





# Um Banho de Sol para o • Brasil



O que os aquecedores solares  
podem fazer pelo meio ambiente  
e a sociedade





Copyright © 2005 by Vitae Civilis - Instituto para o  
Desenvolvimento, Meio Ambiente e Paz

É proibida a reprodução total ou parcial desta obra por  
quaisquer meios sem a autorização expressa, prévia e por  
escrito do Vitae Civilis

*Preparação e edição de textos*  
Délcio Rodrigues & Roberto Matajs

*Revisão*  
Ana Lúcia Horn, Giuliana Castorino  
e Gemima Cabral Born

*Capa*  
Helena Santos,  
a partir da ilustração de Roberto Galian

*Projeto gráfico*  
Fernanda Matajs

*Apoio ao projeto*  
Blue Moon Fund

*Apoio Institucional*  
Fundação Ford



**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Rodrigues, Délcio

Um banho de sol para o Brasil : o que os aquecedores solares podem  
fazer pelo meio ambiente e sociedade / Délcio Rodrigues e Roberto Matajs.  
-- São Lourenço da Serra, SP : Vitae Civilis, 2005.

ISBN 85-99722-01-8  
Bibliografia.

1. Aquecimento solar 2. Coletores solares 3. Desenvolvimento  
sustentável 4. Energia termossolar 5. Fontes energéticas renováveis  
6. Meio ambiente I. Matajs, Roberto. II. Título.

05-1513

CDD-621.472

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Aquecedores solares : Tecnologia termossolar :  
Aspectos socioambientais 621.472



Vitae Civilis - Instituto para o Desenvolvimento, Meio Ambiente e Paz  
Caixa Postal 1908 - São Lourenço da Serra - SP - Brasil - 06890-970  
[www.vitae civilis.org.br](http://www.vitae civilis.org.br)  
e-mail: [vcivilis@vitae civilis.org.br](mailto:vcivilis@vitae civilis.org.br)

Délcio Rodrigues e Roberto Matajs

# Um Banho de Sol para o • Brasil




O que os aquecedores solares  
podem fazer pelo meio ambiente  
e a sociedade

Realização:



Apoio:





Vitae Civilis - Instituto para o Desenvolvimento,  
Meio Ambiente e Paz  
Caixa Postal 1908 – São Lourenço da Serra – SP – Brasil  
06890-970

[www.vitaecivilis.org.br](http://www.vitaecivilis.org.br)  
e-mail: [vcivilis@vitaecivilis.org.br](mailto:vcivilis@vitaecivilis.org.br)

*Conselho Deliberativo*  
Percival Maricato - presidente  
Júlio Wainer  
Neide Y. Takaoka  
Francisco Luiz Rodrigues

*Coordenação Executiva*  
Rubens Harry Born

*Gerente Institucional*  
Cristina Orphêo

*Gerente de Programas e Projetos*  
Gemima C. Cabral Born

*Coordenação do Projeto*  
Décio Rodrigues

*Equipe de Execução do Projeto*  
Décio Rodrigues  
Roberto Matajs

*Equipe de Apoio à Execução*  
Mark Lutes  
Rubens Harry Born  
Simone Silva Jardim  
Edmilson Soares  
Dênio Lupinacci  
Angela Bonavita  
Silvana Macedo  
Marcos Matos  
Lucimeiry Santos

*Vídeo:*  
*Um banho de sol para o Brasil*  
Altermídea Produções

*Parcerias*  
Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado,  
Ventilação e Aquecimento - ABRAVA

*Apoio*  
Blue Moon Fund

*Apoio Institucional*  
Fundação Ford



*Um banho de Sol para o Brasil é parte integrante do projeto "Mudando o curso do uso doméstico de energia: ações para a promoção do mercado de coletores solares e de políticas públicas pela energia sustentável", desenvolvido por Délcio Rodrigues e Roberto Matajs para o Instituto Vitae Civilis com financiamento do Blue Moon Fund.*







O **Instituto Vitae Civilis** é uma organização não-governamental sem fins lucrativos que, desde sua criação em 1989, tem trabalhado pela construção de uma sociedade sustentável. Sua missão é catalisar, mobilizar e mediar processos sociais, além de agir diretamente neles, lutando pela melhoria da qualidade de vida com respeito pela diversidade cultural e biológica. Como sua base, o Vitae Civilis acredita nos sistemas democráticos para o gerenciamento dos interesses humanos.

No seu **Programa para a Cidadania e Sustentabilidade no Contexto da Globalização**, o Vitae Civilis busca contribuir com transparência e efetividade para a formulação e a gestão democrática de políticas públicas para o desenvolvimento sustentável, do nível local para o global, e vice-versa.

Conseqüentemente, o Instituto tem participado dos processos que levaram aos acordos internacionais relacionados com mudanças climáticas, biodiversidade, Agenda 21 e Carta da Terra, disseminando informação e contribuindo para a capacitação de muitas outras organizações da sociedade civil.

O Vitae Civilis é membro de vários movimentos sociais e de redes de ONGs e monitora organizações multilaterais, como a ONU e o Banco Mundial; coordenou a delegação do Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais em Meio Ambiente e Desenvolvimento (FBOMS), as conferências da ONU: Rio-92 e Rio+10/WSSD (Cúpulas do Rio e de Johannesburg); é membro fundador de várias redes nacionais e internacionais e membro do Conselho Internacional do Climate Action Network (CAN), do GT Clima Brasil do FBOMS e do GT Agenda 21, entre outros.

([www.vitaecivilis.org.br](http://www.vitaecivilis.org.br))

O **Blue Moon Fund** é uma fundação sem fins lucrativos devotada à elevação da condição humana pelo mapeamento da rede de conexões entre o consumo humano, o mundo natural e o avanço econômico. Seu fundo apóia abordagens práticas que combinam inovações culturais, tecnológicas, econômicas e ambientais para a melhoria da qualidade da vida humana. Procurando maneiras de melhorar comunidades rurais e urbanas, o fundo está particularmente preocupado com a interface entre os *habitats* humanos, as mudanças climáticas e a biodiversidade.

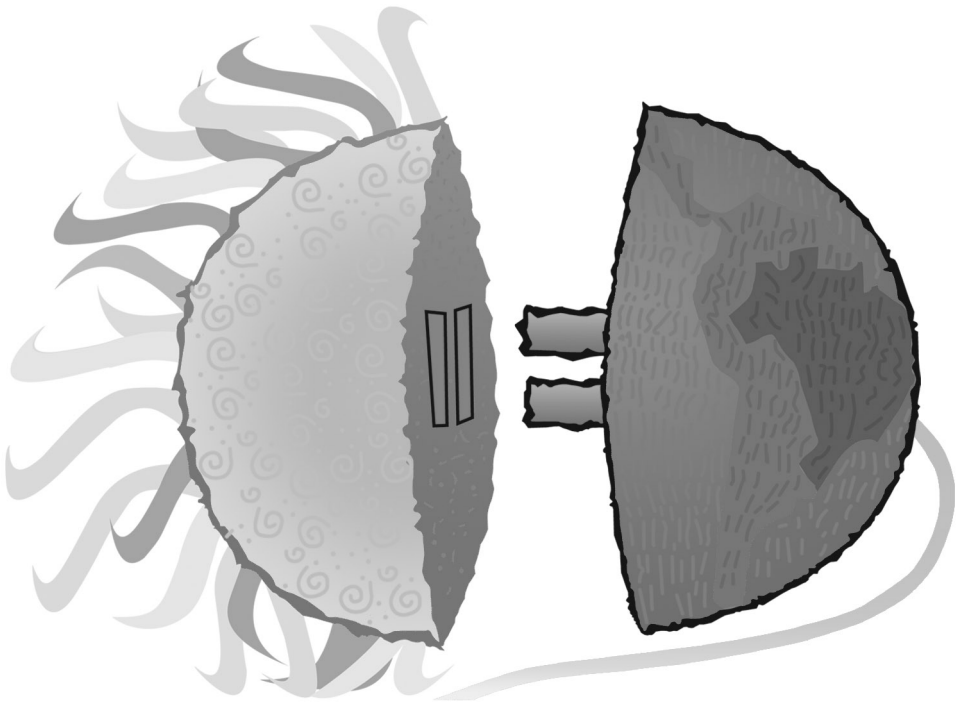
([www.bluemoonfund.org](http://www.bluemoonfund.org))



**Vitae Civilis**

Instituto para o Desenvolvimento, Meio Ambiente e Paz  
Praça 10 de Agosto, 51  
06890-000 - São Lourenço da Serra - São Paulo - Brasil  
Caixa Postal: 1908  
06890-970 - São Lourenço da Serra - São Paulo - Brasil  
Tel.: +55(11) 4686 1814 ou 4686 1851  
Fax: +55(11) 4686 1965  
E-mail: [vcivilis@vitaecivilis.org.br](mailto:vcivilis@vitaecivilis.org.br)  
Internet: [www.vitaecivilis.org.br](http://www.vitaecivilis.org.br)







## SUMÁRIO

<b>PREFÁCIO</b>	<b>13</b>
<b>APRESENTAÇÃO</b>	<b>15</b>
<b>SUMÁRIO EXECUTIVO</b>	<b>19</b>
Barreiras encontradas	21
Oportunidades legais	25
Conclusões	26
<b>1. O MERCADO TERMOSSOLAR E A REDUÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ENERGIA ELÉTRICA</b>	<b>29</b>
1.1. Mercado nacional	29
1.2. Mercado internacional	42
<b>2. BARREIRAS ENFRENTADAS PELA TECNOLOGIA TERMOSSOLAR</b>	<b>45</b>
2.1. Alto custo inicial de instalação dos aquecedores solares	47
2.2. Prevalência do uso de chuveiros elétricos	52
2.3. Códigos de obras municipais pouco amigáveis ao termossolar	55
2.4. Dificuldades para obtenção de financiamento para instalação de coletores solares	65
2.5. Impossibilidade do uso do kW evitado como ferramenta de planejamento e gestão no modelo do setor elétrico	70
2.6. Falta de cultura tecnológica e dificuldades inerentes à tecnologia	82
<b>3. OPORTUNIDADES PARA A DIFUSÃO DA TECNOLOGIA TERMOSSOLAR</b>	<b>89</b>
3.1. Geração de certificados de redução de carbono (CREs)	89
3.2. Normatização	96
3.3. Oportunidades legais	101
<b>4. CONCLUSÕES</b>	<b>107</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>113</b>






## PREFÁCIO

O Cresesb (Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito) mais uma vez tem o prazer de oferecer ao público brasileiro uma publicação com o objetivo de auxiliar no desenvolvimento de energias renováveis em nosso país.

Desta vez trata-se da publicação de um levantamento levado a termo pelo Instituto Vitae Civilis sobre desafios a serem vencidos para o aproveitamento pleno da energia solar térmica no Brasil. Foram entrevistados representantes de diversas instituições, empresas, universidades, especialistas, autoridades públicas, ou seja, pessoas com conhecimento e poder de decisão sobre os rumos desta importante utilização da energia solar.

Identificar obstáculos e formas para superá-los é um passo importante para o desenvolvimento de qualquer tecnologia. Encontrá-los numa única publicação facilita e estimula o debate para a tomada de decisões que possam alavancar o desenvolvimento do aquecimento solar.


As recomendações contidas nesta publicação não representam necessariamente a opinião do Cresesb, mas acreditamos que o amplo espectro de sugestões aqui apresentadas possam ser uma importante fonte de informações para os responsáveis, em diferentes níveis, pelo in-



centivo ao uso de energias alternativas. Estimular o debate, em busca de consenso para a adoção de medidas viáveis para os diversos segmentos da sociedade, é um de nossos objetivos ao publicar este trabalho.

As oportunidades existem e aguardam medidas que acelerem seu aproveitamento. O Brasil já tem uma tecnologia de energia solar para aquecimento bem desenvolvida e competitiva. É nosso desejo que seu uso seja acelerado e que os benefícios econômicos, ambientais e sociais desta tecnologia possam cada vez mais ocupar o lugar de destaque no panorama energético brasileiro.

O Cresesb parabeniza os autores e colaboradores deste estudo.







## APRESENTAÇÃO

Para investigar as barreiras ao desenvolvimento do mercado de aquecedores solares no Brasil, e para desenhar e implementar alternativas de superação destas barreiras, o Instituto Vitae Civilis, com financiamento do Blue Moon Fund (BMF), desenvolveu ao longo do ano de 2004 as primeiras duas fases do projeto "Mudando o curso do uso doméstico de energia: ações para a promoção do mercado de coletores solares e de políticas públicas pela energia sustentável".

A motivação para o desenvolvimento do projeto partiu das seguintes constatações: (1) que o uso de chuveiros elétricos e aquecedores de acumulação elétricos representa cerca de 8% do consumo brasileiro de energia elétrica, sendo os chuveiros elétricos responsáveis por 18% da demanda de pico do sistema; (2) que a geração de energia para suprir esse consumo tem sido feita principalmente por meio de empreendimentos hidrelétricos que pressionam fortemente a biodiversidade e o mundo natural, além de deslocar grandes contingentes populacionais, e que a expansão do sistema de geração tem sido pensada em termos de investimentos em mais projetos hidrelétricos




de grande porte e em termelétricas a gás – e a carvão mineral –, que aumentarão as emissões de carbono para a atmosfera, contribuindo para as mudanças climáticas, além de aumentar a poluição e a incidência de doenças conseqüentes, e (3) que a tecnologia de coletores solares não consegue “decolar” no país, apesar de apresentar amplas vantagens ambientais, econômicas e sociais.



A partir dessas constatações, o Vitae Civilis buscou, nas duas primeiras fases deste projeto, (1) identificar os entraves financeiros, tecnológicos, burocráticos, institucionais e de capacitação existentes na sociedade brasileira para a penetração da tecnologia termossolar, a partir do ponto de vista dos diferentes atores envolvidos, por meio de entrevistas dirigidas e em profundidade, e debates com grupos de discussão setorial, e (2) definir estratégias de promoção da tecnologia termossolar no mercado de serviços de aquecimento de água dos setores residencial e comercial em conjunto com esses atores. Numa terceira fase, que se iniciou em 2005, o Vitae Civilis colaborará na implementação dessas estratégias. Os atores envolvidos na pesquisa são fabricantes de equipamentos termossolares, financiadores da habitação e do consumo, agentes reguladores, distribuidores de energia elétrica e pesquisadores.

Na primeira fase, o Vitae Civilis identificou as barreiras para a difusão em larga escala da tecnologia termossolar e as possibilidades de superação desses obstáculos. Para isso, foram levantadas hipóteses de trabalho sobre essas barreiras, identificados os atores institucionais relevantes e buscadas as opiniões de pessoas que pudessem caracterizar a visão dessas instituições, por meio de entrevistas



abertas realizadas em profundidade. Na segunda fase, e com base na sistematização da pesquisa e no diálogo com esses atores, o Vitae Civilis buscou construir participativamente estratégias de superação das barreiras à tecnologia.

Este livro reúne análises desenvolvidas a partir de entrevistas, estudo de casos e diálogos com os diferentes atores no decorrer do ano de 2004, além de informações e estudos pessoais dos autores. As recomendações sugeridas constituem elementos para a construção de estratégias de ações e de incentivos para a criação de um mercado sustentado para a tecnologia termossolar, considerando as amplas vantagens socioambientais da utilização dessa tecnologia.







## SUMÁRIO EXECUTIVO

O Brasil tem um enorme potencial de aproveitamento da energia solar: praticamente todas as suas regiões recebem mais de 2.200 horas de insolação, com um potencial equivalente a 15 trilhões de MWh, correspondentes a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade. Mesmo assim a infra-estrutura para aquecimento de água na maioria das residências brasileiras é baseada nos chuveiros elétricos, equipamentos de baixo custo inicial, mas de grande consumo de energia elétrica ao longo de sua vida útil, que geram importantes demandas de capital para o setor elétrico, além de altos custos ambientais e sociais. Os chuveiros elétricos e os aquecedores de acumulação consomem 8% de toda a eletricidade produzida no país e são responsáveis por 18% do pico de demanda do sistema elétrico.

Vários países, com níveis de insolação menores que o Brasil, fazem uso intensivo da energia solar por meio de sistemas de aquecimento, que são uma alternativa excelente aos chuveiros elétricos para prover a água aquecida nas habitações, no comércio, nos serviços e no lazer, e



têm muito a contribuir para a mitigação dos impactos socioambientais do setor elétrico. A tecnologia termossolar apresenta amplas vantagens ambientais, econômicas e sociais. Por substituir hidroeletricidade e combustíveis fósseis, cada instalação termossolar reduz de uma vez e para sempre o dano ambiental associado às fontes de energia convencionais: não produz emissões de gases tóxicos que contribuem para a poluição urbana, não afeta o clima global por não emitir gases estufa à atmosfera e não deixa lixo radiativo como uma herança perigosa para as gerações futuras. A tecnologia apresenta benefícios sociais como a redução da conta de energia elétrica e a geração de um grande número de empregos por unidade de energia, além da possibilidade de comercialização de certificados de redução de emissões de carbono.



Entretanto, a tecnologia termossolar não consegue competir com os chuveiros elétricos no fornecimento de água quente: em 2002, a área instalada per capita de coletores solares no país era de 1,2 m<sup>2</sup>/100 habitantes, consideravelmente menor que aquela instalada em Israel (67,1 m<sup>2</sup>/100 habitantes), Áustria (17,5 m<sup>2</sup>/100 habitantes) e China (3,2 m<sup>2</sup>/100 habitantes), por exemplo. Para alcançar a média de área instalada de coletores solares dos países filiados à Agência Internacional de Energia (IEA), a área instalada no Brasil, que hoje é pouco maior que dois milhões de m<sup>2</sup>, deveria ser de 7 milhões de m<sup>2</sup>. Para atingir os valores apresentados por Israel e Grécia, países recordistas do uso desta tecnologia, o mercado potencial brasileiro seria de entre 35 e 167 milhões de m<sup>2</sup> de coletores.



O país está longe de desenvolver um mercado desta proporção: a produção brasileira de coletores termossolares cresceu de menos de 50 mil m<sup>2</sup>, em 1985, até o pico de pouco menos de 500 mil m<sup>2</sup> em 2001, ano da crise de oferta de energia elétrica. Já no ano seguinte, e com o afastamento da possibilidade de racionamento de eletricidade, a produção caiu para pouco mais de 300 mil m<sup>2</sup> por ano.

Neste trabalho foram tomadas como hipóteses de trabalho sete barreiras ao desenvolvimento pleno do mercado termossolar no Brasil, que foram exploradas por meio de entrevistas com mais de 30 atores chave, permitindo conclusões que podem direcionar uma política pública para a criação de mercado de aquecedores solares no Brasil. As principais barreiras consideradas foram:

**1ª barreira – alto custo inicial:** apesar do custo inicial de instalação de aquecedores termossolares no Brasil ter caído consistentemente nos últimos 20 anos, período no qual passou de US\$ 500/m<sup>2</sup> para algo em torno de US\$ 100/m<sup>2</sup>, seu valor continua alto se comparado ao preço da principal tecnologia concorrente, os chuveiros elétricos. Esta afirmação pode ser verificada pelo tempo de retorno do investimento em coletores termossolares na substituição de chuveiros elétricos, que varia entre 2 a 12 anos, dependendo das condições de insolação da região, do dimensionamento do sistema termossolar e do valor da tarifa de energia paga pelo consumidor. As possibilidades de redução dos custos da tecnologia termossolar apontadas nas entrevistas, além do aumento da escala de produção, foram a substituição de materiais e os ganhos de produtividade por economia de escala.



