJO, Paulo Mário Machado; MONTALVÃO FILHO, Jugurta, MENEZES, Milton; BRAZIL Osiris Asthon Vital. *Estudo da Viabilidade da Produção Local de Aquecedores Solar de Água Aplicado ao Consumo Doméstico em Habitações Populares*. Aracaju:FAP-SE, 2002.relatório de acadêmico de pesquisa.
22. B. L.Reis, *Geração de Energia Elétrica*, São Paulo: Zapt, 2000. 203 p.
23. BAJAY,Sergio Valdir .*Formulação de políticas públicas, planejamento e regulação de mercados de energia: as visões das administrações FHC e Lula e os desafios pendentes*. ComCiência 2004
24. BERMANN, Célio. *Energia no Brasil : para quê ? para quem?*São Paulo, Livraria da Física. 2002
25. BEZERRA, Arnaldo Moura. *Aplicações Práticas da Energia Solar: aquecedor de água, fogão solar, secador de frutos, destilador de água, silo secador de grãos*. Editora Nobel, São Paulo. 1990.
26. BRASIL, Instituto Nacional de Metrologia Normalização e Qualidade Industrial, programa brasileiro de etiquetagem Regulamento específico para uso da etiqueta nacional,de conservação de energia – ence Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água
27. _____. Lei 9.991 de 24 de junho de 2000
28. _____. Constituição Federal. 1998.
29. _____. Decreto 5.267 de 9 de dezembro de 2004

30. _____. Lei 10. 683 de 23 de maio de 2003
31. _____. Lei 10.438 de 26 de abril de 2002.
32. _____. Lei 10.847 de 15 de março de 2004.
33. _____. Lei 10.848 15 de março de 2004.
34. _____. Lei 11.079 de 13 de janeiro de 2005.
35. _____. Lei 8.884 de 11 de junho de 1994
36. _____. Lei 9.427 de 26 de dezembro de 1996
37. _____. Lei 9.478 de 6 de agosto de 1997
38. _____. Ministério de Minas e Energia. *Balanço Energético Nacional (BEN)*. Brasília: MME. 2005.
39. BRITO, J. *Cooperação interindutrial de redes de empresa* In. DAVID, K.; HASENCLEVER, L.(Org.) Economia industrial. Rio de Janeiro: Campus. 2002. p. 345-388.
40. CARVALHO, Marly Monteiro de, et al. *Gestão da qualidade: teoria e casos*.Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 355p.
41. COELHO, V. L. P. *A regulação como instrumento de fomento tecnológico*. UFBA/NEPOL. III congresso Brasileiro de Regulação. 2003
42. COHEN, Claude Adélia Moema Jeanne. *Padrões de consumo: desenvolvimento, meio-ambiente e energia no Brasil*. Tese de doutorado em ciências em planejamento energético submetida ao programas de pós-graduação de engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002
43. COLLE, Sérgio; PEREIRA, Enio Bueno. *Atlas de radiação solar do Brasil: In fontes não convencionais de energia: as tecnologias solar, eólica e de biomassa/ organização e edição: Organização Alexandre Albuquerque Montenegro.-3.ed.rev.modificada e ampliada- Florianópolis: 2000. 208p.*
44. COMETTA, Emilio. *Energia Solar Utilização e Empregos Práticos*. São Paulo: hemus, 1998. 165p.
45. COMMONER, Barry – *Energias Alternativas*. Editora Record, Rio de Janeiro. 1986.
46. COOPERS & LYBRAND. *Projeto de Reestruturação do Setor Elétrico Brasileiro Relatório RE-SEBo: Consolidado Etapa VII - Volume I: Sumário Executivo Dezembro de 1997*.
47. CORREIA, James, e SOUZA NETO, Aurélio. *Papel da regulação na difusão do aquecimento solar de água no Brasil*, Anais do II Congresso Brasileiro de Regulação e Serviços Públicos Concedidos. Salvador, 2001. disponível em CD.
48. _____, James; el. al. *A universalização do serviço de energia elétrica: aspectos jurídicos, tecnologia e socioeconômicos*. Salvador: Unifacs, 2002. 140p.
49. CRESEB - <http://www.cresesb.cepel.br>
50. DA SILVA, Ângela Cristina Moreira. *Análise condicionada da demanda de energia no setor residencial brasileiro*. Rio de Janeiro: UFRJ; COPPE, 2000
51. DALMAZO, Renato A. *A regulação como espaço da política pública*. III Congresso de Regulação de Serviço Público. 2003

52. DIAS, Cristina. *A energia que vem do sol*. In: Revista eletrônica Com Ciência, publica da em 10/12/2004 disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens>> acessada em 10/10/05
53. DUFFIE, John A. & Beckman, WILLIAM A. - Solar Engineering of Thermal Process. A Wiley-Interscience Publicaytion, Estados Unidos da América, 2 Edição.1991.
