



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

MARIA ALESSANDRA BACARO BOSCOLI

**USUÁRIOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E  
ADOÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE  
ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM LONDRINA-PR**

---

Londrina  
2010

MARIA ALESSANDRA BACARO BOSCOLI

**USUÁRIOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E  
ADOÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE  
ÁGUA: ESTUDO DE CASO EM LONDRINA-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Miriam Jerônimo  
Barbosa

Londrina  
2010

Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da  
Universidade Estadual de Londrina.

### **Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)**

B742u Boscoli, Maria Alessandra Bacaro.  
Usuários de habitação de interesse social e adoção de sistemas de aquecimento solar de água: estudo de caso em Londrina-PR / Maria Alessandra Bacaro Boscoli. – Londrina, 2010. 92 f.: il.

Orientador: Miriam Jerônimo Barbosa.

Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Tecnologia e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Habitações – Aquecimento solar – Teses. 2. Aquecedores solares de água – Teses. I. Barbosa, Miriam Jerônimo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Tecnologia e Urbanismo. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento. III. Título.

CDU 697.7:728.1

MARIA ALESSANDRA BACARO BOSCOLI

**USUÁRIOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E ADOÇÃO DE  
SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA: ESTUDO DE CASO  
EM LONDRINA-PR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profª. Dra. Miriam Jerônimo Barbosa - Orientadora  
UEL – Londrina – PR

---

Prof. Dr. Paulo Fernando Soares  
UEM – Maringá –PR

---

Profª. Dra. Ana Virgínia Carvalhaes de Faria  
Sampaio  
UEL – Londrina – PR

Londrina, 30 de julho de 2010.




UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

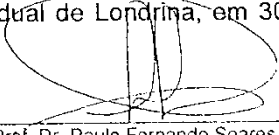


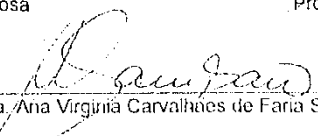
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE TECNOLOGIA E URBANISMO  
SECRETARIA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
MESTRADO EM ENGENHARIA DE EDIFICAÇÕES E SANEAMENTO

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos trinta dias do mês de julho de dois mil e dez, na sala de multimeios 05 do Centro de Tecnologia e Urbanismo, desta Universidade, com início às 14h30min, reuniram-se os membros componentes da Banca Examinadora indicada pela Comissão Coordenadora do Curso e aprovada pelo Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação Stricto Sensu, nomeada pela Portaria nº 3836 de 31/05/2010, composta pelos professores doutores **Miriam Jerônimo Barbosa** (Orientadora/Presidenta), **Paulo Fernando Soares** e **Ana Virginia Carvalhaes de Faria Sampaio** e que teve por objetivo julgar o trabalho da mestranda **MARIA ALESSANDRA BACARO BOSCOLI**, do Programa Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento, intitulado "USUÁRIOS DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL E ADOÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA – ESTUDO DE CASO EM LONDRINA-PR". Os trabalhos foram abertos pela professora **Miriam Jerônimo Barbosa**. A seguir, foi dada a palavra à candidata, para a apresentação do seu trabalho, no tempo de cinquenta minutos, com a subseqüente arguição pelos professores doutores. Cada examinador dispôs de trinta minutos e a candidata de igual tempo para responder a cada um dos arguidores. Terminadas as arguições, procedeu-se ao julgamento do trabalho. Computadas as notas, a presidenta da Banca Examinadora proclamou a candidata APROVADA, completando-se assim as exigências regimentais para a obtenção de título de Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente ata, que vai assinada pelos membros da Banca Examinadora. Universidade Estadual de Londrina, em 30 de julho de 2010.

  
Prof. Dra. Miriam Jerônimo Barbosa

  
Prof. Dr. Paulo Fernando Soares

  
Prof. Dra. Ana Virginia Carvalhaes de Faria Sampaio

A estudante deverá reformular seu trabalho conforme estabelecido no Artigo 55 do regulamento dos Programas de Pós-Graduação Stricto sensu, no prazo de 30(trinta dias): ( ) Sim (  ) Não. Se houver alteração no título do trabalho, informar o novo título:

Dedico este trabalho aos meus filhos,  
Luca e Marina, cidadãos do futuro.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, meus primeiros e mais importantes professores, e ao meu irmão José Ricardo.

Ao meu querido esposo, David, pelo apoio incondicional em todas as etapas deste processo.

A minha orientadora, Professora Miriam, pelo incentivo, dedicação, atenção e paciência ao longo desses três anos de convívio.

As amigas Marisa, Paola, Gabriela, Camila e Giovana, pelo companheirismo. E um agradecimento especial a amiga Leandra, pela ajuda e por todas as discussões que ajudaram a realizar este trabalho.

A todas as pessoas que direta ou indiretamente possibilitaram a conquista desta etapa.

BOSCOLI, Maria Alessandra Bacaro. **Usuários de habitação de interesse social e adoção de sistemas de aquecimento solar de água**: estudo de caso em Londrina-PR. 2010. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

## RESUMO

Este trabalho se dedica a investigar os motivos pelos quais os sistemas de aquecimento solar de água não são implantados em larga escala nas habitações de interesse social brasileiras. Existe uma tendência mundial de reduzir a dependência dos recursos energéticos fósseis, no entanto, a influência e o poder econômico dos oligopólios que mantêm os custos do uso final das energias tradicionais demonstram a vulnerabilidade das tecnologias que ainda necessitam alcançar um maior poder de mercado. No Brasil, a introdução de tecnologias de energias limpas não é considerada nas projeções de demanda de energia elétrica e os programas de eficiência energética acontecem em função do interesse das concessionárias de energia, deixando o usuário em segundo plano. Algumas ONGs recorrem diretamente a este usuário para introduzir os Sistemas de Aquecimento Solar de Água nas residências brasileiras, seja o aquecedor de baixo custo ou o convencional. Através de iniciativas voluntárias, as ONGs incentivam o cidadão a montar seu próprio aquecedor com materiais alternativos ou a exigir, por meios políticos, a introdução dos sistemas nas habitações. Diante da política governamental falha, dos incentivos inexistentes, e partindo da idéia das ONGs de apostar em iniciativas individuais do cidadão, estruturou-se o estudo de caso, que buscou traçar o perfil do usuário da Habitação de Interesse Social. A caracterização socioeconômica e cultural, além da relação deste usuário com o uso final de energia elétrica revela um cidadão aberto a novos tipos de apropriação de energia, mas que teria que ser estruturada não por ele, pois existe o comodismo provocado pelo sistema tarifário da energia elétrica. Assim, os fatores que determinam a introdução destes sistemas em Habitações de Interesse Social constituem um paradoxo entre economia e cultura. Os esforços para que ocorra a implantação teriam que partir da sociedade como um todo, sendo embasados em conceitos de eficiência energética e sustentabilidade, e não apenas em condicionantes econômicos.

**Palavras-chave:** Sistemas de aquecimento solar de água. Energias limpas. Políticas públicas. Usuários de habitações de interesse social. Eficiência energética.

BOSCOLI, Maria Alessandra Bacaro. **Users of low-income housing and adoption of solar water heating systems: a case study in Londrina-PR.** 2010. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

### **ABSTRACT**

This research is dedicated to investigate the reasons why the solar water heating systems are not used in large scale on low-income housing in Brazil. There is a global tendency to reduce dependence on fossil energy resources, however, the influence and economic ruling of oligopolies that holds the end-use traditional energy costs demonstrate the vulnerability of technologies that still need to achieve greater market power. In Brazil, the introduction of clean energy technologies is not considered in projections of electricity demand and energy efficiency programs focus in the best interests for energy companies, leaving the user in the background. Some NGOs call upon user to directly enter the solar water heating systems in brazilian homes, being the low cost or conventional heater. Through voluntary initiatives, NGOs encourage citizens to build your own heater with alternative materials, or requiring, for political means, the introduction of systems in houses. Faced with failure of government policy, incentives absent, and based on the idea of NGOs to bet on individual initiatives of citizens, was structured case study that characterize user's Social Housing profile. The cultural and socioeconomic characteristics and the relation of the end-use electric power reveals a citizen open to new types of purchase energy, but it would have to be structured not by him, as there is a convenience caused by the energy pricing system. Thus, the factors that determine the introduction of these systems in low-income housing are a paradox between economy and culture. Efforts to ensure that the deployment would occur may come from society as a whole, being grounded in concepts of energy efficiency and sustainability, not only in economic conditions.

**Keywords:** Solar water heating systems. Clean energy. Public policy. Users of low-income housing. Energy efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Atlas Solarimétrico Mundial. ....	16
<b>Figura 2</b> – Índices de Desenvolvimento Humano no mundo.....	17
<b>Figura 3</b> – Índices de Desenvolvimento Humano no mundo – detalhe .....	17
<b>Figura 4</b> – Radiação solar global diária (MJ/m <sup>2</sup> dia).....	36
<b>Figura 5</b> – Insolação média anual diária (em horas).....	36
<b>Figura 6</b> – Esquema de organização da primeira parte da metodologia .....	60
<b>Figura 7</b> – Esquema de organização da segunda parte da metodologia.....	61
<b>Figura 8</b> – Vista aérea do Condomínio Ilha Bela.....	66
<b>Figura 9</b> – Planta baixa do pavimento térreo .....	67
<b>Figura 10</b> – Planta baixa do primeiro pavimento.....	67
<b>Figura 11</b> – Esquema da fachada frontal.....	68
<b>Figura 12</b> – Esquema de um corte.....	68
<b>Figura 13</b> – Gráfico do status das residências.....	70
<b>Figura 14</b> – Gráfico das porcentagens dos tipos de lâmpadas. ....	70
<b>Figura 15</b> – Gráfico da porcentagem de casas em relação ao numero de quartos. ....	71
<b>Figura 16</b> – Gráfico da porcentagem de casas em relação ao número de chuveiros.....	71
<b>Figura 17</b> – Gráfico da porcentagem de residências por número de moradores.....	71
<b>Figura 18</b> – Gráfico da porcentagem de moradores por faixa etária.....	72
<b>Figura 19</b> – Gráfico da porcentagem de moradores por escolaridade.....	72
<b>Figura 20</b> – Gráfico da porcentagem de famílias por renda.....	73
<b>Figura 21</b> – Gráfico da porcentagem dos horários de banho. ....	73
<b>Figura 22</b> – Gráfico da porcentagem da duração dos banhos. ....	73
<b>Figura 23</b> – Gráfico da porcentagem de residências onde há ou não a mudança da chave de temperatura do chuveiro. ....	74
<b>Figura 24</b> – Porcentagem de residências onde há mudança do número de banhos. ....	74
<b>Figura 25</b> – Gráfico da porcentagem de famílias por consumo mensal de energia elétrica (Kwh). ....	75
<b>Figura 26</b> – Gráfico da porcentagem de eletrodomésticos presentes.....	75
<b>Figura 27</b> – Porcentagem dos tipos de economia de energia elétrica. ....	77
<b>Figura 28</b> – Porcentagem dos entrevistados que sabem o que é o horário de pico.....	78
<b>Figura 29</b> – Porcentagem dos entrevistados que sabem o que é um aquecedor solar de água.....	78

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Síntese dos resultados do BEN 2009.....	25
<b>Tabela 2</b> – Oferta Interna de Energia – participação.....	26
<b>Tabela 3</b> – Oferta Interna de Energia Elétrica – participação .....	26
<b>Tabela 4</b> – Consumo Final Energético por Setor .....	27
<b>Tabela 5</b> – Variação do Consumo Energético Residencial .....	27
<b>Tabela 6</b> – Brasil. Projeção da Demanda de Energia Elétrica.....	28
<b>Tabela 7</b> – Projeção da Autoprodução Clássica de Eletricidade (TWh).....	29
<b>Tabela 8</b> – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh).....	30
<b>Tabela 9</b> – Adequações dos aquecedores aos tipos de habitação social.....	54
<b>Tabela 10</b> – Porcentagem de casas que possuem os eletrodomésticos relacionados. ....	76
<b>Tabela 11</b> – Porcentagem de casas que adotam as medidas de economia de energia relacionadas .....	77

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA</b> .....	12
1.1 OBJETIVOS.....	14
1.2 OBJETIVO GERAL .....	14
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
2.1 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR NO MUNDO.....	16
2.1.1 Grécia .....	18
2.1.2 Líbano.....	19
2.1.3 Israel .....	20
2.1.4 Turquia .....	21
2.1.5 China.....	22
2.1.6 Índia.....	23
2.2 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR NO BRASIL .....	24
2.2.1 Balanço Energético Nacional .....	24
2.2.2 Projeções da Demanda de Energia Elétrica.....	28
2.2.3 Agenda Elétrica Sustentável 2020.....	31
2.2.4 O Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética.....	34
2.2.5 O Potencial da Energia Solar no Brasil .....	35
2.2.6 Os Coletores Solares Brasileiros .....	37
2.2.7 Iniciativas da ABRAVA e DASOL: Cidades Solares.....	41
2.2.8 Barreiras ao Desenvolvimento do Mercado de SASA no Brasil.....	44
2.2.9 Economia dos Principais Sistemas de Aquecimento de Água .....	48
2.2.10 O Horário de Pico de Demanda de Energia Elétrica .....	50
2.2.11 Utilização de Aquecedores Solares nas Habitações de Interesse Social Brasileiras .....	51
2.3 DIRETRIZES PARA APROPRIAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR PELAS HABITAÇÕES Brasileiras .....	54
2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO.....	57
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	60
3.1 ANÁLISE DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	60

3.2 ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE LONDRINA.....	61
3.2.1 Companhia de Habitação de Londrina .....	61
3.2.2 Mutuários da COHAB-LD e o Programa Minha Casa Minha Vida.....	62
3.2.3 O Conjunto Habitacional Ilha Bela .....	65
3.2.4 Questionário Aplicado aos Moradores do Conjunto Habitacional Ilha Bela .....	68
<b>4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO .....</b>	<b>70</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>81</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>88</b>
ANEXO A – Questionário utilizado no Estudo de Caso.....	89
ANEXO B – Cálculo do tamanho da amostra .....	92

## 1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A obtenção de energia se relaciona diretamente com a existência humana sendo essencial para satisfazer suas necessidades básicas. A dependência mundial dos combustíveis fósseis para gerar energia, cuja demanda cresce cada vez mais, tanto nos países industrializados como naqueles em desenvolvimento, há muito tempo causa danos e desequilibra o planeta.

Os conflitos pelo domínio das reservas de energia não renováveis e a distribuição desigual no consumo e no acesso desta energia ameaçam a sociedade civil. Os países industrializados, apesar de abrigarem apenas 21% da população mundial, consomem 70% das fontes convencionais de energia e 75% da eletricidade, enquanto 2 bilhões de seres humanos vivem privados do acesso a energia nos países em desenvolvimento (ORTIZ, 2002).

Explorar as fontes renováveis de energia e a eficiência energética pode ser a chave para reduzir desperdícios e ampliar o acesso à energia, inserindo socialmente e economicamente as populações excluídas, gerando emprego e renda, propiciando o aumento da qualidade de vida e retardando o processo de destruição ecológica do planeta.

O maior desafio do setor energético no Brasil consiste na ampliação do acesso à energia, de modo a garantir o abastecimento de milhões de pessoas que vivem em condições de pobreza e no meio rural.

A crise energética recente despertou o país para a possibilidade de economia e redução de impactos através de medidas de eficiência energética e para o potencial privilegiado do Brasil em termos de fontes renováveis alternativas de energia, e, apesar da fonte hidrelétrica ter sido por muito tempo considerada limpa, hoje seus impactos sociais e ambientais, inclusive no que tange às emissões de gases de efeito estufa, são reconhecidos.

As usinas hidrelétricas construídas até hoje no Brasil resultaram em mais de 34.000 km<sup>2</sup> de terras inundadas para a formação dos reservatórios, e no "deslocamento compulsório" de cerca de 200 mil famílias, ou seja, aproximadamente 1 milhão de pessoas foram diretamente atingidas. Os reais impactos decorrentes da perda de terras agricultáveis, de qualidade e disponibilidade de água doce, de biodiversidade e de recursos pesqueiros são difíceis de serem mensurados. Ainda assim, o aproveitamento futuro do potencial hidrelétrico em bacias como as dos rios Xingu, Tocantins, Araguaia e Tapajós é considerado estratégico no Brasil, ameaçando a sustentabilidade das populações e ecossistemas na região amazônica (ORTIZ, 2002).

Assim, confirma-se um período de transição e a necessidade urgente de uma reorientação da política energética brasileira, buscando o estabelecer metas para o aumento da participação das fontes alternativas renováveis de energia e de eficiência energética.

No Brasil, as fontes alternativas de energia elétrica e combustíveis têm grande potencial para substituir as fontes convencionais, mesmo sem grandes avanços em tecnologia, e podem contribuir para a meta de universalização do atendimento a 20 milhões de brasileiros que hoje não têm acesso a energia elétrica de uma forma regular.

Pesquisas já comprovaram o grande potencial solarimétrico brasileiro, e sabe-se que a tecnologia que envolve a coleta de radiação para aquecimento solar está supostamente dominada.

Muitos sistemas solares térmicos foram instalados durante a época de racionamento de energia visando o aquecimento de água, principalmente na substituição aos chuveiros elétricos. Estes sistemas têm ainda um considerável potencial de alcance de redução do pico de demanda de energia no país e um custo acessível para a média da população, especialmente considerando a recuperação do investimento com a economia gerada na conta de energia elétrica. A aplicação direta da energia solar para a substituição de 50.000 chuveiros elétricos pode representar uma economia no setor residencial de aproximadamente 27.000 MWh (ORTIZ, 2002).

Diante desta situação, quais seriam as causas que impedem a introdução em larga escala dos Sistemas de Aquecimento Solar de Água (SASA) em Habitações de Interesse Social (HIS) no Brasil?

Algumas questões podem ser formuladas: O planejamento energético brasileiro considera a introdução dos SASA em HIS? Existem incentivos fiscais e políticas públicas integradas que subsidiem e estimulem a implantação destes sistemas? Falta tecnologia para armazenamento e distribuição de calor para os SASA adaptados para HIS? Falta popularização e domínio da tecnologia para operação e manutenção destes sistemas? Falta conscientização dos usuários de HIS para escolha e adoção destes sistemas? Qual o interesse e a expectativa do usuário em substituir o chuveiro elétrico por SASA?

As respostas destas perguntas surgem através da compreensão das interações que existem entre governo, mercado, cidadão, sustentabilidade, e principalmente da relação entre acesso à energia e renda. O ambiente socioeconômico e cultural em que o usuário está inserido vai induzir a comportamentos e escolhas que são fatores condicionantes para a introdução em larga escala dos SASA em HIS.

A proposta deste trabalho está focada no comportamento dos usuários de HIS em relação a utilização de energia elétrica e a implantação de SASA como substituto do chuveiro elétrico. Busca, através de uma investigação, levantar dados que possam demonstrar o grau de expectativa e conscientização dos usuários de HIS para adoção dos SASA como instrumento para reduzir a conta de energia elétrica e também minimizar os impactos no ambiente externo, garantindo a temperatura adequada para a água de banho no ambiente interno das HIS.

### 1.1 OBJETIVOS

Este trabalho visa levantar o maior número de informações possíveis para compreender a relação entre o usuário de HIS e a instalação de sistemas de aquecimento solar para a água do banho em habitações de interesse social.

### 1.2 OBJETIVO GERAL

Investigar a utilização de sistemas de aquecimento solar da água de banho em habitações de interesse social brasileiras.

### 1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar experiências mundiais existentes de introdução de sistemas de aquecimento de água em residências, verificando os motivos do sucesso e as barreiras destes processos, relacionando-os com contextos econômicos, sociais e políticos.
2. Relacionar os eventuais problemas, barreiras e dificuldades identificados em estudos específicos da introdução dos sistemas de aquecimento solar nas habitações de interesse social brasileiras, caracterizando um pano de fundo social, econômico, cultural, assim como o comportamento das políticas públicas em função do mercado energético.
3. Verificar se os sistemas de aquecimento solar estão sendo inseridos no Brasil e como isso acontece dentro do processo de financiamento das habitações de interesse social, assim como na fase de projeto e execução das mesmas.

4. Caracterizar a relação existente entre o usuário de HIS e a energia elétrica, verificando o padrão de uso do chuveiro elétrico e o interesse que este usuário poderia ter em substituir o chuveiro pelos sistemas de aquecimento solar de água.
5. Introduzir sugestões de diretrizes para apropriação de sistemas de aquecimento solar de água em habitações de interesse social brasileiras.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

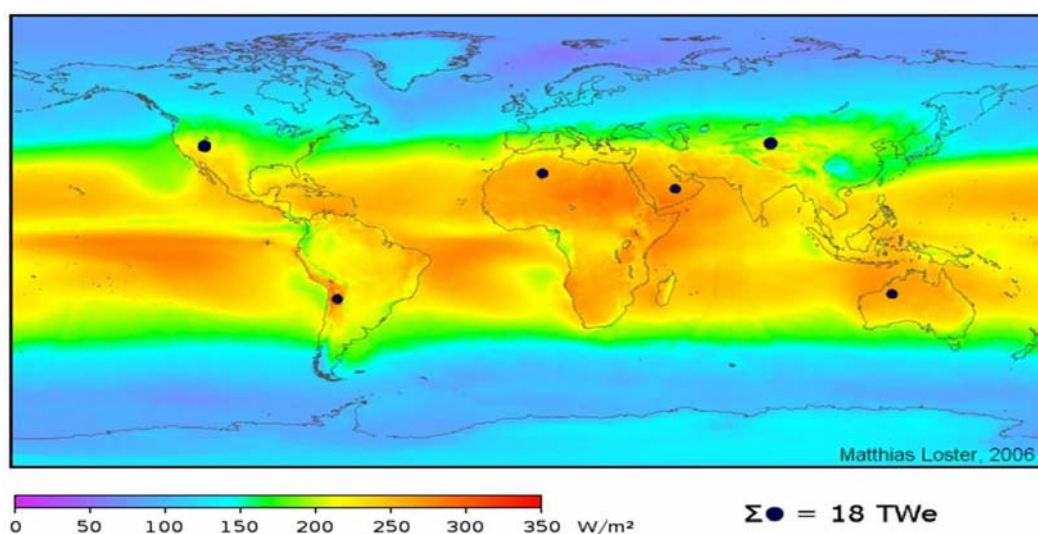
Inicialmente este capítulo verifica experiências existentes de introdução de sistemas de aquecimento de água em habitações de diversos países do mundo, assim como analisa os motivos do sucesso ou fracasso destes processos relacionando fatores físicos, culturais, econômicos, tecnológicos, sociais e políticos dentro das particularidades de cada país.