**2ª barreira - competição com os chuveiros elétricos:** os chuveiros elétricos estão presentes em 67% das residências brasileiras, sendo que nas regiões Sul e Sudeste estão em quase 100% destas. A grande difusão dos chuveiros elétricos está fortemente ligada aos modestos custos de aquisição, acompanhados da disponibilidade em grande parte das edificações da infra-estrutura hidráulica e elétrica necessária à sua instalação e da ausência de regulamentação para seu uso. A investigação mostrou reação contrária à imposição de limites à potência dos equipamentos em função do clima de cada região, assim como fortes e também contrárias reações à imposição de restrições à instalação do equipamento em residências de maior padrão socioeconômico. O uso do chuveiro elétrico como complemento a aquecedores termossolares, em geral foi elogiado como solução simples, barata e inteligente, mas foram apontadas limitações ao seu emprego que o colocam como opção somente para alguns nichos de mercado.

**3ª barreira – códigos de obra municipais não amigáveis ao termossolar:** ao não exigirem a instalação ou a preparação para instalação de coletores solares na construção e em reformas de edificações residenciais e comerciais, os códigos de obra municipais não encorajam os futuros moradores a instalar aquecedores termossolares e estes acabam optando por chuveiros elétricos ou aquecedores de passagem a gás ou elétricos. As entrevistas demonstraram que a revisão dos códigos de obra municipais pode ser uma importante política pública para a promoção da tecnologia termossolar, como mostram os casos de Israel e das cidades de Berlim e Barce-






lona. Para a maioria dos entrevistados é de fundamental importância introduzir a obrigação de colocação de tubulação de água quente, e até mesmo de coletores solares, nos códigos de obra municipais para a difusão da tecnologia termossolar, já que estas alterações seriam indutoras de crescimento sustentado do mercado, de geração de empregos na construção civil, nas indústrias de equipamentos, no comércio e nos serviços de instalação.



**4ª barreira – problemas com financiamento:** as altas taxas de juros praticadas no país e a inexistência de linhas de financiamento específicas difundidas e desburocratizadas foram apontadas como uma das mais importantes barreiras à penetração da tecnologia termossolar. As vantagens da tecnologia – como a possível redução da inadimplência de tomadores de baixa renda propiciada pela redução das contas de energia elétrica mensais – e suas necessidades são desconsideradas por grande parte dos agentes financiadores.

**5ª barreira – falta de capacitação profissional:** a não difusão plena da tecnologia termossolar gera barreiras na medida em que muitos construtores consideram-na cara ou de difícil manuseio, arquitetos não estabeleceram repertório de possibilidades estéticas de incorporação de coletores e acumuladores nos projetos, projetistas têm dificuldade de acesso à informação sobre insolação e outros parâmetros técnicos necessários. Muitas vezes construções populares não são projetadas com telhados e lajes que permitam a instalação correta de aquecedores termossolares. Para superar estas barreiras, os entrevistados citaram a necessidade de incluir no currí-





culo de cursos superiores de engenharia civil e arquitetura conteúdos relativos à conservação de energia, arquitetura bioclimática e tecnologia termossolar. Nos cursos técnicos voltados à formação de mestres de obras e encanadores da construção civil, vendedores, instaladores e projetistas para o comércio e serviços, foi sugerida a inclusão de conteúdos relativos ao dimensionamento e instalação de circuitos hidráulicos aplicados à tecnologia termossolar.




**6ª barreira – desinteresse do setor elétrico:** com a desverticalização das empresas elétricas, ocorrida no Brasil a partir de 1995 quando da desregulamentação e privatização do setor, as atividades de geração, transmissão e distribuição de eletricidade foram organizadas em empresas separadas. Neste contexto, as empresas de distribuição de eletricidade não têm motivação econômica relevante para a implementação de programas de conservação ou substituição de tecnologias de uso final de energia, que em última instância implicam perda de faturamento. No entanto, algumas distribuidoras de energia elétrica estão instalando coletores termossolares em habitações de baixa renda para explorar vantagens secundárias potenciais, como a possível diminuição da inadimplência e do pagamento de impostos sobre a energia fornecida e não recebida de consumidores de baixa renda, a melhoria da qualidade de serviço em regiões sobrecarregadas, a melhoria da imagem das empresas através de investimento em projetos de caráter socioambiental e o deslocamento de carga do pico de demanda. Vários entrevistados destacaram a obrigação de aplicação de 1% da receita operacional das empresas do



setor elétrico em ações de combate ao desperdício de energia e em pesquisa e desenvolvimento tecnológico como uma ferramenta do marco regulatório do setor elétrico que permitiria impulsionar a tecnologia termossolar.

**7ª barreira – ausência ou inadequação normativa:** o estabelecimento em 1997 da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para coletores solares, do INMETRO foi um marco de mudança de qualidade dos equipamentos termossolares no mercado brasileiro. A ENCE permite que os consumidores tenham informação sobre a qualidade dos equipamentos, algo que vai além do objetivo inicial do programa de etiquetagem, que tem o objetivo expresso “informar o desempenho térmico de sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água”. Normas para a instalação dos equipamentos foram apontadas como um importante passo a ser dado.

Os resultados das entrevistas e o confronto dos dados demonstram que interessa à sociedade brasileira desenvolver um grande mercado para aquecedores termossolares dadas as vantagens socioambientais da tecnologia, advindas do deslocamento da hidroeletricidade na matriz energética, da geração de empregos qualificados e na redução de recursos para investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. No entanto, os custos iniciais de instalação, relativamente altos, e a ausência de crédito a juros baixos para financiamento desta instalação, aliados à disponibilidade da alternativa de baixo custo inicial e amplamente disponível representada pelos chuveiros elétricos, inibem fortemente a difusão da tecnologia termossolar.



Os entrevistados apresentaram de modo geral a visão de que, no contexto atual de preços e financiamentos, a expansão do mercado pode ser induzida por:

1. alterações nos códigos de obra municipais que obriguem a instalação ou a pré-instalação de sistemas termossolares em novas construções e reformas de porte;
2. aplicação em termossolar de parte dos recursos provenientes da obrigação das empresas do setor elétrico de investir 1% de seu faturamento em P&D e em programas de conservação de energia;
3. desburocratização e divulgação maciça das linhas de financiamento específicas existentes;
4. criação de mecanismos de incentivo à utilização da tecnologia termossolar nos financiamentos à casa própria e a habitações populares, e
5. comercialização de Certificados de Redução de Emissões de Carbono.

Foi praticamente consensual que com o possível aumento de escala de produção de sistemas termossolares induzido pelas medidas citadas, o preço ao consumidor da tecnologia tende a cair, retro-alimentando positivamente o processo de crescimento do mercado. Nestas condições, foi apontada a necessidade da ampliação da normatização e da criação de programas de capacitação para que problemas de construção e instalação não abor-



tem um possível ímpeto de mercado. Como provável consequência da substituição pelo aquecedor termossolar, a participação do chuveiro elétrico no aquecimento de água residencial e comercial deve cair, mas o equipamento pode vir a ser utilizado ainda como complemento ao aquecimento termossolar em setores sociais de baixa renda.







# 1

## O MERCADO TERMOSSOLAR E A REDUÇÃO DOS IMPACTOS SOCIOAMBIENTAIS DA ENERGIA ELÉTRICA

### 1.1. Mercado nacional

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) realizou em 1988 uma pesquisa de posse de eletrodomésticos e hábitos de consumo, que contribuiu para o entendimento da importância do principal equipamento concorrente dos aquecedores solares, o chuveiro elétrico. O objetivo da pesquisa, que abrangeu todo o país e o dividiu por região e concessionária, foi determinar a participação dos principais eletrodomésticos no consumo e na curva de carga do setor residencial. Para permitir várias possibilidades de análise, a pesquisa agrupou os eletrodomésticos conforme a sua categoria de uso. O Quadro 1 apresenta as categorias de uso adotadas e sua participação no consumo de eletricidade no setor residencial, para a região Sudeste, no ano de 1988. Pode-se concluir que o aquecimento de água foi um dos grupos que mais consumiu energia elétrica.

**Quadro 1. Uso final de eletricidade no setor residencial – região sudeste, 1988<sup>1</sup>**

<b>Categoria de uso</b>	<b>Participação (%)</b>
Refrigeração/Climatização	41,6
Aquecimento de água	33,0
Lazer	14,4
Limpeza/Serviços auxiliares	7,5
Cocção/Auxiliar alimentação	2,8
Uso pessoal	0,5

Os equipamentos utilizados para aquecimento de água possuem diferentes graus de difusão em função da região, entretanto, pode-se verificar no Quadro 2 que o chuveiro elétrico era o equipamento mais utilizado na região Sudeste à época da pesquisa.

**Quadro 2. Difusão dos equipamentos de aquecimento de água – região Sudeste, 1988<sup>2</sup>**

<b>Equipamento</b>	<b>Domicílios</b>	<b>%</b>
Chuveiro elétrico	9.230.040	83,5
Aquecedor de Acum. elétrico	127.907	1,1
Aquecedor de Pass. elétrico	85.461	0,7
Outros	1.813.590	14,7
<b>Total</b>	<b>11.051.630</b>	

O chuveiro elétrico apresentava, e provavelmente continua apresentando, um grau de difusão elevado quando comparado aos demais equipamentos. Esse alto grau de difusão repercute diretamente no consumo de energia elétrica da região Sudeste, devido à grande concentração populacional desta. O Quadro 3 mostra a participação do chuveiro elétrico no consumo de energia elétrica de cada região.

**Quadro 3. Consumo de energia do chuveiro elétrico por região, 1998<sup>3</sup>**

Regiões	Consumo (GWh/dia)	%
Sudeste	14,2	65
Sul	5,0	23
Centro-Oeste	1,3	6
Noroeste	0,8	4
Norte	0,4	2
<b>Total</b>	<b>21,7</b>	

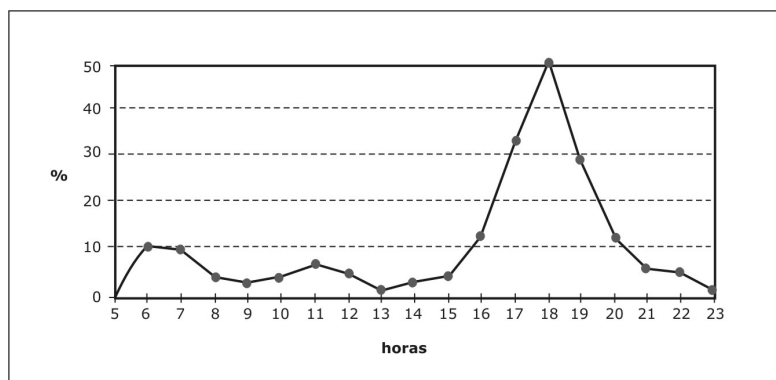
Pode-se observar que, juntas, as regiões Sul e Sudeste representavam aproximadamente 90% do total de energia elétrica consumida no aquecimento de água em chuveiros elétricos.

A utilização do chuveiro elétrico acontece durante todo o dia, mas concentra-se no período entre 18 e 19 horas. Esse intervalo de uma hora coincide com o período de ponta do sistema elétrico do setor residencial. Dados da pesquisa do Procel<sup>4</sup> de 1988 indicam que nesse período, em 50% das residências, pelo menos uma pessoa está com o chu-

veiro elétrico ligado. No gráfico apresentado na Figura 1, observa-se a participação porcentual do chuveiro elétrico ao longo de um dia útil na região Sudeste, na época da pesquisa.

Estima-se que hoje o uso de chuveiros elétricos e aquecedores de acumulação elétricos representa cerca de 8% do consumo brasileiro de energia elétrica e é responsável por 18% da demanda de pico do sistema.

**Figura 1. Uso do chuveiro elétrico ao longo do dia nas residências - região Sudeste, 1988**



Para suprir toda a demanda do sistema elétrico nacional a matriz energética eleva anualmente sua capacidade.

Atualmente as hidrelétricas são responsáveis por mais de 82% da capacidade de geração de eletricidade instalada no Brasil, sendo o restante de termelétricas convencionais (15,1%), basicamente a combustíveis fósseis, com pequena contribuição de biomassa e termonucleares.

**Quadro 4. Capacidade instalada de geração de eletricidade – Brasil 2005<sup>5</sup>**

<b>Tecnologia</b>	<b>10<sup>3</sup> MW</b>
Hidrelétricas (c/PCH)	70,5
Termelétricas	16,7
Nuclear	2,0
Eólica	0,028
Biomassa	3,1
Total	92,3
Importação	6,7

O novo modelo para o setor elétrico brasileiro, aprovado pelo Congresso Nacional no ano de 2004, prevê que a fonte hídrica deve prevalecer majoritária na geração de eletricidade, apesar da participação crescente prevista para fontes térmicas, principalmente a partir do gás natural. Nas palavras do documento que apresenta o modelo: *“a geração hidrelétrica é atualmente a fonte mais competitiva; logo, deverá predominar na expansão de menor custo”*<sup>6</sup>.

Claro que num contexto como esse preocupam os impactos socioambientais da hidroeletricidade. Um documento assinado por centenas de ONGs brasileiras e internacionais, e encaminhado em junho de 2004 à Conferência Internacional Pelas Energias Renováveis, sintetiza os impactos sociais das grandes hidroelétricas na visão da sociedade civil organizada. Citando a Comissão Mundial de Barragens, o documento afirma que *“as grandes barragens são responsáveis pelo desalojamento de 40 a 80 milhões de pessoas (no mundo), com muitos dos deslo-*



*cados recebendo nenhuma ou inadequada compensação. Milhões de pessoas têm também perdido suas terras e modos de vida e têm sofrido por causa dos efeitos à jusante e de outros impactos indiretos das grandes barragens*<sup>7</sup>. O documento também alerta para os impactos ambientais das grandes hidroelétricas, por estas serem emissoras de gases estufa, já que *"a decomposição da matéria orgânica nos reservatórios das hidrelétricas causa a emissão de metano e gás carbônico"*, e por serem *"um importante fator no rápido declínio da biodiversidade fluvial no mundo todo"*<sup>8</sup>. O mesmo documento alerta para a possível alteração hidrológica motivada pelas mudanças climáticas globais causadas pelo aquecimento global, que ao alterar o regime de chuvas pode implicar redução notável da geração hidroelétrica.

A tecnologia termossolar é uma alternativa factível e competitiva para substituir parte da eletricidade usada no aquecimento de água nos setores residencial, comercial, industrial e de serviços e, conseqüentemente, de minorar a preocupação ambiental relativa à geração de energia elétrica. Por substituir hidroeletricidade e combustíveis fósseis, cada instalação de aquecedores solares reduz de uma vez e para sempre o dano ambiental associado a essas fontes convencionais, não produz emissões de gases tóxicos, que contribuem para a poluição urbana, e não deixa lixo radiativo como uma herança perigosa para as gerações futuras.

O uso de aquecedores solares também não afeta o clima global por não emitir gases estufa para a atmosfera. Por não emitirem gases estufa durante sua operação e por deslocarem a hidroeletricidade e os combustíveis fósseis majoritários na matriz energética brasileira, os aquecedores solares são candidatos à obtenção de recursos do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) do Protocolo de Quioto, que promove o uso de fontes

renováveis de energia, fornecendo recursos como contrapartida a reduções de emissão de gases estufa, o que pode vir a ser um impulso adicional à penetração dessa tecnologia no mercado brasileiro.


Além das vantagens ambientais, a tecnologia termossolar apresenta aspectos positivos no âmbito social advindos da modularidade de suas aplicações, da descentralização da sua produção, com a possibilidade de ser desenvolvida por pequenas e médias empresas, e de geração de mais empregos por unidade de energia transformada.

O Quadro 5 mostra o número de postos de trabalho estimados na instalação, operação e na manutenção de equipamentos de geração de fontes de energia distintas.



**Quadro 5. Postos de trabalho gerados por diferentes fontes de energia<sup>9</sup>**

<b>Fonte</b>	<b>Postos de trabalho anuais por Terawatt-hora</b>
Nuclear	75
PCHs	120
Gás natural	250
Hidroeletricidade	250
Petróleo	260
Petróleo offshore	265
Carvão	370
Lenha	733 - 1 067
Eólica	918 - 2 400
Álcool	3 711 - 5 392
Solar (fotovoltaica)	29 580 - 107 000

Um banho de Sol para o Brasil **35**



Claramente muitas das chamadas novas fontes renováveis (solar, eólica, biomassa moderna) geram mais postos de trabalho por unidade de energia produzida que as fontes convencionais, normalmente produzidas em larga escala e em usinas que demandam grandes concentrações de capital. Segundo os autores do estudo, a explicação para a grande geração de empregos na energia fotovoltaica é esta ser usualmente gerada em pequenos módulos de 100 watts, de maneira que a geração de 1 TWh requer tipicamente 10 milhões de módulos que precisam ser instalados e mantidos<sup>10</sup>.



A tecnologia termossolar segue a mesma lógica da fotovoltaica, sendo de se esperar que gere números semelhantes de postos de trabalho. Dados do Departamento de Energia Solar da Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava) mostram que a produção anual de 1 milhão de m<sup>2</sup> de coletores no Brasil gera aproximadamente 30 mil empregos diretos, sendo 8 mil na indústria, inclusive em micro e pequenas indústrias de produtos agregados e afins, 14 mil na instalação, 4 mil no comércio e mais 4 mil técnicos de nível médio.



Para aproveitar esse potencial, o país precisaria desenvolver um grande mercado para aquecedores solares, mercado que está diretamente relacionado com a área de coletores solares a serem instalados nos diferentes setores residenciais, comerciais, industriais e em segmentos rurais da agricultura e da pecuária, que em algum momento utilizam a água aquecida. O mapeamento dos usos finais que requerem água aquecida nos diferentes setores e segmentos pode servir como base para um levantamento prévio do mercado solar térmico. O Quadro 6 apresenta os principais usos finais da água quente em cada setor. Nele se pode observar que em todos os setores existem aplicações para o aquecimento de água que poderiam ser feitas com facilidade por meio da utilização de aquecedores solares.

