

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
INSTITUTO DE ELETROTÉCNICA E ENERGIA**

**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL E NEGÓCIOS  
NO SETOR ENERGÉTICO**

**ARAIBE DA CRUZ JORGE**

**AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA  
PARA A POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA  
NO ESTADO DE SÃO PAULO**

**SÃO PAULO**

**2010**

ARAIBE DA CRUZ JORGE

AVALIAÇÃO DA UTILIZAÇÃO DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA PARA A  
POPULAÇÃO DE BAIXA RENDA NO ESTADO DE SÃO PAULO

Monografia para conclusão do Curso de  
Especialização em Gestão Ambiental e  
Negócios no Setor Energético do Instituto de  
Eletrotécnica e Energia da Universidade de  
São Paulo.

Orientador: Prof.Dr. Murilo T.W.Fagá

SÃO PAULO

2010

**AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE  
TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO,  
PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.**

### **FICHA CATALOGRÁFICA**

Jorge, Araibe da Cruz.

Avaliação da utilização de aquecimento solar de água para a população de baixa renda no Estado de São Paulo./ Araibe da Cruz Jorge; orientador Murilo T.W.Fagá. – São Paulo, 2010.

67 f... il.; 30cm.

Monografia (Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios no Setor Energético) Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo.

1. Energia Solar Térmica 2. Conjunto Habitacional. I. Título.

A minha família e meus amigos, pelo grande apoio e compreensão, que contribuíram direta e indiretamente para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao meu orientador pelo conhecimento que me foi transmitido.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço ao Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo pela Bolsa de Estudo que me foi concedida, contribuindo muito para o meu aperfeiçoamento como profissional na área de Gestão Ambiental.

## RESUMO

JORGE, A.C.; **Avaliação da utilização de aquecimento solar de água para a população de baixa renda no Estado de São Paulo.** 2010. 67 f. Monografia de especialização - Curso de Especialização em Gestão Ambiental e Negócios do Setor Energético do Instituto de Eletrotécnica e Energia. Universidade de São Paulo. 2010.

Este trabalho faz uma avaliação do uso da energia solar para aquecimento de água para a população de baixa renda, o que representa uma grande contribuição para a redução de impactos ambientais e conseqüentemente diminuição na degradação de recursos naturais, proporcionando ganhos significativos em economia de energia elétrica e redução da demanda nas usinas geradoras. A expansão do uso desta forma de energia renovável contribui ainda com a redução do efeito estufa e com a preservação ambiental, que é fundamental para melhor qualidade de vida e o desenvolvimento sustentável das cidades. Apresenta uma síntese das políticas públicas voltadas para o uso da energia solar para atender às necessidades de água quente da população de baixa renda e, conseqüentemente, reduzir o consumo de energia. São apresentados estudos do projeto piloto no “conjunto habitacional de Cafelândia”, promovido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), visando avaliar o desempenho do equipamento gerador de energia solar térmica, o comportamento da população frente aos procedimentos de uso e manutenção necessários, a medição da economia proporcionada e sua aplicação nos demais conjuntos habitacionais da CDHU. A partir da experiência adquirida no projeto piloto de Cafelândia, verifica-se a viabilidade de utilização de sistema de aquecimento solar nos empreendimentos futuros, mostrando que a energia solar é um investimento viável as necessidades da população.

**Palavras-chave:** Energia Solar Térmica. Conjunto Habitacional.

## ABSTRACT

JORGE, C.A. Assessment of the use of solar water heating for low-income population in the State of São Paulo. 2010. 67 f. Specialization monograph - Specialization Course on Environmental Management and Energy Sector Business of the Institute of Electrotechnics and Energy. University of São Paulo. 2010.

This work assesses the use of solar energy for water heating for low-income population, which represents a major contribution to reducing environmental impacts and therefore decrease in the degradation of natural resources, providing significant gains in energy conservation and electric demand reduction in power plants. The expansion of this form of renewable energy also contributes to reducing the greenhouse effect and environmental preservation, which is fundamental to better quality of life and sustainable development of cities. Provides an overview of public policies for the use of solar energy to meet the needs of hot water for low-income population and, consequently, reduce energy consumption. Presentation of case studies obtained in the pilot project in the "housing for Cafelândia", sponsored by the Society of Housing and Urban Development of the State of Sao Paulo-CDHU, to evaluate the performance of solar thermal energy equipment, the behavior of the population front to the procedures for use and maintenance needed, measurement of the proportionate economy and its application in other joint housing of the CDHU. From the experience gained in the pilot project Cafelândia, there is the feasibility of using solar heating system in future projects, showing that solar energy is a viable investment needs of the population.

**Keywords:** Solar thermal Energy. Housing.

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Evolução do mercado de aquecimento solar no Brasil.....	25
Gráfico 2 - Mercado mundial de coletores solares.....	25
Gráfico 3 - Mercado brasileiro de aquecedores solares por setor.....	30
Gráfico 4 - Evolução do consumo médio trimestral do total de famílias analisadas.....	49
Gráfico 5 - Evolução do consumo médio trimestral das 13 famílias que não sofreram alteração de composição.....	50
Gráfico 6 - Evolução da média de consumo nos primeiros trimestres de 2005-2006 e 2007...	50

## LISTA DE QUADROS

Quadro1 - Dados técnicos do coletor solar.....	36
Quadro2 - Dados técnicos do reservatório.....	37
Quadro3 - Dados técnicos do misturador.....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estatística do consumo de energia elétrica (GWh).....	16
Tabela 2 - Consumo de energia no setor residencial.....	18
Tabela 3 - Classificação de uma instalação de aquecimento solar conforme seu volume.....	28
Tabela 4 - Domicílios de acordo com o número de banhos/dia per capta.....	43
Tabela 5 - Consumo médio mensal de energia elétrica.....	44
Tabela 6 - Distribuição das famílias, segundo o acionamento do chuveiro elétrico.....	44
Tabela 7 - Variação de consumo mensal domiciliar de energia elétrica.....	46
Tabela 8 - Distribuição das famílias segundo o número de banhos per capta ao dia.....	47
Tabela 9 - Distribuição das famílias segundo o consumo médio de energia elétrica.....	48
Tabela 10 - Tarifa Social-Redução de preço conforme o consumo.....	51
Tabela 11 - Distribuição das 13 famílias segundo o consumo médio .....	51
Tabela 12 - Número de Municípios atendidos.....	58
Tabela 13 - Unidades habitacionais oferecidas.....	58
Tabela 14 - Rendimento Familiar.....	60