Na segunda parte são apresentadas informações que relacionam o consumo de energia elétrica no Brasil (focando a situação atual do setor elétrico), o potencial da utilização do aquecimento solar no país e a questão da viabilidade e das barreiras da utilização destes sistemas para aquecer a água do banho e compensar a demanda no horário de pico.

### 2.1 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR NO MUNDO

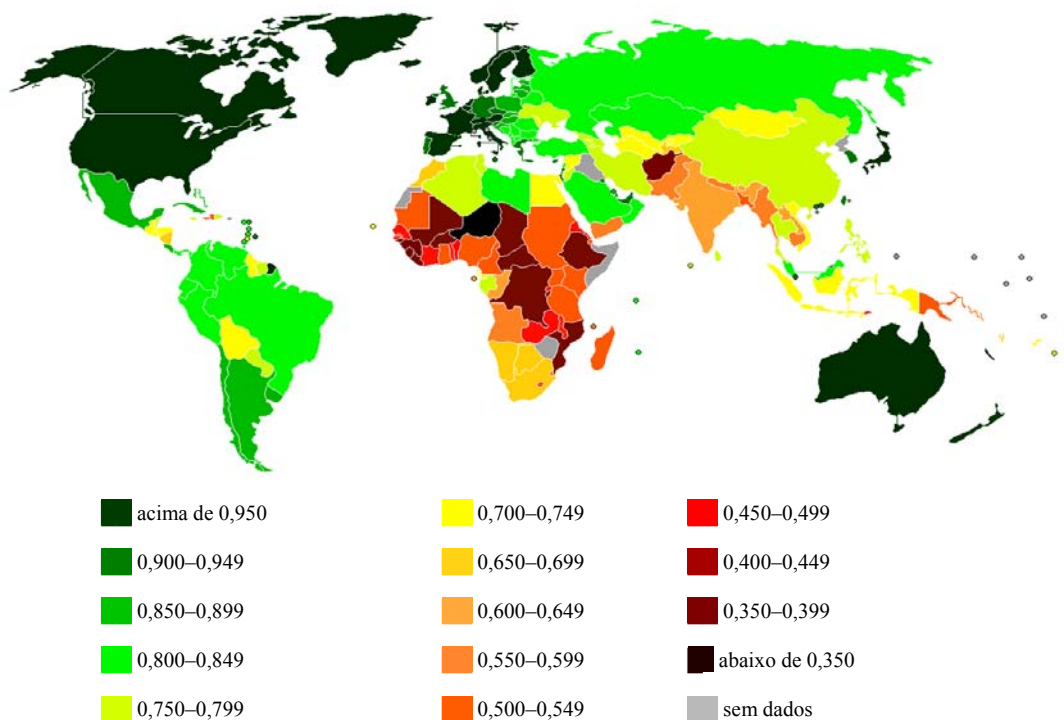
Para verificar experiências mundiais existentes de introdução de sistemas de aquecimento de água em residências e identificar os motivos do sucesso ou fracasso destes processos, relacionando-os com contextos sociais e políticos, estão apresentados a seguir seis países que se assemelham ao Brasil ou por terem potencial solarimétrico similar como mostra o mapa da figura 1, ou por estarem classificados com um índice de desenvolvimento humano igual ou próximo ao do Brasil, como aparece no mapa da figura 2, sendo que, para melhor entendimento, alguns dos países citados se encontram detalhados na figura 3.

**Figura 1** – Atlas Solarimétrico Mundial.



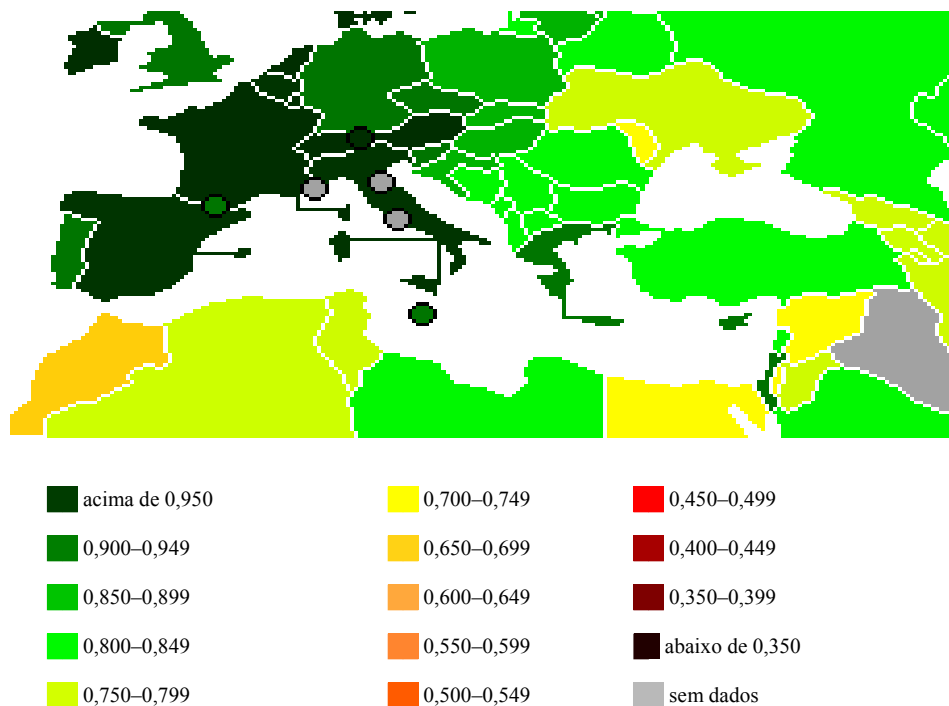
Fonte: [http://www.ez2c.de/ml/solar\\_land\\_area/index.html](http://www.ez2c.de/ml/solar_land_area/index.html), acessado em 21/11/2009.

**Figura 2**– Índices de Desenvolvimento Humano no mundo.



Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/indice\\_de\\_Desenvolvimento\\_Humano](http://pt.wikipedia.org/wiki/indice_de_Desenvolvimento_Humano), acessado em 21/11/2009.

**Figura 1** – Índices de Desenvolvimento Humano no mundo – detalhe



Fonte: [http://pt.wikipedia.org/wiki/indice\\_de\\_Desenvolvimento\\_Humano](http://pt.wikipedia.org/wiki/indice_de_Desenvolvimento_Humano), acessado em 21/11/2009.

### 2.1.1 Grécia

A Grécia, localizada no Mediterrâneo e alcançando aproximadamente latitudes de 35° 00' N a 42° 00' N, possui aproximadamente 11 milhões de habitantes sendo que 60% da população está concentrada em centros urbanos, principalmente na região de Atenas. Atualmente, seu índice de desenvolvimento humano está em torno de 0,9.

Os pequenos estoques de óleo e gás existentes na Grécia foram rapidamente exauridos nos últimos 70 anos. Aproximadamente 70% da eletricidade gerada provem do linhito, um tipo de carvão extremamente biológico e fóssil, de barata extração. As fontes para a geração da eletricidade são 93,5% de origem fóssil, 5% de hidroeletricidade, e 0,68% de outras fontes renováveis. O setor residencial consome aproximadamente 35% da energia elétrica total gerada (ESTIF, 2008).

Há aproximadamente 40 anos, a crise do petróleo estimulou o desenvolvimento de pesquisas para substituir as fontes convencionais de energia pelas fontes renováveis, e desta forma surgiram os sistemas de aquecimento solar no país. Nos anos 70 foi criada uma grande campanha visando a utilização dos sistemas de aquecimento solar, e em 1978 foi criado o *Greek Solar Industry Association–EBHE*, reunindo empresas que iniciaram a produção industrial desses sistemas.

De 1984 até 1986 o governo subsidiou uma campanha publicitária na televisão e implementou incentivos fiscais às indústrias. A instalação anual de 132.000 m<sup>2</sup> de coletores, em 1984, aumentou para 218.000m<sup>2</sup>, em 1986. Nesta época, a criação dos laboratórios *Demokritos Centre* e *Centre for Renewable Sources* se tornam os responsáveis pelo estabelecimento de normas e regulações. As empresas fabricantes se consolidam num mercado com produtos padronizados, embora ainda não exista a obrigação da certificação dos coletores (ESTIF, 2008).

Em 1996 o governo disponibilizou gás natural proveniente de importações feitas da Rússia e Argélia, o que afetou significativamente o mercado dos aquecedores solares. Atualmente os sistemas de aquecimento solar não têm subsídios, competindo com o baixo preço do óleo utilizado para produção de energia elétrica no país, e ainda com o preço da energia elétrica, que diminuiu 28% nos últimos anos. Desta maneira o aquecimento utilizando eletricidade é opção mais vantajosa para o consumidor, no entanto, pelo menos 25% das habitações contam com coletores solares (TSILINGIRIDIS, 2009).

A razão entre área de coletores e população do país é de 264 m<sup>2</sup>/1000 hab. Praticamente todo o sistema de aquecimento solar é produzido pelas 300 indústrias gregas,

que geram 3.000 empregos diretos. Como as margens de lucros são baixas, não há recursos para a introdução de inovações técnicas ou para financiamento de campanhas publicitárias. Atualmente o setor, sem subsídios, está restrito praticamente ao segmento doméstico (ESTIF, 2008).

Entre os principais motivos do sucesso da utilização dos sistemas de aquecimento solar na Grécia, ESTIF ressalta: apoio dado pelo poder público na fase inicial da implantação dos sistemas de aquecimento solar através de campanhas publicitárias e subsídios aos sistemas coletivos; o envolvimento e dedicação individuais das empresas nos estágios iniciais; o pequeno período de retorno do investimento nos sistemas de aquecimento solar, de 4 a 6 anos; as condições climáticas favoráveis; a possibilidade de fácil instalação dos coletores solares nos telhados das edificações com sistemas de circulação natural (termossifão); a facilidade de compra nas lojas, como se fosse qualquer outro aquecedor elétrico; o conforto com o uso do sistema termossolar, sem que seja necessário um tempo de espera para o aquecimento da água.

### 2.1.2 Líbano

O Líbano é um pequeno país montanhoso (latitudes entre 31° 00' N e 34° 00' N) situado no oriente médio que energeticamente depende quase exclusivamente da importação de combustíveis fósseis, gerando um débito anual aproximado de US\$35 bilhões, sendo a energia hídrica a única fonte renovável presente, porém de forma muito modesta (HOURI, 2005). Desta maneira fica evidente a urgente necessidade econômica de implementar sistemas de produção de energia renovável, além da necessidade de preservação do meio ambiente. O índice de desenvolvimento humano do Líbano é 0,8.

Devido à latitude desta região, as placas fotovoltaicas e os coletores solares se tornam altamente eficientes. Hourri (2005) destaca que para o Líbano os coletores solares são uma alternativa de aquecimento da água, sendo que já estão instalados 100.000 m<sup>2</sup> de coletores e estima-se que o mercado ainda possa acomodar 1,5 milhões de m<sup>2</sup>. Apesar da falta de incentivo e legislação, foram feitos grandes estudos, e o mercado da energia solar cresceu, aumentando a produção e ao mesmo tempo reduzindo o custo dos sistemas.

A partir de dados do mesmo autor, estimava-se que em 2005 menos de 1% das residências estavam utilizando coletores solares para aquecer água, mas a expectativa é que em 10 anos, com a instalação de 400.000 coletores, os sistemas de aquecimento solar economizem 80% da energia consumida para aquecimento de água, causando a redução de

8% do consumo de energia elétrica, que significa não ser necessário aumentar a capacidade elétrica em 100MW e ao mesmo tempo economizar US\$ 30 milhões em contas de energia.

O custo estimado do litro de água aquecida por coletores solares é US\$ 0.24, sendo que o litro aquecido por eletricidade é US\$ 0.27, e o aquecido por diesel é US\$ 0.20.

Finalmente, Houry (2005) coloca que, ao fazer a análise de número de instalações anuais e área instalada, percebe-se que a área aumentou e o número de instalações continua constante, ou seja, os usuários estão instalando uma área maior, utilizando mais energia e isso significa que esses sistemas ainda não são comuns às residências das classes menos favorecidas, que precisariam mais deles.

### 2.1.3 Israel

Israel possui aproximadamente 6,5 milhões de habitantes, sendo que 91% vivendo em 200 centros urbanos. Com uma área de 20.770 km<sup>2</sup>, possui incidência de irradiação solar anual média de 2.000 kWhm<sup>-2</sup>. Atualmente 80% das moradias de Israel possuem coletores solares, sendo que 75% a 80% da produção anual é feita para a reposição (de forma voluntária) dos velhos coletores. A área total instalada até 2001 foi de 3,5 milhões de metros quadrados, com um percentual de 580 m<sup>2</sup>(1000 hab)<sup>-1</sup>. Não existem subsídios para os sistemas de aquecimento solares comercializados (ESTIF, 2008).

O uso de coletores solares em Israel iniciou em 1950 e, nos dias atuais, a obrigatoriedade da produção de coletores com um mínimo de eficiência de 43% e garantia de cinco anos obrigou os fabricantes a investirem em pesquisa e desenvolvimento. A eficiência energética típica alcançada é de 51,4% a 62,3%.

De acordo com ESTIF (2008), os principais fatores para a difusão do uso dos sistemas de aquecimento solar em Israel estão resumidos a seguir: a necessidade de fazer economia de eletricidade devido à total dependência dos combustíveis fósseis para a geração da energia do país; aproveitamento da abundância do recurso solar; a regulação estabelecida a partir de 1980 obrigando a instalação de sistemas de aquecimento solar nos novos edifícios residenciais; a normatização dos equipamentos através de centros de controle tecnológico, assegurando eficiência mínima para produção e comercialização.

#### 2.1.4 Turquia

A Turquia possui 71,2 milhões de habitantes, e a previsão do consumo de energia, devido ao rápido crescimento econômico e demográfico, é de duplicar até 2010, e quadruplicar entre até 2025. Em 2000, a Turquia consumia 88% de energia proveniente de recursos fósseis e 12% provenientes de energias renováveis (a lenha participava com 54%, a hidroeletricidade com 28%, o lixo com 14%, a geotermia com 3% e a solar com 1%). Gerava 26% da demanda de energias primárias e consumia 74%, tendo que importar o restante, principalmente na forma de petróleo. Possui grandes reservas de carvão, particularmente de linhina (ESTIF, 2008).

Em relação aos recursos solares, a Turquia possui uma média anual de radiação solar de 1303 kWhm<sup>-2</sup> (3,6 kWhm<sup>-2</sup> por dia), com aproximadamente 2640 h de insolação por ano. A partir de 1986, devido à dificuldades econômicas e de falta de energia elétrica, os coletores solares passaram a ser utilizados como solução para o aquecimento de água no setor do turismo. No começo dos anos 90 a experiência negativa com a tecnologia e o incentivo ao aquecimento através da eletricidade causaram declínio na utilização destes sistemas. A partir de 1996 este setor voltou a crescer. Atualmente, a média anual de instalação dos coletores é de 600 mil a 900 mil m<sup>2</sup>. Na classificação mundial é o segundo país com maior área instalada, e o quarto na razão entre área e número de habitantes. A previsão é de chegar até 2010 com uma instalação de 15 milhões de m<sup>2</sup>, voltado principalmente para o segmento residencial (ESTIF, 2008).

As barreiras existentes para uma maior disseminação no país foram investigadas no estudo realizado para o ESTIF, em 2008, e envolvem os aspectos ligados às questões institucionais, técnicas, de educação e culturais, sendo que somente as grandes indústrias realizam pesquisas e as aplicam no desenvolvimento dos produtos, já que a transferência de conhecimento e tecnologia das universidades para o setor produtivo raramente acontece.

Como as questões econômicas do país impedem a aplicação de recursos em pesquisa e desenvolvimento, isto se reflete na falta de formação de pesquisadores, no aprimoramento e desenvolvimento de tecnologias, e conseqüentemente também na falta de informação e educação da população, que usa a energia solar para as necessidades básicas, mas com o desconhecimento dos seus reais benefícios.

### 2.1.5 China

A República Popular da China (China) é uma sociedade de civilização oriental que atualmente tem a maior população do mundo. Possui 1,3 bilhões de habitantes, sendo que 75% vivem no meio rural. Depois dos EUA é o país com maior consumo de energia e, depois do Japão, o maior em consumo e importação de petróleo. A demanda projetada pela International Energy Agency –EIA 2005, é de dobrar o consumo atual de 6,5 milhões de barris por dia até 2030. É o maior produtor e consumidor de carvão do mundo.

A China é líder mundial na produção e no uso de sistemas de aquecimento solar, sendo que a previsão do governo evitar o consumo de energia com a substituição pelos sistemas de aquecimento solar geraria atualmente uma economia de 1,25 milhões de toneladas anuais de carvão chegando até 2,7 milhões de toneladas em 2015 (EIA, 2005).

Existem esforços para elevar a eficiência energética de toda a cadeia produtiva, com incentivos para a exploração e aplicação de altas tecnologias que possam economizar recursos energéticos e eliminar de maneira compulsória instalações e produtos que consumam muita energia (CRI, 2005). Durante muitos anos, as principais fontes de energia para aquecimento de água na China foram carvão e petróleo.

A falta de infra-estrutura de gás natural e eletricidade para aquecimento de água fizeram com que os sistemas de aquecimento solar tenham sido adotados como a alternativa mais econômica para suprir as exigências de higiene da população. Com a introdução de metas de redução da poluição ambiental, os sistemas antigos estão sendo eliminados e substituídos, através de incentivos políticos de popularização destes sistemas. Não existem subsídios do governo chinês, e acompanhando a distribuição demográfica, 75% dos sistemas são instalados em moradias situadas em áreas rurais. O governo chinês tem como meta para 2010 a construção de 300 milhões de moradias em áreas rurais e instalação de 230 milhões m<sup>2</sup> de coletores (ESTIF, 2008).

As pesquisas e desenvolvimento são mantidos pelo governo central da China, universidades e institutos de pesquisa, junto com grandes indústrias de energia termossolar, concentrados no desenvolvimento dos sistemas com tubos evacuados. O desenvolvimento de sistemas com alta tecnologia, para a redução do consumo de energia fóssil, constitui-se em uma das prioridades do governo chinês, com recursos especiais sendo destinados para a facilitação de testes e uso de laboratórios. O governo tem forçado o desenvolvimento de produção em escala, padronizando produtos e sistemas. Os resultados são equipamentos com baixo custo, mas de alta qualidade tecnológica, com padronização de

acordo com normas nacionais e internacionais. Existe uma cooperação entre a indústria chinesa de coletores solares e o setor industrial europeu, com os sistemas sendo testados de acordo com as normas europeia da *EN Standards* (ESTIF, 2008).

#### 2.1.6 Índia

A Índia, depois da China, é o segundo país mais populoso do mundo: 1,071 bilhões de habitantes. O país consome 3% da energia primária mundial. O consumo de energia *per capita* é baixo, 486 kg de petróleo equivalente (unidade comum na qual se convertem as unidades de medida das diferentes formas de energia, sendo os fatores de conversão calculados com base no poder calorífico superior de cada energético em relação ao do petróleo, de 10800 kcalkg<sup>-1</sup>), comparando com a média mundial de 1.650 kg de petróleo equivalente (ESTIF, 2008).

O carvão é o principal recurso energético, contribui com 70% da produção de energia primária; o petróleo, 17%; o gás natural, 13%, as energias renováveis, 3%. Para promover o desenvolvimento do país, a importação de carvão e petróleo subiu de 7% para 16% ao ano. A energia requerida para 2012 está baseada em 75% no carvão, com previsão da exploração das reservas nacionais incorporando novas tecnologias como a do carvão gaseificado. As energias renováveis estão projetadas para participar com um percentual de 10% (ESTIF, 2008).

A Índia possui uma média diária de radiação solar de 4,5 a 6 kWhm<sup>-2</sup>. A energia produzida estimada até 2001 foi de 313.500 MWh, com uma área instalada de 550.000 m<sup>2</sup> e um percentual de 0,5 m<sup>2</sup>(1000)<sup>-1</sup> hab (ESTIF, 2008).

O incentivo ao uso da energia solar na Índia iniciou-se em 1982, mas devido ao baixo interesse que persistia no mercado em 1987 foram propostos incentivos, subsídios e financiamentos para projetos que envolviam todas as fontes renováveis de energia. Os incentivos abrangem desde o desenvolvimento de tecnologias, a padronização, controle de qualidade, financiamentos, criação de áreas especiais para os projeto demonstrativos, campanhas publicitárias para conscientização, incremento e reformas para o usos de sistemas de aquecimento solar, criação de cadeia de venda e serviços para o setor, etc.

A popularidade dos sistemas cresceu tanto que no meio da década de 90 os subsídios foram retirados, permanecendo ainda algumas taxas, e desta forma existe a previsão de que até 2012 sejam instalados coletores em 1 milhão de moradias (ESTIF, 2008).

## 2.2 UTILIZAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR NO BRASIL

### 2.2.1 Balanço Energético Nacional

O Balanço Energético Nacional (BEN) é um documento elaborado e publicado pelo Ministério de Minas e Energia, produto de extensa pesquisa, que apresenta a contabilidade relativa à oferta e ao consumo de todas as formas de energia no Brasil, contemplando as atividades de extração de recursos energéticos primários, sua conversão em formas secundárias, a importação e a exportação, a distribuição e o uso final da energia. Constitui ampla base de dados energéticos, atualizada anualmente, fundamental para os estudos do planejamento energético nacional. Desta Maneira, o documento é tido como referência para os dados de energia do país.

De acordo com o BEN 2009 (que utiliza 2008 como ano base), em 2008, a oferta interna de energia (OIE) no Brasil cresceu 5,6%, atingindo 252,2 milhões de toneladas equivalentes de petróleo (tep).

Esse crescimento é da mesma ordem de grandeza da variação do produto interno bruto (PIB) nacional, de acordo com dados divulgados pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O consumo de eletricidade, incluindo os montantes atendidos pela autoprodução (geração própria de consumidores), cresceu 4,0%. A oferta per capita de energia cresceu de 1,261 para 1,314 teph<sup>ab</sup><sup>-1</sup> enquanto que o consumo per capita de eletricidade evoluiu de 2.177 para 2.234 kWhhab<sup>-1</sup>. (BEN 2009).

A energia hidráulica teve sua participação na matriz energética reduzida em mais de um ponto percentual, refletindo as condições hidrológicas observadas no início de 2008. No acumulado do ano, a participação desta fonte caiu para 13,8%. Por outro lado houve o aumento da geração termoelétrica (+37,9%). Devido às usinas térmicas estarem, em sua maioria, mais próximas dos centros de consumo, diminuíram as perdas na rede, daí a indicação do aumento do consumo de eletricidade (+4,0%) ter sido maior que a oferta (+2,6%).

A tabela 1 demonstra o aumento da geração (2,2%) e do consumo (4,0%) de energia elétrica, além do aumento da oferta interna de energia elétrica incluindo a autoprodução (2,7%).