**Quadro 6. Setores da economia e usos finais de água aquecida**

Setor	Usos finais
Residencial	Água para banho, pias e aquecimento de piscinas
Comercial	Aquecimento de água para banho de funcionários
Industrial	Aquecimento de água para banho de funcionários Preaquecimento no processo de produção de bens
Serviços e lazer	Aquecimento de piscinas
Rural	Aquecimento de água para trato de animais



Para chegar a resultados que permitam estimar a área de coletores necessária para atender aos usos finais desses setores é necessário fazer algumas considerações com base em cenários de mercado. No setor residencial, a utilização dos aquecedores solares é possível em banhos, pia e piscinas, apresentando grande potencial de mercado para aquecedores solares. O setor comercial se caracteriza pela venda de produtos sem grande manipulação nos estabelecimentos; assim, mesmo admitindo a possibilidade de aquecimento de água para higiene de funcionários, a área de coletores a ser potencialmente instalada não é significativa. Já o setor industrial pode apresentar, em alguns de seus subsetores – como o de alimentos e bebidas – grande potencial de aplicação para calor de processo e higiene de funcionários. Finalmente, o setor de serviços e lazer, que abrange, por exemplo, hotéis, motéis e clubes, pode também apresentar um grande mercado para os aquecedores solares.

Uma estimativa grosseira do potencial do mercado brasileiro para aquecedores solares pode ser conseguida com base em indicadores internacionais. Segundo o Programa de Aquecimento e Refrigeração Solar da Agência Internacional de Energia (IEA)<sup>12</sup>, Israel, Grécia e Chipre são os países de maior penetração da tecnologia termossolar para aquecimento de água. Israel tem cerca de 0,67 m<sup>2</sup> de coletores por habitante e a Grécia 0,2 m<sup>2</sup> por habitante. Ainda segundo a IEA, a média atual desse indicador para os países filiados à agência é de 0,04 m<sup>2</sup> por habitante. Para alcançar a média dos países afiliados à IEA, a área instalada no Brasil deveria ser de 7 milhões de m<sup>2</sup>, e para atingir os valores apresentados por Israel e Grécia o mercado potencial brasileiro teria de estar entre 35 e 167 milhões de m<sup>2</sup> de coletores.

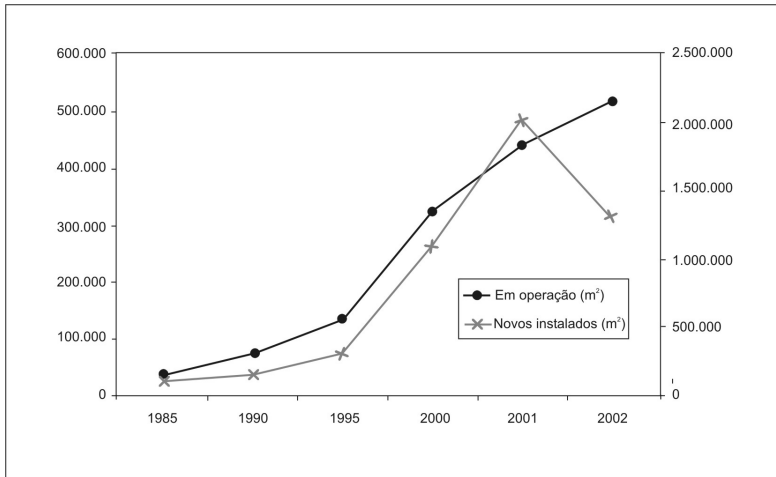
**Quadro 7. Área de coletores por habitante em países selecionados<sup>12</sup>**

<b>País</b>	<b>m<sup>2</sup>/100 habitantes</b>
Israel	67,1
Áustria	17,5
Japão	7,9
Alemanha	5,1
China	3,2
Brasil	1,2
EUA	0,1

A área instalada hoje é bem menor do que os valores estimados para o potencial do mercado brasileiro. Em 2002, a área total instalada de coletores solares no Brasil era de 2,1 milhões de m<sup>2</sup> (ver Figura 3), ainda muito abaixo dos valores indicados acima, o que sugere que um grande crescimento do número de instalações de aquecedores solares pode ser esperado no futuro<sup>13</sup>.

Para suprir essa demanda potencial por aquecedores solares, a produção brasileira teria de crescer significativamente. Esta cresceu de menos de 50 mil m<sup>2</sup> em 1985 até o pico de pouco menos de 500 mil m<sup>2</sup> em 2001, ano da crise de oferta de energia elétrica, que ficou conhecida como “apagão”. Já no ano seguinte, e com o afastamento da possibilidade de racionamento de eletricidade, a produção caiu para pouco mais de 300 mil m<sup>2</sup> por ano<sup>14</sup>.

**Figura 3. Produção anual e instalação acumulada de coletores solares – Brasil<sup>15</sup>**





## 1.2. Mercado internacional

Segundo vários estudos conduzidos pela IEA e pela Comissão Européia, o mercado internacional para aquecedores solares é grande e apresenta tendência de crescimento, embora tenha comportamento bastante variado de país a país.

Essas variações são claramente mostradas por um estudo da *European Solar Thermal Industry Federation*<sup>16</sup>. Vários países apresentam grandes e crescentes mercados. A China, por exemplo, é o maior mercado de coletores solares do mundo, com 5,5 milhões de m<sup>2</sup> de coletores em 2001, a maioria com sistema de tubos de vácuo. Cerca de 75% dos sistemas são instalados em residências unifamiliares, 20% em edificações multifamiliares e 5% em edificações comerciais e industriais. Mais de 1 000 empresas fabricam e vendem aquecedores solares, sendo as 33 maiores responsáveis por 50 mil empregos diretos, com mais 100 mil empregos na comercialização, instalação e serviços pós-venda.

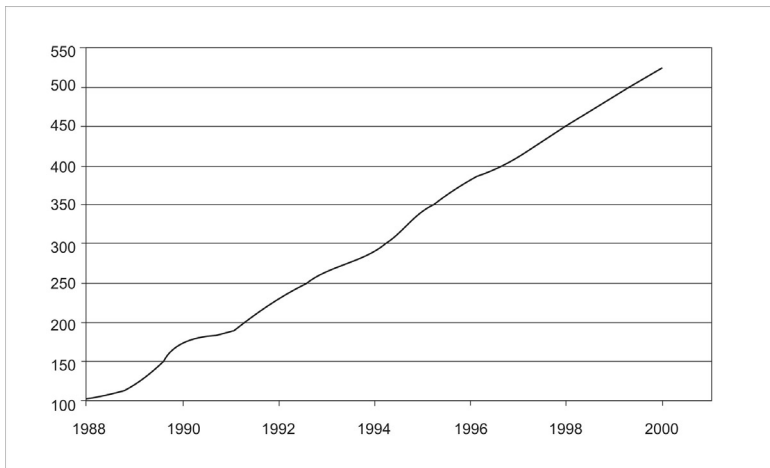
Em Israel, 80% das residências são equipadas com aquecedores solares, o que é em grande parte devido a uma legislação de já 20 anos que requer aquecedores solares no teto de cada nova construção acima de certa área.

Na Turquia, instalam-se anualmente perto de 630 mil m<sup>2</sup> de coletores, que são manufaturados localmente por cerca de 12 empresas de porte médio e um grande número de pequenas empresas e oficinas.

Na Índia, o mercado termossolar, com 50 mil m<sup>2</sup> instalados em 2001, ainda é pequeno se comparado ao tamanho do país, embora seja crescente, como mostra a Figura


4 a seguir, dada a promoção ativa do governo, que oferece baixas taxas de juro a consumidores domésticos e benefícios fiscais a consumidores comerciais e industriais.

**Figura 4. Área de coletores solares instalada na Índia (1 000 m<sup>2</sup>), 1988-2000<sup>17</sup>**



No Japão, o mercado entrou em declínio depois do fim dos subsídios oferecidos até 1997. Em 2001 foram instalados 314 mil m<sup>2</sup> de coletores, menos da metade do que foi vendido em meados dos anos 1990. Quinze por cento das habitações japonesas são equipadas com aquecedores solares.

O mesmo tipo de retração é observado na Austrália, onde o mercado cresceu rapidamente depois da primeira crise do petróleo de 1973, mas se retraiu posteriormente, sendo que a maioria dos 20 fabricantes ativos no final dos anos 1970 deixou o mercado. A área de coletores envidra-



çados em operação no país é estimada em 1,2 milhões de m<sup>2</sup>. O mercado para coletores não envidraçados para aquecimento de piscinas é maior, com uma superfície acumulada estimada em 2 milhões de m<sup>2</sup>.

Nos EUA o mercado é dominado por sistemas de baixa temperatura usados para aquecimento de piscinas, cerca de 900 mil m<sup>2</sup> anuais. O mercado de coletores envidraçados é pequeno, cerca de 25 mil m<sup>2</sup> por ano.



## 2

### **BARREIRAS ENFRENTADAS PELA TECNOLOGIA TERMOSSOLAR**

Com a intenção de identificar as barreiras que impedem a difusão da tecnologia termossolar foram levantadas hipóteses de trabalho sobre essas barreiras, identificados os atores institucionais relevantes e buscadas pessoas que pudessem caracterizar a visão dessas instituições, às quais foram aplicadas entrevistas abertas realizadas em profundidade. Foram entrevistados representantes da associação dos fabricantes do setor – Abrava (Associação Brasileira de Ventilação e Ar Condicionado) – e dos fabricantes Heliotek, Unipac e Soletrol; dos Bancos Real Amro Bank, Caixa Econômica Federal e Banco do Brasil; da Câmara Municipal da cidade de São Paulo; da Câmara Federal dos Deputados; da FEM-Unicamp (Faculdade de Engenharia Mecânica Universidade de Campinas), da Faculdade de Arquitetura, da Escola Politécnica e do Instituto de Eletrotécnica e Energia da USP, da Universidade Federal de Santa Catarina; do Cresesb/Cepel (Centro de Pesquisa em Energia Elétrica); da AES Eletropaulo e da Light Rio; das ONGs Iclei (*International Council for Local Environmental Initiatives*), Idec (Instituto de Defesa do Consumidor), Sociedade do Sol e Ibam (Instituto Brasileiro de Administração Municipal); dos ministérios do Meio Ambiente

Um banho de Sol para o Brasil **45**

e de Minas e Energia; da Secretaria de Energia do Estado de São Paulo; do Senai (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial); e de alguns consultores empresariais.

Abaixo se analisam os conceitos envolvidos em torno de algumas categorias de barreiras tomadas como hipóteses de trabalho para o desenvolvimento do questionário aplicado na primeira fase do projeto, bem como o resultado das entrevistas, são eles:

- 2.1. Alto custo inicial de instalação dos aquecedores solares;
- 2.2. Prevalência do uso de chuveiros elétricos;
- 2.3. Códigos de obras municipais pouco amigáveis ao termossolar;
- 2.4. Dificuldades para obtenção de financiamento para instalação de coletores solares;
- 2.5. Impossibilidade do uso do kW evitado como ferramenta de planejamento e gestão no modelo do setor elétrico;
- 2.6. Falta de cultura tecnológica e dificuldades inerentes à tecnologia.



## 2.1. Alto custo inicial de instalação dos aquecedores solares

O custo inicial de instalação de coletores solares para aquecimento de água no Brasil caiu consistentemente nos últimos 20 anos, período no qual passou de US\$ 500/m<sup>2</sup> para algo em torno de US\$ 100/m<sup>2</sup>, mas seu valor continua alto se comparado ao preço da principal tecnologia concorrente, os chuveiros elétricos<sup>18</sup>. Sem dúvida, para a difusão da tecnologia termossolar em larga escala esse custo terá de cair mais, o que só poderá ser atingido se fabricantes, agentes financiadores, institutos de pesquisa e outros atores do setor encontrarem um ambiente propício para investir no desenvolvimento de alternativas tecnológicas e gerenciais de produção, comercialização e instalação capazes de ter impacto efetivo no custo final para o consumidor.

Para a criação desse ambiente, o desenvolvimento de um mercado crescente e maduro para a fonte renovável tem papel fundamental. Num artigo sobre a evolução dos preços pagos ao produtor de etanol no Brasil, José Goldemberg discute a importância de criar um mercado para uma fonte de energia renovável para que, na prática de um processo de aprendizado por parte dos atores do mercado, desenvolvam-se mecanismos gerenciais, novas tecnologias, redes de interação entre outros, que resultem na queda de preços ao consumidor em função do volume acumulado de produção, relação conhecida por "curva de aprendizado" (*learning curve*)<sup>19</sup>. O autor mostra que em 20 anos a partir do início do Pró-álcool, enquanto a produção do combustível renovável crescia mais de três vezes, seus preços caíram em mais de 30%.

Para explorar esse assunto, foram formuladas as seguintes questões:



- ***Qual a tendência de evolução do custo de instalação de coletores solares?***
- ***Quais fatores devem contribuir para essa tendência?***
- ***Tem conhecimento de programas que visem a redução desse custo? Quais?***
- ***Qual é a importância do fomento à pesquisa para reforçar essa tendência?***
- ***Qual é a importância de ações de fomento e incentivo ao mercado para reforçar essa tendência?***
- ***Existe papel para a regulação na ampliação desse mercado?***

A análise dos resultados das entrevistas realizadas permite observar que a percepção sobre a evolução futura dos custos da tecnologia termossolar é variada e, aparentemente, diferenciada em função da posição profissional do entrevistado. Assim, aqueles relacionados ao modo tradicional de fabricação de aquecedores solares no país – coletores planos fabricados com materiais como cobre, vidro e alumínio – acreditam que os custos de produção dificilmente terão uma redução e podem até apresentar aumentos futuros em função da tendência que identificam de aumento nos custos das matérias-primas – embora o preço internacional do cobre tenha caído significativamente ao longo da última década, e os preços do alumínio tenham apresentado pequeno aumento no mesmo período<sup>20</sup>. Outros, que trabalham com processos de produção mais automatizados e com materiais como termoplásticos, ou ainda aqueles que atuam na academia ou em órgãos governamentais e reguladores, vêem tendência de redução dos custos.



### **Aquecedores solares produzidos no Brasil**

*O funcionamento da maioria dos aquecedores solares fabricados no Brasil tem como fluido de trabalho a própria água, e são compostos por dois itens básicos: a placa coletora solar e o reservatório térmico (boiler).*

*Na sua maioria, os coletores são construídos da seguinte forma: a placa de vidro superior provoca o efeito estufa no interior do coletor, permitindo a entrada de energia solar na forma luminosa e impedindo a saída dessa energia na forma de radiação infravermelha. Além disso, a placa de vidro impede que água de chuva, poeira etc. entrem no coletor. As paredes da serpentina de cobre absorvem a energia solar e a transferem na forma de calor para a água que circula em seu interior. A chapa de alumínio enegrecida que envolve a serpentina auxilia no aquecimento do coletor. Além disso, usa-se poliuretano expandido ou lã de vidro como isolantes térmicos do coletor. Os materiais podem variar de fabricante a fabricante, sendo muitas vezes utilizadas alternativas como o galvalume e termoplásticos.*

*O boiler serve para armazenar água quente para consumo. Em geral os boilers possuem resistências elétricas para aquecimento da água em dias em que não há luz solar suficiente. Comandada por um termostato, ela liga e desliga de acordo com a temperatura da água. Em dias com grande luminosidade, a água quente fica armazenada por várias horas sem que a resistência precise ser acionada.*

*A água de alimentação do sistema entra no boiler, segue para as placas coletoras, onde é aquecida, e retorna ao boiler, ficando armazenada até o seu consumo. Existem dois processos para a circulação de água dentro do sistema: natural (termossifão) ou forçada. No sistema termossifão, a circulação é provocada pela diferença de densidade entre a água fria e a quente. A água fria, mais densa acaba empurrando a água quente que é menos densa realizando a circulação. A vantagem desse processo é dispensar energia elétrica para a movimentação da água. Para o efeito termossifão funcionar, é necessário que as placas estejam mais baixas que a base do boiler. No caso da circulação forçada, uma microbomba elétrica instalada no circuito é responsável pela circulação. Esse tipo de instalação consome eletricidade e demanda alguma manutenção.*

*Também se encontram no mercado brasileiro coletores solares de baixa temperatura para aquecimento de piscinas, manufaturados em polipropileno e EPDM, um polímero sintético com proteção anti-UV ultravioleta.*



De modo geral, as possibilidades apontadas de redução dos custos da tecnologia foram a substituição de materiais e os ganhos de produtividade por economia de escala. Foram citadas possibilidades de redução de custos por meio do desenvolvimento de novos projetos e de novos processos de produção.

A pesquisa sobre novos materiais também foi apontada quase que unanimemente como necessária à redução de custos. Entre os materiais alternativos mais citados encontram-se o galvalume e os termoplásticos. O galvalume é um aço revestido com 80% de alumínio e 20% de zinco, três vezes mais resistente que o galvanizado tradicional, com 100% de zinco, e mais barato do que o alumínio, destinado principalmente a aplicações na construção civil sob intempéries<sup>21</sup>. A Companhia Siderúrgica Nacional colocou em operação em 2003 a primeira linha de produção do material no Brasil com investimentos de US\$ 325 milhões numa planta em Araucária, Paraná<sup>22</sup>.

Já os termoplásticos vêm sendo utilizados em alguns componentes de aquecedores solares – caso de vários fabricantes brasileiros – e na construção de todo o sistema, situação na qual propiciam forte automação de processos.

Foram lembrados alguns programas governamentais que contribuem para o desenvolvimento do mercado e para a pesquisa, entre eles o Prodeem, o Procel-Eletróbrás, o PBQPH – Programa Brasileiro de Produtividade no Habitat, do Ministério das Cidades e o Fundo CT-Energia do MCT, que apóia o desenvolvimento de tecnologias voltadas à energias renováveis, mas não foram formuladas propostas concretas para esses programas.





### **Coletores solares populares**

*Podem ser considerados coletores populares aqueles equipamentos que apresentam baixo custo em função dos materiais utilizados em sua produção e da simplificação dos processos de fabricação. Outra característica que é atribuída aos coletores populares é a complementação de temperatura para a água do banho ser feita por chuveiro elétrico de baixa potência ou por uso de um dimmer eletrônico interligado a um chuveiro elétrico de potência tradicional.*

*Em 1995, uma equipe de pesquisadores da UNICAMP desenvolveu um protótipo de um aquecedor de baixo custo, com fonte complementar de energia feita por um chuveiro elétrico de potência máxima de 2 kW, o que permitia que o chuveiro elétrico fosse utilizado no período de pico de demanda sem elevar drasticamente a curva de carga. Na época foram instalados 10 protótipos na região de Campinas, concessão da CPFL. Atualmente os testes com esses coletores não estão mais sendo feitos, existindo somente uma patente de invento registrada para esse modelo de coletor popular.*

*A partir de 2001 a Sociedade do Sol, uma ONG incubada no Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da USP (Cietec), desenvolveu um modelo de coletor popular que integra um sistema de aquecimento solar chamado ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo. O ASBC é montado em processo de autoconstrução, com base em manuais de montagem disponibilizados gratuitamente no site da ONG e utilizando peças plásticas encontradas em lojas de materiais de construção<sup>23</sup>. Esse aquecedor utiliza um dimmer eletrônico em série com o chuveiro elétrico, que fornece a energia complementar para aquecer a água do banho.*

*Algumas empresas também desenvolveram equipamentos que podem ser classificados como populares, considerando a fácil instalação e a utilização do chuveiro elétrico como fonte complementar de energia. Recentemente a empresa Soletrol lançou um chuveiro solar, em que o coletor acoplado a um boiler com capacidade de 125 litros fornece água para o chuveiro elétrico tradicional. Outro fabricante, a Unipac, desenvolveu o aquecedor Solarfort. Esse modelo também tem o coletor acoplado a um reservatório (de 110 litros) e necessita de um chuveiro elétrico para a complementação de temperatura da água do banho. Ambos os modelos em 2004 tinham valores finais instalados entre R\$ 1.000,00 e R\$ 1.500,00 e são encontrados em lojas de materiais de construção ou em revendedores especializados, sendo necessária a ajuda de um especialista de hidráulica para realizar sua instalação.*





## 2.2. Prevalência do uso de chuveiros elétricos

Segundo a Eletrobrás os chuveiros elétricos estão presentes em 67% das residências brasileiras, sendo que no Sul e no Sudeste estão em quase 100% destas. O equipamento é barato, varia de cerca de R\$ 20,00, para os mais simples e de menor potência (4,4 kW), até cerca de R\$ 350,00, para os de controle eletrônico e maior potência (8,2 kW)<sup>24</sup>. A grande difusão dos chuveiros elétricos está fortemente ligada a esses modestos custos de aquisição, à disponibilidade na maioria das habitações da infra-estrutura elétrica necessária à sua instalação e à ausência de regulamentação para o equipamento. Não há limitação para a instalação do equipamento em função de parâmetros socioeconômicos relativos à habitação, não há regras para potências máximas nem para a regionalização destas em função das diferentes temperaturas médias das várias partes do país.