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Componentes de um sistema básico de aquecimento solar de água.....	26
Figura 2 - Ilustração do Sistema Termossifão.....	28
Figura 3 - Detalhe das medidas do sifão.....	28
Figura 4 - Esquema do Sistema de Circulação Forçada.....	29
Figura 5 - Configuração do Sistema de Circulação Forçada.....	30
Figura 6 - Coletor Solar.....	35
Figura 7 - Esquema do Reservatório.....	36
Figura 8 - Ilustração da posição do misturador.....	38
Figura 9 - Evolução de oferta de moradias.....	57

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

Foto 1 - Alinhamento dos coletores com o telhado.....	31
Foto 2 - Posicionamento de coletores solares em edifícios.....	32
Foto 3 - Conjunto Habitacional.....	34
Foto 4 - Coletores fixados sobre o telhado.....	38
Foto 5 - Espera para o chuveiro elétrico e misturador.....	38
Foto 6 - Reservatório fixado no vigamento do telhado.....	38

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ASBC	Aquecedor Solar de Baixo Consumo
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CPFL	Companhia Paulista de Força e Luz
CDHU	Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
HIS	Habitação de Interesse Social
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
PAC	Programa de Atuação em Cortiços
PHAI	Programa Habitacional de Integração
PROCEL	Programa de Combate ao Desperdício de Energia Elétrica da Eletrobrás
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
SAC	Serviço de Atendimento ao Consumidor
SAS	Sistema de Aquecimento Solar
SFH	Sistema Financeiro da Habitação

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. SITUAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Consumo residencial.....	17
2.2 Consumo/ demanda de energia elétrica para aquecimento de água no setor residencial....	18
2.3 Legislação.....	19
2.4 O significado da regulamentação para a população de baixa renda.....	22
<b>3. O USO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR.....</b>	<b>24</b>
3.1 Histórico.....	24
3.2 Tecnologias.....	26
3.2.1 O Sistema de Aquecimento Solar Térmico.....	26
3.2.1.1 A circulação de água nos sistemas solares térmicos.....	27
3.3 Utilização de aquecedores solares térmicos nos diferentes setores do mercado.....	30
3.3.1 Residencial Unifamiliar.....	31
3.3.2 Residencial Multifamiliar.....	31
3.3.3 Utilização de energia solar para aquecimento de água pela população de baixa renda..	32
<b>4. ESTUDO DE CASO; IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO CAFELÂNDIA- CDHU.....</b>	<b>33</b>
4.1 O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR IMPLANTADO.....	34
4.1.1 Dados do Sistema de Aquecimento Solar utilizado .....	34
4.1.1.1 Coletor Solar.....	34
4.1.1.2 Reservatório econômico com bóia.....	36
4.1.1.3 Sistema de aquecimento de apoio.....	37
4.1.1.4 Misturador.....	37
4.2 AS FAMÍLIAS HABILITADAS PARA O CONJUNTO .....	39
4.2.1 A abordagem.....	39
4.2.2 A reunião com a população.....	39
4.3 LEVANTAMENTO DE DADOS.....	40
4.3.1 Primeiro levantamento de dados - Antes da mudança de usuários.....	40
4.3.1.1 As famílias.....	40
4.3.1.2 As moradias habitadas pelas famílias.....	40
4.3.1.3 O consumo de energia.....	41

4.3.1.4	Uso do chuveiro e número de banhos.....	41
4.3.2	Segundo levantamento de dados - 6 meses após a mudança.....	42
4.3.2.1	As famílias.....	42
4.3.2.2	Banhos.....	43
4.3.2.3	O consumo de energia .....	43
4.3.2.4	Uso do chuveiro elétrico.....	44
4.3.2.5	Satisfação dos usuários .....	45
4.3.2.6	Evolução do consumo de energia das 23 famílias após o uso do aquecimento solar .....	46
4.3.3	Terceiro levantamento de dados.....	46
4.3.3.1	As famílias .....	47
4.3.3.2	O uso do chuveiro .....	47
4.3.3.3	Consumo de energia .....	48
4.3.4	Quarto levantamento de dados e comparação com os anteriores .....	48
4.3.4.1	As famílias .....	48
4.3.4.2	Banhos .....	49
4.3.4.3	Consumo de energia elétrica .....	49
4.3.4.4	A evolução do consumo.....	50
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>53</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>56</b>
	ANEXO A - O CDHU.....	57
	ANEXO B - LEI Nº 14.459, DE 3 DE JULHO DE 2007.....	61
	ANEXO C - Resolução Normativa ANEEL 253/2007.....	65

## 1. INTRODUÇÃO

O sol é fonte de energia renovável e o aproveitamento desta energia, tanto como fonte de calor quanto de luz, é uma das alternativas energéticas mais promissoras para enfrentar os desafios do novo milênio.

A energia solar é abundante, permanente e renovável a cada dia, pois o Sol irradia na terra diariamente um potencial energético extremamente elevado e incomparável a qualquer outro sistema de energia, sendo a fonte básica e indispensável para praticamente todas as fontes de energia utilizadas pelo homem. Esta forma de energia não polui e nem prejudica o ecossistema; é a solução ideal para áreas afastadas ainda não eletrificadas, especialmente num país como o Brasil que, por sua localização geográfica, possui os mais elevados índices mundiais de potencial para aproveitamento dessa fonte de energia.

Dentre as alternativas energéticas para redução do consumo de energia disponíveis hoje no mercado, a energia solar para aquecimento de água é a mais difundida. Nos últimos anos, houve grande desenvolvimento de sistemas para aquecimento de água, o que tem tornado o seu uso mais viável e acessível, principalmente para aplicação nos municípios das regiões norte e nordeste do estado, onde se encontram altos índices de insolação durante todo o ano e difícil acesso à eletricidade.

Neste contexto, este trabalho apresenta um projeto piloto, promovido pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, na implantação do Sistema de Aquecimento Solar de Água em Habitação de Interesse Social, no município de Cafelândia –SP, visando avaliar a viabilidade de sua utilização nos empreendimentos futuros.

## 2. SITUAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

No Brasil, no mês de julho de 2010, o consumo total de energia elétrica chegou a 34.382 GWh, representando um aumento de 8,4% em relação a julho de 2009, com uma taxa de crescimento de 6,0% no ano. De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, o mercado nacional totalizou, de janeiro a julho, um aumento de 9,7% comparado com o mesmo período do ano passado.