**Tabela 1** – Síntese dos resultados do BEN 2009.

PRINCIPAIS PARÂMETROS	unidade	2008	2007	Δ %
Produção de petróleo <sup>1</sup>	10 <sup>3</sup> bbl/dia <sup>-1</sup>	1.898,6	1.832,7	3,6%
Produção de gás natural	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /dia <sup>-1</sup>	59,2	49,7	19,0%
Geração de energia elétrica	TWh	454,5	444,6	2,2%
Consumo de combustíveis líquidos	10 <sup>3</sup> L/dia <sup>-1</sup>	289,5	267,9	8,1%
Consumo de energia elétrica	TWh	428,7	412,1	4,0%
Oferta interna de energia	10 <sup>6</sup> tep	252,2	238,8	5,6%
Oferta interna de energia elétrica <sup>2</sup>	TWh	496,4	483,4	2,7%
População <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup> hab	191,9	189,3	1,3%
PIB <sup>4</sup>	10 <sup>6</sup> US\$	1.572,6	1.496,3	5,1%
PRINCIPAIS INDICADORES	unidade	2008	2007	Δ %
PIB per capita	US\$hab <sup>-1</sup>	8.196	7.903	3,7%
Oferta interna de energia per capita	Tep/hab <sup>-1</sup>	1,314	1.261	4,2%
Oferta interna de energia por PIB (2008)	Tep(10 <sup>3</sup> US\$) <sup>-1</sup>	0,1604	0,1596	0,5%
Oferta interna de energia elétrica per capita	kWh/hab <sup>-1</sup>	2.587	2.553	1,3%
Oferta interna de energia elétrica por PIB (2008)	kWh(10 <sup>3</sup> US\$) <sup>-1</sup>	316	323	-2,3%

<sup>1</sup> bbl – barril; inclui líquidos de gás natural

<sup>2</sup> Inclui autoprodução

<sup>3</sup> Estimativa do IBGE para população residente em 1º de julho de cada ano

<sup>4</sup> PIB divulgado pelo IBGE convertido para US\$ pela taxa de câmbio média de 2008

<sup>5</sup> 1 tep (tonelada equivalente de petróleo) = 11630 kWh = 10000x103 kcal = 1,28 tonelada de carvão (Banco Central: US\$ 1,00 – R\$ 1,8375)

**Fonte:** Ben (2009)

A tabela 2 mostra que a oferta interna de energia hidráulica e eletricidade diminuiu sua participação de 14,9% para 13,8%.

**Tabela 2** – Oferta Interna de Energia – participação.

	2008	2007
<b>ENERGIA NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>57,4%</b>	<b>54,1%</b>
Petróleo e Derivados	36,7%	37,4%
Gás Natural	10,3%	9,3%
Carvão Mineral e Derivados	6,2%	6,0%
Urânio e Derivados	1,5%	1,4%
<b>ENERGIA RENOVÁVEL</b>	<b>45,3%</b>	<b>45,9%</b>
Energia Hidráulica e Eletricidade	13,8%	14,9%
Lenha e Carvão Vegetal	11,6%	12,0%
Produtos da Cana-de-açúcar	16,4%	15,9%
Outras Renováveis	3,5%	3,2%

Fonte: Ben (2009)

A tabela 3 demonstra que a oferta interna de energia hidráulica diminuiu sua participação de 84,0% para 80%.

**Tabela 3** – Oferta Interna de Energia Elétrica – participação.

FONTES	2008	2007
<b>TOTAL</b>	<b>454,5</b>	<b>445,0</b>
<b>ENERGIA NÃO RENOVÁVEL</b>	<b>14,6%</b>	<b>10,8%</b>
Gás Natural	6,6%	3,5%
Derivados de Petróleo	3,3%	3,0%
Nuclear	3,1%	2,8%
Carvão e Derivados <sup>1</sup>	1,6%	1,5%
<b>ENERGIA RENOVÁVEL</b>	<b>85,4%</b>	<b>89,2%</b>
Hidráulica	80,0%	84,0%
Biomassa <sup>2</sup>	5,3%	5,1%
Eólica	0,1%	0,1%

<sup>1</sup> Inclui gás de coqueria

<sup>2</sup> Inclui lenha, bagaço de cana, lixo e outras recuperações

Fonte: Ben (2009)

A tabela 4 mostra o aumento do consumo final de energia do setor residencial (2,7%) e a tabela 5 coloca o crescimento do consumo de eletricidade deste mesmo setor (4,2%).

**Tabela 4 – Consumo Final Energético por Setor.**

	10 <sup>3</sup> tep		
	2008	2007	Δ %
Setor Industrial	83.988	81.915	2,5%
Setor Transportes	61.648	57.621	7,0%
Setor Residencial	22.880	22.271	2,7%
Setor Energético <sup>1</sup>	23.822	21.049	13,2%
Setor Agropecuário	9.689	9.062	6,9%
Setor Comercial	6.182	5.935	4,2%
Setor Público	3.643	3.557	2,4%
<b>TOTAL</b>	<b>211.852</b>	<b>201.409</b>	<b>5,2%</b>

<sup>1</sup> Setor Energético agrega os setores de transformação e/ou processos de extração e transporte interno de produtos energéticos, na sua forma final

**Fonte:** Ben (2009)

**Tabela 5 – Variação do Consumo Energético Residencial.**

	10 <sup>3</sup> tep		
	2008	2007	Δ %
Eletricidade	8.141	7.816	4,2%
Lenha	7.918	7.812	1,4%
GLP	6.054	5.896	2,7%
Outras Fontes <sup>1</sup>	768	747	2,7%
<b>TOTAL</b>	<b>22.880</b>	<b>22.271</b>	<b>2,7%</b>

<sup>1</sup> Inclui gás natural, querosene e carvão vegetal

**Fonte:** Ben (2009)

Desta maneira, fica evidente o crescente aumento do consumo de energia elétrica no setor residencial. No entanto, enquanto as residências estão consumindo mais eletricidade, a oferta interna de energia elétrica está ficando menor, sendo que a compensação houve pelo aumento de geração pelas usinas térmicas.

## 2.2.2 Projeções da Demanda de Energia Elétrica

A Empresa de Pesquisa Energética – EPE é uma entidade vinculada ao Ministério de Minas e Energia que tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras. Desenvolve, entre outros relatórios, notas técnicas que documentam um estudo de projeção da demanda de energia elétrica decenal.

No Estudo de Referência da Geração do Plano Decenal de Expansão de Energia – PDE 2008–2017, que utilizou 2007 como ano base, concluiu-se que o consumo total de energia elétrica no Brasil (consumo na rede mais autoprodução) cresceu 5,8%, taxa ligeiramente superior ao crescimento da economia (de 5,4%, conforme dados do IBGE).

De acordo com este estudo, esse resultado trouxe implícitos importantes elementos de mudanças estruturais na economia nacional, com aumento da eficiência no uso da energia elétrica e no uso da energia em geral, em que se destaca a autoprodução de eletricidade, através do maior aproveitamento da energia consumida nos processos industriais e dos resíduos desses processos.

**Tabela 6** – Brasil. Projeção da Demanda de Energia Elétrica.

	2007	2008	2012	2017	$\Delta$ % a.a. 2007–2017
Sistemas isolados	7,8	8,5	0,5	1,6	-14,9 <sup>1</sup>
Sistema interligado	369,4	387,9	479,9	602,6	5,0 <sup>1</sup>
Consumo na rede	377,2	369,5	480,4	604,2	4,8
Autoprodução	35,4	38,6	63,8	102,3	11,2 <sup>1</sup>
<b>CONSUMO TOTAL</b>	<b>412,6</b>	<b>435,1</b>	<b>544,2</b>	<b>706,4</b>	<b>5,5</b>
% autoprodução	8,6%	8,9%	11,7%	14,5%	

<sup>1</sup> desconsiderando as interligações previstas (Rondônia – Rio Branco, ao final de 2008 e Manaus–Amapá em 2010), o consumo nos sistemas isolados cresce à taxa média de 8,4% ao ano e o sistema interligado à 4,7% ao ano.

**Fonte:** Nota Técnica Den (2008)

Segundo o documento, para o adequado dimensionamento da expansão do sistema elétrico, é necessário estabelecer cenários de evolução da autoprodução clássica (energia produzida e consumida sem necessidade de ser transportada) de energia elétrica.

A nota técnica esclarece que atualmente, a autoprodução dos grandes consumidores corresponde a cerca de 52% do total da energia autoproduzida no Brasil, sendo que os demais consumidores participam com 48%, e desta forma a premissa é que esta proporção aproximadamente se mantenha ao longo do horizonte do PDE 2008–2017. Nessas condições, a projeção da autoprodução clássica considerada no estudo é apresentada na tabela 7.

**Tabela 7** – Projeção da Autoprodução Clássica de Eletricidade (TWh).

DISCRIMINAÇÃO	2008	2007	2017
Grandes Consumidores	18,3	32,9	54,0
Outros	17,1	30,9	48,3
<b>TOTAL</b>	<b>35,4</b>	<b>63,8</b>	<b>102,3</b>

**Fonte:** Nota Técnica Den (2008)

No caso da classe residencial, o documento coloca que a projeção do consumo de eletricidade foi elaborada a partir de uma metodologia que parte dos usos finais da eletricidade nos equipamentos eletrodomésticos, necessitando de um enorme conjunto de dados e técnicas relativamente sofisticadas de análise. Desta maneira, quanto maior a disponibilidade de informações confiáveis e mais eficazes as técnicas empregadas no tratamento dos dados, maior a precisão e confiabilidade dos resultados obtidos, sendo que para entender de forma completa a eficiência energética nas projeções de energia elétrica do setor residencial foi preciso conseguir além das variáveis demográficas como número de residências e número de habitantes por residência, outras variáveis explicativas da demanda de energia nestas residências, como por exemplo: percentual de domicílios ligados à rede, consumo específico, principais eletrodomésticos presentes, etc.

Para cada equipamento foi determinado o consumo específico, cujo cálculo considera tempo médio de uso e potência média e desta forma, o consumo residencial de energia elétrica foi projetado de acordo com os seguintes usos finais: iluminação, conservação de alimentos, aquecimento de água, condicionamento de ar, e serviços (máquina de lavar roupa, televisão e outros).

A Tabela 8 mostra as projeções do consumo de energia elétrica a ser atendido pelo Sistema Elétrico Brasileiro por classe considerando o crescimento do PIB de 5% ao ano.

**Tabela 8** – Consumo de Energia Elétrica por Classe (GWh).

ANO	RESIDENCIAL <sup>1</sup>	INDÚSTRIAL	COMERCIAL	OUTROS	TOTAL
2007	90.881	173.399	58.865	54.089	377.234
2008	96.400	180.300	62.900	56.900	396.500
2009	101.868	187.956	67.791	59.646	417.262
2010	107.591	196.037	72.938	62.430	438.997
2011	113.408	203.269	78.155	65.293	460.125
2012	119.341	209.152	83.652	68.236	480.381
2013	125.443	216.561	89.454	71.267	502.725
2014	131.733	224.516	95.578	74.388	526.214
2015	138.221	232.169	102.040	77.601	550.030
2016	144.907	242.392	108.873	80.917	577.088
2017	151.907	251.826	116.090	84.335	604.157
PERÍODO	VARIACÃO (% AO ANO)				
2007–2012	5,6	3,8	7,3	4,8	5,0
2012–2017	4,9	3,8	6,8	4,3	4,7
2007–2017	5,3	3,8	7,0	4,5	4,8
ANO	ESTRUTURA DE PARTICIPAÇÃO (%)				
2007	24,1	46,0	15,6	14,3	100,0
2012	24,8	43,5	17,4	14,2	100,0
2017	25,1	41,7	19,2	14,0	100,0

<sup>1</sup> Não inclui autoprodução clássica.

Fonte: Den (2008)

Segundo o informativo, a dinâmica do consumo residencial no país pode ser associada, em boa medida, a um mercado de trabalho aquecido (aumento de empregos formais e da massa salarial) e a condições favoráveis de crédito (acesso facilitado e prazos alongados). As regiões Norte e Nordeste, mais beneficiadas pelos programas de transferência de renda do Governo Federal e pelo aumento do salário mínimo, crescem acima da média nacional. Tomadas em conjunto, ambas as regiões aumentaram o consumo de energia em 13,8% nos cinco primeiros meses do ano, explicando 3 pontos percentuais da taxa nacional. Estes dados demonstram que o aumento da renda provoca conseqüentemente o aumento do consumo de energia elétrica.

Ainda, mais recentemente, a resenha mensal da edição de junho de 2010 do informativo mensal sobre o mercado de energia publicado pela Empresa de Pesquisa

Energética (EPE) divulgou que o consumo de eletricidade das famílias brasileiras continua se expandindo vigorosamente. Em maio, superou 8.700 GWh, registrando crescimento de 6,5% em relação à maio de 2009.

Apesar da alta complexidade metodológica e da grande quantidade de dados necessários para avaliação de projeção de consumo de energia no setor residencial, a legenda da tabela 8 demonstra que a autoprodução clássica não foi incluída na projeção.

Significa que o estudo ignora totalmente a possibilidade do setor residencial autoproduzir eletricidade, indicando que além de não ser considerada a hipótese da implantação de sistemas alternativos de geração de energia elétrica (como placas fotovoltaicas) nas residências, também não se considera a possível diminuição do consumo de energia elétrica através da introdução de outras medidas de eficiência energética. Seria o caso dos coletores solares, que impactam diretamente na demanda energética e também no horário do consumo.

Seguindo esta mesma idéia, Prado et al (2007) conclui que no caso do aquecimento solar de água em substituição aos chuveiros elétricos, deve-se ressaltar ainda que, embora não ocorra geração de energia em seu sentido mais restrito, a retirada dos aquecedores elétricos instantâneos (chuveiros elétricos) e a correspondente redução de sua participação no horário de pico de demanda das concessionárias de energia elétrica do país, pode ser interpretada como uma intensa e constante geração virtual de energia elétrica.

### 2.2.3 Agenda Elétrica Sustentável 2020

Em 2007 uma equipe de pesquisadores em parceria com a ONG WWF-Brasil (World Wide Fund for Nature, ou seja, Fundo mundial para a vida selvagem e natureza do Brasil) e apoiada por várias instituições e outras ONGs elaborou um relatório denominado “Agenda Elétrica Sustentável 2020: Estudo de cenários para um setor elétrico brasileiro eficiente, seguro e competitivo”.

O trabalho compara dois cenários: um deles segue as tendências atuais, chamado de cenário Tendencial, e o outro almeja a sustentabilidade, chamado de cenário Elétrico Sustentável. Ambos assumem as mesmas hipóteses de crescimento e condições socioeconômicas da população. No entanto, os modelos energéticos adotados são diferentes, uma vez que o cenário Elétrico Sustentável prevê políticas de planejamento mais agressivas, maior eficiência na geração e na transmissão de energia, racionalidade no consumo e uma maior utilização de fontes renováveis para a produção de eletricidade.

O referido estudo explora um cenário até 2020 para o setor elétrico brasileiro de maneira a atingir vários objetivos políticos, dentre eles, aumentar a segurança do suprimento de eletricidade, desenvolver inovações tecnológicas, baixar os custos para os consumidores finais, gerar empregos e reduzir os impactos sócio-ambientais.

De acordo com o trabalho, esse cenário de sustentabilidade é possível de ser atingido lançando mão de políticas agressivas de planejamento energético, através de uma combinação de esforços para reduzir o consumo e promover o uso racional de eletricidade e pela introdução mais expressiva de fontes renováveis em substituição a fontes fósseis para a geração de eletricidade. Maior eficiência energética, especialmente no lado da demanda, é uma estratégia essencial para permitir economia de recursos e possibilitar uma substituição de fontes fósseis e o fim da construção de grandes usinas hidrelétricas.

O cenário Elétrico Sustentável apresenta uma redução da taxa de crescimento da expansão da capacidade instalada para a geração de eletricidade. Enquanto o cenário Tendencial requer 204 mil megawatts (MW) de capacidade instalada (ou um crescimento anual de cerca de 5% ao ano de 2004 até 2020), o cenário Elétrico Sustentável requer uma capacidade total de 126 mil MW (um crescimento de 2% ao ano no mesmo período).

O estudo salienta ainda que o “cenário Elétrico Sustentável tampouco necessita ser mais caro que o cenário Tendencial”, e justifica que mesmo considerando gastos adicionais para a maior participação de fontes renováveis (que mesmo em 2020 deverão ser mais caras que as fontes convencionais), o cenário Elétrico Sustentável possibilita uma economia de 12% de gastos para o atendimento dos serviços de energia através de medidas de eficiência energética.

De acordo com a Agenda Elétrica Sustentável 2020, através da redução do desperdício da energia e do aumento da participação de novas fontes renováveis, evitaria-se a implantação de mais de 74 mil MW no sistema elétrico nacional, o que corresponderia a aproximadamente 57 Angra III, ou 14 Belo Monte, ou seis Itaipu, ou sete vezes a capacidade instalada que o Plano Decenal de Expansão 2006–2015 planeja dentro de 10 anos para a região amazônica.

No entanto, o trabalho salienta que para tornar real o cenário Elétrico Sustentável, é necessário que o governo aprove e programe um plano estratégico para um setor elétrico mais eficiente e inovador, de modo a promover a implantação efetiva das medidas de eficiência de energia, bem como maior utilização de fontes renováveis.

Como conclusão, o estudo demonstra que é possível aumentar a eficiência tanto na oferta como na demanda de eletricidade e dobrar a participação de fontes renováveis em relação a um cenário Tendencial, reduzindo em cerca de 40% as necessidades de eletricidade em 2020, mas coloca que, para realizar esse potencial, fica evidente a necessidade de um forte e consistente apoio governamental, que pode vir através de subsídios ou de leis e forte regulação. Este apoio deve ter como objetivo principal transformar e consolidar espaço no mercado de energia para as fontes renováveis assim como aumentar significativamente o uso eficiente de energia.

Segundo o trabalho, é possível constatar que o Brasil já possui elementos importantes para colocar em prática um programa que viabilize grandes economias de energia, como as que foram estimadas no cenário Elétrico Sustentável, sendo que essas economias poderão viabilizar a maior expansão de fontes renováveis e melhor utilização das instalações existentes.

O estudo enfatiza que no Brasil existem recursos humanos qualificados e capacidade de expansão dos mesmos, além de diversos grupos (acadêmicos ou não) e empresas que podem realizar diagnósticos, propor e executar projetos de eficiência energética. Também coloca a existência de experiência suficiente para mobilizar programas nacionais de eficiência energética. Exemplifica citando o CONPET e o PROCEL como instituições com mandato para supervisionar, coordenar ou acompanhar essas ações, além de ONGs que são especializadas nesses temas. Finalmente conclui citando que, entretanto, a viabilização de um cenário como o proposto Elétrico Sustentável exige novas orientações para políticas públicas de energia, baseadas principalmente na economia de energia e em novos comportamentos, tanto dos consumidores, das empresas que produzem e comercializam energia elétrica, como dos fabricantes de equipamentos.

De acordo com Miller (2007), uma política de energia mais sustentável melhoraria a eficiência energética, havendo a redução dos efeitos danosos da utilização da energia nuclear e dos combustíveis fósseis e dependendo mais das fontes de energia limpas e renováveis. O autor cita três conclusões que cientistas especialistas em energia chegaram, ao avaliar as alternativas energéticas futuras:

1. Haverá uma mudança gradual de grandes e centralizados sistemas de macroenergia para sistemas menores e descentralizados de microenergia.
2. As melhores alternativas combinam a eficiência energética e o uso de gás natural como combustível para fazer a transição para recursos energéticos

renováveis de menor escala, descentralizados e disponíveis no local e possivelmente para a fusão nuclear, se provar ser factível.

3. Ao longo dos próximos 50 anos, o desafio será encontrar formas de reduzir os impactos da utilização dos combustíveis fósseis, posto que estes continuarão a ser utilizados em virtude dos suprimentos e baixos preços.

#### 2.2.4 O Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética.

O Manual dos Programas de Eficiência Energética (MPEE) é um guia determinativo de procedimentos dirigido às empresas de energia para elaboração e execução de projetos de eficiência energética regulados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). Sua última versão foi aprovada pela ANEEL através da Resolução Normativa nº 300, de 12 de fevereiro de 2008.

A ANEEL é uma entidade vinculada ao Ministério de Minas e Energia e tem como objetivo proporcionar condições favoráveis para que o mercado de energia elétrica se desenvolva com equilíbrio entre os agentes e em benefício da sociedade (MME).

De acordo com este manual, a Lei nº 9.991 de 24 de julho de 2000, determina que as concessionárias de distribuição de energia elétrica devem aplicar um percentual mínimo de sua receita operacional líquida em Programas de Eficiência Energética – PEE regulados pela ANEEL. Definem-se no MPEE a estrutura e a forma de apresentação dos projetos, os critérios de avaliação e de fiscalização e o tipo de projetos que podem ser realizados com recursos do PEE (Programa de Eficiência Energética). Apresentam-se, também, os procedimentos para contabilização dos custos e apropriação dos investimentos realizados.

O documento ressalta que o objetivo desses programas é demonstrar à sociedade a importância e a viabilidade econômica de ações de combate ao desperdício de energia elétrica e de melhoria da eficiência energética de equipamentos, processos e usos finais de energia. Para isso, busca-se maximizar os benefícios públicos da energia economizada e da demanda evitada no âmbito desses programas. O PEE visa à transformação do mercado de energia elétrica, estimulando o desenvolvimento de novas tecnologias e a criação de hábitos racionais de uso da energia elétrica.

Dentre os vários tipos de projeto propostos pelo manual existe o projeto destinado à substituição do chuveiro elétrico por sistema de aquecimento solar, visando à

redução do consumo de energia e a redução da demanda de ponta do sistema elétrico interligado. O Manual especifica na metodologia de projeto que a escolha dos componentes do sistema deve contemplar os produtos já etiquetados pelo PEE INMETRO/PROCEL.

De acordo com Vital Brazil (2006), os programas de eficiência energética que fazem a substituição de chuveiros elétricos se limitam a fazer a troca dos chuveiros dos consumidores de eletricidade não tendo a missão de apropriar a população de mais energia, e sim, de racionalizar o uso de quem já tem acesso a energia, sendo que as concessionárias de distribuição de eletricidade podem fazer uso dos recursos dos programas de eficiência energética para gerenciar a demanda, inclusive com a substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares onde lhes for conveniente.