Restrições à implantação de chuveiros elétricos a partir de certa área de habitação, ou algum outro parâmetro descritivo da condição socioeconômica da habitação, por exemplo, poderiam criar condições extremamente favoráveis à difusão da tecnologia termossolar. Esse tipo de regra daria resposta aos defensores do chuveiro elétrico como uma forma de inclusão social, que advogam que essa tecnologia permite acesso à água quente com baixos custos de instalação.

Com o intuito de discutir a hipótese de o chuveiro elétricos ser o principal concorrente da tecnologia termossolar por seu baixo custo de instalação e por não sofrer praticamente nenhuma restrição de mercado, de discutir algumas linhas possíveis de regulação do uso de chuveiros elétricos, além de verificar a percepção sobre o uso do chuveiro elétrico como complemento a aquecedores solares, foi perguntado aos entrevistados:





- ***Vislumbra ou já ouviu falar de alguma proposta de regulação de uso de chuveiros elétricos?***
- ***Acredita que se deva restringir geograficamente a potência dos chuveiros elétricos?***
- ***Acredita que se deva restringir o uso dos chuveiros elétricos em função da condição socioeconômica da habitação?***
- ***Qual sua opinião sobre a aceitação no mercado do uso de chuveiros elétricos como complemento ao aquecimento solar?***

A análise dos resultados obtidos com as entrevistas realizadas permite observar que o chuveiro elétrico ou não é visto como um concorrente direto dos aquecedores solares, ou, quando assim o é, não se visualiza a restrição ou a regulação de seu uso como ferramenta efetiva de promoção da difusão de aquecedores solares.

Foram propostos aos entrevistados dois caminhos para a regulação do mercado de chuveiros elétricos: a restrição da potência em função da área geográfica e a restrição da sua instalação em função da condição socioeconômica da habitação.

Na primeira proposta iria se procurar tomar partido da variação climática existente num país da extensão do Brasil, onde a média anual de temperaturas exige equipamentos de relativamente alta potência no Sul e em algumas regiões do Sudeste, enquanto permite o uso de equipamentos de relativamente baixa potência no Centro Oeste, no Norte e no Nordeste.

Na segunda proposta se procuraria restringir o uso de chuveiros elétricos nas edificações de padrão médio e alto, proposta que chamamos de regulação socioeconômica.





A regulação socioeconômica foi descartada pela maioria dos entrevistados, tendo sido classificada como interferência na liberdade de escolha, ou por ir contra a legislação estabelecida nos códigos de obras municipais. Já a proposta de regulação geográfica da potência desses equipamentos sofreu reações contraditórias, merecendo apoio de alguns entrevistados, que inclusive sugeriram estudos de clima regional para definição das faixas de potência a serem comercializadas, enquanto outros tiveram uma reação negativa. Houve, ainda, aqueles que a recebem com indiferença – por interferir minimamente, ou não interferir no mercado. A rejeição por princípio – sob a justificativa que as opções devem ser apresentadas aos consumidores, que devem ter o direito de escolher aquela que melhor lhes convier (convencimento pelo lado positivo), também esteve presente. Pelo menos um entrevistado falou da possibilidade de criação de uma taxa sobre o uso de chuveiros elétricos com potência elevada.

O uso do chuveiro elétrico como complemento de aquecedores solares em geral foi elogiado como solução simples, barata e inteligente, mas foram apontadas limitações ao seu emprego que o colocam como opção somente para alguns nichos de mercado. Algumas limitações apontadas ao uso complementar do chuveiro elétrico foram o fato de não deslocar do pico grande parte da demanda por potência, ou beneficiar mais o usuário que a concessionária, ou, ainda, pelo seu emprego não ser visto com bons olhos por consumidores de moradias de médio e alto padrão, que buscariam, segundo alguns entrevistados, maiores fluxos de água e temperaturas, o que é permitido pela complementação por *boilers*, mas não por chuveiros. Também foi levantada uma possível reação negativa por parte dos fabricantes de chuveiro elétrico.



### **2.3. Códigos de obras municipais pouco amigáveis ao termossolar**

Os códigos de obras são instrumentos aprovados por lei municipal reguladores dos espaços edificados e do entorno. Tratam das questões relativas a estrutura, função, forma, segurança e salubridade das construções, especialmente das edificações, e estabelecem normas técnicas para a execução dos diversos tipos de construção, observando as características de cada tipo de edificação.

Os códigos de obras podem recomendar o uso de alternativas tecnológicas, como aquecedores solares para edificações específicas, motivados por questões ambientais e pela redução do consumo de energia elétrica.

Já os cadernos de encargos para edificações municipais são conjuntos de discriminações técnicas, critérios, condições e procedimentos estabelecidos para contratação, fiscalização e controle e serviços e/ou obras (ABNT – 1992). Abrangem projetos e obras públicas de arquitetura e urbanismo (Projeto Básico e Executivo) e são voltados para os profissionais envolvidos na elaboração de projetos, na execução e na compra de materiais e equipamentos. Os cadernos de encargos dimensionam os sistemas, estabelecem o detalhamento técnico do sistema e dos equipamentos e a integração com o projeto arquitetônico.

Os critérios tradicionais, funcionais e econômicos, usados normalmente na elaboração dos códigos de obras não consideram o uso eficiente da energia elétrica. Ao não exigirem na construção de novas edificações e em reformas de porte de habitações e edificações comerciais a instalação, ou mesmo a preparação para a instalação, de coletores solares, os códigos de obras municipais não deixam

opção de escolha aos futuros ocupantes, que acabam optando por chuveiros, aquecedores de acumulação ou de passagem, a gás ou elétricos. A adaptação dos códigos de obras municipais é uma importante política pública para a promoção da tecnologia termossolar e do desenvolvimento sustentável<sup>25,26</sup>, como mostram os casos de Berlim, Barcelona<sup>27</sup> e Israel<sup>28</sup>.

Com o intuito de verificar a percepção sobre a importância desse tipo de medida, foi perguntado aos entrevistados:

**- Medidas assemelhadas às implantadas no Rio de Janeiro, em São Paulo e em Curitiba, que obrigam a captação de água de chuva em edificações de mais de 500 m<sup>2</sup>, podem contribuir para a aprovação de projetos de adaptação das edificações à tecnologia termossolar?**

**- Qual seria a aceitação desse tipo de medida?**

**- Qual seria o impacto da obrigatoriedade da instalação de tubulações de água quente e outros equipamentos em construções e reformas a partir de certa metragem na expansão do mercado termossolar?**

**- Tem conhecimento de projetos desse tipo em alguma cidade brasileira?**

**- Tem conhecimento de algum programa governamental com esse objetivo?**

A análise dos resultados das entrevistas realizadas permite observar que a maioria dos entrevistados considera de fundamental importância introduzir a obrigação de co-



locação de tubulação de água quente, e até mesmo de coletores solares, nos códigos de obras municipais para a difusão da tecnologia termossolar, já que essas alterações seriam indutoras de crescimento sustentado do mercado, de geração de empregos na construção civil, nas indústrias de equipamentos e no setor de serviços, tanto de comércio quanto de instalação. Segundo alguns entrevistados, a revisão teria de ir além dos aquecedores solares propriamente ditos, tendo de considerar também a questão do acesso ao sol.

Observa-se que os entrevistados entendem os instrumentos de planejamento municipal expressos nas leis de uso e ocupação do solo e nos códigos de obras como possíveis instrumentos de promoção da eficiência energética. As leis de uso e ocupação do solo podem regular, por exemplo, o acesso ao sol, ou que se verifique quais as áreas mais propícias para determinar o traçado das ruas e qual a melhor inclinação dos prédios com a preocupação de melhorar o aproveitamento da ventilação e da iluminação naturais e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do uso de energia. Essas leis também determinam as áreas de preservação, incluídas as áreas de manancial e a vegetação, responsáveis pela manutenção de um clima mais ameno, que garantam um menor custo energético. Já nos códigos de obras, o detalhamento é ainda maior, permitindo sinalizar à população e aos construtores que o uso racional da energia é um dos objetivos do planejamento urbano, ao determinar, por exemplo, o tamanho mínimo de janela nos prédios, o pé-direito adequado, o emprego de persianas, que protegem da luz, mantendo a ventilação, e o emprego de aquecimento solar. O Instituto Brasileiro de Administração Municipal (Ibam), ONG que realiza estudos



e pesquisas sobre problemas municipais e urbanos, e a Rede Cidades Eficientes em Energia Elétrica foram citados como organismos que promovem ações nessa direção<sup>29</sup>. O Ibam tem disponível, desde 1997, um modelo para elaboração de código de obras e edificações, concebido por um convênio com o Procel-Eletróbrás, que aborda iluminação, refrigeração, motores e edificações. A entidade pretende atualizar o documento, inserindo medidas de eficiência energética para outros usos finais, inclusive aquecimento de água.

No entanto, foram apontadas dificuldades para a introdução dessas mudanças nos códigos de obras nos municípios brasileiros. A primeira advinda do próprio número de municípios existentes no país, mais de 5 500, número que combinado com o fato das alterações terem de acontecer caso a caso, por si só mostra a extensão do esforço necessário para a implantação da medida. De fato, não se pode reproduzir automaticamente os planos diretores, as leis do perímetro urbano e os códigos de obras de um município em outro, de maneira que as alterações desejadas dependem da sensibilização de prefeitos, planejadores e vereadores para as situações urbanas em que é possível evitar o desperdício de energia e a promoção do uso de fontes renováveis.

Também foi lembrado que a busca da eficiência energética como um objetivo da gestão municipal é fato recente, que nasceu com a consciência ambiental e a preocupação com o desenvolvimento sustentável, de maneira que a visão integrada que o desenvolvimento sustentável das cidades requer ainda é um desafio àqueles que criam as leis que regulam o planejamento urbano e as edificações nesse espaço.





Foi ressaltado que é necessário criarem-se salvaguardas que respeitem as condições socioeconômicas da habitação e que é necessário revisar os códigos de obras de maneira participativa para que se garanta a aceitação das medidas. Além disso, um entrevistado citou a necessidade de criarem-se incentivos econômicos, como a eventual redução de IPTU, para viabilizar a medida.

Entretanto, pelo menos um entrevistado observou que toda imposição é contrária à liberdade de escolha do cidadão, e os entrevistados mais ligados ao setor de construção civil ressaltaram que os consumidores ainda não estão dispostos a pagar por serviços ambientais e que o caminho é convencê-los de que esses custos adicionais iniciais contribuem para a redução de taxas de condomínio e/ou de energia. Pelo menos um entrevistado mencionou a possibilidade de pressão das construtoras sobre os vereadores como um obstáculo à inclusão da obrigatoriedade de aplicação da tecnologia termossolar nos códigos de obras, por esta implicar aumento dos custos de produção da habitação.

Algumas barreiras para a incorporação da exigência de aquecedores solares em edificações seriam a falta de informação e sensibilidade por parte dos técnicos e tomadores de decisões municipais e do setor de construção civil. A Prefeitura de Salvador (BA) revisou o seu Código de Obras e Edificações do Município e incluiu no artigo 36 da lei 3.903/88 a obrigação de todas as instalações prediais das edificações multifamiliares e de hospedagem contemplarem a existência de encanamento de água quente isolado termicamente e de um ponto de espera para aquecimento solar para atender a pontos de consumo de água, tais como chuveiros elétricos e torneiras. Esse artigo do Código de



Obras de Salvador até hoje não foi implantado, aparentemente por oposição do Sinduscon (Sindicato da Indústria de Construção Civil) daquele estado. Consultado sobre sua posição em relação ao assunto, o Sinduscon de São Paulo enviou carta ao Vitae Civilis com objeções baseadas na preocupação com o possível incremento nos custos dos projetos.

O parágrafo VI do artigo 38 do Código de Obras do Município de Salvador diz que “(o alvará de habite-se só será concedido quando...) for identificado o ponto de espera para futura instalação do sistema de aquecimento solar de acordo com o artigo 136”. O artigo citado diz que “nas instalações prediais das edificações multifamiliares e para hospedagem, (...) é obrigatória a existência de encanamento de água quente isolado termicamente com resistência térmica mínima de 0,16 m<sup>2</sup>K/W – equivalente a uma espessura de 5 mm e condutividade térmica de 0,03 W/m<sup>2</sup>K – e de ponto de espera para aquecimento solar para atender pontos de consumo de água, tais como chuveiros e torneiras”. O inciso 1º diz que “a coluna vertical de água quente pode ser substituída por um *shaft* (coluna) de fácil acesso, desde que o encanamento esteja instalado nas unidades consumidoras de água dos pontos de saída da água quente até ao *shaft*. O inciso 2º diz que “... são excetuados do caput deste artigo *campings* e colônias de férias”, e o inciso 3º diz que “... são incluídos no caput deste artigo pontos de consumo de água que atendam a cozinhas de estabelecimentos comerciais com grande afluência de público tais como restaurantes e bares”.

Além de Salvador, a cidade de Varginha, Minas Gerais, foi citada como exemplo de município que está considerando alterações no seu código de obras para incorporar o






aquecimento solar. Outro exemplo citado foi o de São Luis (MA), cuja Câmara Municipal se prepara para votar projetos de código de obras e edificações e de código de posturas elaborados pelo Ibam que trazem como novidade elementos que expressam preocupação com se evitar o desperdício de energia elétrica<sup>30</sup>.

A Prefeitura do Rio de Janeiro tornou obrigatória a adoção de eficiência energética em prédios públicos por todos os órgãos da administração direta e indireta, contemplando o aquecimento de água solar (recomendações para o Projeto Básico e Executivo) pelo decreto nº. 21.806, de 16 de julho de 2002.

O exemplo de Barcelona foi citado e deve ser analisado com atenção. A cidade aprovou lei que obriga, a partir de agosto de 2000, novas edificações ou edificações em reabilitação, reforma integral ou em processo de mudança de uso a instalarem aquecedores solares para a produção de água quente para fins sanitários. A lei obriga a instalação desses equipamentos, seja para edifícios residenciais (quartéis e prisões incluídos), comerciais ou industriais (se água quente for necessária para processos ou para vestiários, cozinhas e copas) seja para qualquer outra edificação que tenha refeitórios, cozinhas ou lavanderias coletivas, piscinas cobertas ou descobertas. Na legislação aprovada, os serviços municipais têm autoridade plena de fiscalização, sendo que foram previstas multas que, dependendo do grau de infração, variam de 6 mil a 60 mil euros. O objetivo maior do projeto foi atender às especificações da União Européia em reduzir as emissões de carbono, de acordo com os compromissos estabelecidos pelo Protocolo de Quioto. Calcula-se que, ao instalar um aquecedor solar, uma família de Barcelona evita a emissão de 400 kg a



760 kg de carbono por ano<sup>31</sup>. Antes da aprovação da legislação, a cidade contava com 1,65 mil m<sup>2</sup> de coletores solares, uma média de 1,1 m<sup>2</sup>/1 000 habitantes; já em abril de 2004, 3 anos e meio depois da entrada em vigor da lei, estavam instalados 19,6 mil m<sup>2</sup>, uma média de 13 m<sup>2</sup>/1 000 habitantes<sup>32</sup>.

O sucesso da medida em Barcelona e em outras cidades da Espanha levou o governo daquele país a estender a proposta a toda a nação. Em novembro de 2004, o ministro da indústria anunciou que a partir de 2005 qualquer pessoa que planeje construir uma edificação será obrigada a incluir aquecedores solares nos seus planos, com o objetivo de transformar o país em um líder europeu no uso de fontes renováveis de energia. As novas regras para a construção afetarão mais de 500 mil novas casas por ano, se o atual ritmo de construção se mantiver<sup>33</sup>.

Foi citada também por entrevistados a oportunidade de proporem-se leis de acesso à radiação solar e a outras modificações nos códigos que possibilitassem um maior conforto ambiental e uma redução da conta de energia elétrica.

Mas não é somente por meio do código de obras que os municípios podem ser promotores da difusão da tecnologia termossolar. Leis municipais podem também criar incentivos econômicos para conservação e promoção de fontes renováveis de energia. A Câmara Municipal de Campina Grande, Paraíba, por exemplo, aprovou um projeto de lei que concede desconto de até 15% do IPTU, divididos em dois exercícios fiscais, aos contribuintes cujo imóvel seja equipado com coletores solares para suprimento parcial ou total de suas necessidades. O projeto também prevê mais 10% de desconto para os casos em que os coletores



solares instalados sejam desenvolvidos na Universidade Federal de Campina Grande e fabricados, ou comercializados, no município de Campina Grande<sup>34</sup>.

A legislação municipal pode também atrapalhar: na cidade de Campinas, São Paulo, o cálculo do IPTU é baseado em características do padrão de construção, com um sistema de pontuação dos vários elementos que caracterizam a construção definidos pela lei municipal 9.927/98, sendo que quanto maior a pontuação, maior o IPTU. Absurdamente, por esse sistema, o cidadão que investir na instalação de coletores solares é mais penalizado que aquele outro que instalou um aparelho de ar condicionado central: enquanto a residência com coletor solar recebe 63 pontos, outra com ar-condicionado central recebe 61 pontos, de maneira que uma residência que usa energia solar em lugar de um chuveiro elétrico é considerada mais luxuosa que uma outra que possui um sistema de ar condicionado e deve pagar um IPTU maior<sup>35</sup>.