Tabela 1 – Estatística do consumo de energia elétrica (GWh)

Região Classe	Em Julho			Ate Julho			12 Meses		
	2010	2009	%	2010	2009	%	2010	2009	%
Brasil	34.382	31.712	8,4	242.024	220.568	9,7	410.144	387.031	6,0
Residencial	8.447	8.105	4,2	62.278	57.918	7,5	105.136	97.915	7,4
Industrial	15.915	13.998	3,7	105.573	92.715	13,9	179.039	168.726	6,1
Comercial	5.220	4.997	4,5	10.182	37.470	7,2	67.966	63.707	6,7
Outros	4.800	4.512	4,1	33.991	32.465	4,7	58.003	56.684	2,3
Norte	2.145	2.024	6,0	14.666	13.528	8,4	25.221	23.973	5,2
Residencial	490	430	13,9	3.322	2.892	14,9	5.687	5.119	11,1
Industrial	1.083	1.060	2,2	7.437	7.073	5,1	12.734	12.958	1,4
Comercial	287	262	9,8	1.956	1.727	13,2	3.373	3.061	10,2
Outros	286	273	4,7	1.952	1.836	6,3	3.427	3.234	6,0
Nordeste	5.832	5.257	10,9	40.936	36.708	11,5	69.472	64.376	7,9
Residencial	1.543	1.354	13,9	11.190	9.770	14,5	18.641	16.430	13,5
Industrial	2.516	2.289	9,9	17.073	15.518	10,0	29.044	27.892	4,1
Comercial	805	739	9,0	5.939	5.344	11,1	10.043	9.152	9,7
Outros	969	826	10,6	6.34	6.076	10,8	11.744	10.902	7,7
Sudeste	18.474	16.936	9,1	129.829	117.494	10,5	220.071	207.740	5,9
Residencial	4.391	4.390	0,0	33.027	31.435	5,1	56.008	53.028	5,6
Industrial	9.076	7.672	18,3	59.449	50.668	17,3	100.495	93.660	7,3
Comercial	2.818	2.759	2,2	22.192	20.907	6,1	37.666	35.579	5,9
Outros	2.189	2.115	3,5	15.161	14.484	4,7	25.902	25.473	1,7
Sul	3.768	5.421	6,4	41.632	35.668	7,7	69.693	66.395	5,0
Residencial	1.388	1.339	3,7	10.095	9.498	6,3	16.908	15.909	6,3
Industrial	2.665	2.413	10,4	17.799	15.820	12,5	30.143	28.310	6,5
Comercial	888	833	6,7	6.956	6.521	6,7	11.527	10.848	6,3
Outros	827	837	-1,1	6.782	6.828	-0,7	11.116	11.328	-1,9
Centro-Oeste	2.163	2.073	4,3	14.961	14.170	5,6	25.687	24.348	4,6
Residencial	637	592	7,5	4.644	4.324	7,4	7.893	7.429	6,2
Industrial	576	563	2,3	3.815	3.635	5,0	6.623	6.304	5,1
Comercial	421	405	3,9	3.140	2.971	5,7	5.357	5.067	5,7
Outros	529	512	3,3	3.362	3.241	3,8	5.814	5.748	1,1

Fonte – Adaptado de EPE, 2010

## 2.1 Consumo residencial de energia

Com um crescimento de 4,2% em julho de 2010, o consumo residencial brasileiro foi de 8.447 GWh. O número total de consumidores residenciais chegou a 57,1 milhões, representando um crescimento de 3,5% em relação a julho de 2009. O consumo médio residencial no ano totalizou 155,9 kWh/mês, um aumento de 3,8%. O consumo médio entre janeiro e julho foi de 157,2 kWh/mês, o maior desde 2001. As regiões Norte e Nordeste apresentaram expansão, com taxas de crescimento de 13,9% no mês de julho de 2010 em relação ao mesmo período de 2009. Através dos programas sociais do Governo Federal, essas regiões têm sido as principais beneficiadas pelo aumento da renda e pelo aumento de aquisição de equipamentos eletrônicos. A região Sudeste não apresentou crescimento em relação a julho de 2009, sendo que os estados do Espírito Santo (-3,6%) e São Paulo (-1,2%), tiveram um fraco desempenho. O resultado no Espírito Santo deve-se à temperatura baixa no estado (em julho de 2010 foi 1,7 °C inferior à do ano anterior). Em São Paulo, um grande agente distribuidor registrou menos 1,6 dias de faturamento, obtendo uma queda no consumo do estado e também da região (EPE, 2010).

O acompanhamento sistemático do mercado de energia elétrica no Brasil tem permitido constatar que o consumo residencial expande a grandes taxas no país desde 2007. O setor mostrou não ter sofrido com a crise financeira de 2008/2009, apresentando uma aceleração no ritmo de crescimento, encerrando 2009 com expansão de 6,4%, a maior taxa desde 1998.

O crescimento do consumo residencial é distribuído pelas regiões, destacando-se, no período janeiro-julho, um desempenho mais forte no Norte, com 14,9%, e no Nordeste, com 14,5%. Para o Brasil, o crescimento no mesmo período foi de 7,5%. Um dos fatores do estímulo ao aumento do consumo residencial, está um significativo aumento da base de consumidores (contribuição do programa de inclusão social Luz para Todos) e a melhoria das condições de trabalho, com a queda consistente da taxa de desemprego, aumento do emprego formal e incremento do rendimento médio real da população. Além disso, a renda disponível no país também aumenta em função dos programas sociais do Governo Federal de transferência de renda, sendo o Bolsa Família o principal deles. Tais elementos já seriam suficientes para proporcionar um movimento contínuo de aquisição de aparelhos eletroeletrônicos por grande parte da população, assim como a intensificação no seu uso. Mas, em 2010, em adição a tais fatores, o consumo de eletricidade nas residências brasileiras

recebeu forte influência do registro de temperaturas mais elevadas, principalmente no primeiro quadrimestre do ano, configurado pelo fenômeno El Niño (EPE, 2010).