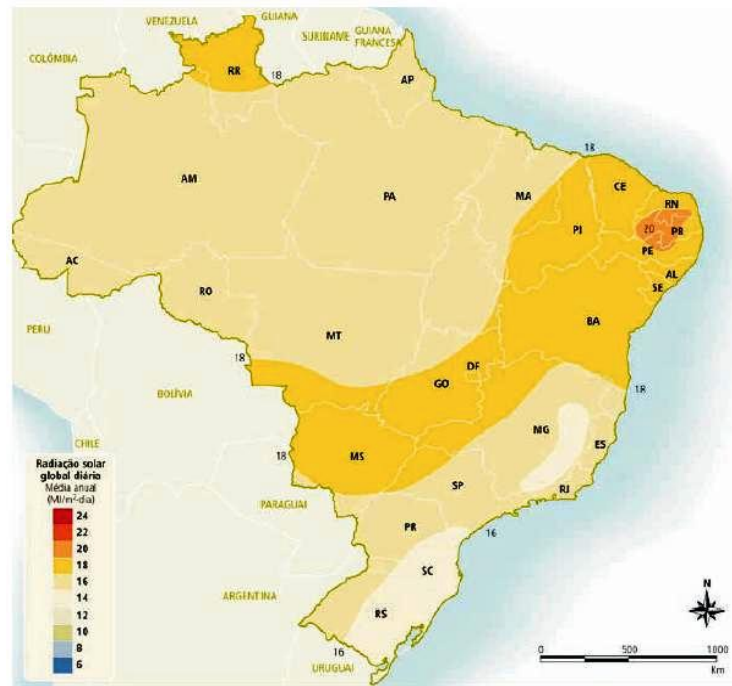
A tecnologia termo-solar é usada pela indústria da eletricidade para deslocar demandas parciais de eletricidade quando estas colocam em risco o seu bom funcionamento impedindo, ainda, que o mercado de aquecedores solares de água se desenvolva deslocando a eletricidade deste uso específico Vital Brazil (2006).

#### 2.2.5 O Potencial da Energia Solar no Brasil

Para a avaliação da disponibilidade de radiação solar no Brasil, foi desenvolvido, entre outros métodos, o Atlas Solarimétrico do Brasil, contendo tabelas e mapas com informações sobre a radiação solar global diária (quantidade de energia solar aproveitável por metro quadrado, em um dia em determinado local), insolação diária (número de horas de brilho do Sol em um dia em determinado local) e médias mensais e anuais de 511 localidades do Brasil e 67 de países limítrofes (MARTINS, 2003).

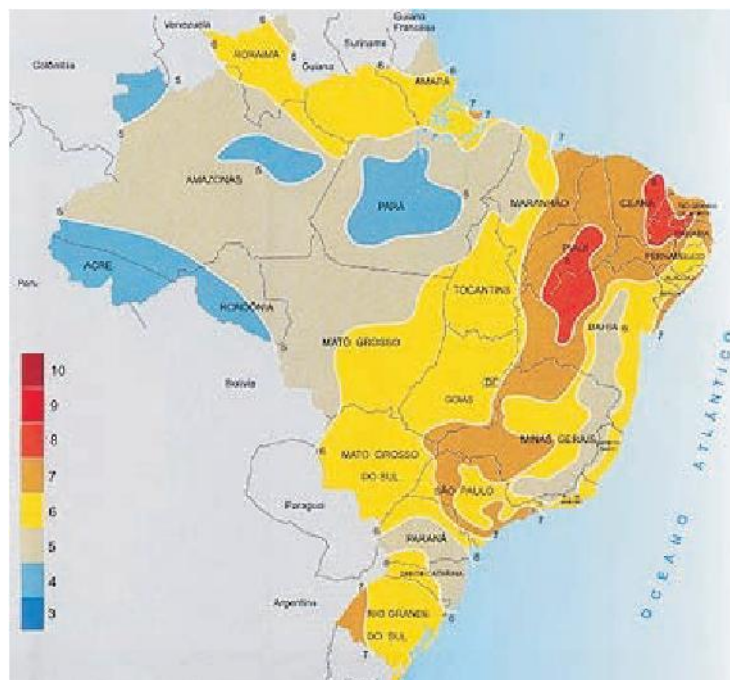
Os mapas das figuras 4 e 5 mostram a radiação solar abundante presente todo o país, principalmente nos estados do Nordeste, o que deixa claro que o Brasil possui uma fonte rica, limpa e inesgotável de energia. O mapa da figura 4 é a radiação solar global diária média anual típica ( $\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ), sendo o mapa da figura 5 a insolação média anual diária (em horas). A radiação solar no Brasil varia entre 8 a  $22 \text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ . (TIBA, 2000).

**Figura 2** – Radiação solar global diária ( $\text{MJm}^{-2}\text{dia}^{-1}$ ).



Fonte: Tiba (2000)

**Figura 3** – Insolação média anual diária (em horas).



Fonte: Tiba (2000)

## 2.2.6 Os Coletores Solares Brasileiros

Os primeiros Aquecedores Solares surgiram no Brasil nos anos 70, durante a crise do petróleo, ainda de forma experimental e mais idealista do que profissional. Nos anos 80, com a qualidade dos produtos crescendo cada vez mais e com a criação dos primeiros testes de equipamentos e das primeiras normas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o consumo dos aquecedores aumentou um pouco, mas apenas na década de 90, em função da estruturação de um mercado mais exigente, os equipamentos ganharam qualidade, e o profissionalismo aumentou. Os equipamentos recebem selos de qualidade do INMETRO, de acordo com o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Desde 18 de fevereiro de 2008, é a NBR 15569 que estabelece os requisitos para os sistemas de aquecimento solar (SAS), considerando aspectos de projeto, dimensionamento, arranjo hidráulico, instalação e manutenção dos mesmos.

O mercado brasileiro de sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar se desenvolveu sob o paradigma do sol como energia alternativa. Em 2001, com a crise do setor elétrico e a necessidade de reduzir a carga dos chuveiros elétricos no sistema elétrico, o aquecimento solar foi assumido como tecnologia possível de substituir os chuveiros elétricos, embora ainda com incentivos pontuais para a substituição (VITAL BRAZIL, 2006).

Em um trabalho visando o desenvolvimento de um método simplificado para o dimensionamento do volume de água quente focando sistemas de aquecimento solar dedicados ao banho, Ríspoli e Mariotoni (2007) atentam para o fato de que a indústria brasileira de aquecedores solares atribuiu aos postos de comercialização, encanadores autônomos e pequenas firmas prestadoras de serviços, treinamentos para nortear as vendas com o menor número de problemas posteriores, reduzindo assim toda a rotina técnica, desde a concepção até a instalação dos sistemas de aquecimento solar residencial a um processo que acontece no mercado de maneira endógena. O autor ainda coloca que muitos profissionais envolvidos com a rotina da construção civil e arquitetura deixam o dimensionamento, instalação e assessoramento a cargo da indústria, posto de revenda ou até mesmo sob o julgamento do instalador.

Segundo o documento “Estado da arte: Energia Solar” desenvolvido pelo projeto “Habitação mais Sustentável”, coordenado pelo FINEP, estima-se que pelo menos 80% da área coletora solar instalada no Brasil seja destinada ao aquecimento de água para residências unifamiliares e apenas 8% sejam destinadas para instalações residenciais

multifamiliares (edifícios). Uma pequena e crescente parcela é destinada ao aquecimento de piscinas e para o setor terciário, principalmente hotéis, motéis, hospitais, creches e escolas. O setor industrial ainda é muito incipiente e participa com menos de 1% da área coletora instalada, mas com o desenvolvimento tecnológico crescente, o aquecimento solar para geração de calor de processos industriais tende a evoluir bastante nos próximos anos (PRADO et al, 2007).

No setor acadêmico as pesquisas são diversas e já acontecem há vários anos. Ríspoli (2006), em seu trabalho intitulado “Tecnologia apropriada para sistema de energia solar visando aquecimento de água para o banho humano em moradias do meio rural”, conclui que é possível que haja produção e desenvolvimento de um sistema de aquecimento solar apropriado, eficiente e durável para as condições físicas da tipologia habitacional de moradias no meio rural, que seriam semelhantes às moradias urbanas de baixa renda. Segundo o autor, o retorno do investimento inicial é assimilável.

Num trabalho anterior, Ríspoli (2001) desenvolveu a otimização experimental de um coletor solar de baixo custo que tinha como propósito pré-aquecer a água no interior de um reservatório comum de fibrocimento. Nas conclusões do trabalho o autor coloca que os custos presumidos do pré-aquecedor são interessantes diante do mercado. Também escreve que sobre o domínio cultural a respeito do assunto, seria aconselhável disseminar as informações sobre pré-aquecimento solar junto às escolas de primeiro e segundo grau, visando uma postura mais consistente em relação aos problemas comuns que assombram a sociedade, também valorizando as propostas simplificadas de solução destes problemas.

Nogueira (2007), ao desenvolver um trabalho sobre aquecedores solares com materiais recicláveis, coloca que é totalmente viável a implementação de um sistema de aquecimento de água por energia solar em uma residência, utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo.

Mogawer e Souza (2004) concluindo o trabalho “Sistema solar de aquecimento de água para residências populares” colocam que: este sistema pode ser utilizado em várias situações, em casas que tem ou não acesso à energia elétrica fazendo com que haja uma redução expressiva do consumo de eletricidade.

Destas varias iniciativas, mercadológicas ou acadêmicas, o foco está no desenvolvimento de um sistema que agregue eficiência e baixo custo. Neste contexto, 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.

A partir de 2001 a Sociedade do Sol, uma ONG sediada 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 (mantidos atualizados com a ajuda de quem já é usuário do sistema, atualmente na terceira versão) e utilizando peças plásticas encontradas em lojas de materiais de construção. Esse aquecedor utiliza um dimmer eletrônico em série com o chuveiro elétrico, que fornece a energia complementar para aquecer a água do banho.

Segundo o site, é disponibilizado o projeto gratuito de um aquecedor solar de água, de 200 a 1.000 litros, inicialmente destinado a substituir parcialmente a energia elétrica consumida por 36.000.000 de famílias brasileiras usuárias do chuveiro elétrico, em casas e apartamentos. A página da internet, estruturada de forma clara e objetiva, não só oferece todas as informações para a montagem do ASBC como também dispõe de informações sobre cursos, congressos, dicas técnicas, etc. Apresenta também um link sobre as dúvidas (perguntas e respostas) que dá suporte à manutenção dos sistemas. O custo do “kit” do material para montagem de um ASBC fica em torno de R\$ 300,00.

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.

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. Também é a placa de vidro que impede que a água de chuva e poeira 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, dependendo do fabricante.

O reservatório térmico (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 reservatório. No caso da circulação forçada, uma bomba elétrica instalada no circuito é responsável pela circulação. Esse tipo de instalação consome eletricidade e demanda alguma manutenção.

Hospedado no site da Sociedade do Sol há um relatório de um estudo onde são comparadas praticamente todas as formas de aquecimento de água. A seguir há um resumo do relatório, descrevendo as conclusões das comparações entre chuveiro elétrico, aquecedores solares tradicionais e o ASBC.

De acordo com o relatório, quando é feita a comparação entre o aquecedor solar tradicional e o chuveiro elétrico há a confirmação de que o aquecedor solar tradicional não consegue rivalizar, tanto em baixo consumo elétrico quanto o de água, com o do chuveiro elétrico. O comparativo financeiro utilizado foi o retorno através da economia de energia em relação ao investimento inicial não oferece nenhuma vantagem ao comprador. Além disso, para que a energia consumida pelo chuveiro elétrico possa ser complementada de forma economicamente interessante por um aquecedor solar, este deverá ser consideravelmente mais barato do que os produtos de excelente tecnologia oferecidos à população brasileira.

Quando é feita a comparação entre o aquecedor solar tradicional e o aquecedor elétrico de acumulação ("Boiler"), as conclusões são que o conforto oferecido pelo aquecedor solar tradicional é do mesmo tipo que é proporcionado pelo aquecedor elétrico de acumulação. No entanto, o solar conta com uma grande vantagem: até 80% da energia que seria consumida pelo reservatório elétrico de acumulação pode ser fornecida gratuitamente pelo sol através do uso de coletores solares. Desta forma, num ambiente em que o conforto de banho é esperado, o aquecedor solar tradicional é imbatível, com sua eficiente forma de

augmentar a temperatura da água até perto de 65°C, o automatismo da ligação do aquecimento auxiliar para os dias de chuva, a longa vida do equipamento. Além disto, permite um retorno financeiro (sem custos de financiamento), no prazo de 2,5 a 3,5 anos, aliado à expectativa de vida do equipamento de 10 a 15 anos.

Na comparação entre o ASBC e o Chuveiro Elétrico conclui-se que, o ASBC, tal como está sendo concebido, tem condições de competir com as vantagens energéticas e econômicas do chuveiro elétrico, ou ainda, de formar através da união das duas tecnologias um conjunto mais eficiente. A idéia básica de qualquer aquecedor solar é a de pré-aquecer água para que sistemas térmicos posteriores assumam a função de calibradores da temperatura da água. No caso da união ASBC com chuveiro elétrico, a água é pré-aquecida e ao chuveiro é deixada a função de temperar a água ao gosto do usuário. Como o ASBC prevê um custo muito baixo, ele pode ser pago em pouco tempo pela economia em energia elétrica.

Na comparação entre o ASBC e o Aquecedor Elétrico de Acumulação, a conclusão é que, tal como na união ASBC e chuveiro, o ASBC pode gerar água pré-aquecida para o aquecedor de acumulação, com todas as vantagens subseqüentes, sendo a principal vantagem do pré-aquecimento a economia no consumo de eletricidade.

Partindo destas informações fica claro que as questões tecnológicas dos sistemas de aquecimento solar estão bem resolvidas no país, isto é, existem além dos aquecedores fabricados por empresas especializadas, baseados nas normas da ABNT e selados pelo INMETRO, também os aquecedores alternativos, do tipo “faça você mesmo” que é o caso do ASBC. Complementando estas situações todas, ainda há o estudo realizado pela Sociedade do Sol que compara praticamente todos os tipos de aquecimento de água, e sugere inclusive que o principal problema do chuveiro elétrico não é a eletricidade proveniente da hidrelétrica, mas sim sua utilização no horário de pico. Desta maneira, a utilização dos aquecedores se torna altamente praticável e pode ser adaptada para uma série de situações específicas, dependendo dos fatores climáticos, físicos, funcionais e econômicos.

#### 2.2.7 Iniciativas da ABRVA e DASOL: Cidades Solares.

Com o crescimento deste setor do mercado, a ABRVA (Associação Brasileira de Refrigeração Ar Condicionado Ventilação e Aquecimento) criou o DASOL – Departamento Nacional de Aquecimento Solar.

De acordo com o site, o DASOL está focado na promoção, divulgação, desenvolvimento e adoção da energia solar térmica. Busca e apóia a formação de uma rede de atuação formada por empresas, instituições, universidades, órgãos do governo, ONGs e cidadãos em busca do desenvolvimento sustentável do Brasil através da aplicação e utilização responsável de energia. Visa agir através do aquecimento solar para preservar e melhorar o ar, a água, os recursos naturais e ecossistemas, vitalizando a economia de forma abrangente e melhorando a qualidade de vida das pessoas. Está atento às principais mudanças de mercado a que seus associados estão sujeitos e articula de forma integrada todos os interesses de seus membros tornando possível o crescimento sustentado do setor.

Segundo a página da internet, os programas e atividades do DASOL têm abrangência em todo o Brasil e estão acessíveis a todos que de alguma forma pretendem utilizar a energia solar de forma eficiente e como solução definitiva para geração de energia térmica na forma de água quente.

De acordo com site estão cadastrados quatro programas:

1. QUALISOL BRASIL – Programa de Qualificação de Fornecedores de Sistemas de Aquecimento Solar. Engloba fabricantes, revendas e instaladoras. Surgiu de um convênio entre a ABRAVA, o INMETRO e o PROCEL e tem como objetivo garantir e premiar o consumidor com a qualificação de fornecedores de sistemas de aquecimento solar.
2. PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem para Coletores Solares, que visa a criação de critérios personalizados para comparar os diferentes modelos de coletores disponíveis no mercado nacional, sendo que os ensaios experimentais, normalizados nacional e internacionalmente, foram avaliados e definidos pelo Grupo de Trabalho em Energia Solar, GT-SOL, coordenado pelo INMETRO. Para o consumidor leigo, os resultados do Programa estão resumidos na forma de selo (Etiqueta do INMETRO). Para o projetista de instalações solares constam informações adicionais que estão no Relatório Final entregue a cada fabricante.
3. NORMASOL – criado com apoio do MCT (Ministério de Ciência e Tecnologia) e da FINEP (Financiadora de Estudos e Projetos) tem como objetivo revisar e elaborar todo o conjunto de normas relacionadas ao aquecimento solar no Brasil. Estas normas englobam: ensaios de

componentes e características construtivas e tecnológicas de produtos e processos, especificações de projeto e dimensionamento de sistemas de aquecimento solar e instalações de sistemas de aquecimento solar.

4. Cidades Solares – iniciativa feita pela parceria entre a ONG socioambiental Vitae Civilis, tem como objetivo mobilizar a sociedade brasileira para que esta tome partido das vantagens ambientais e sociais da geração descentralizada de energia, principalmente do aquecimento solar.

A iniciativa Cidade Solares é, sem dúvida, o projeto mais complexo dos quatro, e muito provavelmente o mais “importante”, pois combate diretamente uma barreira cultural. Possui um site muito bem elaborado, claramente direcionado aos cidadãos, buscando incentivar os mesmos a tomarem atitudes que exijam do setor público um direcionamento para utilização de sistemas de aquecimento solar em residências. Em meio a notícias relacionadas com aquecimento solar e habitações de interesse social, informações detalhadas sobre legislações e incentivos relacionados a energia solar no Brasil e no mundo, há no site um modelo de carta para ser entregue ao representante da comunidade (prefeito ou vereador, por exemplo) demandando a elaboração de uma legislação pró-solar no respectivo município.

Não se pode deixar de levar em consideração que a iniciativa Cidades Solares está diretamente ligada, além à ONG Vitae Civilis, também ao DASOL e à ABRAVA, ou seja, possivelmente há uma mescla de intenções relacionando sustentabilidade e o setor mercadológico. Mas nada impede, por exemplo, que um cidadão se beneficie das informações que estão extremamente bem explicadas no site das Cidades Solares e de certa forma, se apropriar deste caminho para exigir a legislação pró-solar em seu município, porém utilizando os Aquecedores Solares de Baixo Custo, que não são produzidos pelas empresas “patrocinadoras”, ou “parceiras” do projeto. No entanto, o Manual dos Programas de Eficiência Energética poderia não enquadrar este projeto dentro das tipologias estipuladas, já que o ASBC não é etiquetado pelo PEE INMETRO PROCEL. Desta forma não haveria incentivo para a concessionária de energia ser parceira em um projeto de substituição dos chuveiros elétricos pelos SAS.

De acordo com Vital Brazil (2006), a diferença entre o custo de um sistema termo-solar tradicional, com coletores que utilizam alumínio e cobre, em comparação com os modelos em PVC, pode variar de 5 a 10 vezes dependendo da marca. No entanto, este autor ressalta que estes equipamentos de baixo custo devem fazer face às exigências das normas

técnicas que norteiam a construção e instalações de aquecedor solar para banho. Essas normas tentam minimizar as variações de eficiência, criando parâmetros de comparação dos sistemas. Assim, esta sistemática cria barreiras para a entrada no mercado de novas tecnologias de menor custo.

Ainda neste contexto, não se pode deixar de mencionar a existência da ABESCO– Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. Fundada em 1997 é uma entidade civil, sem fins lucrativos que representa oficialmente o segmento de eficiência energética brasileiro, representando as empresas inseridas no mesmo, fomentando e promovendo ações e projetos para o crescimento do mercado energético. Parceira de ONGs, universidades e outras associações, a ABESCO disponibiliza em seu site uma iniciativa chamada de PROESCO, que se constitui de um programa de financiamento para a contratação de uma ESCO (Energy Services Company). ESCOs são Empresas de Engenharia, especializada em Serviços de Conservação de Energia, ou melhor, em promover a eficiência energética e de consumo de água nas instalações de seus clientes. É outro exemplo, talvez o maior deles no país, de como a iniciativa privada organizou o mercado da eficiência energética.

#### 2.2.8 Barreiras ao Desenvolvimento do Mercado de SASA no Brasil

A Organização não governamental Vitae Civilis com o financiamento do Blue Moon Fund desenvolveu, com a finalidade de investigar as barreiras do desenvolvimento do mercado de aquecedores solares no Brasil, um projeto chamado: “Mudando o curso do uso doméstico de energia: ações para a promoção do mercado de coletores solares e de políticas públicas pela energia sustentável”. O projeto foi motivado por três principais constatações:

1. O uso de chuveiros 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. 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;

3. A tecnologia de coletores solares não consegue “decolar” no país, apesar de apresentar amplas vantagens ambientais, econômicas e sociais.

As barreiras encontradas pelo projeto foram:

1. Alto custo inicial: apesar do custo inicial de instalação de aquecedores solares no Brasil ter caído consideravelmente nos últimos 20 anos, seu valor continua alto se comparado ao preço do chuveiro elétrico, que é a principal tecnologia concorrente. Esta afirmação pode ser verificada pelo tempo de retorno do investimento em coletores solares 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.
2. 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 baixos 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.
3. 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.
4. 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.

5. Falta de capacitação profissional: a não difusão plena da tecnologia termossolar gera barreiras na medida em que muitos construtores a consideram 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.
6. 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.
7. 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.

A Agenda Elétrica Sustentável 2020 identificou como fatores que dificultam a efetiva implantação de medidas e tecnologias que favorecem a eficiência energética e o maior uso de fontes renováveis:

1. O planejamento tradicional que tem sido praticado possui um conceito essencialmente baseado na oferta, e tende a associar maior credibilidade às alternativas de geração de energia altamente centralizadas e não favorece investimentos em medidas de conservação de energia ou em opções descentralizadas de produção de eletricidade, não sendo estruturado um planejamento visando à eficiência energética (seja através de fontes renováveis ou não), sendo que mesmo com a criação da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), o detalhamento de opções de conservação de energia, com metas quantificadas, custos, elaboração de estratégias, é ainda extremamente modesto, senão inexistente.
2. Existem barreiras legais que limitam o objetivo das atividades de planejamento e ações das companhias de energia, impedindo a elaboração e a futura implantação de um tipo de planejamento que possa facilitar o avanço de medidas de eficiência energética e de fontes renováveis, ou seja, os programas de eficiência energética necessitam beneficiar as companhias de energia.
3. As tarifas de eletricidade, em muitos casos, têm sido uma barreira para atrair consumidores e investimentos em eficiência de energia e em novas fontes de energia, sendo que muitas vezes os encargos e impostos são mais significativos para uma empresa que a sua própria conta de eletricidade, o que diminui a importância e atenção para iniciativas relacionadas com redução de consumo.
4. Existência de subsídios que favorecem o desperdício de eletricidade e não auxiliando a inserção de fontes renováveis em locais onde ela já poderia estar sendo utilizada de maneira economicamente viável.
5. Existência de barreiras tecnológicas e de infra-estrutura, ou seja, diversas tecnologias ainda enfrentam problemas técnicos para ser produzidas ou utilizadas em algumas regiões do país, assim como necessitam de assistência técnica localmente disponível e podem depender da boa qualidade da rede elétrica para operar.
6. Há uma diversidade de atores e de expectativas, ou seja, é necessário considerar a diversidade dos atores envolvidos e suas diferentes percepções em relação aos impactos ambientais, custos e benefícios, aos riscos e às incertezas de cada medida de eficiência energética ou fonte

renovável, sendo que estão envolvidos pelo menos três agentes diferentes: o setor energético, o consumidor e a sociedade.