54. ELETROBRAS – <http://www.eletrabras.gov.br>
55. EPE. Empresa de Pesquisa Energética. <http://www.epe.gov.br>
56. FIANI, R. “*Teoria da regulação do Estado atual e perspectivas futuras*”, IE/UFRJ, 1998. 37p.
57. _____, R. *Teoria dos custos de Transação* In. DAVID, K.; HASENCLEVER, L.(Org.) Economia industrial. Rio de Janeiro: Campus. 2002. p. 267 - 286.
58. _____, R.; PINTO, H. Q .J. *Regulação econômica* In. DAVID, K.; HASENCLEVER, L.(Org.) Economia industrial. Rio de Janeiro: Campus. 2002. p. 515-543.
59. FILHO, H. M. S. *Aplicação da resolução 83/04 da ANEEL para o programa de universalização do serviço de energia elétrica na Bahia*. Artigo técnico - Revista Brasil Energia nº. 300, Novembro de 2005. 103-105pp.
60. FRANCO, José Raphael Bicas. *Aquecimento solar no contexto da crise energética*. In: Cadernos da fundação Luís Eduardo Magalhães. Energia:novos cenários:Universalização do acesso, uso racional e fontes alternativas para o futuro Salvador : FLEM, 2002. 208p. (Cadernos FLEM, 3)
61. FURTADO, Celso. Em busca de novo modelo: reflexões sobre a crise contemporânea. São Paulo: Paz e Terra. 2002. 101p.
62. _____, Celso. Longo amanhecer: reflexões sobre a formação do Brasil. São Paulo: Paz e Terra. 1999. 116p.
63. GELLER, H. S. *Revolução Energética: Políticas para um futuro Sustentável*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003. 299p.
64. GIAMBIANGI, Fabio; REIS, José Guilherme; URANI, André. Reformas no Brasil: balanço e agenda. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2004. 543p.
65. GOLDEMBERG, José. *Energia, Meio Ambiente & Desenvolvimento*.São Paulo: Eduspe. 2001.235p.
66. GONSALVES, Robson Ribeiro, et.al. *Economia aplicada: serie gestão empresarial*. Rio de Janeiro: Editora FGV. 2003. 156p.
67. GOSWAMI, D. Yogi, KREITH, Frank & KREIDER, Jan F. - Principles of Solar Engineering. Taylor & Francis, Philadelphia, 2 Edição. 1999.
68. GREEN /SOLAR - <http://bhzgreensrv02.green.pucminas.br>
69. HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, H., L. *Capitalismo natural: criando a próxima revolução industrial*. São Paulo: Cultrix, 1999. 358p.
70. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. <http://www.ibge.gov.br>
71. _____.Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estudos e pesquisas A série Estudos e pesquisas está subdividida em: Informação Demográfica e Socioeconômica,

- Informação Econômica, Informação Geográfica e Documentação e Disseminação de Informações. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: IBGE. 2005 . Acessado em 21 de agosto de 2005
72. _____. *Síntese de Indicadores Sociais 2000*, Departamento de Populações e indicadores sociais. Rio de Janeiro: IBGE. 2001 369p. (estudos e pesquisa. Informações demográficas e socioeconômicas).
 73. INMETRO. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. <http://inmetro.gov.br>
 74. _____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial. Programa Brasileiro de Etiquetagem: referências de etiquetagem - Resp/006-SOL - sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água regulamento específico para uso da ENCE – 1997. Disponível em <www.inmetro.gov.br> acessado em 07/10/11/2005
 75. JANNUZZI, Gilberto De Martino. *A conservação e uso eficiente de energia no Brasil*. In: Revista eletrônica Com Ciência, publica da em 06/12/2004 disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens>> acessada em 10/10/05.
 76. _____, Gilberto De Martino. *Políticas públicas para eficiência energética e energia renovável no novo contexto de mercado: uma análise da experiência recente dos USA e Brasil*. Campinas, SP: Autores Associados, 2000. 116p.
 77. KON, A. *Economia industrial*. São Paulo: Nobel, 1999. 212p.
 78. KOTLER, Philip; ARMSTRONG, Gary. *Princípios de marketing*. Rio de Janeiro: PHB, 1998, 527p.
 79. LABSOLA. Carta do Altas de irradiação solar do Brasil. disponível em <<http://www.labsolar.ufsc.br>> acessado em 10/12/2001
 80. LEITE, Antonio Dias. *A energia do Brasil*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997, 528p.
 81. LEVENSPIEL, Octave. *Tesomodinâmica amistosa para engenheiros*. EDGARD BLÜCHER: São Paulo, 2002. p323
 82. LOSEKANN, L. e GUTIERRZ, M. *Diferenciação de produtos* In: Economia industria – fundamentos teóricos e práticos no Brasil. Organização Kupfer, D. e Hasenclever, L. Rio de Janeiro. Campos: 2002. 640p.