O consumo residencial em nível nacional registrou no período janeiro-julho o valor médio de 157,2 kWh/mês, inferior apenas aos verificados em 2000 e 2001, e 3,9% superior ao de 2009. O aumento de consumo de energia ocorreu em todas as regiões, sendo que os maiores foram verificados no Norte com 9,3% (155,9 kWh/mês) e no Nordeste com 8,4% (108,8 kWh/mês). Como exemplo, o consumo médio mensal de 160 kWh corresponde ao uso de uma geladeira de uma porta, de cinco lâmpadas de 40 W (quatro horas diárias), de uma televisão de 20 polegadas (ligada durante quatro horas diárias), de uma lavadora de roupas de 500 W (utilizada 12 dias no mês por uma hora) e de um chuveiro elétrico de potência média de 3.600 W, sendo utilizado por uma família de 4 pessoas, com banho de 10 minutos diários (EPE, 2010).

## 2.2 Consumo/ demanda de energia elétrica para aquecimento de água para o setor residencial

O Balanço Energético Nacional 2010 apresentou o setor residencial como responsável por grande parcela da energia elétrica consumida no Brasil em 2009, o que mostra a grande importância deste setor, no aspecto social e também no econômico, visto que também contribui em boa parte com a receita do setor elétrico. Pode-se verificar, nos dados da tabela 2, que de toda a energia consumida no setor residencial a energia elétrica representa 37,7%, enquanto o gás liquefeito de petróleo (GLP) representa 26,3%, a lenha 32,4% e outros 3,5%. No consumo do setor elétrico brasileiro, a energia requerida para aquecimento de água, é certamente uma das parcelas de maior destaque, sendo que aproximadamente 8% do total de energia consumida no país é para aquecimento de água para banho, através de chuveiros e aquecedores elétricos correspondendo a, aproximadamente, 18% do pico de demanda do sistema (EPE, 2010).

Tabela 2– Consumo de energia no setor residencial

FONTES	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Fontes
GÁS NATURAL	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	NATURAL GAS
LENHA	31,8	34,0	37,1	38,1	37,8	37,7	37,5	35,1	33,9	32,4	FIREFWOOD
GÁS LIQUEFEITO DE PETRÓLEO	30,6	31,4	29,5	27,3	27,3	26,2	25,8	26,5	26,6	26,3	LIQUEFIED PETROLEUM GAS
QUEROSENE	0,2	0,3	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	KEROSENE
GÁS CANALIZADO	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	GASWORKS GAS
ELETRICIDADE	34,7	31,5	30,2	31,3	31,6	32,8	33,4	35,1	36,2	37,7	ELECTRICITY
CARVÃO VEGETAL	2,0	2,1	2,1	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3	2,3	2,5	CHARCOAL
TOTAL	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	TOTAL

Fonte- EPE, 2010

No Estado de São Paulo, a predominância da energia elétrica para aquecimento de água no setor residencial deve-se, entre outros motivos, à baixa disponibilidade de outros tipos de energia. Este quadro vem se alterando com a expansão da rede de gás canalizado, pois o gás, do ponto de vista técnico e econômico, é um excelente combustível para aquecimento de água. De acordo com o Balanço Energético Nacional 2010, a energia elétrica consumida e o gás, no estado de São Paulo, aumentou em relação a 2009 e o consumo de energia elétrica foi de 32.873 GWh, acréscimo de 7,2% em comparação ao ano de 2009. O gás canalizado teve crescimento de 23,4%, com um consumo de 450.563 mil m<sup>3</sup> no ano (EPE, 2010).

O Estado de São Paulo representa uma parcela significativa no mercado de água quente residencial a ser explorado no Brasil. Em São Paulo, a existência de grande número de edifícios faz com que a percentagem de chuveiros e aquecedores centrais seja maior que em outras regiões do estado. O clima também contribui para que os equipamentos existentes, centrais ou localizados, sejam utilizados durante períodos mais longos. Com os aspectos apresentados pode ser verificado um nicho de mercado para estudar-se a venda de água quente ao setor residencial, especialmente para edifícios novos ou com sistemas de aquecimento central, que permitam a adaptação para energia solar, conforme dados do Boletim Informativo da Secretaria de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo (Boletim, 2010).

### 2.3 Legislação

A seguir são apresentadas algumas das leis que trouxeram grandes benefícios à população em geral e também contribuíram para a economia de energia elétrica no país.

A lei Federal 9991/2000 (ANEEL) obriga as concessionárias de energia a investir 1% do faturamento em pesquisa, desenvolvimento e projetos de eficiência energética, visando à obtenção de maior sustentabilidade no setor.

A lei N.º 10.295, de 2001, amplia a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, dá aos consumidores um instrumento de comparação da eficiência energética dos equipamentos a serem adquiridos, torna obrigatório o uso de etiqueta nos aparelhos elétricos indicando o consumo de energia. Esta informação orienta o consumidor na hora da compra e obriga os fabricantes a buscarem o desenvolvimento de tecnologias mais econômicas.

Em 2002, surge uma lei que beneficiou muito a população de baixa renda, a lei 10.438, de 26 de abril, estabelecendo que toda família com consumo médio de até 80 kWh/mês é

caracterizada como de baixa renda. Além desses consumidores, também podem ser enquadrados como consumidores de baixa renda, aqueles cujo consumo mensal se situe entre 80 kWh/mês e 220 kWh/mês, desde que dois critérios sejam obedecidos: o responsável pela unidade consumidora tem que estar inscrito no “Cadastro Único de Programas Sociais do Governo” e a família deve ter renda *per capita* máxima equivalente a meio salário mínimo. Essas duas condições devem ser comprovadas junto à concessionária, conforme a Resolução normativa ANEEL 253/2007 (anexo C).

Em janeiro de 2010 é sancionada, pelo Governo Federal, a Lei 12.212/2010 que destina o desconto da Tarifa Social de Energia à população de baixa renda. O objetivo da mudança é assegurar que as reduções sejam direcionadas para a população de baixa renda. O critério automático, previsto na Lei 10.438 de 2002, acabava beneficiando com a Tarifa Social os moradores de “flats” e casas de veraneio. Com as novas regras, os beneficiários passam a ser famílias com renda de até meio salário mínimo *per capita*, que devem estar inscritas no Cadastro Único. Também passa a ter direito quem recebe o Benefício de Prestação Continuada da Assistência Social (BPC), ou seja, idosos e deficientes cujas famílias têm renda inferior a um quarto do salário mínimo. As famílias que, além de se enquadrarem em uma dessas condições, sejam indígenas ou quilombolas, terão isenção total da conta de luz até o limite de 50 kWh/mês. Esse desconto será custeado pela Conta de Desenvolvimento Energético. A Tarifa Social vai beneficiar ainda portadores de doença que necessitam usar continuamente aparelhos com elevado consumo de energia. Nesse caso, o critério é de três salários mínimos de renda total da família e ela deve também ser cadastrada.