7. O pouco conhecimento das possibilidades de melhorias no uso de energia e a falta de informação adequada por parte dos consumidores, vendedores, produtores e administradores públicos desta área, pode distorcer a introdução de medidas de eficiência ou o uso de fontes renováveis em situações onde estas já se encontram técnica e economicamente viáveis. Um investimento contínuo e sistemático em programas educacionais e de disseminação de boa informação é sempre necessário para promover a efetiva introdução de medidas de uso eficiente de energia, tecnologias adequadas e fontes renováveis.

### 2.2.9 Economia dos Principais Sistemas de Aquecimento de Água

Entre janeiro e dezembro de 2009 o CIRRA, uma entidade sem fins lucrativos, vinculado ao Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, iniciou um estudo para descobrir qual o sistema de aquecimento de água mais econômico, ou seja, aquele que ao final de um mês, somando todos os insumos utilizados (água, energia elétrica ou gás) teria menor custo.

Para a realização deste estudo, foram instalados seis pontos de banho no vestiário dos funcionários da USP (dois pontos com chuveiros elétricos, um com aquecedor a gás, um com sistema solar convencional (coletor solar + boiler elétrico), um híbrido – solar de baixo custo com chuveiro elétrico no ponto de uso, e um aquecedor de acumulação elétrico – boiler). Durante um ano, esses funcionários voluntários divididos em grupos tomaram banhos (sem nenhum tipo de restrição sobre abertura maior ou menor do registro, tempo de banho, posição de chave seletora de temperatura, etc.) nos pontos determinados. A cada três meses, os grupos passaram de um ponto para outro. Todo o consumo de água, energia elétrica e gás foram medidos através de modernos medidores e os dados enviados ao computador do CIRRA para a consolidação dos dados.

O estudo revelou que o chuveiro elétrico está presente nos dois sistemas mais econômicos que existem: o tradicional e popular chuveiro elétrico e o chuveiro híbrido solar, que é um aquecedor solar com um chuveiro elétrico no ponto de uso.

O estudo concluiu que um banho de oito minutos custa, em média, R\$ 0,27 (entre consumo de água e energia elétrica) no chuveiro híbrido solar e R\$ 0,30 no chuveiro

elétrico. Esse mesmo banho sai por R\$ 0,46 (53,3% a mais do que o chuveiro elétrico) com aquecedores solares tradicionais (coletor solar com boiler elétrico), R\$ 0,59 (96,6% mais caro) com os aquecedores a gás e R\$ 1,08 (246,6% a mais) com o aquecedor de acumulação elétrico (boiler).

Com base nos dados apresentados no relatório final do estudo, entende-se porque o chuveiro elétrico é o sistema de aquecimento de água mais popular no Brasil. Afinal, apesar do banho de oito minutos com chuveiro elétrico custar três centavos, em média, a mais do que o do chuveiro híbrido solar, seu custo de aquisição e instalação é de R\$ 31,00 contra R\$ 888,00 do chuveiro híbrido solar, ou seja, 2.765% a mais do que o chuveiro elétrico.

Dirigido pelo professor Ivanildo Hespanhol, uma das maiores autoridades em água do mundo, o estudo ainda demonstra que durante o verão/2009 e a primavera/2009 onde a temperatura média permaneceu acima de 23°C foram obtidos os menores custos de banho. Já nas estações do inverno/2009 e outono/2009 onde a temperatura média permaneceu em torno de 19°C foram obtidos os maiores custos de banho. Esse fato é visivelmente observado, por exemplo, no custo do banho de 8 minutos do aquecedor solar, que durante o verão e a primavera/2009 ficou em torno de R\$ 0,32 a R\$ 0,42, e durante o inverno e o outono/2009 ficou em torno de R\$ 0,45 a R\$ 0,62. Para o chuveiro elétrico, o custo do banho de 8 minutos no verão e na primavera/2009 ficou em torno de R\$ 0,21 a R\$ 0,28 e durante o inverno e outono/2009 ficou em torno de R\$ 0,30 a R\$ 0,40. Para o chuveiro híbrido, o custo do banho de 8 minutos no verão e na primavera/2009 ficou em torno de R\$ 0,17 a R\$ 0,27 e durante o inverno e outono/2009 ficou em torno de R\$ 0,24 a R\$ 0,40. No verão e na primavera onde ocorrem temperaturas diárias mais elevadas a eficiência do sistema solar e do chuveiro híbrido aumenta, diminuindo o consumo de energia elétrica para o aquecimento da água do reservatório de acumulação.

No entanto, de acordo com o estudo, a explicação para a eficiência do chuveiro elétrico e do chuveiro híbrido solar é o baixo consumo de água destes dois sistemas. O estudo mostra que a média anual do consumo de água no chuveiro elétrico foi de 4,2 Lmin<sup>-1</sup> (litros por minuto). O chuveiro híbrido solar, por sua vez, obteve uma média anual de 4,1 Lmin<sup>-1</sup>, ou seja, 2,3% menor que o consumo do chuveiro elétrico. O aquecedor a gás obteve uma média de 8,7 Lmin<sup>-1</sup>, ou seja, 207% maior que o consumo do chuveiro elétrico, o aquecedor solar obteve uma média de 8,4 Lmin<sup>-1</sup>, ou seja, 200% maior que o consumo do chuveiro elétrico e o boiler elétrico obteve uma média de 8,5 Lmin<sup>-1</sup>, ou seja, 202% maior que o consumo do chuveiro elétrico. O estudo verificou que de maneira geral, o aquecedor a gás, o aquecedor solar e o boiler elétrico foram os equipamentos que apresentaram maior consumo

de água. Este fato se deve a própria característica do equipamento e a disponibilidade de vazão de água na quantidade e temperatura desejada.

Outro dado apontado pelo estudo diz respeito à água que é perdida no início de cada banho até se atingir a temperatura ideal. No chuveiro híbrido solar e no chuveiro elétrico esta perda é zero, já que ao abrir o registro a água sai automaticamente quente.

O estudo é interessante por ter comparado os sistemas pelo ponto de vista do consumidor, evidenciando que as duchas disponíveis no mercado consomem mais água do que os chuveiros elétricos comuns. Mas vale notar que este estudo considera o valor final dos banhos com os diferentes tipos de aquecimento de água, sem analisar a vida útil dos aquecedores e o custo implícito dos impactos ambientais ocasionados por cada sistema.

#### 2.2.10 O Horário de Pico de Demanda de Energia Elétrica

Estima-se em média 8 a 10 minutos o tempo necessário para o banho diário. No entanto, para algumas pessoas o banho pode demorar até 30 minutos. No fim do mês, somando todos os minutos diários de banho, o chuveiro representa aproximadamente 40% do valor da conta de energia elétrica da residência popular. Pesquisas realizadas pelo Programa de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL – demonstram que entre 18 e 19 horas, em 50 % das residências, há pelo menos um chuveiro elétrico funcionando. Esse acúmulo de chuveiros ligados coincide com período de maior consumo de energia elétrica, conhecido como horário de ponta, ou horário de pico. Durante esse horário, entre 18 e 21 horas, as concessionárias de energia elétrica necessitam manter uma oferta de potência elétrica superior ao valor médio diário (SANTOS, 2008).

Barghini (1996) citado por Salcedo (2004) comenta que o tempo e a frequência dos banhos são características culturais individualizadas, sendo que uma variável cultural que afeta sensivelmente o uso de água quente é representada pelos próprios hábitos de higiene pessoal, e conclui que a tradição e as condições climáticas afetam fortemente a frequência com a qual se procede às operações de higiene pessoal e os modos pelos quais elas se realizam.

As empresas de distribuição de energia elétrica do Brasil são desfavorecidas pelo uso intenso de chuveiros elétricos, pois devido ao grande número de chuveiros instalados, o pico de demanda de energia elétrica geralmente ocorre entre 18 horas e 21 horas. Em torno de 90% das residências do Brasil fazem uso de chuveiros elétricos, que por sua vez representam cerca de 23% do consumo de energia elétrica doméstica, sendo que este

percentual pode alcançar 35% da demanda total durante o horário de pico de consumo das famílias de baixa renda (COLLE, 2004).

O custo de geração, transmissão e distribuição é fortemente impactado pelos chuveiros elétricos e a utilização dos mesmos no horário de pico chega a consumir em torno de 10% da capacidade de geração elétrica instalada no Brasil, obrigando até mesmo indústrias desligarem as máquinas devido ao alto custo da energia elétrica neste período (MOGAWER e SOUZA 2004).

Esses fatores desfavoráveis nos permitem concluir que as companhias de energia elétrica deveriam considerar fortemente o uso da energia solar para reduzir o pico de demanda decorrente dos chuveiros elétricos no Brasil (JANUZZI, 2004).

Como conclusão principal de um trabalho onde o objetivo era estudar o efeito da energia solar sobre a desagregação do pico do consumo de energia de chuveiros elétricos conjugados a sistemas de aquecimento solar de baixo custo realizado em na cidade de Florianópolis, Colle (2004) escreve que o uso da energia solar em grupos de consumidores de baixa renda reduz sensivelmente o pico de consumo de energia dos chuveiros elétricos.

Em um trabalho onde é feita a análise econômica da introdução de pré-aquecedores solares pelo próprio setor elétrico, Madureira e Januzzi (2000) escrevem que cada kW evitado com a introdução destes sistemas implica em benefícios da ordem de US\$ 1,815.00 para o setor elétrico e US\$ 2,418.00 para a sociedade, sendo que em 2,4 anos o setor elétrico obterá o retorno do investimento garantindo lucros líquido a partir deste período.

Salazar (2004) analisa a inserção de coletores solares compactos num condomínio de baixa renda, derivado do Projeto de Arrendamento Residencial (PAR) localizado em Florianópolis. Houve a seleção de famílias com características de consumo semelhantes, e os coletores solares foram colocados em uma parte das habitações destas famílias, sendo possível observar a redução do consumo de energia nas residências com coletores. O resultado do trabalho demonstrou que é possível a redução do pico de carga através da utilização de coletores solares compactos.

#### 2.2.11 Utilização de Aquecedores Solares nas Habitações de Interesse Social Brasileiras

De acordo com Santos e Rütger (2008), a utilização dos aquecedores solares ainda é muito pequena no Brasil, cerca de somente 0,4% da água aquecida para banho é feita através deste sistema.

No Brasil são crescentes as aplicações da energia solar para aquecimento de água em conjuntos habitacionais e casas populares, como nos projetos Ilha do Mel, Projeto Cingapura, Projeto Sapucaia em Contagem, e Conjuntos Habitacionais SIR e Maria Eugênia (COHAB) em Governador Valadares. Esses projetos de inclusão da população de baixa renda no mercado de aquecedores solar de água estão sendo realizados através do trabalho conjunto de fabricantes de equipamentos, concessionárias de distribuição de energia elétrica e a participação de instituições como a ABRAVA e o PROCEL. (VITAL BRAZIL, 2006).

Sobre a adaptação do projeto arquitetônico das habitações de interesse social para receber os sistemas de aquecimento solar, Rísoli (2005) sustenta a idéia de que seria muito difícil mudar o estilo e forma de projetar as edificações nos próximos anos de modo a incorporar o aquecimento solar em um novo conceito de edificação, parecendo mais coerente desagregar o sistema de aquecimento solar do corpo da edificação e agregá-lo no exterior, preferencialmente do lado externo do ponto de banho na melhor situação de insolação com um incremento inovador composto da possibilidade de inclinar o coletor solar com relação ao plano horizontal e azimutal, e assim aumentar sensivelmente a quantidade de energia solar anual a ser absorvida pelo coletor solar.

Por outro lado, Franco (2002) apud Vital Brazil (2006) aponta o correto dimensionamento dos sistemas de aquecimento solares como um problema a ser resolvido, de preferência projetado junto com a obra da habitação, e ressalta que o aquecedor solar não é como o chuveiro elétrico ou o aquecedor a gás que pode ser ligado na hora que se tem vontade de tomar banho e a água aquecida imediatamente. Nem tampouco permite que se fique uma hora no banho, sendo preciso dimensioná-lo, de acordo com os hábitos das pessoas, para que a água atenda às suas necessidades.

A iniciativa brasileira atual mais consistente acontece no estado de São Paulo. A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) inclui o item nos projetos de Habitação de Interesse Social desde 2007, que foram adaptados para receber a melhoria. Em 2010 abriu licitação para instalação dos kits em aproximadamente 8.000 residências de várias cidades. Os moradores não têm nenhum ônus pela instalação do sistema. A Companhia aposta numa redução de 30% na conta de luz das residências. As empresas vencedoras, além de ter que garantir a manutenção do equipamento por 5 anos e vida útil de 20 anos, também terão 15 dias para apresentar um Plano de Medição e Verificação (PMV) no qual será detalhada a economia de 142,6 KWh por mês por residência exigida pelo pregão como condição para concorrência, sendo que a CDHU por sua vez, vai verificar durante 1 ano se os equipamentos atendem às exigências.

A Companhia de Habitação do Paraná (COHAPAR), desde 2007, estuda a colocação de aquecedores solares nas Habitações de Interesse Social do estado, sendo que havia um projeto desta data para implantar aquecedores solares em residências da cidade de Arapongas. De acordo com notícia veiculada no site da Companhia, em junho de 2008 foi assinado um acordo entre COPEL e COHAPAR para que houvesse a instalação de 1000 aquecedores solares em habitações das cidades de Arapongas, Campo Mourão, Cidade Gaúcha, Mandaguaçu, Nova Esperança, Nova Londrina e Ribeirão do Pinhal. As casas ficaram prontas, mas os aquecedores não foram instalados ainda. Em 2009 um aquecedor solar foi instalado em uma residência da cidade de Ipiranga, como um projeto-piloto. Não existem notícias recentes sobre o sucesso destes projetos.

Com o objetivo de verificar a adequação dos coletores solares para o banho humano nas diversas tipologias de habitações populares, Santos e Rütger (2008) desenvolveram um trabalho chamado “Adequações dos Sistemas de Aquecimento Solar de Água para Tipologias de Habitação de Caráter Social”.

A metodologia do trabalho foi baseada na busca de iniciativas públicas e privadas com enfoque no uso dos coletores solares para aquecimento de água na habitação de interesse social, e também na listagem das tipologias de habitação social existentes no país. Quanto aos aquecedores solares, foram analisados os vários tipos de equipamentos comercialmente disponíveis. O objetivo final era chegar à seleção de uma tecnologia para cada tipo de habitação, salientando a diminuição do consumo de energia e a possibilidades de aquisição dos mesmos por parte dos moradores de habitações populares.

O resultado do trabalho está resumido na tabela 9, que relaciona os 3 tipos de aquecedores descritos a seguir. Os coletores tradicionais são aqueles que utilizam uma resistência de apoio no reservatório de água quente, os aquecedores solares de baixo custo (ASBC) utilizam a caixa d'água comum existente como reservatório estratificado, contendo água fria e a água aquecida. Os sistemas de aquecimento solar compactos (SASC) possuem um conjunto único que compreende o reservatório de água quente já acoplado no painel de circulação de água.

**Tabela 9** – Adequações dos aquecedores aos tipos de habitação social.

Tipo de habitação social	Características	Tipo de aquecedor	Possibilidades / Condicionantes
Autoconstrução	Casas geralmente de alvenaria ou cantaria executadas pelos próprios moradores, sem acompanhamento técnico, mas prevendo condições mínimas de conforto. Com instalações elétricas e hidráulicas.	ASBC	Baixo custo de aquisição, iniciativa individual, instalação simplificada. Dificil financiamento, já que este sistema não garante uma redução significativa de consumo.
		SASC	Custo médio. Para redução significativa do consumo, seria necessário um incentivo do governo/concessionária. Facilidade de instalação.
		Coletor Tradicional	Custo alto, com instalação mais complexa. Menor interesse do governo/concessionária pelo alto investimento inicial.
Unidades financiadas	Moradias financiadas por programas governamentais. Tipologia de casas e unidades isoladas.	ASBC	Instalação simplificada, iniciativa individual, baixo custo.
		SASC	Instalação simplificada, iniciativa individual, custo médio, possibilidade de financiamento do governo / concessionária
		Coletor Tradicional	Iniciativa individual, alto custo.
Condomínios financiados	Moradias financiadas por programas governamentais. Tipologia de edificios e habitações múltiplas.	ASBC	Iniciativa individual impossibilitada pelo reservatório e canalizações de água ser coletivos.
		SASC	Instalação simplificada, custo médio, possibilidade de financiamento do governo/concessionária, necessita aprovação do condomínio.
		Coletor Tradicional	Iniciativa individual impossibilitada pelo reservatório e canalizações de água serem coletivos.

Fonte: Santos e Rüter (2008)

Feita a análise da coluna “Possibilidades / Condicionantes” nota-se que para haver a inserção dos aquecedores a “iniciativa individual” é decisiva, assim como a necessidade (condicionante) dos incentivos governamentais pode se apresentar como uma barreira.

### 2.3 DIRETRIZES PARA APROPRIAÇÃO DOS SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR PELAS HABITAÇÕES BRASILEIRAS

A Agenda Elétrica Sustentável cita que ainda não existe uma clara definição de políticas publicas na área de energia que sinalize para a importância e necessidade de incorporar eficiência energética no planejamento e regulação do setor, e afirma que apoios fragmentados a algumas ações, existência de fundos e legislação específica são importantes,

mas não são suficientes para explorar o potencial de economia de energia que existe, sendo necessário ter o suporte de diversas políticas e ações de cunho governamental e público.

Quando entra no âmbito da energia solar térmica, a Agenda sugere um “Programa Nacional para a Energia Solar Térmica (PROSOLTER)”. Justifica que para aproveitar de maneira efetiva o grande potencial da energia solar térmica no Brasil, é necessário um programa nacional que deveria incluir metas de desenvolvimento, oferta de incentivos para o financiamento aos consumidores finais e incentivos fiscais, como por exemplo, redução de impostos. O Programa beneficiaria principalmente as populações de baixa renda e é essencial que se destaque a necessidade de obrigações de instalação em novos edifícios, bem como que se dê investimentos na área de “Pesquisa & Desenvolvimento” com o intuito de aumentar a eficiência dos sistemas e diminuir os custos ao consumidor final.

É interessante citar que, quando a Agenda menciona como diretriz a “Disseminação Constante de Informações”, o documento chama a atenção para o fato de que ainda existem barreiras significativas, em especial para difusão de tecnologias de usos térmicos de energia solar, nos setores residencial, industrial e em edifícios, e exemplifica dizendo que, com exceção da cidade de Belo Horizonte, onde a CEMIG e a PUC–MG têm conduzido já há anos um consistente trabalho de promoção do uso de aquecedores solares, a tecnologia é relativamente desconhecida no Brasil por construtores, arquitetos, projetistas, e consumidores. Sendo assim, campanhas públicas de difusão da tecnologia, de seu emprego e suas vantagens são de extremo valor para que a sociedade brasileira tome partido dos benefícios sócio–ambientais dos aquecedores solares térmicos. O documento ainda sugere a necessidade de ações de educação ambiental e cursos profissionais que criem massa crítica de instaladores técnicos.

O documento “Um banho de sol para o Brasil: o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e sociedade” sugere 5 diretrizes para introdução dos aquecedores solares nas habitações:

1. Alterações nos códigos de obras municipais que obriguem a instalação ou a pré–instalação de sistemas termossolares 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.

Neste mesmo contexto, o link mais impactante do site Cidades Solares é o intitulado “boas práticas”, pois o mesmo lista os instrumentos à disposição do mercado e de autoridades públicas para a promoção do uso de aquecedores solares, ou seja, é um claro direcionamento que demonstra de forma muito objetiva às autoridades determinadas estratégias que deveriam ser seguidas. Estas diretrizes se dividem em sete categorias e estão transcritas abaixo:

1. Incentivos fiscais: redução ou eliminação de IPI, ICMS, Imposto de importação, deduções de IR ou IPTU;
2. Subsídios: prêmios e linhas especiais de crédito;
3. Obrigações legais de instalação ou preparação da instalação;
4. Compras de sistemas solares no atacado;
5. Financiamento e operação por terceiros;
6. Medidas de apoio: campanhas públicas, educação ambiental;
7. Certificação da qualidade de equipamentos e instalação;

Sobre economia, política e recursos energéticos, Miller (2007) escreve que a chave para fazer a transição para recursos energéticos e sociedades mais sustentáveis está na economia e na política, e aponta duas estratégias para desestimular ou incentivar a utilização, em curto e em longo prazo, de um determinado recurso energético:

1. Manter os preços de energia artificialmente baixos para incentivar o consumo de recursos energéticos selecionados através da concessão de descontos fiscais, decreto de regulamentos e subsídios para pesquisa.
2. Manter os preços da energia artificialmente altos para desestimular o consumo de um recurso, aumentando impostos, eliminando descontos fiscais e outros subsídios e decretando regulamentações restritivas.

A transição para um futuro mais sustentável, no aspecto energético, depende principalmente da política, que, por sua vez depende em grande parte da pressão que os indivíduos exercem sobre as autoridades por meio do voto, ou sobre as empresas, por meio dos recursos financeiros que dispõem (MILLER, 2007).

Seguindo este raciocínio, a situação socioeconômica e principalmente cultural da população é determinante e influencia fortemente a tendência de uma sociedade se tornar mais sustentável. O papel do cidadão é decisivo, mas pode não ser consistente, considerando que o nível cultural e de informação que a grande maioria das pessoas têm acesso pode ser manipulado pelo mesmo governo que tem interesses econômicos em determinados energéticos.

Ainda existem bons exemplos a serem seguidos, como o de alguns países europeus que desde 2008 se reúnem para celebrar “dias solares”. Nos primeiros anos eram 7 dias, mas de acordo com o site ([www.solardays.eu](http://www.solardays.eu)) em 2011 estão programados 15 dias para eventos relacionados com energia e aquecimento solar. A organização do evento é feita pela ESTIF (European Solar Thermal Industry Federation) em associação com a EPIA (European Photovoltaic Industry Association) e as atividades abrangem toda a sociedade. As companhias solares promovem visitas técnicas, festas e festivais, nas escolas são feitas atividades direcionadas ao aprendizado sobre energia solar, e ainda acontecem shows e celebrações nas inaugurações de novas instalações solares. Como este exemplo existem vários outros ao redor do mundo, muitos descritos e usados como inspiração pela iniciativa Cidades Solares.