 83. LUCINDA, C. R.; BARRIONUEVO, A. F. *Teoria da regulação* In: BIDERMAN, C.; ARVATE, P. (Org.). Economia do setor público no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevierio, 2004. p.46 – 71.
 84. LUTZ, Wolfgang F. *Reformas del sector energético, desafíos regulatorios y desarrollo sustentable en Europa y América Latina*. Proyecto CEPAL/Comisión Europea "Promoción del uso eficiente de la energía en América Latina". Santiago de Chile: Naciones Unidas, 2001.
 85. MACIEL, Cláudio S. e VILLELA, Annibal V. *A Regulação do Setor de Infra-Estrutura Econômica: uma comparação internacional*. TEXTO PARA DISCUSSÃO NO 684. Brasília, IPEA: 1999
 86. MARTIN, Jean-Marie. *A economia mundial de energia*. São Paulo: UNESP. 1992. 135p.

87. MARTINS, Maria Paula de Souza. *Inovação tecnológica e eficiência energética*. Instituto de Economia UFRJ, MBA em Energia Elétrica. monografia de Pós Graduação. Orientadora: Prof^a. Carmen Alves. Outubro de 1999.
88. MESQUITA, Lúcio César Souza. *Programa atual da utilização de aquecimento solar*: In fontes não convencionais de energia: as tecnologias solar, eólica e de biomassa/ organização e edição: Organização Alexandre Albuquerque Montenegro.- 3.ed.rev.modificada e ampliada- Florianópolis: 2000. 208p.
89. MME. Ministério de Minas e Energia. <http://www.mme.gov.br>
90. NOVA, Antonio Carlos Boa. *Energia e classes sociais no Brasil*. São Paulo: Loiola, 1985, 247p.
91. OLIVEIRA, Adilson de. et al. *Pobreza Energética: complexo do caju*. Instituto de Economia/Universidade Federal do Rio de Janeiro (IE/UFRJ): Rio de Janeiro. 2005
92. ORTIZ, A. R.; FERREIRA, S. F. *O papel do governo na preservação do meio ambiente* In: BIDERMAN,C.; ARVATE, P.(Org.). Economia do setor público no Brasil. Rio de Janeiro: Elsevierio, 2004. p.34 – 46.
93. PEDROSA, Paulo Jerônimo Bandeira de Mello. *Desafios da regulação do setor elétrico, modicidade tarifária e atração de investimentos*. Brasília : ANEEL, 2005.17 p. (Textos para discussão ; 1)
94. PEREIRA, Elizabeth Marques et.al. *Energia solar térmica* In: TOMASQUI, Mauricio Tiomno et.al. Fontes renováveis de energia no Brasil. Rio de Janeiro: Interciência – Cenergia, 2003. 239-280pp.
95. PINDYCK, S.R. e RUBINFELD, L.D. *Microeconômica*. Quarta edição. São Paulo. MAKRON Bookes: 1999. 791p.
96. PINHEIRO, Armando Castelar. *Regulatory reform in brazilian infrastructure: where do we stand?*. Rio de Janeiro, IPEA:2003 (Texto para discussão 964).
97. PIRES, J. C. L., GOLDSTEIN, A. *Reestruturação competitiva e regulação nos setores de energia elétrica e de telecomunicações*. Rio de Janeiro: Instituto de Economia, UFRJ, 1999a (Tese de Doutorado).
98. _____, José Claudio Linhares. *Reestruturação do setor elétrico brasileiro*. Rio de Janeiro:BNDS/PNUD: 2000.
99. _____, José Claudio Linhares. *O Processo de Reformas do Setor Elétrico Brasileiro*. Revista do BNDS, Rio de Janeiro, V. 6, N. 12, P. 137-168, DEZ. 1999.
100. POLITO, Rodrigo, Pouca renda muitos problemas: subsídios destinados aos consumidores de baixa poder aquisitivo em sempre beneficia quem de fato precisa dele. Revista Brasil Energia 299 de outubro de 2005. paginas 106 a 108.
101. PORTER, M. E. *Competição On Competition: estratégias competitivas essenciais*. Rio de Janeiro: Campos. 1999. 515p.
102. _____, M. E. *Estratégia Competitiva: Técnicas para análise de indústrias e da concorrência*. Rio de Janeiro: Campus, 1986.
103. _____,M. E. *Vantagem competitiva: criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campos. 1989. 512p.

104. PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. http://www.eletronbras.com.br/EM_Programas_Procel
105. RAMOS, Maria Olívia Souza - *Évaluation de la nouvelle politique industrielle et de sa mise en oeuvre au sein du secteur électrique brésilien*. Tese de doutorado apresentada à Universidade de Paris XIII, Paris, fevereiro de 2006.
106. REIS, L.B., et al. *Energia Elétrica para o Desenvolvimento Sustentável*. São Paulo: Edusp. 2000.284p.
107. RIANE, F. *Economia do Setor Público: uma abordagem introdutória*. São Paulo: Atlas.2002.
108. SACHS, Ignacy org. *Capacitação para tomada de decisões na área de energia*. Vol. I. Editora Finep/UNESCO, Montevideo. 1996.
109. SAIDEL. M. A., et al. *Conservação de energia In: Energia e desenvolvimento sustentável*. São Paulo: Edusp, 2000.
110. SALAMA, P. e DESTREMAU, B. *O tamanho da pobreza. Economia política da distribuição de renda*. Garamond Universitária, 2001.
111. SALGADO, Lucia Helena. *Agências regulatórias na experiência brasileira: um panorama do atual desenho institucional*. IPEA.Rio de Janeiro, 2003. 52p. (texto para discussão 941)
112. SANTOS, E.M. et.al. *Gás natural: estratégia para energia nova do Brasil*. São Paulo: Annableu. 2002. p.352.
113. SANTOS, Milton. *Planejando o subdesenvolvimento e a pobreza (1978)*. In: SANTOS, Milton. *Economia espacial: críticas e alternativas*.São Paulo:Edusp. 2003. 13-39p.
114. _____, Milton. *Teoria e Sociedade: Entrevista*.São Paulo:Edusp. 2002.
115. SCHAEFFER, Roberto; et al. *Energia e pobreza: problemas de desenvolvimento energético e grupos sociais marginais em áreas rurais e urbanas do Brasil*. CEPAL – Nações Unidas: Santiago de Chile, 2003
116. SEN, Amartya Kumar. *Desenvolvimento com liberdade*. São Paulo: Companhia das Letras, 2000, 409 p.
117. SILVA, Ennio Peres da. *Fontes renováveis de energia para o desenvolvimento sustentável* In: Revista eletrônica Com Ciência, publica da em 10/12/2004 disponível em <<http://www.comciencia.br/reportagens>> acessada em 10/10/05
118. SILVA, L. E.*Formação de preço em mercados de energia elétrica*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 2001. p. 183.
119. SOUSA, Fernando Antonio Santos de. *O significado histórico da vila Jorge pimenta no Recife : uma interpretação do ambiente construído habitado*. Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Artes e Comunicação, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Mestrado em desenvolvimento urbano regional. Recife: Março de 2000, 111p.
120. SOUZA, A. W. Albino de. *Fundamentos da teoria de energia solar e de seu uso*. Belo Horizonte: FBDE, 1994, 226p.
121. STEPHENS, Deborah. *Diário de negócios de Maslow*. Rio de Janeiro: Qaulitimark. 2003. 333p.

122. STIGLER, G. *The theory of economic regulation*. The Bell Journal of Economics and Management Science, v. 2, n. 1, p. 1-21, Spring 1971.
123. T. M. Tomasquim; R. Oliveira; A. F. Campos. *Empresas do setor elétrico brasileiro: estratégias e performances*. Rio de Janeiro: CENERGIA, 2002. p. 211.
124. TANURE, José Eduardo Pinheiro Santos. *Análise comparativa de empresas de distribuição para o estabelecimento de metas de desempenho para indicadores de continuidade do serviço de distribuição*. Dissertação de Mestrado. ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA DE ITAJUBÁ: Itajubá. 2000
125. TANURE, José Eduardo Pinheiro Santos. Modlo institucional do setor de energia no Brasil. Salvador: Unifacs. 2004 (material não Publicado)
126. TOMASQUIM, T. M.; OLIVEIRA, R.; CAMPOS, A. F. *Empresas do setor elétrico brasileiro: estratégias e performances*. Rio de Janeiro: CENERGIA, 2002. p. 211.
127. TURRINI, Enrico. *O caminho do Sol: uso da energia solar*. Petrópolis: VOZES, 1993, 241p.
128. VITAL BRAZIL, Osiris Ashton. *The market of heating water with solar energy for popular domestic home consumption in sergipe*. Rio de Janeiro: RIO5, 2005
129. WOELZ, Augustin T. e CONTINI, José Ângelo. *Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC :Consumo de Energia Renovável em Aquecimento de Água Uma Contribuição ao Desenvolvimento Sustentável*. Sunpower Engenharia, Centro Incubador de Empresas tecnológicas www.sunpoer.com.br (29 de setembro de 2000).
130. WORLD ENERGY ASSESSMENT (2000). *Energy and the challenge of Sustainability*. New York: UNDP.