As mudanças estabelecem um único limite nacional de 220 kWh/mês, acabando com as diferenças de faixas regionais que existem nas regras atuais. Outra inovação foi assegurar o desconto de até 220 kWh/mês para a família que apresentar consumo de energia superior a esse limite. Essa mudança é importante para não prejudicar as famílias mais numerosas ou que, eventualmente, exerçam alguma atividade econômica em casa, o que acaba impactando o consumo de energia. A Agência Nacional de Energia Elétrica terá um prazo de 24 meses para se adequar às novas regras, evitando assim um corte abrupto e indiscriminado da Tarifa Social.

Atualmente, 18 milhões de domicílios recebem desconto na conta de luz. Dentre eles, 14 milhões recebem o benefício automaticamente por apresentarem consumo inferior a 80 kWh/mês. Famílias dessas residências precisam procurar a Prefeitura e solicitar a inscrição no Cadastro Único para garantir a continuidade do benefício, desde que se enquadrem no critério de renda. São obrigadas a informar à distribuidora de energia novo endereço, em caso de

mudança, sob pena de perder o benefício. O novo texto atende às propostas do grupo interministerial formado por representantes dos ministérios do Desenvolvimento Social e Combate à Fome e de Minas e Energia, além da ANEEL. O grupo defendeu a implantação de critérios que possam assegurar que o benefício seja destinado apenas ao consumidor de baixa renda. O Cadastro Único contém informações como nível de escolaridade, renda e situação habitacional de 19,4 milhões de famílias com renda mensal *per capita* de até meio salário mínimo ou de três salários por unidade familiar. Ficam estabelecidos os seguintes percentuais de desconto:

- I - para a parcela do consumo de energia elétrica inferior ou igual a 30 (trinta) kWh/mês, o desconto será de 65% (sessenta e cinco por cento);
- II - para a parcela do consumo compreendida entre 31 (trinta e um) kWh/mês e 100 (cem) kWh/mês, o desconto será de 40% (quarenta por cento);
- III - para a parcela do consumo compreendida entre 101 (cento e um) kWh/mês e 220 (duzentos e vinte) kWh/mês, o desconto será de 10% (dez por cento);
- IV - para a parcela do consumo superior a 220 (duzentos e vinte) kWh/mês, não haverá desconto (COSIF, 2010).

Uma outra lei que trouxe grandes benefícios ao meio ambiente foi a lei 14459/2007, sancionada pelo Prefeito Gilberto Kassab (ver anexo B), na Cidade de São Paulo, que tornou obrigatória a preparação de todas as casas e edifícios novos, para o uso dos aquecedores solares de água. Casas e apartamentos com 4 ou mais banheiros (incluindo lavabos), são obrigados a instalar os aquecedores solares. Além das casas e apartamentos, ficam obrigados a instalar aquecedores solares de água os seguintes tipos de edificação:

- I - hotéis, motéis e similares;
- II - clubes esportivos, casas de banho e sauna, academias de ginástica e lutas marciais, escolas de esportes, estabelecimentos de locação de quadras esportivas;
- III - clínicas de estética, institutos de beleza, cabeleireiros e similares;
- IV - hospitais, unidades de saúde com leitos, casas de repouso;
- V - escolas, creches, abrigos, asilos e albergues;
- VI - quartéis;
- VII - indústrias, se a atividade setorial específica demandar água aquecida no processo de industrialização ou, ainda, quando disponibilizar vestiários para seus funcionários;
- VIII - lavanderias industriais, de prestação de serviço ou coletivas, em edificações, de qualquer uso, que utilizem em seu processo, água aquecida.

Além disso, ficam obrigadas a usar aquecedores solares de água todas as edificações novas ou não que venham a construir uma piscina aquecida. A energia solar deverá contribuir com, no mínimo, 40% da demanda anual de água quente (energia térmica) em todos estes tipos de edificações (LEI 14.459, 2007).

#### 2.4 O significado da regulamentação de sistemas solares térmicos para a população de baixa renda

A regulamentação do mercado de sistemas solares térmicos apresenta alguns impactos para a utilização de energia solar pela população de baixa renda, sendo esta, alvo de políticas públicas de acesso à habitação. Os moradores de habitações populares têm necessidade de água aquecida para banho, embora normalmente não tenham os recursos tecnológicos e financeiros adequados para o atendimento desta necessidade, assim, o acesso a estas tecnologias é realizado por intermédio de programas de subsídio à melhoria da eficiência energética, principalmente para a substituição de chuveiros elétricos. O subsídio para a substituição de chuveiros elétricos, para esta parte da população, é operado pelas concessionárias de distribuição de energia elétrica, conforme está determinado pela Lei 9.991, de 24 de julho de 2000, e regulamentado pela ANEEL. O marco regulatório da substituição de chuveiros elétricos por aquecedores solares é o Manual do Programa de Eficiência Energética (ANEEL, 2005).

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

Alguns aspectos positivos da regulamentação do aquecimento solar térmico para os consumidores de baixa renda são verificados na regulamentação dos sistemas e equipamentos de aquecimento de água com energia solar, com a inclusão do sistema termo-solar nos programas de eficiência energética operados pelas empresas distribuidoras de eletricidade e geridos pela ANEEL.

Embora o Programa de Eficiência Energética não seja direcionado exclusivamente para a população de baixa renda, algumas iniciativas têm direcionado recursos do Programa de Eficiência Energética para substituição de chuveiros elétricos por aquecimento de água com energia solar desta população.

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

Outro ponto positivo, é que as normas criam padrões que facilitam a conectividade entre os equipamentos, cria referências técnicas para a instalação, o que proporciona a qualificação da mão-de-obra de instalação. A certificação e a etiquetagem possibilitam que os consumidores tenham informações técnicas sobre o desempenho de coletores e reservatórios térmicos e suas características, porém, o consumidor da água quente não domina o conceito de unidades de energia e não está preocupado com isso quando toma banho quente. A preocupação do consumidor é com o seu conforto e também com o custo deste conforto.