#### 2.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS DO CAPÍTULO

As investigações sobre os motivos pelos quais algumas nações estão se mobilizando para substituir o chuveiro elétrico por coletores solares levam a concluir que existe uma tendência mundial de reduzir a dependência dos recursos energéticos fósseis, já que os mesmos têm ciclo de vida curto para as atuais tecnologias que estão tendendo ser economicamente viáveis e ambientalmente corretas. Os países industrializados que alcançaram altos níveis de consumo energético baseados no uso de recursos fósseis, de grandes impactos ambientais e para a saúde humana, têm iniciado a substituição destas fontes, muitas vezes por tecnologias que utilizam o sol, uma vez que o mesmo é abundante e infinito.

No entanto, a utilização das energias limpas para substituição das tradicionais acontece em função dos oligopólios que definem a extração, produção, preços e rentabilidade dos recursos energéticos fósseis, e que sustentam algumas das maiores

economias mundiais. A influência e o poder econômico destes oligopólios mantêm os custos do uso final das energias tradicionais, com valores que competem com as chamadas energias limpas, demonstrando claramente a vulnerabilidade das tecnologias que ainda necessitam alcançar um maior poder de mercado.

No caso do Brasil, o cenário não é muito diferente. Analisando o Balanço Energético Nacional, percebe-se claramente a diminuição da oferta interna de energia elétrica enquanto a demanda da mesma aumenta. A Empresa de Pesquisa Energética produz um relatório extenso e complexo para os próximos dez anos sem, no entanto, cogitar a inserção de fontes de energia alternativa no setor residencial.

A elaboração da “Agenda Elétrica Sustentável” demonstra que o interesse de projetar a demanda das energias alternativas, acreditando no potencial do desenvolvimento das mesmas no país, vem de uma ONG, e não de um órgão oficial do governo.

O MME criou a ANEEL que aprovou o Manual dos Programas de Eficiência Energética – MPEE – como forma de incentivo as políticas de eficiência energética. No entanto, cabe à companhia de energia decidir que projeto será proposto e como será realizado, sendo que, ainda que se institua um projeto de substituição de chuveiros por aquecedores solares, certamente não estarão em primeiro plano os interesses do consumidor ou da sociedade, e sim o da própria companhia.

Desta forma, tem-se a percepção de que, apesar do apoio pontual à algumas iniciativas que partem das ONGs e associações industriais, o governo não demonstra interesse em agir diretamente na introdução de energias alternativas, e continua investindo na construção de usinas hidrelétricas.

Enquanto isso, as universidades desenvolvem tecnologias alternativas, como o ASBC, iniciativa que, apesar de altamente viável economicamente, depende diretamente de voluntários e do próprio usuário para acontecer, remetendo novamente ao problema da questão cultural, pois existe a necessidade de “informação”.

Da mesma maneira as ONGs e associações com intenções “sustentáveis”, mas também econômicas, já que são patrocinadas pelos fabricantes dos equipamentos, têm que recorrer ao usuário, como acontece na iniciativa “Cidades Solares”.

Os estudos demonstram que de forma geral, a tecnologia dos coletores solares não constitui problema, mesmo que para a correta utilização em massa sejam necessárias adaptações do projeto arquitetônico e averiguações do contexto físico. Também revelam que o chuveiro elétrico não é a pior maneira de aquecer a água, porém sendo mais indicado o sistema híbrido (elétrico + solar), que consegue máxima eficiência. Ainda, fica

comprovado que o horário de pico é prejudicial a todos os envolvidos no processo, sendo um grande problema que a implantação em massa dos SASA resolveria com sucesso.

Sendo assim, o que parece existir atualmente é uma grande desconexão entre os componentes do que, pelo menos deveria ser, um mesmo sistema. A legislação é falha e imprecisa e as ações governamentais não chegam direto aos cidadãos, a não ser pontualmente. Os incentivos “nacionais” como programas de eficiência energética são direcionados às concessionárias, e as Companhias de Habitação, responsáveis pelas HIS, ficam completamente desligadas do contexto energético. As ONGs e outras entidades que se prontificam a “ajudar” também representam, de alguma forma, o interesse de seus “patrocinadores”, normalmente os líderes de mercado. São estas mesmas empresas que fabricam SASA ou suas peças e conseguem o selo do PROCEL e INMETRO, exigência do PEE para instalação nas HIS.

Concluindo, enquanto não houver uma firme política nacional, com elaboração de legislação específica e um programa de incentivos baseado em fatores econômicos que afetem de forma impactante tanto o consumidor quanto a companhia de energia, aliada a uma forte iniciativa de conscientização do usuário, divulgando os conceitos funcionais da implementação das medidas de eficiência energética, muito provavelmente não haverá a implantação em massa dos aquecedores solares assim como de quaisquer outras fontes alternativas de energia.

Finalmente, neste contexto, os benefícios que o cidadão mais necessitado deveria receber, os mesmos benefícios que aparecem como principais objetivos governamentais de iniciativas como o “Programa de Eficiência Energética” ou o “Minha Casa Minha Vida” ficam distantes, ou melhor, perdidos nas falhas do sistema.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 ANÁLISE DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Inicialmente, a metodologia utilizada escalonou os universos da introdução de SASA em habitações do maior para o menor. Sendo assim, foram descritos correlatos mundiais, atentando para a relação que existe entre os fatores físicos, culturais, políticos e principalmente econômicos dos países estudados e a introdução dos SASA.

A seguir, foi feita a caracterização do cenário energético brasileiro de forma resumida, porém enfatizando o consumo de energia elétrica e a questão da hidroeletricidade, estando estes fatores diretamente ligados com o consumo energético do chuveiro elétrico, que por sua vez é o grande “concorrente” dos SASA. Também houve interesse em analisar o planejamento energético feito pelo governo e contrastar o mesmo com um suposto “cenário sustentável” proposto por documentos elaborados por ONGs.

Dando seqüência à revisão, o foco do trabalho se voltou para a relação que pode haver entre: energia solar, a cidade e o cidadão. Este direcionamento foi estruturado em função da percepção de que haveriam dois caminhos para introduzir os SASA nas HIS brasileiras: ou através de uma forte, intensa e principalmente direta ação governamental, ou, como já vêm acontecendo pontualmente, através da conscientização e colaboração do próprio usuário. No entanto, esta segunda opção esbarra em uma barreira cuja transposição provavelmente não seja de fácil solução: o fator cultural.

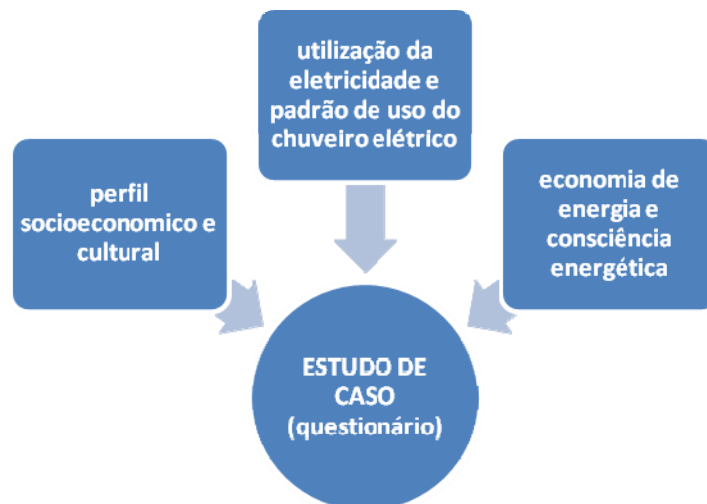
**Figura 4** – Esquema de organização da primeira parte da metodologia.



### 3.2 ESTUDO DE CASO EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE LONDRINA

A idéia que impulsionou a segunda parte da metodologia partiu fundamentalmente das conclusões da primeira parte. A necessidade de verificar a coerência da relação entre HIS, renda da população, e nível de consciência “energética” do usuário originou o estudo de caso realizado. Para tanto, a proposta foi a aplicação de um questionário sob forma de entrevista porta a porta. Desta forma, a pesquisa se voltou para o mutuário, que, eventualmente, poderia ser um incorporador “dotado de consciência energética e auto-suficiente” de SASA em sua própria residência, como sugerem os inventores do ASBC e a iniciativa “Cidades Solares”.

**Figura 5** – Esquema de organização da segunda parte da metodologia.



Após a análise da revisão bibliográfica, e tomando como base as considerações finais do capítulo 3, foi desenvolvido um estudo de caso em um Conjunto Habitacional na cidade de Londrina. Através das visitas feitas à Companhia de Habitação de Londrina e dos acessos ao site da mesma, foi descrito o processo de aquisição por parte de um eventual mutuário de uma habitação de interesse social. Através da entrevista feita com moradores de um Conjunto Habitacional foi possível determinar a caracterização socioeconômica do mutuário, assim como identificar o perfil do consumo de energia elétrica, padrão de uso do chuveiro elétrico, e o grau de conscientização e expectativa do usuário de HIS para a adoção de sistemas de aquecimento solar.

### 3.2.1 Companhia de Habitação de Londrina

A Companhia de Habitação de Londrina (COHAB-LD) é uma sociedade composta por ações de economia mista e foi criada pela Lei Municipal nº 1.008, de 26 de agosto de 1965. A Companhia está vinculada, como entidade de administração indireta, à Prefeitura do Município de Londrina. Entre as atribuições desta entidade, estão a produção e comercialização de casas e a urbanização ou reurbanização de áreas.

De acordo com o site da COHAB-LD, a mesma, atendendo às normas do Sistema Financeiro da Habitação e ao Sistema Financeiro Imobiliário, tem como objetivo produzir e traçar diretrizes para uma política de desenvolvimento urbano e social do Município, visando a:

1. Produção e comercialização de unidades habitacionais, principalmente as de interesse social, obedecidas as normas e critérios estabelecidos pelo Governo Municipal e pela legislação federal.
2. Promoção de Programas de urbanização ou reurbanização de áreas principalmente as ocupadas por favelas e habitações precárias, inclusive na aquisição de terrenos, amigável ou judicialmente.
3. Aquisição, urbanização, administração e venda de imóveis.
4. Aquisição e venda de imóveis destinados à industrialização e que possam promover a oferta de mão-de-obra em localidades de população carente, segundo as diretrizes da Prefeitura do Município de Londrina.
5. Apoio e execução de programas e projetos de desenvolvimento comunitário.

### 3.2.2 Mutuários da COHAB-LD e o Programa Minha Casa Minha Vida

De acordo com o Ministério das Cidades, o Programa Habitacional Popular Minha Casa Minha Vida tem como objetivo atender as necessidades de habitação da população de baixa renda nas áreas urbanas, garantindo o acesso à moradia digna com padrões mínimos de sustentabilidade, segurança e habitabilidade.

O Programa funciona por meio da concessão de financiamentos a beneficiários organizados de forma associativa por uma Entidade Organizadora – EO (Associações, Cooperativas, Sindicatos e outros), com recursos provenientes do Orçamento Geral da União – OGU, aportados ao Fundo de Desenvolvimento Social – FDS. O Programa

pode ter contrapartida complementar de estados, do Distrito Federal e dos municípios, por intermédio do aporte de recursos financeiros, bens ou serviços economicamente mensuráveis, necessários à composição do investimento a ser realizado.

Nas especificações técnicas encontradas na “Cartilha Completa” do programa a instalação do kit completo de aquecimento solar é opcional para as duas tipologias de projeto. Também não há qualquer outra informação sobre o kit, como por exemplo se é um sistema híbrido ou não.

A página oficial do programa divide a renda dos mutuários em 3 faixas salariais: até 3 salários mínimos, de 3 a 6 salários mínimos e de 6 a 10 salários mínimos. No entanto, a página da COHAB-LD divide apenas em duas faixas: até 3 salários mínimos ou mais de 3 salários mínimos.

O site da COHAB-LD especifica passo a passo o que o mutuário precisa fazer para comprar sua casa pelo programa Minha Casa Minha Vida. Os passos e as condições para quem possui renda de até 3 salários mínimos estão relacionados abaixo:

1. Procurar o setor de atendimento da COHAB-LD com os seguintes documentos pessoais: CPF e RG (se for um casal, trazer documento de ambos), certidão de nascimento ou casamento, comprovante de residência (fatura da COPEL ou SANEPAR) e declaração de Rendimentos (holerites) e carteira profissional.
2. Aguardar a análise dos documentos e da comprovação de renda para ser selecionado.
3. As pessoas que já foram beneficiadas por outro programa do governo federal, que possuem casa própria, ou financiamento habitacional em qualquer estado brasileiro não podem ser beneficiados pelo programa.
4. A prestação mensal será de 10% da renda familiar.
5. Não é preciso dar entrada ou pagar taxa de inscrição. As prestações só começam a ser pagas após a entrega do imóvel, quando o morador se mudar para a nova casa. Assim, ele não vai precisar pagar o aluguel e o financiamento da casa ao mesmo tempo.
6. O beneficiário tem até 10 anos para pagar a sua casa.
7. Os imóveis serão casas ou apartamentos produzidos por empresas de construção civil contratadas pela Caixa Econômica Federal.

Para as famílias com renda de 3 a 10 salários mínimos, o programa oferece vantagens como aumentos dos subsídios (que pode chegar a R\$ 23.000,00) e redução dos custos do seguro e acesso ao Fundo Garantidor da Habitação. Neste caso as regras são:

1. A pessoa não pode ter financiamento habitacional pelo SFH – Sistema Financeiro da Habitação, não pode ter um imóvel residencial e não pode ter recebido a partir de 1º de maio de 2005, desconto pelo FGTS em qualquer financiamento.
2. O valor do imóvel não poderá ser maior que R\$ 130 mil nas regiões metropolitanas de São Paulo e Rio de Janeiro e no Distrito Federal; R\$ 100 mil nos municípios com mais de 500 mil habitantes, demais regiões metropolitanas das capitais e RIDE – Região Integrada de Desenvolvimento Econômico do Distrito Federal; e R\$ 80 mil nos outros municípios.
3. Serão avaliados para aprovação os documentos pessoais (carteira de identidade e CPF), a ficha de cadastro habitacional, a comprovação de renda formal ou informal, o IRPF (Imposto de Renda de Pessoa Física), a análise cadastral e a análise de risco de crédito e de capacidade de pagamento, que será realizada pela CAIXA, após a entrega dos documentos.
4. O financiamento poderá ser de até 100% do imóvel. A Entrada é opcional.
5. O pagamento pode ser feito em até 30 anos, com taxas de juros reduzidas, que variam conforme a renda da família. Para aquelas que ganham até cinco salários mínimos, a taxa será de 5% ao ano mais TR – Taxa Referencial. Já para aquelas que recebem entre cinco e seis salários, a taxa será de 6% ao ano mais a TR. Finalmente, famílias com renda entre seis e dez salários mínimos vão pagar uma taxa de 8,16% mais a TR.
6. A prestação inicial será calculada de acordo com a capacidade de pagamento da família e recalculada anualmente.
7. No caso do beneficiário perder o emprego durante o financiamento existe o Fundo Garantidor, que refinancia parte das prestações, caso o beneficiário perca o emprego, sendo que o número máximo de prestações garantidas por esse fundo varia de 12 a 36, de acordo com a faixa de

renda. Para ter acesso ao fundo, a pessoa deverá estar em dia com as prestações e ter pagado, pelo menos, as seis primeiras prestações.

8. O pagamento do registro do imóvel é necessário.

Estas são todas as informações que o mutuário recebe ao procurar a COHAB-LD, sendo que, uma vez cadastrado, o futuro mutuário espera pelo contato da Companhia, que acontece quando a verba para construção das casas é liberada pelo governo.

### 3.2.3 O Conjunto Habitacional Ilha Bela

A escolha do condomínio a ser estudado foi feita inicialmente através de acessos ao site da COHAB-LD. O link dos condomínios horizontais leva a uma relação de 101 empreendimentos com os respectivos detalhes, como número de unidades, ano de inauguração, áreas das casas, empresa responsável e população estimada.

Ao analisar a lista de empreendimentos, foi feita uma média de unidades por empreendimento, e ao se dividir as 34.381 unidades pelos 101 condomínios obteve-se uma média de 340,4 unidades por empreendimento.

Partindo desta média, foram separados os condomínios que mais se aproximassem deste valor, sendo que restaram 10 condomínios que tinham de 300 a 400 unidades.

Na seqüência foi feita uma visita a COHAB-LD para definição das tipologias das habitações destes condomínios e então houve um redirecionamento nos critérios de escolha do empreendimento, pois verificou-se que a maioria dos condomínios não estava locada de forma organizada, ou seja, as habitações do empreendimento estavam mescladas com outras edificações, o que dificultaria ou até mesmo inviabilizaria uma pesquisa direta, feita de porta em porta. Outra barreira seria a eventual alteração do imóvel pelo proprietário, muito comum em habitações de interesse social.

Neste momento optou-se por condomínios que fossem definidos por limites físicos, como ruas ou afastamento de outras edificações, com uma tipologia construtiva que dificultasse alterações executadas pelos mutuários. Se destacaram dois condomínios na lista, o Condomínio Residencial Ilha Bela e o Condomínio Residencial Aurora Tropical pois os mesmos possuem uma tipologia construtiva diferenciada (que será descrita a seguir) e também por serem condomínios “fechados”, o que facilitaria consideravelmente o acesso. Ao analisar o número de unidades, optou-se pelo Condomínio Residencial Ilha Bela, constituído por 360 habitações.

A COHAB-LD forneceu os dados que não estavam disponíveis no site dos dois empreendimentos referidos acima, como a planta baixa, histórico e memorial descritivo. A escolha foi feita definitivamente quando apenas a síndica do Condomínio Ilha Bela permitiu o acesso para as entrevistas.

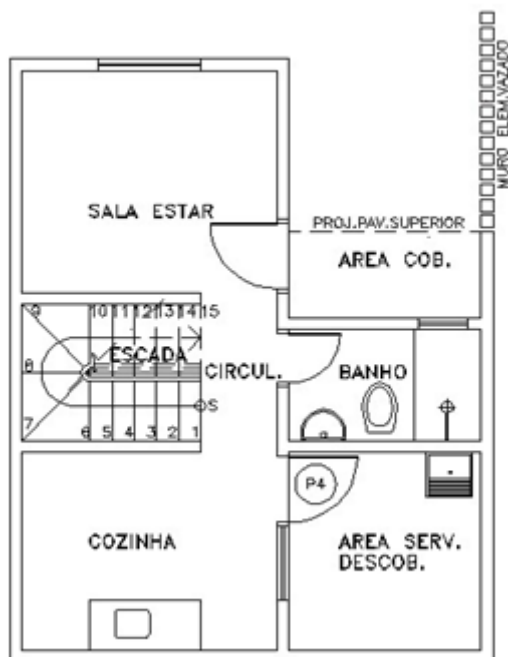
O condomínio residencial Ilha Bela está situado à Avenida dos Pioneiros, no 1100, no Jardim Morumbi, Zona Leste da cidade de Londrina.

**Figura 6** – Vista aérea do Condomínio Ilha Bela.

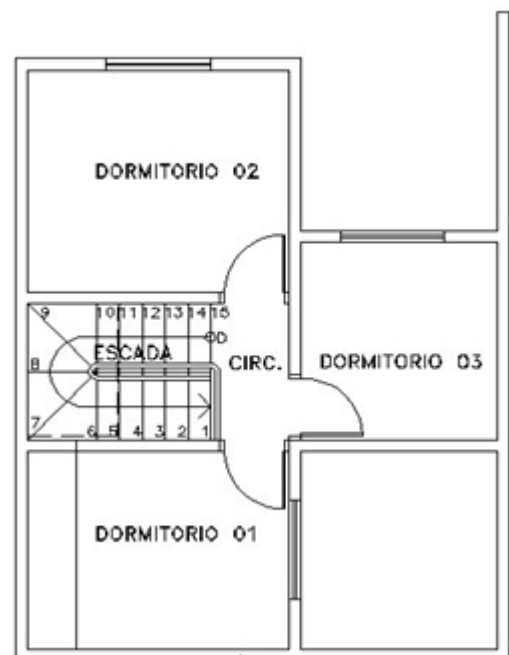


**Fonte:** Internet – Google Earth

São 360 unidades distribuídas em blocos de doze, dezesseis ou vinte casas. As edificações têm dois pavimentos onde a área total de cada unidade é  $57,86\text{m}^2$ . O pavimento térreo (figura 9) compreende a cozinha, área de serviço, sala e um banheiro. No segundo pavimento ficam os três dormitórios (figura 10).

**Figura 7** – Planta baixa do pavimento térreo

Fonte: (COHAB-LD)

**Figura 10** – Planta baixa do primeiro pavimento.

Fonte: (COHAB-LD)

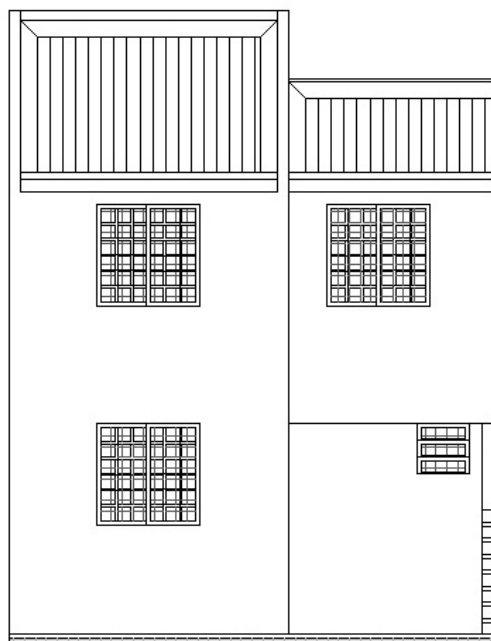
De acordo com o memorial descritivo obtido junto a COHAB, quanto ao sistema construtivo, as edificações foram executadas com estrutura de concreto armado, e para o fechamento utilizou-se tijolos cerâmicos, assentados com argamassa mista.

A cobertura é de telha cerâmica com inclinação de 35% e estrutura de madeira. O reservatório de fibrocimento tem capacidade para 500 litros.