### **Programa Qualihab**

*Uma parceria entre os fabricantes de aquecedores solares e o Programa da Qualidade da Construção Habitacional do Estado de São Paulo (Qualihab) pode dar um impulso importante para o mercado solar, principalmente com a recente decisão do programa de atuar diretamente na área de meio ambiente. Segundo comunicado aos autores deste trabalho por sua direção, o Qualihab tem por objetivo otimizar a qualidade das habitações (envolvendo materiais e componentes empregados, projetos e obras realizadas) por meio de parcerias com segmentos do meio produtivo, estabelecidas a partir de acordos que abordem a implantação de programas setoriais da qualidade, a maximização da relação custo-benefício, a agregação de valores sociais visando a satisfação do usuário e a abordagem do custo total da habitação (custo inicial + custo de operação e manutenção). Além disso, o programa visa otimizar o dispêndio de recursos humanos, materiais e energéticos (água/energia) nas construções habitacionais, preservando o meio ambiente.*

*As parcerias estabelecidas colocam desafios aos setores produtivos e estabelecem um relacionamento significativo com um grande agente empreendedor, com possibilidade de desdobramentos nacionais, representando uma importante oportunidade para a Abrava. O programa já estabeleceu parcerias, entre outras, com a Associação Brasileira de Cimento Portland, a Associação Brasileira das Indústrias de Lajes, a Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica, a Associação das Empresas dos Produtores de Cal, a Associação dos Fabricantes de Lajes de São Paulo, a Associação Nacional dos Comerciantes de Materiais de Construção, a Associação Brasileira dos Fabricantes de Materiais e Equipamentos para Saneamento, o Instituto Brasileiro de Siderurgia, o Sindicato Ind. de Esquadrias e Construções Metálicas do Estado de São Paulo, o Sindicato da Indústria Cerâmica, o Sindicato Ind. de Condutores, Trefilação e Laminação de Metais não Ferrosos do ESP, o Sindicato Ind. de Produtos de Cimento do ESP.*

## 2.4. Dificuldades para obtenção de financiamento para instalação de coletores solares

O principal agente financiador da habitação no país é a Caixa Econômica Federal, instituição que opera políticas públicas do governo federal, com foco no financiamento da habitação das classes sociais menos favorecidas, com renda até 5 salários-mínimos, buscando atuar em diferentes regiões do Brasil e combater a desigualdade. O orçamento da instituição para esse fim é formado principalmente por recursos oriundos do FGTS e do FAT, recursos que são disponibilizados em diferentes programas, como o Programa de Subsídio à Habitação (PSH), o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) e o Programa Carta de Crédito (CCFGTS), dentre outros.

No PSH, a produção de unidades habitacionais beneficia a faixa de renda familiar mensal de até três salários-mínimos. No caso do PAR, a renda familiar mensal é de até seis salários-mínimos, e os valores disponíveis para a produção de unidades habitacionais são de até R\$ 32.200,00, para as regiões metropolitanas do Rio de Janeiro e de São Paulo, e de até R\$ 25.800,00, para as demais regiões metropolitanas.

A CEF aplica critérios e estimula procedimentos que incorporem o conceito de eficiência energética nos investimentos habitacionais. Nos cadernos de especificação de empreendimentos e de construção/reforma de imóveis do patrimônio da empresa estão sendo incorporadas diretrizes sobre a eficiência energética nas edificações.

Na área da energia termossolar, todas as linhas de crédito habitacional operadas pela CEF permitem o financiamento do item aquecedor solar. Assim, a CEF tem usado aquecedores solares em diversos empreendimentos, princi-



palmente nos estados de Minas Gerais, Santa Catarina e Bahia. O Solar Buona Vita, em Florianópolis, é um desses empreendimentos. Nele, 60 unidades são dotadas de aquecedores solares (placa coletora integrada ao reservatório de 100 litros de capacidade e chuveiros eletrônicos) e 30 unidades somente com chuveiros eletrônicos. O Conjunto Habitacional Maria Eugênia, em Governador Valadares, com 107 casas, e o conjunto Sapucaia, também são exemplos em Minas Gerais. Além disso, outras ações com a Cohab-MG estão em curso para a implantação de sistemas em empreendimentos habitacionais populares.

Segundo a CEF, está prevista no Planejamento Plurianual do Governo Federal (PPA 2004-2007) a ação da CEF na Difusão de Inovações Tecnológicas em Desenvolvimento Urbano, para “proporcionar aos poderes públicos e à população em geral o acesso às tecnologias inovadoras para o saneamento ambiental e a construção habitacional que incorporem um desempenho adequado, que sejam sustentáveis, com custo compatível com a realidade regional e de simples operação e manutenção”. Para isso, a CEF está implementando um conjunto de procedimentos e estratégias que visam garantir a utilização de soluções ambientalmente sustentáveis e o conforto do usuário, como o cumprimento dos compromissos do Protocolo Verde, a implementação da Agenda 21 e a incorporação da variável ambiental nos procedimentos de análise e acompanhamento de empreendimentos.

A CEF, em parceria com a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), apóia o Programa Habitare, que financia pesquisas na área de tecnologia do ambiente construído. Em um edital lançado em 2004 por esse programa, foi incorporada uma linha de estudo que desenvolve o conceito de eficiência energética na edificação.




Em parceria com o Procel, a CEF está desenvolvendo um plano de trabalho para ações de estímulo à construção de edificações que incorporem o conceito de eficiência energética, com ações voltadas para capacitação e treinamento, desenvolvimento de estudos, estabelecimento de critérios e parâmetros de projeto e elaboração de referências técnicas.

A CEF enfrenta algumas barreiras para adotar a tecnologia termossolar nos seus financiamentos. Uma delas refere-se ao custo dos equipamentos ofertados no mercado, o que, na maioria das vezes, dificulta a implantação em empreendimentos direcionados à população de baixa renda.

Para explorar as idéias dos entrevistados sobre as relações entre financiamento habitacional e mercado de energia solar, foi perguntado:


- ***O marco regulatório do financiamento à construção civil ajuda ou atrapalha a difusão da tecnologia termossolar?***
- ***Qual ou quais modificações no sistema de financiamento seriam desejáveis para a difusão dessa tecnologia?***
- ***Quais as possibilidades de implementação dessas idéias?***
- ***Na sua opinião, o que seria necessário para implementá-las?***

A análise das entrevistas realizadas permite observar que a maioria dos entrevistados não ligados à CEF não percebe ainda o papel indutor de padrões e regulações para o financiamento da construção civil na difusão ou criação de barreiras à difusão de tecnologias sustentáveis, particularmente da termossolar, embora alguns entrevistados




tenham mencionado que os agentes financeiros deveriam obrigar, em todo projeto novo, a previsão pelo menos da tubulação de água quente, especialmente no financiamento de conjuntos habitacionais populares.

A maioria dos entrevistados apontou que existem no mercado financiamentos diretos a compra e instalação de aquecedores solares, como as linhas de crédito do Banco Real e da CEF, mas que estas são burocratizadas. Exemplos citados foram que a linha de crédito socioambiental do Banco Real só está disponível para correntistas do banco, enquanto a da Caixa Econômica, embora seja aberta a correntistas de outros bancos, depende de se visitar uma agência da instituição “pelo menos três vezes”. Também foi comentado o ainda alto valor das taxas de juro embutidas nas linhas de crédito existentes como um fator desmotivador de seu emprego.



Alguns entrevistados sugeriram a realização de *workshops* para discussão da relação entre financiamento à habitação e uso de aquecedores solares e de campanhas junto a agentes de governo e financiadores. Um entrevistado sugeriu que o BNDES e a Eletrobrás deveriam formular um produto temporário indutor de mercado, para mostrar aos agentes financiadores as vantagens de participar desse mercado.

Representantes da CEF preocuparam-se com regulações que obriguem a utilização de tecnologias como o termossolar porque qualquer obrigação legal dificulta o deslanche da ação de financiamento, por tornar mais complexa a análise destes. Afirmaram também que é possível alterar critérios de financiamento para incorporar o termossolar e que a alteração destes deve ser discutida junto ao Conselho Curador do FGTS.





### **Financiamento para a compra de aquecedores solares**

*Segundo pesquisa dos autores, o consumidor interessado em adquirir um aquecedor solar contava em 2004 com a possibilidade de financiamento via alguns bancos. Para isso o interessado deve ser cliente ou tornar-se um e atender a algumas exigências básicas. No Banco Real, o interessado, após tornar-se cliente, deverá comprovar renda, com holerite ou Declaração de Imposto de Renda, para estimar o valor a financiar, sendo que a prestação mensal não pode ultrapassar 30% de sua renda bruta. Deve ainda pagar uma taxa de abertura de financiamento de R\$ 50,00 e apresentar um avalista que tenha condições de renda compatíveis com a prestação assumida. Após a aprovação do crédito, o cliente deve escolher um equipamento com certificação pelo Inmetro, produzido por uma empresa filiada à Abrava, além de ter de apresentar a nota fiscal de compra do produto. O prazo entre a abertura da conta e a liberação do financiamento é de, em média, duas semanas.*

*Na Caixa Econômica Federal a aquisição do equipamento solar pode ser feita com a utilização do Construcard. Nesse sistema, o interessado deve ter conta na CEF há pelo menos um ano. É necessário comprovar renda apresentando os três últimos holerites e a prestação não pode exceder 30% de sua renda bruta. Esse financiamento tem uma taxa de operação mensal de R\$ 25,00 inclusa nas prestações, sendo que o prazo máximo para o financiamento é de 30 meses. O cliente tem a sua disposição um limite de crédito que pode utilizar durante um período de seis meses e, a partir dessa data, começa a pagar as prestações do valor utilizado.*

*Nesses dois agentes financeiros, a taxa de juro é menor que a apresentada, por exemplo, em bancos que não possuem nenhuma linha de crédito específica, como é o caso do Banco do Brasil. Nesse último, cumprindo as exigências bancárias básicas, o interessado pode fazer um Crédito Direto ao Consumidor (CDC), com taxas de mercado em torno de 3% ao mês, enquanto no Banco Real a taxa é de 1,5% ao mês, e na CEF é de 1,65% ao mês.*

*Uma outra possibilidade de financiamento é adquirir o equipamento de aquecimento solar em lojas de materiais de construção, quando se pode utilizar a linha de crédito das financiadoras que atuam em cada loja, caso em que, normalmente, as taxas de juro são ainda mais elevadas que nos financiamentos bancários.*

## 2.5. Impossibilidade do uso do kW evitado como ferramenta de planejamento e gestão no modelo do setor elétrico

Programas de gerenciamento da demanda de eletricidade (DSM – *Demand Side Management*) consistem de atividades de planejamento, implementação e monitoramento, realizadas por parte das concessionárias do serviço público e projetadas para encorajar os consumidores a modificar seu nível e seu padrão de uso de eletricidade. A sigla DSM refere-se a atividades que visam modificar a demanda de energia e a curva de carga realizadas no interior do setor, não se referindo a ações com esses objetivos realizadas na operação normal do mercado ou por ações regulatórias governamentais.

O objetivo primário da maioria dos programas de DSM existentes é o de criar condições de oferta de energia e potência com custo-benefício adequado para protelar o investimento em novas plantas de geração, linhas de transmissão e distribuição. Mais recentemente e devido a mudanças ocorridas no interior do setor, as concessionárias estão também usando o DSM para melhorar os serviços prestados aos consumidores.

Nos EUA, em 1999, 848 concessionárias declararam ter programas de DSM, que totalizaram investimentos da ordem de US\$1,4 bilhão. Considerando somente as grandes concessionárias, esse investimento obteve uma economia de energia da ordem de 50,6 bilhões de kWh, cerca de 1,5% da venda anual de eletricidade, que foi de 3 312 bilhões de kWh. A redução real acumulada no pico de demanda conseguida por esses programas é de 26,5 mil MW, sendo que, somente em 1999, a redução incremental no pico de demanda obtida foi de 2,3 mil MW<sup>36</sup>.



Programas de DSM podem ter uma grande variedade de objetivos:

- ❑ Programas de eficiência energética ou de redução de consumo, para períodos durante ou fora do pico de demanda. Em geral, esses programas substituem equipamentos por outros tecnologicamente mais avançados, para produzir o mesmo (ou melhor) serviço de iluminação, refrigeração, aquecimento, motorização etc., com menor consumo de energia. Ao longo de sua existência, o Procel utilizou-se de várias dessas ações, como a substituição de lâmpadas na iluminação pública, por exemplo;
- ❑ Programas de redução do pico de demanda, focados na redução de carga nos períodos de pico de consumo ou, fora destes, em áreas selecionadas das redes de transmissão ou distribuição. Essa categoria de programas inclui as tarifas “azul” e “verde”, para grandes consumidores, a “tarifa amarela”, que está em testes em algumas distribuidoras, para consumidores residenciais, controles diretos de demanda etc.;
- ❑ Programas de modificação da curva de carga, que atuam sobre preços, ciclos de uso de equipamentos ou que interrompem fornecimento em resposta a mudanças específicas dos custos de potência ou energia ou, ainda, disponibilidade de recursos. Essas abordagens incluem precificação em tempo real e taxas de tempo de uso com horários flexíveis. Esses programas podem também incluir tarifas de carga interruptíveis, controles diretos de carga, e outros programas de gerenciamento aplicáveis em situações fora do pico de demanda;



- ❑ Programas que visam o aumento do uso de eletricidade nos períodos de “vale” da curva de demanda ou que buscam deslocar consumo dos momentos de pico para momentos fora do pico, dessa maneira aumentando as vendas totais de eletricidade. Essa categoria inclui programas de preenchimento de vales, que aumentam a carga nos períodos fora do pico e programas que introduzem novas tecnologias e processos elétricos, como a promoção da venda de energia elétrica para processos térmicos industriais realizada nos anos 1980 no Brasil, quando o setor elétrico se viu com grande excedente de geração de energia.

O processo de desregulamentação e privatização do setor elétrico, implantado no Brasil a partir de 1995, desverticalizou grande parte do setor, separando em empresas diferentes as atividades de geração, transmissão e distribuição e afetou o interesse das empresas que atuam no setor elétrico por programas de DSM, tornando mais difícil a adoção de programas de conservação de energia elétrica. Na análise do FBOMS, “algumas empresas do setor elétrico brasileiro estavam incorporando alguns instrumentos do Planejamento Integrado de Recursos (PIR) quando o processo de privatização praticamente desarticulou as possibilidades de sucesso desse tipo de iniciativa, na medida em que, no novo contexto, as empresas de distribuição de eletricidade não possuem nenhuma motivação para a implementação de programas de conservação”<sup>37</sup>.

O novo modelo para o setor elétrico brasileiro, aprovado recentemente pelo Congresso Nacional, ressalta a desverticalização das atividades setoriais como algo conveniente, não respeitando a sinergia natural das ativida-



des, e aprofunda o desequilíbrio atualmente existente na apropriação das rendas, impossibilitando que a receita auferida nas atividades de distribuição seja transferida para investimentos na expansão da oferta. Cabe ressaltar que a atividade de distribuição é exercida como monopólio natural no atual estágio de desenvolvimento tecnológico, submetendo os consumidores cativos presentes nas áreas de concessão às necessidades de remuneração ditadas pelo mercado.


Com o intuito de explorar as possibilidades identificadas de uso de ferramentas de DSM para a difusão da tecnologia termossolar, foi perguntado aos entrevistados:

**- *Vislumbra no atual marco regulatório do setor alguma vantagem para as distribuidoras adotarem programas de substituição de chuveiros por aquecedores solares?***


**- *Tem conhecimento de programas desse tipo?***

**- *Como introduzir mecanismos de compensação para distribuidoras que adotem medidas de gestão de demanda no novo modelo do setor elétrico?***

Alguns dos entrevistados ressaltaram o caráter de serviço público das atividades do setor elétrico, que seria expresso legalmente, por exemplo, pelo decreto 2.335, de 6 de outubro de 1997, que constitui a Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel) e que diz "que o desenvolvimento do mercado de energia elétrica (*deve ocorrer*) com equilíbrio entre os agentes e em benefício da socie-



dade”, que a agência deve “incentivar o combate ao desperdício de energia no que diz respeito a todas as formas de produção, transmissão, distribuição, comercialização e uso da energia elétrica” e que deve “estimular e participar de ações ambientais voltadas para o benefício da sociedade, bem como interagir com o Sistema Nacional de Meio Ambiente em conformidade com a legislação vigente, e atuando de forma harmônica com a Política Nacional de Meio Ambiente”<sup>38</sup>.



Esses entrevistados entendem que o caráter público da concessão do serviço elétrico obriga as concessionárias a defenderem o direito constitucional da população brasileira a um ambiente equilibrado<sup>39</sup> e que isso implica promoção da conservação de energia e promoção do uso de fontes renováveis, de maneira que a promoção da tecnologia termossolar por meio de programas de DSM deveria ser parte integrante das responsabilidades das concessionárias, que deveriam ter seus contratos revisados sob os critérios ambientais citados e em períodos menores de tempo que os atualmente obrigados e que deveriam buscar alternativas de DSM em suas matrizes internacionais (aquelas afiliadas a transnacionais).

Alguns mecanismos para criar um ambiente que obrigue ações desse tipo foram citados, entre eles o estabelecimento de um teto para o fornecimento de energia elétrica para as distribuidoras, que seria flexibilizado na exata proporção da economia que estas obtiverem com a instalação de aquecedor solar e a criação da possibilidade de as concessionárias venderem utilidades (água quente, por exemplo) em vez de energia elétrica.

As entrevistas realizadas com pessoas ligadas a distribuidoras comprovam que o marco regulatório do setor di-



ficulta às distribuidoras utilizarem-se de ferramentas de DSM para efetivar programas de conservação em larga escala. Essas pessoas afirmaram que as concessionárias só promoverão aquecedores solares contra compensações e que, para isso, seria necessário desenvolver mecanismos negociais entre os beneficiados por eventual expansão do mercado termossolar e as concessionárias, para manter a receita das distribuidoras.

No entanto, são percebidos pontos positivos da promoção de aquecedores solares em casos específicos para se explorar vantagens secundárias potenciais para as distribuidoras, como a diminuição da inadimplência e do pagamento de impostos sobre a energia fornecida e não recebida de consumidores de baixa renda, a melhoria da qualidade de serviço em regiões sobrecarregadas, a melhoria da imagem das empresas por meio de investimentos em projetos de caráter socioambiental que pode ser explorada no *marketing* institucional e o deslocamento de carga do pico de demanda (estima-se que o potencial de redução da ponta nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil seja da ordem de 2 000 MW)<sup>40</sup>.

Vale aqui algum detalhamento sobre a questão do pico de demanda. O principal parâmetro para o dimensionamento dos sistemas de geração, transmissão e distribuição de energia elétrica é a demanda máxima exigida, sendo que quanto maiores a capacidade de geração e as redes de transmissão e distribuição, maiores os investimentos necessários, os custos de manutenção e os impactos socioambientais.