Aspectos negativos da regulamentação também são verificados, não diretamente pelo consumidor de baixa renda, mas na forma com que a regulamentação foi construída, criando barreiras tecnológicas à entrada de novos modelos com materiais e tecnologias diferentes da regulamentada, como o caso do Aquecedor Solar de Baixo Consumo, que tem área inferior à mínima necessária para a realização de testes e dos aquecedores parabólicos que atingem altas temperaturas.

Os custos da certificação aumentam os custos de transação que influenciam diretamente nos custos finais para o consumidor, dificultando que os equipamentos de aquecimento solar sejam adquiridos diretamente pela população de menor renda. Verifica-se que, o aumento do custo do equipamento influencia o custo final do imóvel onde este está instalado, quando a habitação é financiada por programas habitacionais públicos. Isso impacta no valor das prestações do financiamento pago pelos mutuários de programas habitacionais (ANEEL, 2005).

### 3. O USO DE AQUECIMENTO DE ÁGUA COM ENERGIA SOLAR

#### 3.1 Histórico

O sistema de aquecimento da água através do sol começou a ser utilizado na Califórnia por volta de 1890. Nesta época provou-se que este sistema era mais benéfico que o carvão ou a madeira queimada. O gás artificial feito a partir do carvão também era um bom combustível para aquecimento, mas muito caro e a eletricidade era ainda mais cara. Por estas razões, naquela época, muitos eram os lares que usavam o sistema solar para aquecer a água.

Em 1897, 30% das casas de Pasadena, cidade próxima a Los Angeles (USA), estavam equipadas com placas solares. À medida que estes sistemas solares foram sendo desenvolvidos também começaram a ser usados no Arizona, Flórida e em muitos outros lugares dos Estados Unidos.

Por volta de 1920, foram descobertos depósitos subterrâneos de gás natural e petróleo e à medida que o preço destes combustíveis se tornou acessível, os sistemas solares foram substituídos. Atualmente, a venda de placas solares vem aumentando e os sistemas solares desenvolvidos, aquecem casas, empresas e até piscinas (Portal São Francisco, 2010).

O Brasil é um dos países mais ricos no mundo em incidência de raios solares, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. Apesar disso, a geração de energia solar é ainda pequena e um dos principais motivos é a falta de investimentos em pesquisas para desenvolver sistemas mais eficientes, que poderiam assegurar o uso da energia solar.

Atualmente, a aplicação em maior escala da energia solar está no uso de aquecedor solar para substituir o chuveiro elétrico, embora o custo do aquecedor seja elevado se comparado com o preço do chuveiro elétrico. A utilização de sistemas de aquecimento solar tem um papel importante na redução da demanda, nos períodos de pico do sistema elétrico brasileiro, diminuindo as emissões de gases de efeito estufa, e mesmo assim a utilização ainda é pequena perto do potencial oferecido.

No mercado brasileiro, em 2008, a área instalada de coletores solares foi de 4,4 milhões de metros quadrados, um crescimento aproximado de 20% em relação ao ano de 2007. Este valor é bastante significativo, embora represente aproximadamente 2% do mercado potencial do país. Em 2008, foi possível fazer uma economia de 655 GWh de energia elétrica, no abastecimento de 376 mil casas, com consumo médio de 145 kWh por mês, com o uso de aquecedores solares. O gráfico 1, apresenta a evolução entre a área nova instalada e a área acumulada de aquecedores solares entre 2001 e 2009 que devido a ocorrência do apagão

elétrico em 2001, apresentou grande aumento de instalações de coletores solares, diminuindo em 2002 e voltando a crescer nos anos seguintes (RODRIGUES; MATAJS, 2010).

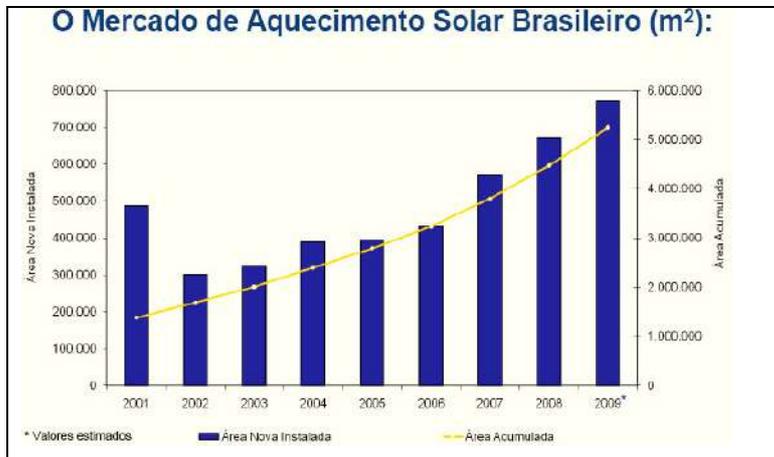


Gráfico 1- Evolução do mercado de aquecimento solar no Brasil  
Fonte: ABRVA, 2010

No mercado internacional de aquecedores solares, a Agência Internacional de Energia (IEA), apresentou dados de 2007, mostrando que 48 países utilizam este tipo de tecnologia, com área total de 182 milhões de metros quadrados de coletores instalados, representando 1278 GW de potência térmica instalada, gerando aproximadamente 70mil GWh de energia. A China aparece em primeiro lugar, com área de 75.000.000 de m<sup>2</sup> de coletores solares, onde 75% dos sistemas estão instalados em residências unifamiliares, 20% em multifamiliares (edificações) e 5% em edificações comerciais e industriais. Em segundo lugar vêm os Estados Unidos, com 29.141.546 m<sup>2</sup> de coletores instalados, com 90% dos sistemas dedicados para aquecimento de água de piscinas. O gráfico 2, apresenta a percentagem da área de coletores solares instalados nos principais países do mundo (RODRIGUES; MATAJS, 2010).