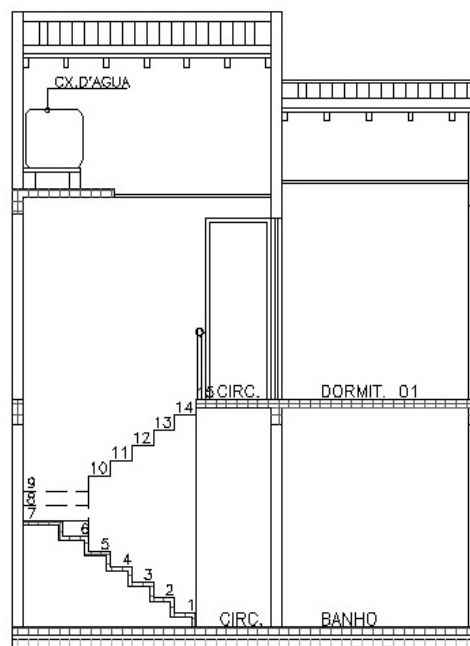
A rede de água e esgoto, assim como a rede elétrica e telefônica, foi executada dentro das normas da ABNT, conforme projetos elaborados por profissionais competentes e devidamente aprovados pelos órgãos públicos responsáveis.

A parede externa foi pintada com tinta texturizada. O piso é cimentado liso, e as esquadrias das portas e janelas são metálicas. As louças são brancas e os metais são cromados. As instalações para aquecimento de água são elétricas.

A figura 11 é uma vista da fachada frontal e a Figura 12 é o esquema de um corte.

**Figura 8** – Esquema da fachada frontal.

Fonte: (COHAB-LD)

**Figura 9** – Esquema de um corte.

Fonte: (COHAB-LD)

### 3.2.4 Questionário Aplicado aos Moradores do Conjunto Habitacional Ilha Bela

Ao elaborar o questionário foram considerados questionamentos gerais como: Quem é o morador do condomínio? Qual sua renda? Como os moradores utilizam o chuveiro elétrico? Que eletrodomésticos estão presentes nas residências? Há interesse em economia energia elétrica? Como o morador economiza energia? Tem consciência do que é o horário de pico (ou de ponta)? Sabe o que é um aquecedor solar de água?

Para efeito de organização, o questionário foi subdividido em cinco partes. Inicialmente as questões caracterizam a residência, com número de quartos, banheiros e tipo de lâmpadas. A segunda parte define o perfil sócio-econômico dos moradores. A terceira parte define os hábitos dos banhos, construindo desta forma o padrão de utilização dos chuveiros elétricos. A quarta parte determina o consumo e a utilização da energia elétrica na habitação. Finalmente, a quinta parte demonstra o grau de conscientização da população em relação à energia elétrica e também define quanto estão difundidos os conceitos de “aquecedor solar de água” e “horário de pico de consumo de energia elétrica”.

As entrevistas foram digitadas num banco de dados Access e, desta maneira, a saída dos dados se dá numa interface gráfica. Estes gráficos estão colocados a seguir constituindo o resultado do estudo de caso. O questionário consta no ANEXO A.

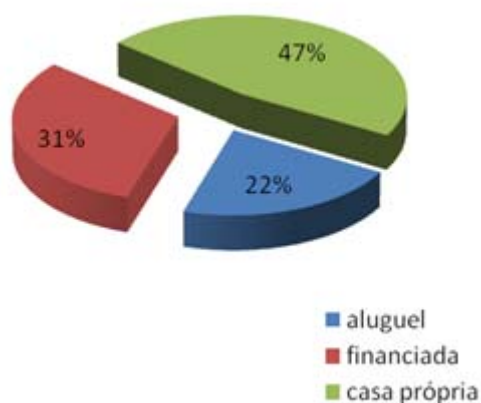
Das 360 unidades foram realizadas entrevistas válidas em 264 habitações, aproximadamente 73% das casas. No Anexo B está o estudo estatístico para o cálculo do tamanho mínimo da amostra.

#### 4 RESULTADOS DO ESTUDO DE CASO

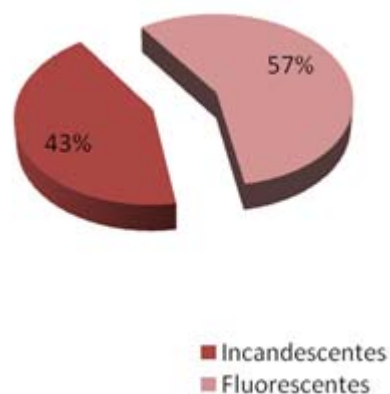
A caracterização das residências resultou em quatro gráficos. O status da habitação (figura 13), a caracterização das lâmpadas (figura 14), o número de quartos (figura 15) e o número de chuveiros (figura 16). O gráfico da figura 13 demonstra que 22% das habitações estão atualmente alugadas, ou seja, os moradores não são os proprietários (mutuários).

O gráfico da figura 14 demonstra que 57% das lâmpadas utilizadas nas residências são fluorescentes, enquanto que ainda existem 43% de lâmpadas incandescentes.

**Figura 10** – Gráfico do status das residências



**Figura 11** – Gráfico das porcentagens dos tipos de lâmpadas.

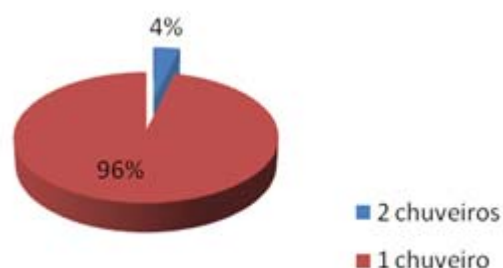


O gráfico da figura 15 mostra que as casas praticamente não foram alteradas, sendo que 100% das habitações mantiveram os 3 quartos. As entrevistas revelaram que 100% das casas efetivamente utilizam chuveiro elétrico para aquecimento de água, e apenas 4% das casas têm um segundo chuveiro elétrico instalado (figura 16).

**Figura 12** – Gráfico da porcentagem de casas em relação ao número de chuveiros.

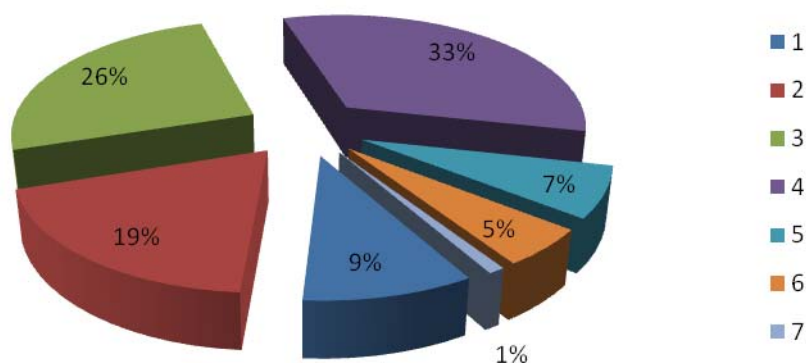


**Figura 13** – Gráfico da porcentagem de casas em relação ao número de quartos.



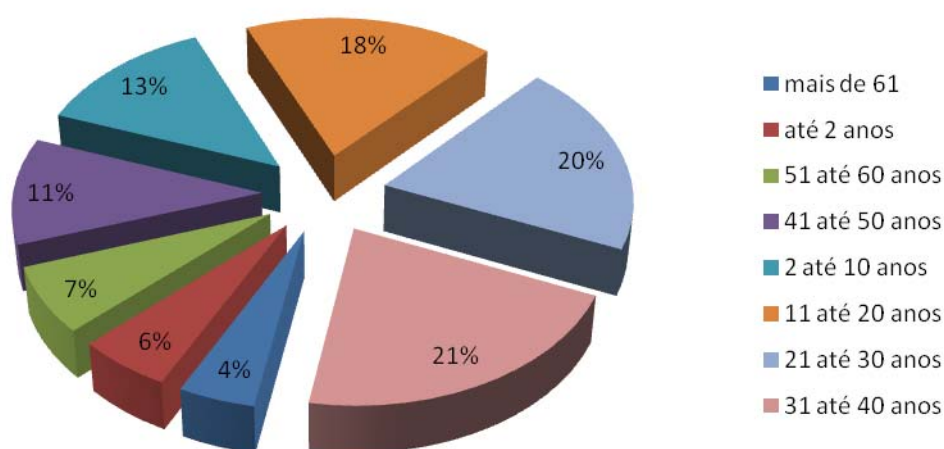
A caracterização socioeconômica dos moradores está demonstrada pelos gráficos a seguir. O gráfico da figura 17 mostra as porcentagens de residências por número de habitantes. A maioria das habitações abriga 4 moradores (33%), sendo que 26% das casas possuem 3 moradores e 19% apenas 2 moradores.

**Figura 14** – Gráfico da porcentagem de residências por número de moradores.



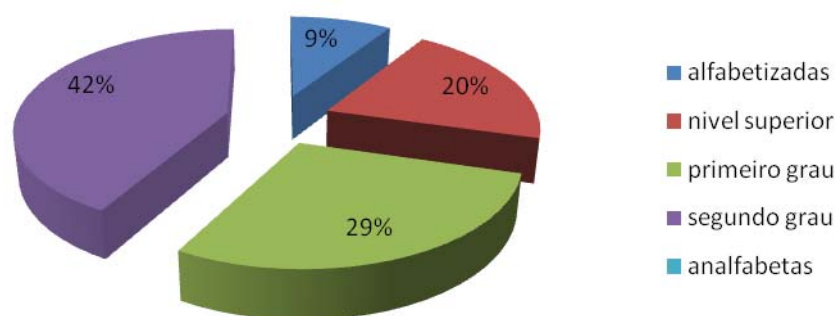
O gráfico da figura 18 identifica a faixa etária dos moradores. Nota-se a maior concentração de moradores na faixa etária dos 31 até 40 anos (21%), seguido dos moradores que têm entre 21 e 30 anos (20%). Os moradores com idade entre 11 e 20 anos significam 18% do total.

**Figura 15** – Gráfico da porcentagem de moradores por faixa etária.



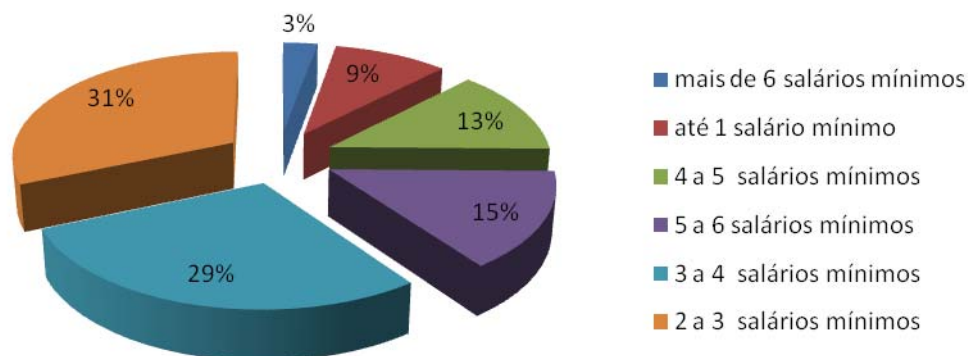
A escolaridade dos moradores está exposta no gráfico da figura 19. Nas entrevistas, identificou-se uma porcentagem nula de analfabetos. A maior parte das pessoas terminou o segundo grau (42%), 29% terminaram o primeiro grau e 20% têm curso superior.

**Figura 16** – Gráfico da porcentagem de moradores por escolaridade.



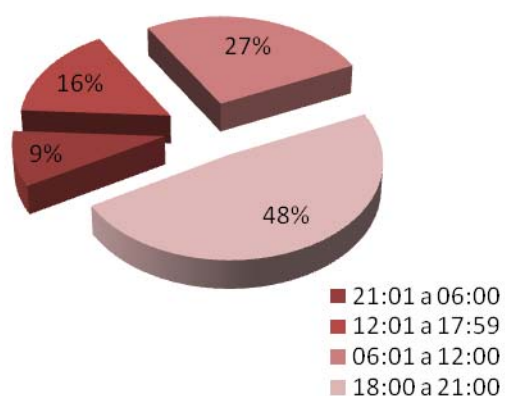
A renda familiar dos moradores está relacionada no gráfico da figura 20. O salário mínimo no estado do Paraná na ocasião da aplicação do questionário era R\$ 610,12. A maioria das famílias têm renda entre 2 e 3 salários mínimos (31%). As famílias com renda entre 3 e 4 salários mínimos representam 29% do total analisado, sendo ainda que 15% das famílias têm renda na faixa de 5 a 6 salários mínimos.

**Figura 17** – Gráfico da porcentagem de famílias por renda.

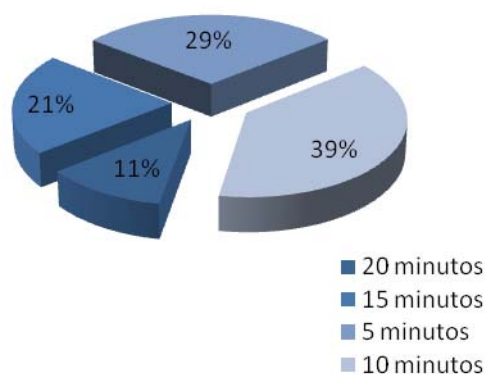


O padrão de utilização do chuveiro elétrico está representado nos gráficos das figuras 21 e 22. O gráfico da figura 21 mostra os horários dos banhos dos moradores. O gráfico da figura 22 relaciona a duração dos banhos. Quase metade da população toma banho entre 18 e 21 horas (horário de pico) e a maioria dos banhos duram em torno de 10 minutos.

**Figura 18** – Gráfico da porcentagem dos duração dos banhos.



**Figura 19** – Gráfico da porcentagem da horários de banho.



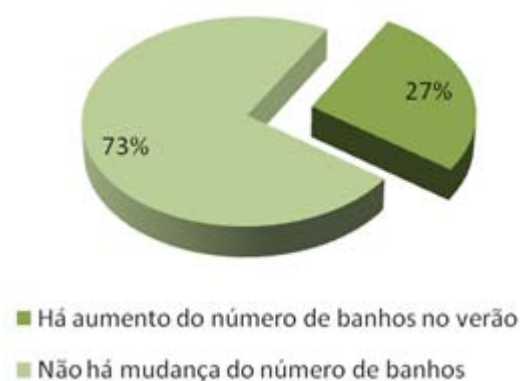
O gráfico da figura 23 demonstra a porcentagem das residências onde há o hábito de mudar a chave de temperatura do chuveiro dependendo da estação do ano. A

pesquisa revelou que apenas 17% das famílias mudam a chave de controle de temperatura (e de potência) de acordo com as estações do ano, sendo que provavelmente nas outras residências a adequação da temperatura da água é feita de acordo com a vazão, ou seja, abrindo mais ou menos a torneira. O gráfico da figura 24 mostra a porcentagem de residências onde há o aumento do número de banhos de acordo com a estação do ano. Algumas entrevistas revelaram que o número de banhos no verão dobra ou triplica.

**Figura 20** – Gráfico da porcentagem de residências onde há ou não a mudança da chave de temperatura do chuveiro.

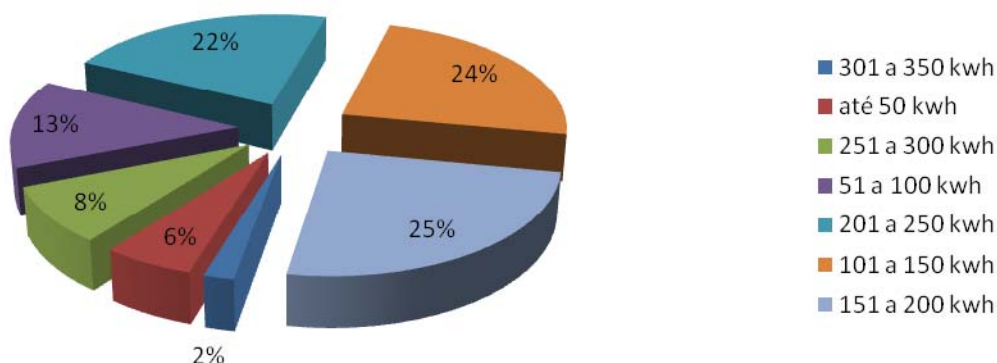


**Figura 21** – Porcentagem de residências onde há mudança do número de banhos.



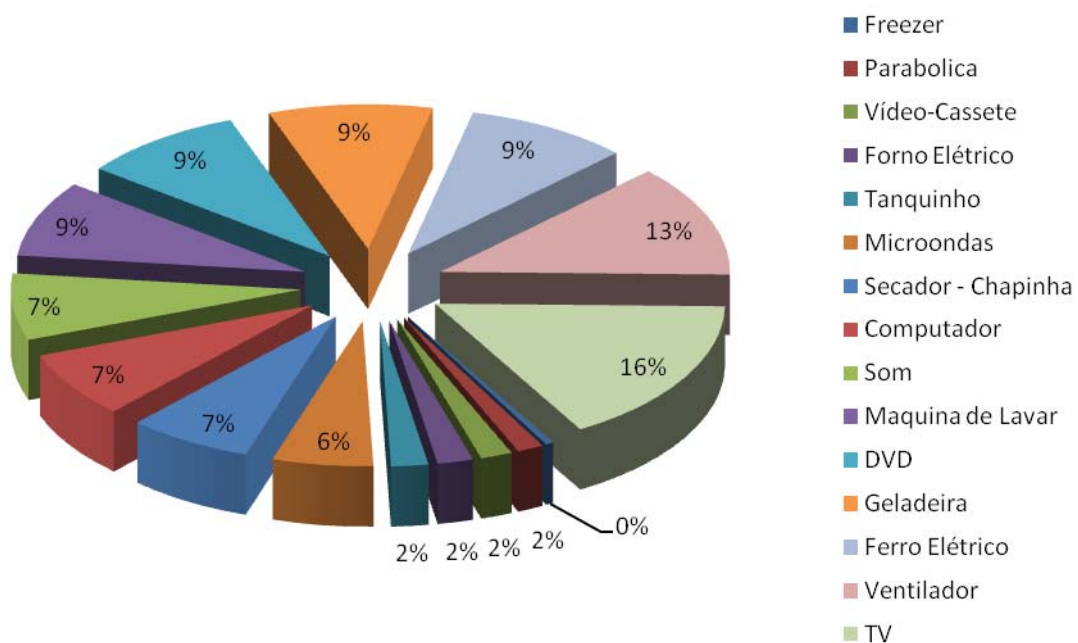
A caracterização do consumo mensal de eletricidade é feita através da análise do gráfico da figura 25. As famílias das faixas de consumo 101Kwh – 150Kwh, 151Kwh – 200Kwh e 201Kwh – 250Kwh, aparecem praticamente na mesma proporção e, se somadas, significam 75% da população analisada.

**Figura 22** – Gráfico da percentagem de famílias por consumo mensal de energia elétrica (Kwh).



A percentagem de eletrodomésticos presentes está representada no gráfico da figura 26. De acordo com este gráfico, o número de televisões corresponde a 16% do número total de eletrodomésticos, seguida pelo ventilador (13%) e encontrados em mesmo número estão o ferro elétrico, o DVD, a máquina de lavar e a geladeira.

**Figura 23** – Gráfico da percentagem de eletrodomésticos presentes.



A tabela 10 coloca a porcentagem de casas que possuem os referidos eletrodomésticos. A televisão, o ventilador, o ferro elétrico e a geladeira estão presentes em 100% das residências.

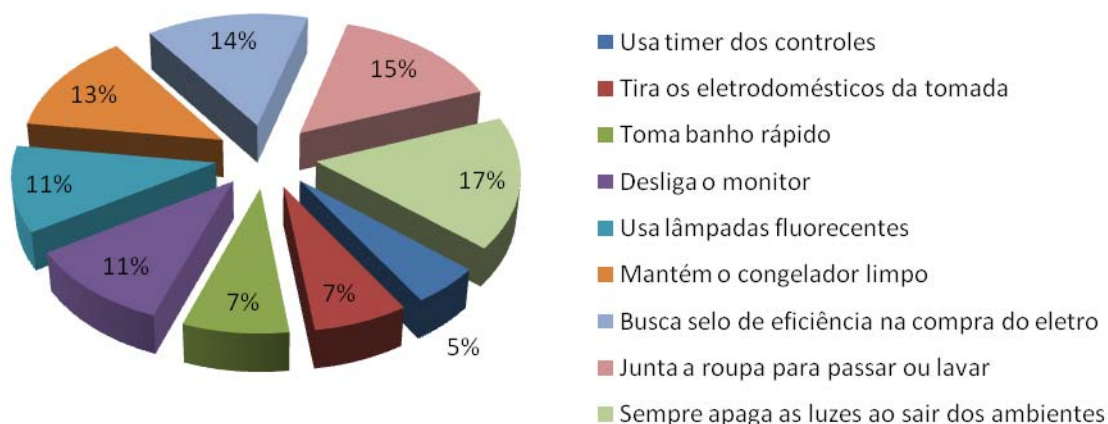
**Tabela 10** – Porcentagem de casas que possuem os eletrodomésticos relacionados.

Eletrodoméstico	Porcentagem de residências
Freezer	4%
Parabólica	16%
Vídeo-Cassete	19%
Forno Elétrico	21%
Tanquinho	22%
Microondas	61%
Secador – Chapinha	75%
Computador	80%
Som	81%
Maquina de Lavar	92%
DVD	99%
Geladeira	100%
Ferro Elétrico	100%
Ventilador	100%
TV	100%

**Fonte:** dados de pesquisa, 2009.

O gráfico da figura 27 mostra a frequência dos tipos de economia de energia feitos pelos moradores. Apagar as luzes ao sair dos ambientes é a forma mais comum de economizar energia de acordo com a pesquisa (17%).

**Figura 24** – Porcentagem dos tipos de economia de energia elétrica.



A tabela 11 mostra a porcentagem de moradores que, de acordo com a pesquisa, adotam as medidas de economia de energia.

**Tabela 11** – Porcentagem de casas que adotam as medidas de economia de energia relacionadas.

Medida de economia	Porcentagem de moradores
Usa timer dos controles	29%
Tira os eletrodomésticos da tomada	40%
Toma banho rápido	45%
Desliga o monitor	63%
Usa lâmpadas fluorescentes	64%
Mantém o congelador limpo	77%
Busca selo de eficiência na compra do eletro	85%
Junta a roupa para passar ou lavar	89%
Sempre apaga as luzes ao sair dos ambientes	100%

Fonte: dados de pesquisa, 2009.

O gráfico da figura 28 demonstra o nível de consciência dos moradores em relação ao horário de pico de consumo de energia elétrica e o gráfico da figura 29 revela a porcentagem dos moradores que tem conhecimento da existência dos aquecedores solares de água. No entanto, estes dois gráficos mostram a opinião apenas do entrevistado.

**Figura 25** – Porcentagem dos entrevistados que sabem o que é o horário de pico.



**Figura 26** – Porcentagem dos entrevistados que sabem o que é um aquecedor solar de água.



A partir dos gráficos obtidos pelo questionário é possível traçar as principais linhas do perfil do morador do condomínio.