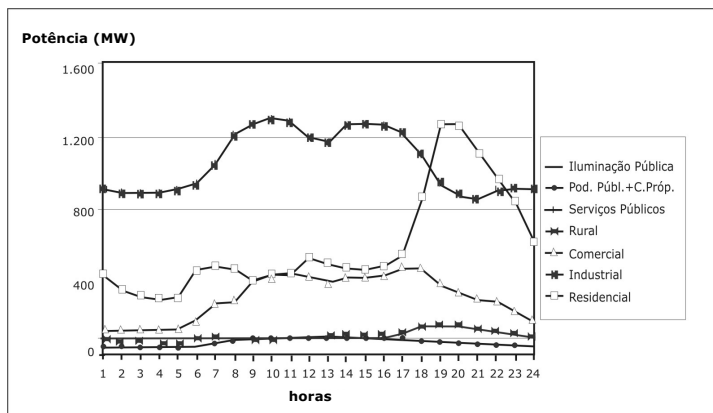
Esses sistemas são mais eficientes e economicamente viáveis quanto mais constante forem suas curvas de carga, sendo que a situação ideal é aquela em que o consumo

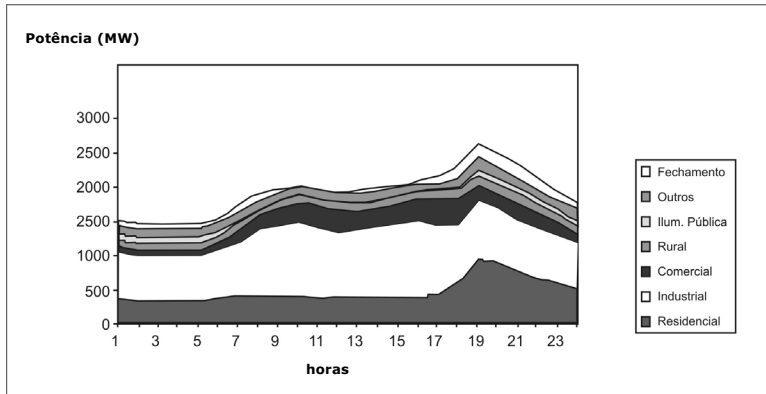


médio é o mais próximo possível da capacidade nominal do sistema. No entanto, as curvas típicas de consumo diário das concessionárias do país apresentam picos bastante elevados no horário entre 18 e 22 horas, o pico de demanda, como exemplificado na Figura 5, em que se pode observar claramente a importância da curva de carga do setor residencial para o formato da curva de carga geral do sistema.

O uso do chuveiro elétrico é um forte fator de elevação desse pico, pela alta potência dos equipamentos e pelo uso restrito a horários determinados e comuns a grande parte dos usuários. Os chuveiros elétricos provocam um aumento de 121% na potência média instalada e elevam em 365% a demanda média, o que significa que, no período em que são utilizados, aumentam em 4,5 vezes o consumo médio<sup>41</sup>.

**Figura 5. Desagregação da curva de carga do sistema CPFL – 2004**





Vários entrevistados destacaram a obrigação de aplicação de recursos das concessionárias em ações de combate ao desperdício de energia e em pesquisa e desenvolvimento tecnológico como uma ferramenta do marco regulatório do setor elétrico que permite impulsionar a tecnologia termossolar. Essa obrigação é estabelecida pela Lei Federal nº 9.991, de 24/7/00, que obriga as concessionárias a aplicar 1% de sua receita líquida operacional anual em projetos de eficiência energética (50%) e de pesquisa e desenvolvimento (50%), ação regulada pelas resoluções 271 e 492 da Aneel<sup>42</sup>. Nas palavras da própria agência: "o contrato de concessão firmado pelas empresas concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica com a Aneel estabelece obrigações e encargos perante o poder concedente. Uma dessas obrigações consiste em aplicar anualmente o montante de 0,5 % de sua receita operacional líquida, em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica"<sup>43</sup>. A resolução 492 da Aneel define os programas de eficiência energética como "aqueles que resultam em eco-



*nomias e benefícios diretos para o consumidor, com ações implementadas nas instalações da unidade consumidora*<sup>44</sup>.

Um exemplo importante de ação originada dessa percepção, e também da aplicação da lei acima citada, é dado pela distribuidora Light Rio, que está instalando gratuitamente, na baixada fluminense, Rio de Janeiro, 2 750 sistemas de aquecimento solar destinados a comunidades de baixa renda, por meio de um projeto de eficiência energética, aprovado pela Aneel, que visa melhorar as condições de fornecimento de energia elétrica para comunidades de baixo poder aquisitivo. Com a iniciativa, a empresa espera melhorar o fornecimento de energia em comunidades onde normalmente há grande incidência de ligações clandestinas e conseqüente sobrecarga no sistema, além de diminuir o imposto que é pago sobre a energia fornecida e não recebida dessas comunidades. A empresa investirá R\$ 2 milhões no projeto e arcará com todos os custos de instalação e manutenção. Dependendo dos resultados, a empresa pretende estender o projeto a outras regiões<sup>45</sup>.

O projeto da Light Rio é uma aplicação prática da percepção manifestada pela concessionária CPFL, que atua em áreas importantes do interior do estado de São Paulo. Em texto de 1999, a empresa afirmava que o aquecimento solar de água pode e deve ser contemplado como uma das alternativas de DSM por modular a carga do sistema elétrico de distribuição. O mesmo texto apontava como uma ferramenta para isso a existência dos Programas Anuais de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica das Concessionárias<sup>46</sup>.

Outro exemplo é a parceria entre a Cemig e a Cohab-MG, que desde 2001 busca instalar gratuitamente aque-



cedores solares em residências de baixa renda, com o objetivo principal de diminuir a conta de energia elétrica dessas edificações sem agregar nenhum custo extra para o usuário e sem alterar suas condições de conforto. Com essa doação, a Cohab espera diminuir a inadimplência e a concessionária procura eliminar a utilização do chuveiro elétrico no período da ponta, uma vez que a rede elétrica desse usuário passa a ser monitorada por meio de um dispositivo elétrico que restringe a corrente elétrica ao máximo de 15 ampères durante o período de ponta. Segundo a Cohab, a instalação não altera a estética da casa e não necessita de intervenções significativas na alvenaria, uma vez que em obras prontas tais reparos podem chegar até a R\$ 400,00 por unidade.

As vantagens sociais do uso da tecnologia termossolar em substituição ao chuveiro são claramente ilustradas pelos resultados do Projeto Contagem, desenvolvido no bairro Sapucaias, em Contagem, na região metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, com apoio do Procel, das Centrais Elétricas Brasileiras (Eletrobrás). Os sistemas de aquecimento solar propiciaram aos moradores do bairro Sapucaias uma economia média de energia da ordem de 25,5%, proporcional ao uso do chuveiro elétrico. Com base nesses resultados, a Caixa Econômica Federal criou uma nova opção na linha de financiamento para a casa própria popular, na qual a prestação de R\$ 50,00 de uma casa financiada passa a custar de R\$ 6,00 a R\$ 9,00 a mais, por mês, com a instalação do sistema de aquecimento solar<sup>47</sup>.



**Figura 6. Modelos de aquecedores solares utilizados no conjunto habitacional Sapucaias, em Contagem, Minas Gerais**



A “tarifa amarela” foi citada como um outro mecanismo de DSM existente no marco legal do setor elétrico que pode impulsionar o mercado de coletores solares. Nessa modalidade tarifária, em teste em áreas de diversas distribuidoras, busca-se reduzir o consumo efetivado nas horas de pico por pequenos consumidores dos setores residencial e comercial pela oferta de descontos para a energia consumida fora desse período e pelo incremento de custos para a energia consumida nesse período. O sistema demanda medidores computadorizados. Segundo alguns entrevistados, o uso de sistemas de aquecimento solar seria a melhor opção para o consumidor adaptar-se ao regime tarifário proposto.

Também foi citada por alguns entrevistados a concessão de descontos na conta de luz para os consumidores que atingirem certa meta de redução de consumo, como meca-



nismo de promoção de instalação de aquecedores solares. A concessão desses descontos (*rebates*) foi aplicada, por exemplo, na Califórnia durante a crise de oferta de 2002. O programa (*20/20 Rebate Program*) ofereceu um desconto de 20% sobre as contas mensais de julho a outubro de 2002 para consumidores residenciais e dos setores de serviços e comércio da *Utility Pacific Gas and Electric and Southern California Edison* que economizassem pelo menos 20% da eletricidade consumida nos meses de julho a outubro de 2000<sup>48</sup>. Também os consumidores residenciais da *San Diego Gas and Electric* que reduzissem seu consumo em 15% se qualificaram para o desconto mensal de 20%<sup>49</sup>.

O uso dessa ferramenta de DSM, normalmente e também no caso californiano acima citado, se dá em situações de crise de oferta nas quais as concessionárias aceitam perder parte de seu faturamento para evitar uma crise aguda nos seus serviços. É o caso de programa similar proposto pelo governo do estado de São Paulo que, frente à séria possibilidade de ter de implantar um racionamento no fornecimento de água à Região Metropolitana da Grande São Paulo, implantou o Programa de Incentivo à Redução de Consumo de Água, válido de março a outubro de 2004, para “premiar a economia e, com isso, minimizar o risco de um racionamento de água”. No programa, foi estipulada para cada imóvel atendido pela Sabesp uma meta de consumo equivalente a 80% da média registrada de março a setembro de 2003. Para os consumidores que atingissem a meta, a empresa concedeu um desconto de 20% no valor final da conta<sup>50</sup>.

## 2.6. Falta de cultura tecnológica e dificuldades inerentes à tecnologia

A não difusão plena da tecnologia implica barreiras na medida em que muitos construtores consideram-na cara ou de difícil manuseio, arquitetos não estabeleceram repertório de possibilidades estéticas de incorporação de coletores e acumuladores nos projetos, projetistas têm dificuldade de acesso à informação sobre insolação e outros parâmetros necessários etc.<sup>51</sup>

Os entrevistados foram questionados sobre:

- *Quais são os setores sociais que deveriam ser alvo de ações de capacitação para a difusão maciça da tecnologia termossolar?*
- *Quais são as capacidades-chave para a difusão da tecnologia?*
- *Quem deveria liderar esse processo?*
- *Como alavancar recursos para um programa de capacitação em larga escala?*

O resultado obtido com as entrevistas realizadas está sistematizado no Quadro 8, a seguir.

## Quadro 8. Formulações para um plano de capacitação em termossolar

Capacitandos	Capacidades	Agentes capacitadores	Recursos
Arquitetos e engenheiros atuantes ou que atuarão na construção civil.	Termodinâmica, conservação de energia, arquitetura, bioclimática, tecnologia.	Universidades.	Indusão em currículos e nos esquemas normais de financiamento da atividade.
Mestres-de-obras e encanadores da construção civil; Vendedores, instaladores e projetistas atuantes no comércio e em serviços.	Dimensionamento instalação de circuitos hidráulicos aplicados à tecnologia termossolar.	Senai, escolas técnicas, indústrias.	Recursos provenientes da indústria e do comércio solares; Recursos provenientes das empresas do setor elétrico; Recursos do FAT.
Jovens estudantes.	Atitudes ambientais e de cidadania.	Escola fundamental.	Indusão no currículo e nos esquemas normais de financiamento da atividade.

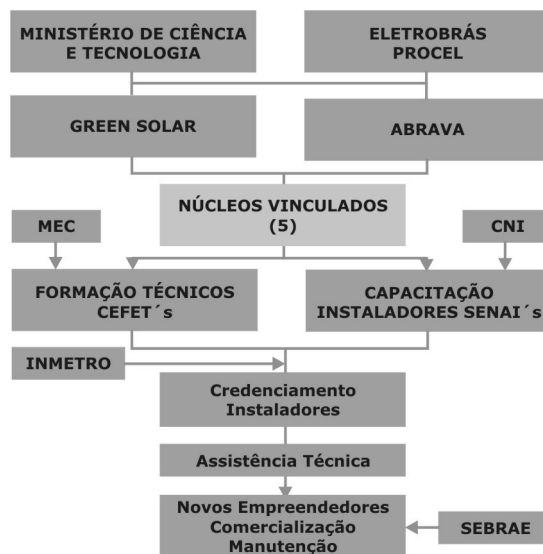


Algumas iniciativas de capacitação citadas pelos entrevistados merecem destaque:

- ❑ *A Diretoria de Ensino a Distância da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais oferece, sem periodicidade definida, o curso "Energia solar térmica – Instalações solares de pequeno porte", para engenheiros, arquitetos, profissionais e estudantes universitários, com os objetivos de promover a divulgação da tecnologia solar térmica e a capacitação de pessoal técnico em aquecimento solar; incrementar e difundir o uso de aquecedores solares; motivar a implantação de programas institucionais de substituição do chuveiro elétrico, por meio do Gerenciamento pelo Lado da Demanda (GLD), em todas as concessionárias de energia elétrica do país; e aumentar a competitividade industrial e mercadológica dos produtos brasileiros.*
  
- ❑ *A Abrava desenvolveu um programa de capacitação em energia solar, liderado pelo Greensolar, da PUC-MG<sup>52</sup>, que "visa dar sustentabilidade a projetos de substituição intensiva de chuveiros elétricos, programas de capacitação e atualização de profissionais nas diferentes áreas de atuação requeridas pelo aquecimento solar, como instaladores e bombeiros hidráulicos, técnicos em manutenção, projetistas e consultores, fabricantes e empreendedores etc.". A meta é promover a qualificação de 2 000 profissionais no período de dois anos, em todas as regiões do país, seguindo um cronograma de 4 etapas: (1) cursos de capacitação em energia solar; (2) implantação e viabilização da sustentabilidade da Rede Brasileira de Profissionais em Energia Solar e manutenção do*

*Sistema de Informação e Credenciamento destes, por meio da implantação de um grupo de trabalho coordenado pelo Inmetro; (3) criação na Web do Portal de Gestão de Conhecimento do Programa Rede de Capacitação em Energia Solar – propõe-se a criação de um ambiente único de colaboração e gestão de conhecimento; e (4) realização de workshops técnicos e criação de espaços virtuais de amplo acesso para apoiarem a disseminação e a difusão das soluções tecnológicas eficientes obtidas na capacitação de agentes de desenvolvimento para a implantação e manutenção de sistemas de aquecimento solar. O programa, representado na Figura 7, está em negociação com a Eletrobrás, que deve financiar parte dos custos de implantação.*

**Figura 7. Concepção da Rede Brasileira de Profissionais em Energia Solar<sup>52</sup>**



Um banho de Sol para o Brasil **85**



- ❑ *A Soletrol oferece diversas modalidades de cursos para engenheiros, arquitetos, encanadores, revendedores de produtos da empresa, estudantes, etc. em seu Centro de Treinamento "Praça do Sol", inaugurado em 1998, junto à sede da empresa em São Manuel – SP. A empresa estima que cerca de 6 mil pessoas já passaram pelos cursos oferecidos no centro de treinamento. Além disso, a empresa produziu e divulgou na Rede Vida de Televisão o curso básico em aquecimento solar "Energia Solar na TV – curso intensivo de aquecimento solar de água", composto por uma série de 16 programas, apoiado por informações adicionais disponibilizadas no site [www.energiasolarnatv.com.br](http://www.energiasolarnatv.com.br).*
  
- ❑ *A ONG Sociedade do Sol, que tem como objetivo a disseminação da tecnologia termossolar para todo o território brasileiro e para países de clima tropical ou nações que queiram utilizar tecnologia intermediária para aquecimento de água, disponibiliza gratuitamente em seu site diferentes manuais técnicos que orientam como montar um aquecedor solar de baixo custo. Assim, qualquer pessoa com algum conhecimento de hidráulica e habilidade com ferramentas pode manufaturar seu equipamento. Caso esse usuário tenha dificuldades, ele pode entrar em contato com a Sociedade do Sol, por meio eletrônico, telefônico ou pessoalmente, e esclarecer suas dúvidas. Se preferir, ou necessitar de uma atenção mais contínua, ele pode entrar em contato com um dos monitores da Sociedade do Sol que estiver mais próximo de sua região e solicitar uma visita. Os monitores são voluntários não remunerados pela ONG que em algu-*



*mas situações colaboram na montagem de aquecedores solares para outros usuários. A Sociedade do Sol disponibiliza em seu site o endereço e o telefone dos monitores.*

*Para a população que não tem acesso à Internet, a organização iniciou, em março de 2004, um programa de treinamento para professores da rede estadual e municipal de ensino público do estado de São Paulo. Durante o treinamento, os professores recebem a doação de um Kit Didático de Aquecedor Solar para utilizarem em sala de aula. A ONG espera que os professores utilizem esses kits e disseminem o conhecimento aos alunos por meio de experimentos sobre a energia do Sol. O aluno, após vivenciar essas experiências e participar da aula teórica, poderá levar essas informações aos seus pais e responsáveis, atingindo assim parte da população desprovida de Internet e outros meios de comunicação.*

*O manual para a confecção do kit didático também é disponibilizado gratuitamente no site da SoSol. Esse manual, além de conter as informações necessárias para a manufatura do kit, tem sugestões de experimentos para serem realizados com os alunos.*

*A Sociedade do Sol oferece também cursos na sua sede e em outros locais para atender as pessoas que desejam adquirir maiores conhecimentos sobre a manufatura, instalação, operação e manutenção do Aquecedor Solar de Baixo Custo. Desde 2002 já participaram do curso aproximadamente 400 pessoas.*






### 3 OPORTUNIDADES PARA A DIFUSÃO DA TECNOLOGIA TERMOSSOLAR



#### 3.1. Geração de certificados de redução de carbono (CREs)

O uso de aquecedores solares pode contribuir para a redução da emissão de CO<sub>2</sub> por parte do setor elétrico brasileiro, emissão que ocorre, mesmo com o perfil relativamente “limpo” que esse setor aparenta ter. Uma análise do ciclo de vida de quatro diferentes alternativas de aquecimento de água para residências no país – chuveiros elétricos, aquecedores de passagem a gás natural, aquecedores de passagem a GLP e aquecedores solares – mostrou que os aquecedores solares emitem menos de 60% do CO<sub>2</sub> e do CH<sub>4</sub> emitidos pelos chuveiros, mesmo considerando aquecedores solares de água complementados com eletricidade<sup>53</sup>.

Nesse contexto, recursos adicionais obtidos por meio de pagamentos de serviços ambientais da tecnologia seriam uma importante ferramenta na promoção de aquecedores solares no país. A oportunidade de obter esses recursos surgiu com a Convenção Climática da ONU (UNFCCC, na sigla em inglês), assinada em 1992 no Rio



de Janeiro, e com seus desenvolvimentos subseqüentes, especialmente os mais de 45 mercados de Certificados de Redução de Emissão de Carbono (CREs) existentes, em planejamento ou em propositura<sup>54</sup>. Um dos mais importantes desses mercados é o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), estabelecido no Protocolo de Quioto da UNFCCC para ajudar as nações industrializadas (conforme estabelecido no Anexo I da UNFCCC) a diminuïrem os custos do atendimento de suas metas de reduçãõ de emissãõ, tomando proveito de oportunidades menos custosas existentes em païses em desenvolvimento (ou nãõ incluïdos no Anexo I da UNFCCC). As regras e os procedimentos desenvolvidos pelo Comitê Executivo do MDL (CE MDL) estabelecem um marco para todos os outros mecanismos de comêrcio de CREs<sup>55</sup>.