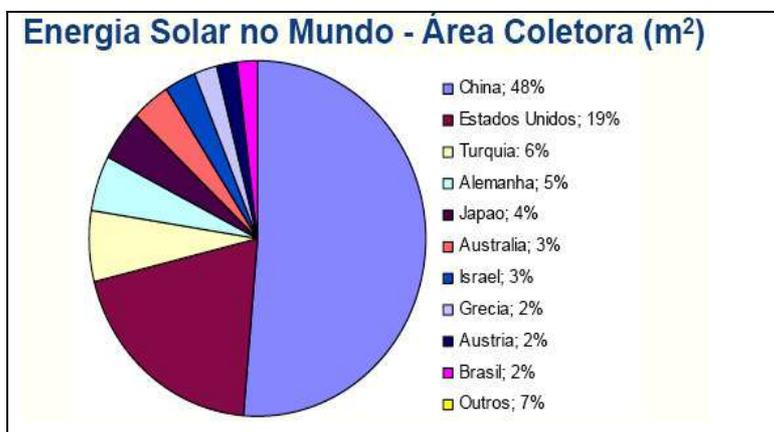


Gráfico 2- Mercado mundial de coletores solares  
Fonte: ABRVA, 2010

### 3.2 Tecnologias

Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais utilizados atualmente são para aquecimento de água e geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, a tecnologia para aquecimento de água é mais utilizada nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e a geração fotovoltaica, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica.

A energia solar térmica é obtida através da conversão do calor solar em calor útil, para aquecimento de água, por exemplo. A energia solar Fotovoltaica, ao contrário, significa transformar a radiação solar em energia elétrica e para que isso seja feito, células solares individuais são combinadas para criar módulos solares.

O aproveitamento térmico para aquecimento de fluidos é feito com o uso de coletores ou concentradores solares. Os coletores solares são mais usados em aplicações residenciais e comerciais (hotéis, restaurantes, clubes, hospitais etc.) para o aquecimento de água (higiene pessoal e lavagem de utensílios e ambientes), atingindo temperaturas até 100 °C. Os concentradores solares destinam-se a aplicações que requerem temperaturas mais elevadas, como a secagem de grãos e a produção de vapor, alcançando temperaturas próximas de 1000 °C.

#### 3.2.1 O sistema de aquecimento solar térmico

Um sistema de aquecimento solar é composto basicamente por coletores solares, reservatório térmico, tubulação de interligação, válvulas e registros como apresentado na figura 1.

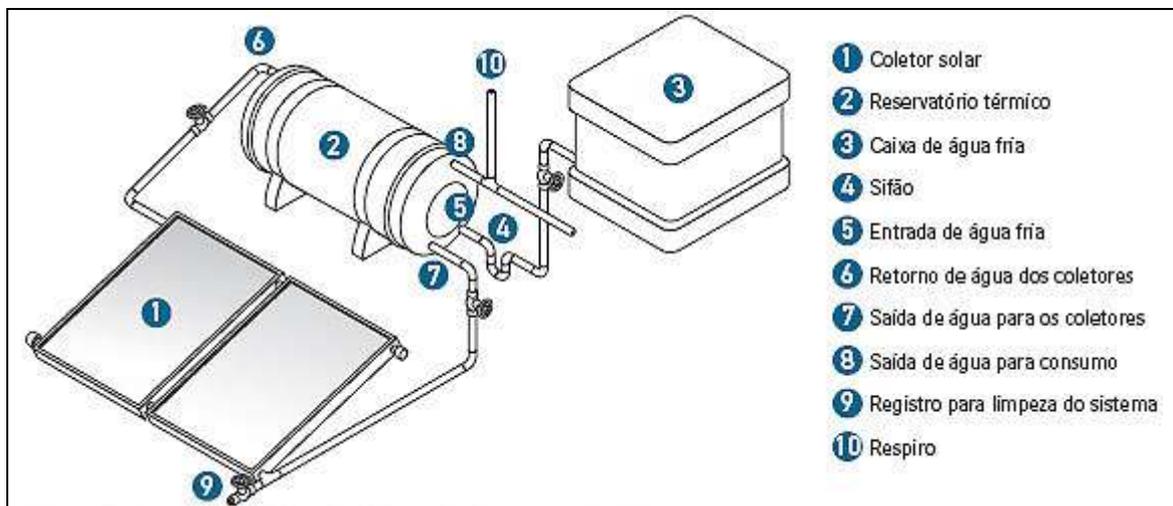


Figura 1 – Componentes de um sistema básico de aquecimento solar de água  
 Fonte: REVISTA TÉCHNE, 2010

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar e são construídas em caixa monobloco ou perfilado, com vedação de borracha de silicone, vidro plano incolor, serpentina de tubo de cobre, aletas de alumínio ou cobre e isolamento de manta de lã de vidro. O calor do sol, captado pelas placas do aquecedor solar, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. O reservatório térmico, também conhecido por Boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. São cilindros de cobre, inox ou polipropileno, isolados termicamente com poliuretano expandido sem CFC, que não agride a camada de ozônio. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior.

A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico do aquecedor solar, mantendo-o sempre cheio. O número de coletores varia de acordo com o volume do reservatório, ou seja, quanto maior o volume do reservatório, mais placas devem ser utilizadas e estas devem ser posicionados para o norte. O reservatório deve ser instalado em posição superior aos coletores e a inclinação adequada dos coletores garante a boa captação dos raios solares. Em dias ensolarados, um coletor pode elevar a temperatura da água até 80 °C e em dias nublados, um sistema auxiliar é acionado automaticamente quando a energia do sol torna-se insuficiente. Os sistemas de Aquecimento Solar contam sempre com um sistema auxiliar de aquecimento, que pode ser elétrico, a gás ou outros, suprindo-o da energia necessária quando em períodos de baixa insolação, garantindo água quente.

Para um bom funcionamento e satisfação do usuário é fundamental o correto dimensionamento da capacidade do sistema, bem como a adequada instalação de seus componentes. O dimensionamento de um sistema de aquecimento está diretamente relacionado ao número de usuários, pontos de utilização (lavatórios, chuveiros, banheiras, cozinha) e frequência de utilização (REVISTA TÉCNICA, 2010).

### 3.2.1.1 Circulação de água nos sistemas solares térmicos

As instalações de aquecimento solar são classificadas como circulação natural ou termossifão e circulação forçada, sendo que a escolha de utilização entre os dois tipos está associada ao volume diário de água a ser aquecida. A tabela 3 apresenta a classificação dos tipos de instalação de aquecimento solar de água.