A primeira informação surpreendente é a porcentagem de residências que estão alugadas. Aproximadamente 20% dos mutuários não moram nas respectivas “casas próprias”, estando as mesmas locadas. Este fato sugere a possibilidade da utilização do Sistema Financeiro de Habitação como um investimento, já que para fazer o cadastro na COHAB é necessário apenas comprovar renda mínima e não ter outro imóvel próprio ou financiado.

As unidades possuem 3 quartos, no entanto, em 54% das residências moram 3 ou menos pessoas, o que pode pressupor certa incoerência da Companhia de Habitação na etapa de conciliação do cadastro com o empreendimento, pois não são exigidos documentos que comprovem quantas pessoas habitariam a unidade.

As faixas etárias dominantes podem indicar que a maioria da população é economicamente ativa (41% entre 21 e 40 anos), e o grau de escolaridade sugere bom nível cultural, pois além da porcentagem de analfabetos ser nula, somando as porcentagens de condôminos que têm segundo ou terceiro grau completo, chega-se à 62% do total.

O gráfico da renda familiar indica que 60% das famílias têm renda aproximada entre 2 e 4 salários mínimos. Esta informação revela coerência entre o padrão

econômico e o padrão de renda exigido pela COHAB para o cadastro de mutuário, no entanto vale lembrar que em 54% das casas moram 3 ou menos pessoas, o que pode sugerir uma renda per capita de um salário mínimo ou mais.

Quanto ao padrão de utilização do chuveiro elétrico, nota-se a comprovação do horário de pico (48% dos banhos entre 18:00 e 21:00 horas), 68% dos moradores tomando banhos com duração entre 5 e 10 minutos. Um dado importante é que 83% das pessoas não têm o hábito de mudar a chave de temperatura do chuveiro conforme a estação do ano, sendo que provavelmente nestes casos, a temperatura da água é regulada pela vazão do registro, o que provoca desperdício não só de eletricidade, mas também de água potável.

A tabela de eletrodomésticos presentes nas residências mostra que na grande maioria das casas os equipamentos mais comuns estão presentes, sendo que a TV, o ventilador, o ferro elétrico e a geladeira existem em 100% das casas, seguido do DVD (99%), máquina de lavar (92%), aparelho de som (81%) e computador (80%). A presença destes vários equipamentos reflete o investimento feito tanto na compra do eletrodoméstico, quanto no pagamento mensal do seu respectivo consumo de energia. Desta maneira, poderia-se assumir que estes moradores não têm “dificuldade” em pagar a conta de energia elétrica.

O consumo de eletricidade em 71% das residências fica entre 100 e 250 kWh. Compatibilizando essa informação com a informação de número de moradores por residência, poderia-se, fazendo uma média simples, supor um consumo médio aproximado por pessoa entre 35 e 65kWh por mês. Considerando que a renda média per capita fica em torno de 1 salário mínimo, em torno de R\$ 660,00, e que o valor do kWh fica em torno de R\$ 0,40, conclui-se que o gasto médio per capita com conta de energia é de 2,5% à 5% da renda mensal, reafirmando a suposição de que a tarifa de energia não representa um problema para o consumidor.

Quando o questionário focou a economia de energia e conscientização energética dos usuários, 100% das famílias responderam que se preocupam em economizar energia. A medida de economia de energia mais citada foi “apagar as luzes ao sair do cômodo”, e outras como “juntar a roupa para lavar e passar” ou “buscar o selo de eficiência na compra do eletrodoméstico” também foram muito frequentes. Em relação a estas medidas, a utilização de lâmpadas fluorescentes, que foi muito difundida principalmente na época do “apagão”, deixou a desejar. Quando questionados, 64% das pessoas responderem que usam lâmpadas fluorescentes, no entanto, o gráfico de porcentagem de lâmpadas revela que 43% das lâmpadas ainda são incandescentes. Talvez essa informação seja mais um indício de que a conta de energia não pesa no bolso do consumidor.

Finalmente, quando o morador foi questionado quanto ao horário de pico do consumo de energia, 77% dos entrevistados afirmaram saber do que se trata. No entanto, 48% das pessoas toma banho neste horário, sugerindo que o consumidor não quer ou não pode mudar o horário de seu banho. Quando o entrevistado foi questionado quanto aos sistemas de aquecimento solar de água, 79% respondeu que conhece a tecnologia. Desta maneira, provavelmente haveria ótima aceitação por parte do usuário se houvesse a oferta da introdução dos SASA nas HIS.

## 5 CONCLUSÃO

A primeira parte deste trabalho investigou em alguns países e mais especificamente no Brasil a utilização de sistemas de aquecimento solar de água como medida de economia de energia e eficiência energética, chegando à conclusão que, a apropriação dos SASA está fortemente relacionada com a postura do governo de cada país, sendo que o cenário brasileiro não foge à regra.

A princípio, no Brasil não estão sendo feitos por parte do governo federal investimentos específicos em relação à introdução de SASA em HIS, sendo que, o que existe é a modesta sugestão de implantação destes sistemas nas HIS financiadas pelo programa “Minha Casa Minha Vida”. Vinculados diretamente ao programa, ou em nível nacional, não existem leis ou quaisquer tipos de incentivos que atinjam diretamente o orçamento do mutuário, a não ser a possível redução da conta de energia, que em muitos casos, por conta dos subsídios, poderia nem ser percebida pelo usuário.

O fator econômico que interfere diretamente no orçamento do usuário está na relação de custo benefício imediata: como já foi apresentado, apesar do banho de oito minutos com chuveiro elétrico custar em média três centavos a mais do que o do chuveiro híbrido solar, a diferença do custo de aquisição e instalação é determinante: o chuveiro híbrido solar tem custo inicial direto 2.765% a mais do que o chuveiro elétrico. Esperar que o usuário, individualmente e por si só, tenha uma iniciativa sustentável e faça as contas não apenas das vantagens econômicas em longo prazo, baseadas na economia de energia elétrica, mas também do quanto os chuveiros elétricos custam ao meio ambiente, parece uma idéia um tanto utópica.

Existem algumas ações pontuais de introdução de SASA em HIS. A maioria sempre está relacionada com iniciativas de ONGs e universidades, onde por algum motivo uma comunidade é escolhida para um experimento ou estudo de caso. Outras acontecem vinculadas a Companhias de Habitação municipais ou estaduais, mas também são ações específicas e direcionadas.

No entanto, a implantação em larga escala dos SASA nas HIS de todo o país traria inúmeros benefícios, não só para o consumidor de energia, mas para toda a sociedade. Mais do que benefícios apenas financeiros, proporcionando a possibilidade de uma outra maneira de apropriação de energia, sem mencionar o forte impacto ambiental e sustentável.

A idéia de verificar o perfil do eventual usuário das HIS foi inspirada nas iniciativas de algumas ONGs que tanto “ensinam” o cidadão a montar seu próprio sistema de

aquecimento de água, quanto orientam este cidadão a conseguir, por meios políticos, a introdução de SASA nas habitações. Partindo da premissa de que a iniciativa pudesse vir do usuário, surgiu a idéia de verificar quem seria este usuário. Assim, houve a montagem do estudo de caso.

Através dos resultados das entrevistas, foram traçadas algumas linhas principais do perfil de usuários de HIS. A princípio, o mutuário não tem muitos problemas com economia de energia. Os eletrodomésticos presentes, a duração do banho e o valor da conta de luz refletem uma postura “tranquila” em relação à utilização da eletricidade.

Apesar desta população demonstrar uma certa preocupação com economia de energia, provavelmente não haveriam muitos esforços individuais e voluntários para substituir o chuveiro elétrico pelo SASA, já que o banho de chuveiro acaba tendo um custo acessível, ou seja, a situação atual parece cômoda.

Desta forma, ao mesmo tempo que seria necessário a estruturação de uma legislação federal específica com os aspectos dos SASA e HIS, o governo teria que reestruturar o planejamento energético do país, de maneira que fosse possível executar um plano de desenvolvimento energético coerente. O processo da aquisição das HIS também teria que ser reorganizado para haver compatibilidade entre usuário e habitação, evitando que as casas fossem alugadas ou que em casas com 3 quartos morassem famílias com menos de 4 pessoas, por exemplo.

Mais do que uma simples avaliação do perfil do usuário, o estudo de caso demonstrou como, mesmo havendo um nível cultural considerável, a apropriação da energia está direta e fortemente relacionada com os aspectos econômicos, reafirmando a mesma idéia do começo deste trabalho, onde são analisadas as experiências de introdução de SASA em vários países, sendo que só houve sucesso onde havia, no mínimo, incentivo governamental.

Os fatores determinantes para a introdução dos SASA em HIS constituem um paradoxo onde economia e cultura se relacionam de maneiras diferentes, e dependendo de como um destes fatores impacta o outro, chega-se a uma situação. Os esforços para inserir SASA nas habitações, não só as de interesse social, teriam que partir da sociedade como um todo, e teriam que estar embasados em conceitos de eficiência energética, e não apenas conceitos econômicos, como aconteceu até agora. Afinal, não há sentido em buscar a eficiência energética se o usuário deixa de se importar com economia de energia a partir do momento que pagar a conta de energia elétrica não é um problema, sem levar em conta os impactos ambientais e as premissas da sustentabilidade.

Ainda, a implementação dos aquecedores solares, assim como de outras tecnologias de energias limpas e renováveis, teria que buscar, além da eficiência energética para redução do consumo dos recursos explorados atualmente, também a experiência necessária para dominar a tecnologia no futuro, quando efetivamente os recursos utilizados agora não estarão mais disponíveis. A principal justificativa para investir no desenvolvimento de fontes de energia alternativas agora, enquanto ainda são amplamente utilizados recursos energéticos tradicionais, é que quando estes não estiverem mais disponíveis ou não puderem mais ser consumidos, as tecnologias que proporcionarão a substituição destes recursos terão que estar completamente dominadas.

O maior condicionante para que se consiga fazer esta transição energética com sucesso está relacionado com a mudança da filosofia mundial. As pessoas precisam ter uma melhor perspectiva do futuro, partindo da idéia de que tudo que está sendo produzido agora estará perdido se não houver uma projeção sustentável dos próximos tempos.

## REFERENCIAS

ABESCO. Disponível em: <<http://www.abesco.com.br/siterobot/>>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.569. Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto**: projeto e instalação: ABNT. 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO E AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br/>>.

AGENCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual de programa de eficiência energética**: MPEE: ANEEL. 2008. Disponível em < [www.aneel.gov.br](http://www.aneel.gov.br)>. Acesso: mar. 2010.

AGENCIA USP DE NOTÍCIAS. **Chuveiro elétrico é mais econômico que aquecedores**. Disponível em:< <http://www.usp.br/agen/?p=24685>>. Acesso: maio 2010.

BARBETTA, P. A. **Estatística aplicada às ciências sociais**. 7. ed. Florianópolis: UFSC, 2007.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO. Disponível em: <<http://www.cdhu.sp.gov.br/>>.

CIDADES SOLARES. Disponível em: <<http://www.cidadessolares.org.br/>>.

CIRRA. Disponível em: <<http://www.usp.br/cirra/>>.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DE LONDRINA. Disponível em: <<http://www.cohabld.com.br/>>.

COHAPAR. Disponível em: <<http://www.cohapar.pr.gov.br/>>.

COLLE, S. Impacto da energia solar sobre o pico de demanda de energia de chuveiros elétricos de famílias de baixa renda do Brasil. CONGRESSO IBERO AMERICANO DE ENERGIA SOLAR, 7., 2004.

COMMUNITY RENEWABLE INITIATIVE. **Capturing the sun**: the future of China's solar power, 2005. Disponível em:< <http://www.worldwatch.org/node/4105>>. Acesso: jun. 2010.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR. Disponível em: <<http://www.abrava.com.br>>.

EUROPEAN SOLAR THERMAL INDUSTRY FEDERATION. **Solar thermal markets in Europe**: trends and market statistics, 2008. Disponível em: [www.estif.org](http://www.estif.org). Acesso: out 2009.

ENERGY INFORMATION ADMINISTRATION. **Official energy statistic from the U.S.** Government. International Energy Outlook, 2005. Disponível em: <[www.eia.doe.gov/oiaf/ieo.html](http://www.eia.doe.gov/oiaf/ieo.html)> Acesso: junho de 2009.

HOURI, A. Solar water heating in lebanon: current status and future prospects. **Renewable Energy**, European Solar Thermal Industry Federation, v. 31, p .663–675. 2005

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em:  
<<http://www.ibge.gov.br>>.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <<http://inmetro.gov.br>>.

JANNUZZI, G. M. A conservação e uso eficiente de energia no Brasil. **Revista eletrônica Com Ciência**, 06 dez. 2004. Disponível em:< <http://www.comciencia.br/reportagens>. Acesso em: out. 2009.

MADUREIRA, R. G., JANUZZI, G.M. **Análise econômica da introdução de pré-aquecedores solares nas habitações brasileiras**. Departamento de Energia. UNICAMP, 2000. Disponível em:<<http://www.fem.unicamp.br/~jannuzzi/documents/preaquecedorsolar.pdf>>. Acesso: julho 2009.

MARTINS, E. Panorama de um país ensolarado. **Ciência Hoje**, 09 jan. 2003. Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/controlPanel/materia/view/1733>>. Acesso: abr. de 2009.

MILLER, G. T. **Ciência ambiental**. São Paulo: Thomson Learning, 2007.

MINISTERIO DAS CIDADES. **Programa habitacional popular entidades: minha casa minha vida**. Disponível em:< <http://www.cidades.gov.br/>>. Acesso: mar. 2010.

MME.BEN. **Balanco energético nacional 2009-ano base 2008**: resultados preliminares. Rio de Janeiro: EPE, 2009. Disponível em:<[www.mme.gov.br](http://www.mme.gov.br)>. Acesso: agosto de 2009.

MME. EPE. **Nota técnica den 02 08 – projeções da demanda de energia elétrica 2008–2017**. Rio de Janeiro, maio de 2008. Disponível em:< [www.epe.org.br](http://www.epe.org.br)>. Acesso: maio de 2009.

MME.EPE. **Resenha mensal do mercado de energia elétrica – maio de 2010**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/ResenhaMensal/Forms/EPEResenhaMensal.aspx>>. Acesso: junho de 2010.

MOGAWER, T.; SOUZA, T. M. **Sistema solar de aquecimento de água para residências populares**, 2004. Disponível em:  
<<http://www.feagri.unicamp.br/energia/agre2004/Trabalho%2091.pdf>> Acesso: abril de 2009.

NOGUEIRA, R. C. Aquecedor solar com material reciclável: um desafio a ser vencido. CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA JOÃO PESSOA, 2., 2007.

ORTIZ, L. S. **Conclusões e recomendações – seminário internacional – fontes alternativas de energia e eficiência energética – opção para uma política energética sustentável no Brasil**, 2002. Disponível em:  
<<http://www.socioambiental.org/esp/bm/boell.html>>. Acesso: jun. 2009.

PRADO, R. T. A. et al. **Levantamento do estado da arte: energia solar**, 2007. Disponível em:< <http://www.habitacaosustentavel.pcc.usp.br/>>. Acesso em: jun. 2009.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA. Disponível em: <[http://www.eletronbras.com.br/EM\\_Programas\\_Procel](http://www.eletronbras.com.br/EM_Programas_Procel)>.

RÍSPOLI, A. **Estudo do aproveitamento da energia solar para aquecimento de água em edificações unifamiliares de baixa renda**. 2001. Dissertação (Mestrado) – Unicamp, 2001.

RÍSPOLI, I. A. G., MARIOTONI, C. A. Encurtamento do período de retorno de um investimento focando a aplicação da energia solar passiva nas edificações de menor poder aquisitivo. WORKSHOP INTERNACIONAL BRASIL JAPÃO – IMPLICAÇÕES REGIONAIS E GLOBAIS EM ENERGIA, MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 3., UNICAMP. **Anais...** Campinas, 2005.

RÍSPOLI, A. **O aquecedor solar brasileiro – teoria e prática em prol de uma transferência de tecnologia sustentável**. 2006. Tese (Doutorado) – Unicamp, 2006.

RÍSPOLI, I. A. G. ;MARIOTONI, C. A. Método simplificado para o dimensionamento do volume de água quente focando sistemas de aquecimento solar dedicados ao banho. **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**, v. 11, p. 66–74. 2007.

RODRIGUES, D. R.; MATAJS, R. **Um banho de sol para o Brasil** : o que os aquecedores solares podem fazer pelo meio ambiente e sociedade. São Lourenço da Serra: Vitae Civilis, 2005. Disponível em: <[http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/Banho\\_de\\_sol\\_CEPEL1.pdf](http://www.boell-latinoamerica.org/downloads/Banho_de_sol_CEPEL1.pdf)>. Acesso: novembro 2009.

SALAZAR, J. P. D. L. C. **Economia de energia e redução do pico da curva de demanda para consumidores de baixa renda por agregação de energia solar térmica**. Florianópolis, UFSC: Departamento de Engenharia Mecânica, 2004.

SALCEDO, M. A. T. **Aquecimento solar de água na cidade de Arequipa – Peru**: uma contribuição para o seu desenvolvimento. 2004. Dissertação (Mestrado) – USP, 2004.

SANTOS, I. P.; RÜTTER, R. **Adequações dos sistemas de aquecimento solar de água para tipologias de habitação de caráter social**. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, UFSC, 2008. Disponível em: <[http://www.lepten.ufsc.br/publicacoes/solar/eventos/2008/ENTAC/santos\\_ruther.pdf](http://www.lepten.ufsc.br/publicacoes/solar/eventos/2008/ENTAC/santos_ruther.pdf)>. Acesso: abr. 2010.

SANTOS, A. B. Aquecedor Solar Didático. **Em Extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/emextensao/article/viewFile/1678/1442>>. Acesso: set. 2009.

SOCIEDADE DO SOL. Disponível em: <<http://www.sociedadedosol.org.br/>>.

TIBA, C. et al. **Atlas solarimétrico do Brasil**: banco de dados terrestres. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2000. Disponível em: <<http://www.ufpe.br/grupofae/atividades/produt2.htm>>. Acesso em : ago. 2009.

TSILINGIRIDIS, G. Thirty years of domestic solar hot water systems use in Greece energy and environmental benefits – future perspectives. **Renewable energy**, p. 1–8, 2009

VITAE CIVILIS. Disponível em: <<http://www.vitaecivilis.org.br/>>.

VITAL BRAZIL, O. A. **Regulação e apropriação de energia térmica solar pela população de baixa renda no Brasil**. 2006. Dissertação (Mestrado) – UNIFACS, 2006.

WIKIPEDIA. **Índice de desenvolvimento humano**. Disponível em:<  
[http://pt.wikipedia.org/wiki/indice\\_de\\_Desenvolvimento\\_Humano](http://pt.wikipedia.org/wiki/indice_de_Desenvolvimento_Humano)>. Acesso em: mar. 2010.

**ANEXOS**

## ANEXO A – Questionário utilizado no Estudo de Caso.

## Características da residência

Bloco \_\_\_\_\_ casa \_\_\_\_\_

## 1. Status da residência.

casa própria	aluguel	financiada	outros
--------------	---------	------------	--------

## 2. Número de quartos.

1	2	3	4
---	---	---	---

## 3. Número de chuveiros.

1	2	3	4
---	---	---	---

## 4. Número de lâmpadas (completar com os números).

incandescentes		fluorescentes	
----------------	--	---------------	--

Obs:

## Características dos Moradores

## 5. Número de moradores.

1	2	3	4
5	6	7	8 ou mais

## 6. Idade dos moradores (quantos moradores em cada faixa etária).

Até 2 anos		31 até 40	
2 a 10 anos		41 até 50	
11 até 20		51 até 60	
21 até 30		mais de 61	

## 7. Escolaridade dos moradores (quantos moradores em cada escolaridade).

alfabetizadas		segundo grau	
primeiro grau		superior	

## 8. Renda familiar (somando os salários de todos) R\$ \_\_\_\_\_.

até 1 sm		4 a 5 sm	
2 a 3 sm		5 a 6 sm	
3 a 4 sm		mais de 6 sm	

Obs:

## Características dos Banhos

9. Horário do banho (preencher com o número de pessoas que tomam banho nos intervalos).

6:01 a 12:00		18:00 a 21:00	
12:01 a 17:59		21:01 a 6:00	

10. Temperatura da água do chuveiro ao longo do ano (se muda a chave do chuveiro).

inverno	quente	morno	frio
verão	quente	morno	frio

11. Duração do banho (número de pessoas que tomam banho nos tempos determinados).

5 min		15 min	
10 min		20 min	

12. Número total de banhos (quantas vezes o chuveiro funciona num dia de verão ou inverno).

verão		inverno	
-------	--	---------	--

Obs:

## Características do consumo e uso da energia elétrica

13. Consumo de eletricidade dezembro 2009 R\$ \_\_\_\_\_ tarifa \_\_\_\_\_

até 50 kwh	101 a 150 kwh	201 a 250 kwh	301 a 350 kwh
51 a 100 kwh	151 a 200 kwh	251 a 300 kwh	mais de 351 kwh

Histórico de consumo

Maio 2009 \_\_\_\_\_

Junho 2009 \_\_\_\_\_

julho 2009 \_\_\_\_\_

agosto 2009 \_\_\_\_\_

setembro 2009 \_\_\_\_\_

outubro 2009 \_\_\_\_\_

14. Eletrodomésticos presentes (quantificar com número)

TV		Computador	
Geladeira		Ventilador	
Maquina lavar		DVD	
tanquinho		microondas	
parabólica		freezer	
Ferro elétrico		Ar condicionado	
Som		Vídeo-cassete	
Secador – chapinha		Forno elétrico	

Obs:

## Aquecedor ,Horário de Pico, Economia.

15. Sabe o que é um aquecedor solar?

Sim	não
-----	-----

16. Sabe o que é horário de pico?

Sim	não
-----	-----

17. Faz algum tipo de economia de energia elétrica?

Sim	Não	
Tira os eletrodomésticos da tomada		
Toma banho rápido		Sempre apaga luzes ao sair dos ambientes
Junta a roupa para passar ou lavar		Utiliza lâmpadas fluorescentes
Mantém o congelador limpo		Desliga o monitor do computador
Busca selo de eficiência na compra do eletro		Usa o timer dos controles p desligar
Outra (descrever)		

Obs:

## ANEXO B – Cálculo do tamanho da amostra.

Abaixo o cálculo do tamanho mínimo da amostra para admitir, com 95% de probabilidade, que os erros amostrais não ultrapassem 4%, considerando a população N=360 habitações (BARBETTA, 2007).

$$n_0 = 1 \div (0,04)^2 = 625$$

onde,  $n_0$  = primeira aproximação para o tamanho da amostra.

Corrigindo, em função do tamanho da população, temos:

$$n = (360 \times 625) \div (360 + 625) = 229 \text{ habitações.}$$