Projetos do MDL precisam satisfazer vãrios requisitos para criar CREs, sendo a adicionalidade um dos mais importantes. Adicionalidade significa que os projetos do MDL devem levar a reduções reais e mensurãveis no total de emissões de gases estufa (GE) no païis que hospeda o projeto e que os proponentes do projeto precisam provar como as emissões de GE serãõ reduzidas abaixo dos nïveis antecipados na ausênciã do projeto. Um componente principal do atendimento do requisito de adicionalidade de projetos do MDL é o estabelecimento de uma metodologia para a estimativa de linhas de base. A linha de base é uma projeçãõ das emissões que ocorreriam na ausênciã das atividades propostas no projeto em questãõ, que é usada para estimar as reduções totais produzidas pelo projeto. O valor total dos CREs é uma funçãõ, portanto, da projeçãõ da linha de base. Proponentes de projetos MDL precisam também apresentar informaçãõ

sobre os limites do projeto, reduções de emissões e planos de monitoramento<sup>56</sup>.

O CE do MDL permite que proponentes de projetos de pequena escala (menos de 15 MW no caso dos aquecedores solares) usem linhas de base e metodologias de monitoramento simplificadas, se eles demonstrarem que a atividade proposta não seria implementada sem o projeto devido à existência de uma ou mais das seguintes barreiras<sup>57</sup>:


- ❑ *Barreira de investimento – uma alternativa financeiramente mais viável à atividade proposta levaria a maiores emissões de GEs.* Os aquecedores solares produzidos no Brasil submetem-se a esse critério, já que a tecnologia é vista no país como uma fonte de energia renovável com alto valor ambiental e altos custos iniciais para os consumidores. Mesmo com a queda acentuada desses custos iniciais, de US\$ 500/m<sup>2</sup> para US\$ 100/m<sup>2</sup> nas duas últimas décadas, o preço inicial ao consumidor do aquecedor solar permanece alto se comparado com seu maior competidor, o chuveiro.
  
- ❑ *Barreira tecnológica – uma alternativa tecnologicamente menos avançada às atividades propostas envolve riscos menores devido a incertezas relativas à performance da proposta ou ao baixo market share da tecnologia adotada no projeto e, portanto, levaria a maiores emissões.* De fato, os aquecedores solares ainda precisam ganhar a confiança dos consumidores, que vêem os chuveiros como uma tecnologia mais acessível e provada para

o aquecimento de água, apesar do alto consumo de energia do equipamento e das muitas vezes inseguras condições de uso.


- ❑ *Barreira devido à prevalência de práticas anteriores – uma prática prevalente ou políticas públicas e regulações existentes levam à expansão do uso de uma tecnologia com maiores emissões.* Novamente, os baixos custos iniciais dos energo-intensivos e arriscados chuveiros – vendidos a preços entre R\$ 20 (4,4 kW) e R\$ 300 (8,2 kW) – certamente contribuem para a extensiva penetração dessa tecnologia. Mas um outro fator é a existência de tubulações e infra-estrutura elétrica limitada à instalação de chuveiros em praticamente todas as casas, sem a dupla tubulação necessária à distribuição de água quente gerada pelos aquecedores solares. Esse padrão tem sido reforçado por anos de prevalência dessa prática e por códigos de obras municipais adaptados aos chuveiros.

- ❑ *Outras barreiras.*


O financiamento dos aquecedores solares é um aspecto sub examinado da tecnologia, com um papel potencial importante no desenvolvimento do mercado solar. As instituições que financiam projetos habitacionais têm falhado em levar em consideração a segurança que os aquecedores solares podem trazer ao sistema de financiamento habitacional para as classes populares, para as quais contas de fornecimento de eletricidades menores podem facilitar



o pagamento das prestações da casa própria. Quanto ao financiamento de aquecedores solares direto ao consumidor, as taxas de juros praticadas no país são extremamente altas, e as linhas de crédito socioambientais disponíveis são de baixa acessibilidade, por razões institucionais, burocráticas ou ainda por falta de divulgação adequada.



Outra barreira que deve ser considerada é a falta de capacidade profissional, de formação adequada e de experiência entre os profissionais que atuam ou potencialmente poderiam vir a atuar nesse mercado. Porque os aquecedores solares têm sido considerado caros e difíceis de manejar, arquitetos não estabeleceram um repertório de possibilidades estéticas de incorporação dos coletores, projetistas têm dificuldade de acessar a informação correta sobre insolação, encanadores cometem muitos erros de instalação etc.



De acordo com o CE do MDL, um projeto capaz de superar uma ou mais dessas barreiras poderia gerar CREs. O Quadro 9 apresenta uma estimativa do valor potencial dos CREs gerados por aquecedores solares no Brasil. Os resultados mostram que esses rendimentos podem ser um importante incentivo adicional ao mercado no país, podendo contribuir com valores de até mais de 20% do valor inicial dos aquecedores.

### Quadro 9. Possíveis recursos de crédito de carbono para coletores solares<sup>59</sup>

Período de tempo	Toneladas de CO <sub>2</sub> abatidas/ 100 l/ período*	Renda em CREs por sistema a US\$ 5/t	% do custo de CO <sub>2</sub> a US\$ 5/t	Renda em CREs por sistema a US\$ 10/t	% do custo de CO <sub>2</sub> a US\$ 10/t
<b>10 anos</b>	4,6	46,00	5,5	92,00	11,0
<b>14 anos</b>	6,4	64,40	7,7	128,80	15,3
<b>21 anos</b>	9,7	96,60	11,5	193,20	23,0

\* fator de emissão de 0,604 kg de CO<sub>2</sub> por kWh aprovado pelo CE do MDL para a rede interligada do Sul e Sudeste e para o Cento-Oeste brasileiros; produção equivalente de eletricidade de 127 kWh/mês para um aquecedor solar médio de 200 litros<sup>58</sup>, com preço de venda ao consumidor de US\$ 840, para um sistema de 200 litros, incluindo custos de instalação<sup>60</sup>.

Um projeto capaz de incentivar o uso de aquecedores solares no Brasil atinge os requisitos para a emissão de CREs de CO<sub>2</sub> enquanto promove o desenvolvimento sustentável. É possível adotar as linhas de base e a metodologia de monitoramento simplificadas aprovadas pelo CE do MDL e demonstrar que o crescimento do mercado buscado não seria atingido devido à existência das barreiras acima mencionadas. A questão que permanece é relativa ao desenho do projeto em si e sobre quem poderia ser o proponente.

No contexto particular, existem quatro diferentes atores sociais capazes de articular um projeto como esse: um consórcio de produtores de aquecedores solares, um organismo financeiro, uma distribuidora de eletricidade ou uma administração municipal.



Produtores de aquecedores solares poderiam organizar novos modelos de negócios usando ferramentas como venda de serviços energéticos ou *leasing* de equipamentos. Instituições financeiras poderiam oferecer novas linhas de financiamento para alavancar a venda desses equipamentos e distribuidoras estão em ótima posição para oferecer serviços energéticos a seus consumidores. Administrações municipais poderiam coordenar pacotes de financiamento habitacional, incorporar aquecedores solares em projetos habitacionais e/ou mudar requisitos em códigos de obras para requerer ou ao menos facilitar o uso de aquecedores solares e usar recursos dos CREs para, por exemplo, subsidiar o cumprimento do requisito para as habitações de baixa renda. Projetos desenvolvidos a partir dessas idéias iniciais poderiam atender aos requisitos esperados para alavancar o uso de aquecedores solares no mercado brasileiro e lançar CREs no mercado internacional.

### 3.2. Normatização

Vários entrevistados se referiram ao estabelecimento, em 1997, da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) para coletores solares, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), como um marco de mudança de qualidade dos aquecedores solares no mercado brasileiro. Segundo estes, a ENCE permite que os consumidores tenham informação sobre a qualidade dos equipamentos, algo que vai além do objetivo inicial do programa de etiquetagem, que tem o objetivo expresso de *"informar o desempenho térmico de sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água (...) segundo normas brasileiras específicas e/ou internacionais, e que a medição desse desempenho está sendo feita pelo fabricante de forma contínua e segundo critérios e procedimentos de ensaios e controle conforme as disposições deste Regulamento Específico"*<sup>61</sup>.

No programa ENCE, etiquetas (Figura 8) são utilizadas para fornecer aos consumidores informações relativas ao desempenho térmico dos sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água, de acordo com a classificação de desempenho do equipamento. Tais informações são fornecidas pelos fabricantes e verificadas pelo Inmetro, por meio de um sistema de aferição, medição e controle. A medição é feita pelos fabricantes segundo normas específicas pertinentes – brasileiras e/ou internacionais –, mediante a realização de ensaios por laboratório credenciado e/ou com o acompanhamento de técnicos do Inmetro após aferição dos sistemas de medição dos fabricantes e do laboratório de ensaios credenciado (Quadro 10). Especificamente, o que se verifica é a informação prestada pelo fa-



bricante quanto à Produção Média de Energia e/ou à Eficiência Energética de coletores solares planos, abertos ou fechados, para aplicação em banho ou piscina com área mínima de 1 m<sup>2</sup>, para sistemas acoplados e para reservatórios térmicos com volumes padronizados de 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800 e 1 000 litros.

**Figura 8. Modelos de etiqueta de comparação (esquerda) e de aprovação (direita)**

<b>Energia</b> (Solar)	COLETOR SOLAR PLANO
Fabricante	ABCDEF
Marca	XYZ(Logo)
Modelo	IPQR
Pressão de Funcionamento (kPa) (m.c.a)	XYZ
Aplicação	banho
<b>Mais eficiente</b>	
<b>Menos eficiente</b>	
<b>Produção Mensal de Energia:</b>	
- Por m <sup>2</sup> de coletor (kWh/mês.m <sup>2</sup> )	00,0
- Por coletor (kWh/mês)	00,0
Área externa do Coletor (m <sup>2</sup> )	00,0
Eficiência Energética Média (%)	XY,Z
<small>Regulamento Específico para Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água - RESP/006-SOL Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>	
<small>PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</small>	
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>	

LOGOMARCA E INFORMAÇÃO DO FORNECEDOR PRODUTO	
MODELO:	
NÚMERO DE SÉRIE: XX YY Zz CCCC MAAA	DATA FABRICAÇÃO:
VOLUME (L)	PRESSÃO MÁXIMA DE TRABALHO: (KPa) (mca)
POTÊNCIA (W)	TENSÃO (V)
CORRENTE (A)	FREQUÊNCIA (Hz)
DISJUNTOR (A)	GRAU DE PROTEÇÃO IP24
SEÇÃO TRANSVERSAL MÍNIMA DOS CONDUTORES DE ALIMENTAÇÃO (mm <sup>2</sup> )	
<small>Regulamento Específico para Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água - RESP/006-SOL</small>	
<small>PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</small>	
<b>ESTE PRODUTO TEM SEU DESEMPENHO APROVADO PELO INMETRO E ESTÁ EM CONFORMIDADE COM O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM</b>	

## Quadro 10. Normas e seqüência dos procedimentos para ensaios dos coletores solares

(As aplicações para banhos e piscinas são similares, tendo apenas a norma de teste para Eficiência Térmica Instantânea, no caso de piscinas, alterada para a norma AINSI/ASHRAE 96-1980 RA1989.)

### Grupo 1:

- Ensaio de exposição não-operacional (ASTM 823-81)
- Pressão hidrostática (FSEC-GP-5-80)
- Choque térmico (ASTM 823-81)
- Inspeções (ASTM 823-81)

### Grupo 2:

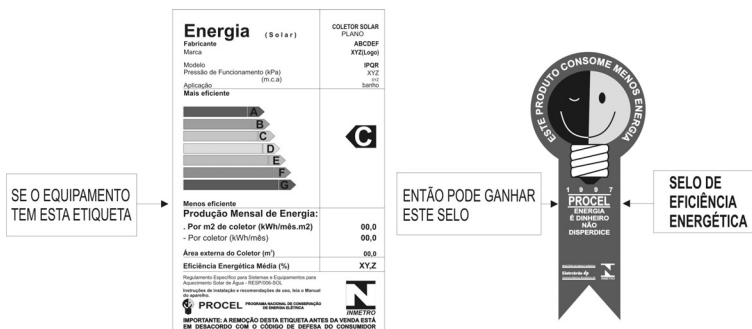
- Constante de tempo (ANSI/ASHRAE 96-1986 RA91)
- Eficiência térmica instantânea
- Aplicação banho: ANSI/ASHRAE 96-1986 RA91
- Aplicação piscina: AINSI/ASHRAE 96-1980 RA1989
- Fator de correção para ângulo de incidência (ANSI/ASHRAE 96-1986 RA91)
- Inspeções (ASTM 823-81)

O ENCE prevê também a emissão do *Selo de Eficiência Energética* e do *Selo Procel-Inmetro de Desempenho*. Os coletores aprovados em ensaios e etiquetados com classificação *A*, conforme disposto no regulamento do Inmetro, estão aptos a receber o Selo Procel de Economia de Energia, concedido pelo programa da Eletrobrás, podendo divulgar esse selo nas suas propagandas individuais. Os reservatórios térmicos aprovados em ensaios e etiquetados, conforme disposto nesse regulamento, recebem o Selo Procel-Inmetro de Desempenho, que é concedido por Procel/Eletrobrás e pelo Inmetro, conjuntamente, a equipamentos submetidos a ensaios de aprovação.



O Selo de Eficiência Energética foi criado por Decreto Presidencial em 1993, para diplomar os equipamentos elétricos utilizados em grande escala pela população que apresentem os melhores níveis de eficiência energética e/ou o menor consumo de energia elétrica. O selo é concedido anualmente aos equipamentos que estejam etiquetados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem na classificação A.

**Figura 9. Aplicação do Selo Procel de Eficiência Energética**



O Selo Procel-Inmetro de Desempenho foi desenvolvido por Procel/ Eletrobrás e pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem PBE/Inmetro para atestar o desempenho de produtos e equipamentos energeticamente eficientes, a partir do uso conjunto das marcas "Este Produto Consome menos Energia" e "Procel".



**Figura 10. Aplicação do Selo Procel-Inmetro de Desempenho**



Apesar do respeito dos entrevistados ao sistema de etiquetagem do Inmetro, este não ficou livre de críticas. Alguns fabricantes observaram que a etiquetagem existente é frágil por ser não obrigatória, e os testes são inadequados, por não serem destrutivos e poderem ser fraudados por fabricantes inescrupulosos. Alguns consultores empresariais observaram que o sistema atrapalha a difusão de coletores com propostas tecnológicas alternativas, pois comparam propostas diferentes sem levar em conta custos de aquisição e instalação. Segundo esses últimos, um sistema que levasse em consideração o custo-benefício dos equipamentos seria mais adequado ao mercado brasileiro, que é bastante sensível a custos e opera num ambiente com alta insolação, permitindo performance adequada para equipamentos de relativamente baixa eficiência.





### 3.3. Oportunidades legais

O marco legal brasileiro para o setor elétrico apresenta algumas oportunidades e possíveis avanços que devem ser aproveitados para a promoção de aquecedores solares. No âmbito das macro-políticas para o setor, a resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) nº 7/01<sup>62</sup>, que reestrutura os Comitês Técnicos que compõem o conselho, define que o objetivo do Comitê Técnico de Gestão da Demanda de Energia e Fontes Renováveis é propor uma política de utilização racional de energia e dos recursos energéticos disponíveis, em particular das fontes renováveis, como um fator de promoção socioeconômica e ambiental do país. Esse objetivo deve ser atingido por meio da aplicação de novas tecnologias e técnicas otimizadas de gestão da demanda de energia, em programas de fomento ao crescimento do mercado de serviços energéticos, a curto, médio e longo prazos, e de geração distribuída de eletricidade. O trabalho desse comitê ainda deixa a desejar, mas a pressão do FBOMS para nomear um representante da sociedade civil organizada para o conselho pode ser um importante fator dinamizador dos trabalhos.

A lei nº 9.991/00<sup>63</sup>, que obriga as empresas do setor elétrico a aplicar anualmente 1% de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento e em programas de eficiência energética, pode se transformar num dos mais importantes instrumentos para a promoção do uso de aquecedores solares, sendo importante para isso que os interessados no mercado termossolar apresentem projetos concretos e relevantes de acordo com o mecanismo legal.



Também mereceriam ser analisadas possibilidades ainda não exploradas pelo Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios (Prodeem)<sup>64</sup>, já que dentre os objetivos desse programa constam "*promover o aproveitamento das fontes de energia descentralizadas no suprimento de energéticos aos pequenos produtores, aos núcleos de colonização e às populações isoladas*" e "*complementar a oferta de energia dos sistemas convencionais com a utilização de fontes de energia renováveis descentralizadas*", demandas que a tecnologia termossolar tem plena capacidade de atender.

Dentre os incentivos diretos existentes à tecnologia termossolar é importante citar a isenção de IPI e ICMS, estabelecida pelo decreto nº 4.070/01 e por outros decretos estaduais, como o decreto nº 46.654/02 do estado de São Paulo.

Na época da pesquisa (2004) estavam em tramitação no Congresso Nacional pelo menos cinco projetos de lei que buscam incentivar o uso de aquecimento solar no país, com objetivos que vão desde a obrigação de instalação de aquecedores solares em projetos de construção de habitações populares (PL 3.680/04), passando pela isenção de IPI e II (imposto de importação) para equipamentos e matéria-prima para aproveitamento da energia solar (PL 4.783/01) e chegando à constituição de fundos de financiamento da instalação de coletores solares, de financiamento de programas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração, e de financiamento da produção de insumos e equipamentos para geração de energia termossolar (PL 4.138/01, PL 630/03, PL 3.259/04).

O PL 3.680/04 obriga os projetos de construção de habitações populares realizados com recursos oriun-





dos de programas de habitação federais a aproveitar a energia solar.

O PL 4.783/01 isenta do II e do IPI os equipamentos e as matérias-primas para energia solar sem similar nacional.


O PL 4.138/01 cria o Programa Nacional de Instalação de Coletores Solares – Prosol, para financiamento da instalação de coletores solares em imóveis residenciais e comerciais, com recursos de um Fundo Nacional de Fomento ao Uso de Energia Solar – Funsol, a ser formado com recursos provenientes de taxa de 0,1% a ser aplicada sobre o faturamento bruto anual das concessionárias de energia elétrica.

O PL 630/03 altera o art. 1º da lei nº 8.001/90, que define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a lei nº 7.990/89, destinando 8% dessa distribuição ao Ministério de Minas e Energia para a constituição de um fundo especial para o financiamento de pesquisa e produção de energia elétrica e térmica a partir da energia solar e da energia eólica. Esses recursos serão reservados para o financiamento de projetos e programas de pesquisa científica e tecnológica, bem como para o financiamento da produção de insumos e equipamentos para a geração dessas fontes alternativas de energia, devendo ser administrados por regulamento aprovado pelo Comitê Gestor constituído no âmbito do Ministério de Minas e Energia (MME). Segundo o projeto, o Comitê Gestor será composto por um representante do MME, um do Ministério do Meio Ambiente, um do Ministério da Ciência e Tecnologia, um do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES), um do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), um da Financiadora de Estudos e Pro-

jetos (Finep), dois representantes das universidades públicas, dois representantes da comunidade científica, três representantes do setor produtivo e três representantes de entidades e movimentos da sociedade civil, a serem indicados pela Associação Brasileira de Organizações Não Governamentais (Abong).

O PL 3.259/04 cria o Programa de Incentivos a Energias Renováveis – Pier, de promoção das energias termossolar, fotovoltaica e eólica, com recursos provenientes da alienação de empresas de energia elétrica sob controle acionário, direto ou indireto, da União, ou de ativos patrimoniais destas, no montante de 10% (dez por cento) do apurado em cada parcela e com recursos provenientes do retorno das aplicações feitas sob a forma de empréstimos. O agente financeiro desse fundo será o BNDES, que operará sobre a gestão feita pelo Conselho Diretor, composto por seis membros indicados pelo Poder Executivo e 6 representantes da sociedade. A destinação dos recursos do fundo será de:

- ❑ 25% (vinte por cento) para programas de pesquisa, desenvolvimento e demonstração de uso de energias termossolar, fotovoltaica e eólica;
- ❑ 25% (vinte e cinco por cento) para projetos de energias fotovoltaica e eólica destinados a sistemas isolados de pequeno porte;
- ❑ 30% (trinta por cento) para projetos de energia termossolar destinados ao aquecimento de água em habitações populares;
- ❑ 15% (quinze por cento) para projetos de energias termossolar, fotovoltaica e eólica a serem desenvol-



vidos por cooperativas de produtores ou usuários,  
em área rural;

- ❑ 10% (dez por cento) para o Programa de Desenvolvimento Energético dos Estados e Municípios – Prodeem.





## 4 CONCLUSÕES

Interessa à sociedade brasileira desenvolver um grande mercado para aquecedores solares dadas as vantagens socioambientais da tecnologia advindas do deslocamento da hidroeletricidade na matriz energética, da geração de empregos qualificados e da redução de recursos para investimentos em geração, transmissão e distribuição de energia elétrica. No entanto, os relativos altos custos iniciais de instalação da tecnologia e a ausência de crédito a juros baixos para financiamento dessa instalação, aliados à possibilidade da alternativa de baixo custo inicial e grande disponibilidade representada pelos chuveiros, inibem fortemente a difusão da tecnologia termossolar.

Os entrevistados apresentaram de modo geral a visão de que, no contexto atual de preços e financiamentos, a expansão do mercado pode ser induzida por:

1. Alterações nos códigos de obras municipais que obriguem a instalação ou a pré-instalação de sistemas termosolares em novas construções e reformas de porte;
2. Aplicação em tecnologia termossolar de parte dos recursos provenientes da obrigação das empresas do



setor elétrico de investir 1% de seu faturamento em P&D e em programas de conservação de energia;

3. Desburocratização e divulgação maciça das linhas de financiamento específicas existentes;
4. Criação de mecanismos de incentivo à utilização da tecnologia termossolar nos financiamentos de casa própria e de habitações populares;
5. Desenvolvimento de projetos de comercialização de Certificados de Redução de Emissão de carbono.

Foi praticamente consensual que, com o possível aumento de escala de produção de aquecedores solares induzido pelas medidas citadas, o preço ao consumidor dessa tecnologia tende a cair, retroalimentando positivamente o processo de crescimento do mercado. Nessas condições, foi apontada a necessidade de criar programas de capacitação em diferentes níveis para todos os envolvidos e normatizar também, as orientações técnicas, de forma que problemas de infra-estrutura na construção do imóvel e instalação dos aquecedores não aborçam um possível ímpeto de mercado. Como provável consequência da substituição pelo aquecedor solar, a participação do chuveiro no aquecimento de água residencial e comercial deve cair, mas vários entrevistados prevêem que o equipamento deve vir a ser utilizado como complemento ao aquecimento solar em alguns nichos de mercado.

Não nos parece razoável esperar para um futuro próximo a construção de uma estratégia unificada para a promoção do uso de aquecedores solares no Brasil. En-





tretanto, a pesquisa aqui apresentada e um *workshop* realizado com representantes dos setores entrevistados geraram algumas idéias, propostas e instrumentos relevantes, que potencialmente podem contribuir para o progresso do setor.

Uma visão alternativa estratégica para a tecnologia termossolar no Brasil seria continuar a promoção da tecnologia no futuro próximo por meio de iniciativas pontuais que testariam abordagens e metodologias, e que proveriam dados aos interessados em histórias de sucesso, avalancando iniciativas de maiores escalas e mais abrangentes.

Dado o estágio da discussão e a natureza fragmentada das iniciativas atuais, uma possibilidade é a criação de um *menu* de idéias e instrumentos desenvolvidos pelas diferentes iniciativas para o desenvolvimento de suas próprias estratégias. Uma vez que esse *repertório* esteja criado, será mais fácil desenvolver uma estratégia baseada em elementos específicos dele ou que adicione novos elementos ao cardápio.

O quadro a seguir sintetiza as propostas de promoção do uso da tecnologia termossolar feitas pelos participantes do *workshop* para o governo federal, para governos municipais, agentes financeiros, distribuidores de eletricidade, indústrias de sistemas termossolares, agências de regulação, universidades e ONGs quanto a regulação e estabelecimento de padrões, financiamento e incentivos, educação e conscientização.

## Quadro 11. Elementos para uma política nacional de promoção de aquecedores solares

Atores	Regulação/Padrões	Financiamento/Incentivos	Educação/Conscientização
<b>Governo Federal</b>	<p>Criar, unificar e harmonizar ações dos Ministérios das Cidades, de Minas e Energia e do Meio Ambiente, da ANEEL, da Eletrobrás e concessionárias e da ANP em torno da promoção do uso de aquecedores solares.</p> <p>Dar mandato legal à agência federal para promoção do uso de aquecedores solares.</p> <p>Incluir uso de aquecedores solares nas "compras verdes" do governo federal;</p> <p>Elaborar projetos de códigos de obra e cadernos de encargos que os municípios possam adotar (MCI, MMA), respeitando particularidades regionais.</p>		<p>Campanha de conscientização da importância econômica e ambiental dos aquecedores solares como energia limpa, farta e renovável, ressaltando o amplo domínio da tecnologia pela indústria brasileira.</p> <p>Disponibilizar banco de dados de informações solarimétricas para correto dimensionamento dos equipamentos.</p>
<b>Municípios</b>	<p>Requerer que toda edificação acima de uma certa área instale tubulação específica para água quente, ou ainda mais, instalação de aquecedores solares.</p>	<p>Reduzir o IPTU das habitações equipadas com aquecedores solares.</p>	<p>Distribuir panfletos sobre aquecimento solar para empreendedores que submetam projetos de construção e reforma.</p>
<b>Agências Financeiras</b>	<p>Criar diretriz para CEF obrigar utilização de aquecedores solares em seus financiamentos de projetos habitacionais.</p>	<p>Desburocratizar e promover linhas especiais de crédito ao consumidor para aquisição de aquecedores solares.</p>	<p>Capacitar agentes bancários para promoção do financiamento de aquecedores solares.</p>



<b>Distribuidores de Eletricidade</b>	Promover convênio entre ABRAVA, PROCEL e IBAM para elaboração de guias para aplicação específica de energia solar (hospitais, escolas, asilos, etc.)	Destinar 0.25% do fundo da ANEEL para conservação e P&D para projetos de instalação de aquecedores solares em habitações de baixa renda. Criar novo produto pela venda ou <i>leasing</i> de aquecedores solares com pagamento na conta mensal de energia.	Promover o uso de aquecedores solares nas contas de luz mensais.
<b>Indústrias de aquecedores solares</b>	Investir em pesquisa para redução do custo de instalação dos aquecedores solares.	Investir em novos sistemas de negócio como venda de serviços de aquecimento de água para condomínios e grandes consumidores e <i>leasing</i> de equipamentos	Capacitar instaladores e qualificar projetistas e revendas do produto. Implantar o Observatório Solar incluindo <i>site</i> para informar consumidores, reunir e produzir estatísticas, fornecer educação continuada e à distância para quem trabalha com o produto. Difundir junto a distribuidoras de eletricidade as vantagens da promoção da utilização de aquecedores solares para estas empresas.
<b>Agências de Regulação</b>	Criar normas para instalação e dimensionamento de sistemas de aquecimento solar de água (INMETRO).		
<b>Universidades</b>		Pesquisa de novos materiais e processos mais eficientes e mais baratos para desenvolvimento de sistemas solares.	Capacitação de arquitetos, engenheiros e instaladores para o mercado termossolar.
<b>ONGS</b>		Desenvolvimento de projetos de comercialização de Certificados de Redução de Emissão de carbono em parceria com outros atores do mercado termossolar.	Campanha de conscientização da importância econômica e ambiental dos aquecedores solares como energia de geração descentralizada, limpa, farta e renovável.



## REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup> *Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo*. Procel, Eletrobrás, 1989.
- <sup>2</sup> Jorge Wilhein Consultores. *Consumos Residenciais de Energia – Relatório Final*. São Paulo, 1986.
- <sup>3</sup> Matajs, R. R. *Demanda, Consumo e Custo das Alternativas ao Chuveiro Elétrico no Estado de São Paulo*. Dissertação de mestrado, USP-IEE. São Paulo, 1997.
- <sup>4</sup> *Pesquisa de Posse de Eletrodomésticos e de Hábitos de Consumo*. Procel, Eletrobrás, 1989.
- <sup>5</sup> Banco de Informações de Geração - ANEEL, 2005.
- <sup>6</sup> Documento do Fórum Brasileiro de ONGs e Movimentos Sociais sobre o novo modelo para o setor elétrico. Março, 2004. Documento disponível no *site* [www.vitaecivilis.org.br](http://www.vitaecivilis.org.br).
- <sup>7</sup> *Doze Razões para Excluir as Grandes Barragens das Iniciativas para Energias Renováveis*. Documento disponível em [www.irn.org](http://www.irn.org).
- <sup>8</sup> Idem referência anterior.
- <sup>9</sup> Goldemberg, J.; Coelho, S. T.; Nastari, P. M.; Lucon, O. *Ethanol learning curve – the Brazilian experience*. Disponível em Pergamon – [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Elsevier Ltd.; 2003.
- <sup>10</sup> Goldemberg, 2003.



<sup>11</sup> *Atlas Solarimétrico do Brasil*. Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas (FAE/UFPE). 1998.

<sup>12</sup> Documento disponível no *site* [www.iea.org](http://www.iea.org).

<sup>13</sup> Comunicação pessoal da diretoria do Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Abrava.

<sup>14</sup> Os fabricantes brasileiros de aquecedores solares podem ser encontrados no portal da Associação do setor: <http://www.portalabrava.com.br/quadros2.asp?varLink=Setoriais/das.htm&mn=das>.

<sup>15</sup> Comunicação pessoal da diretoria do Departamento Nacional de Aquecimento Solar da Abrava.

<sup>16</sup> Sun in Action II – A Solar Thermal Strategy for Europe. Vol. 1. Market Overview, Perspectives and Strategy for Growth. European Solar Thermal Industry Federation. Abril, 2003.

<sup>17</sup> *Status of Solar Thermal Technologies and Markets in India and Europe* – an OPET international action – Enhancement of Market Penetration of Solar Thermal Technologies. Tata Energy Research Institute (Índia) e CRES – Centre for Renewable Energy Sources (Grécia).

<sup>18</sup> Pereira, E. M. D. Energia Solar Térmica in “Fontes Renováveis de Energia No Brasil”. (organizado por Tolmasquim, M. T.). Green-PUC-Minas, Cenergia-Coppe-UFRJ, Edit. Interciência, 2003.

<sup>19</sup> Goldemberg, J.; Coelho, S. T.; Nastari, P. M.; Lucon, O. *Ethanol learning curve – the Brazillian experience*. Disponível em Pergamon – [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com). Elsevier Ltd; 2003.

<sup>20</sup> *Trends in monthly market prices for selected commodities*. UNCTAD Handbook of Statistics 2003. Documento disponível no *site* [www.unctad.org/Templates/WebFlyer.asp?intItemID=2085&lang=1](http://www.unctad.org/Templates/WebFlyer.asp?intItemID=2085&lang=1).

<sup>21</sup> Documento disponível no *site* <http://an.uol.com.br/2003/nov/12/0joe.htm>.

<sup>22</sup> Documento disponível no *site* [www.bndes.gov.br/noticias/financia/not427.asp](http://www.bndes.gov.br/noticias/financia/not427.asp).

<sup>23</sup> Documento disponível no *site* [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)





<sup>24</sup> Pereira, 2003.

<sup>25</sup> Puig, Josep. *The Barcelona Solar Ordinance*. BarnaGEL – Barcelona, Barcelona Local Energy Group. Documento disponível no *site* [www.eurosolar.org/solarzeitalter;solarzcit\\_3\\_01-3.html](http://www.eurosolar.org/solarzeitalter;solarzcit_3_01-3.html).

<sup>26</sup> Sawin, Janet L. National policies instruments: policy lessons for the advancement and diffusion of renewable energy technologies around the world. Worldwatch Institute, Dec 2003. *Thematic background paper for the Conference for Renewable Energies*, Bonn 2004.

<sup>27</sup> Captación solar térmica de la ordenanza general de meio ambiente urbano de Barcelona 20-7-99; Documento disponível no *site* [www.uniseo.org/wordpdf/barcelonalaw.pdf](http://www.uniseo.org/wordpdf/barcelonalaw.pdf)

<sup>28</sup> Pereira, 2003.

<sup>29</sup> Documento disponível no *site* [www2.ibam.org.br](http://www2.ibam.org.br).

<sup>30</sup> Documento disponível no *site* [www2.ibam.org.br/rcidades/noticias.asp](http://www2.ibam.org.br/rcidades/noticias.asp)

<sup>31</sup> Puig, BarnaGEL.

<sup>32</sup> The Barcelona Solar Thermal Ordinance: evaluation and results. Apresentação feita por Toni Pujol da Barcelona Energy Agency, na 9th Annual Conference of Energie-Cités, Abril de 2004.

<sup>33</sup> Documento disponível no *site* [www.timesonline.co.uk/article/0,,3-1350946,00.html](http://www.timesonline.co.uk/article/0,,3-1350946,00.html).

<sup>34</sup> *Projeto beneficia usuários e fabricantes de energia solar*. Documento disponível no *site* [www.camaracg.com.br/proposit4.html](http://www.camaracg.com.br/proposit4.html).

<sup>35</sup> Jannuzzi, Gilberto De Martino. Energia Solar: um luxo para os Campineiros? *Correio Popular de Campinas*. 15/7/2002.

<sup>36</sup> *Electric Utility DSM 1999*. Documento disponível no *site* [www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/dsm99/dsm\\_sum99.html](http://www.eia.doe.gov/cneaf/electricity/dsm99/dsm_sum99.html).

<sup>37</sup> FBOMS, 2004.

<sup>38</sup> Decreto nº 2.335, que cria a Aneel.

<sup>39</sup> Art. 225 do Capítulo VI (Do Meio Ambiente) da Constituição Brasileira de 1988.

<sup>40</sup> Documento disponível no *site* <http://www.ttcompany.com.br/stc.html>.



<sup>41</sup> Mazzon, Lucio Cesar de Souza Mesquita; Mazzon, Luis Augusto Ferrari; Campos Filho, Marcelo de Moura. *O Aquecedor Solar de Água para o Setor Elétrico e para o Usuário Final*. Procel, 1996.

<sup>42</sup> Lei nº 9.991, de 24/7/00, e resolução 271 da Aneel.

<sup>43</sup> Documento disponível no *site* [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br).

<sup>44</sup> Resolução 492 da Aneel.

<sup>45</sup> Documento disponível no *site* [www.light.com.br/institucional/noticias/campanhas/energia\\_solar/faq/tefaq.shtml](http://www.light.com.br/institucional/noticias/campanhas/energia_solar/faq/tefaq.shtml).

<sup>46</sup> Oliva, George Andrew. Utilização de aquecedores solares de baixo custo em programas de gerenciamento pelo lado da demanda (GLD). CPFL. Apresentado no *XV Seminário Nacional de Transmissão e Distribuição de Energia Elétrica*, 1999.

<sup>47</sup> Documento disponível no *site* <http://revista.fapemig.br/8/energia.html>.

<sup>48</sup> The 20% solution. Documento disponível no *site* <http://savepower.lbl.gov>.

<sup>49</sup> Goldman, Charles A.; Eto, Joseph H.; Barbose, Galen L. *California Customer Load Reductions during the Electricity Crisis: Did they Help to Keep the Lights On?* Energy Analysis Department. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Documento disponível no *site* [http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/EMS\\_pubs](http://eetd.lbl.gov/ea/EMS/EMS_pubs), May 2002.

<sup>50</sup> Documento disponível no *site* <http://www.saopaulo.sp.gov.br/sis/lenoticia.asp?id=50466>.

<sup>51</sup> Pereira, 2003.

<sup>52</sup> *Programa Rede de Capacitação em Aquecimento Solar*. Abrava, 2003.

<sup>53</sup> Taborianski, Vanessa M. *Avaliação da contribuição das tipologias de aquecimento de água residencial para a variação do estoque de gases de efeito estufa na atmosfera*. Tese de mestrado. POLI-USP, 2002.

<sup>54</sup> Hasselknippe, Henrik (2003). "Systems for carbon trading: an overview." *Climate Policy* 3 (Supplement 2): S43-S57

<sup>55</sup> Milton, Samuel (2004): *Carbon Finance and Solar Water Heating Technology: Exploring Possible Synergies Through Five Case Studies*; Master of Arts in Law and Diplomacy Thesis to The Fletcher School





<sup>56</sup> Milton, Samuel (2004)

<sup>57</sup> Appendix B1 of the simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities - Indicative Simplified Baseline and Monitoring Methodologies for Selected Small-Scale CDM Project Activity Categories; UNFCCC / CCNUCC; June 2004; Documento disponível no *site* <http://unfccc.int/cdm>

<sup>58</sup> Rodrigues, Délcio; Matajs, Roberto (2004)

<sup>59</sup> Rodrigues, Délcio. Podem aquecedores solares gerar no Brasil certificados de redução de carbono comerciáveis? Publicado na coletânea Carbono: Ciência e Mercado Global; editada por Sanqueta, C.R. e Zilioto, M.A. para a Universidade Federal do Paraná, 2004.

<sup>60</sup> dado da SOLETROL. Documento disponível no *site* [www.soletrol.com.br](http://www.soletrol.com.br)

<sup>61</sup> Rodrigues, Délcio; Matajs, Roberto (2004)

<sup>62</sup> Regulamento específico para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – ENCE. Sistemas e equipamentos para aquecimento solar de água; INMETRO, última revisão em 12/05/2004.

<sup>63</sup> Documento disponível no *site* [www.mme.gov.br/sen/cnpe/resolucao7.htm](http://www.mme.gov.br/sen/cnpe/resolucao7.htm)

<sup>64</sup> Documento disponível no *site* [www.aneel.gov.br/cedoc/LEI20009991.PDF](http://www.aneel.gov.br/cedoc/LEI20009991.PDF)