Tabela 3– Classificação de uma instalação de aquecimento solar conforme seu volume

Instalação	Volume Diário	Tipo
Pequeno porte	$V < 1500$ litros	Termossifão
Médio porte	$1500 < 5000$ litros	Circulação Forçada
Grande porte	$V > 5000$ litros	Circulação Forçada

Fonte- MESASOLAR, 2010

Hoje, no Brasil, grande parte dos sistemas de aquecimento solar em funcionamento são para uso residencial de pequeno porte e operam por circulação natural, conforme ilustração apresentada na figura 2. No sistema natural, a radiação solar incide sobre a cobertura de vidro que compõe a parte superior do coletor solar, penetrando no interior do painel solar. O calor é transferido para a água que circula pela tubulação tornando-se menos densa, subindo do coletor para o reservatório. A troca de calor é feita para a água de consumo e, então a água na tubulação esfria e desce para os coletores, fechando-se o ciclo. Neste sistema o sifão pode ser virado para cima ou para baixo, porém é importante respeitar as medidas de 30 cm em cada um dos lados, conforme detalhe apresentado na figura 3. O reservatório térmico deve ficar sempre acima dos coletores solares. As vantagens deste sistema é que o investimento é mais baixo e a instalação e manutenção bem mais simples, funcionando de forma autônoma, sem recurso de bomba auxiliar para fazer a circulação de água (MESASOLAR, 2010).

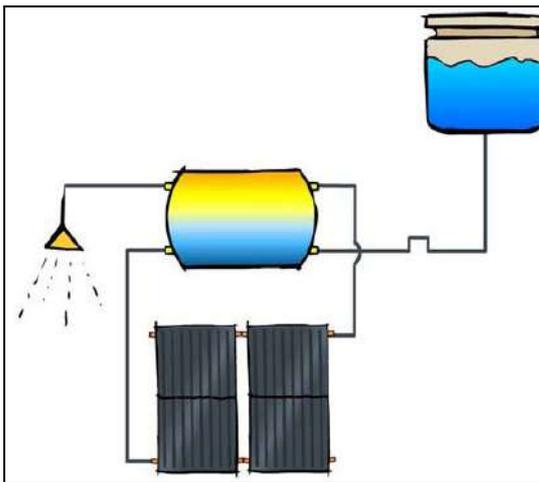


Figura 2- Ilustração do Sistema Termossifão  
Fonte- MESASOLAR, 2010

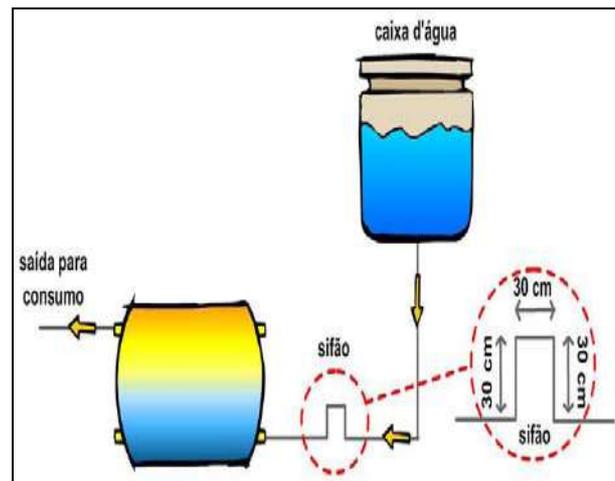


Figura 3- Detalhe das medidas do sifão  
Fonte- MESASOLAR, 2010

No sistema de Circulação Forçada, a água que circula entre o reservatório térmico e os coletores solares é bombeada através de uma bomba hidráulica. Um Controlador Diferencial de Temperatura (CDT) controla o funcionamento da bomba por meio de dois sensores de temperatura: um colocado bem próximo da entrada do conjunto de coletores solares e outro situado na tubulação de alimentação dos coletores, junto ao reservatório térmico, como apresentado nas Figuras 5 e 6. Quando a temperatura da água dentro dos coletores é mais alta que a registrada no fundo do reservatório térmico, a bomba é ligada. Quando a diferença de temperatura cai muito, a bomba é desligada e volta a funcionar quando o Sol volta a aquecer a água. Como neste sistema a água que circula é bombeada, não há a necessidade de posicionar os coletores solares em desnível com o reservatório térmico. Essa é uma grande vantagem deste sistema, facilitando a instalação dos coletores solares, lembrando que a posição do reservatório térmico deve estar abaixo da caixa d'água, similar àquela adotada para o sistema natural. É essencial a disponibilidade de uma caixa de água fria para abastecer o sistema e garantir o consumo de água quente, pelo ponto mais alto do reservatório térmico. O sistema de circulação forçada é indicado para locais onde não se dispõem de condições para instalar um sistema com circulação natural e/ou para sistemas de médio e grande porte, com volume de água quente acima de 1500 litros e também quando a área a ser instalada é maior que 12 metros quadrados (MESASOLAR, 2010).

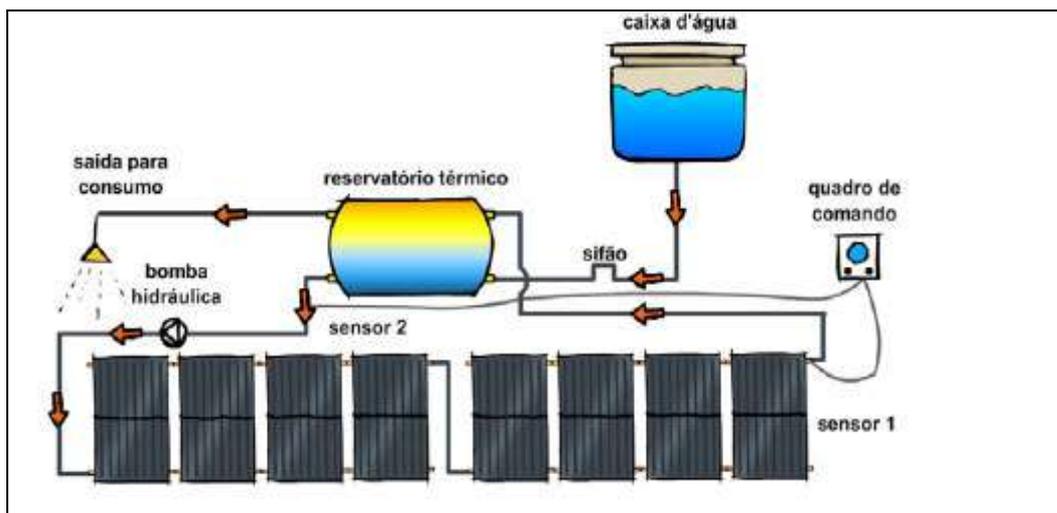


Figura 4- Esquema do Sistema de Circulação Forçada  
Fonte- MESASOLAR, 2010

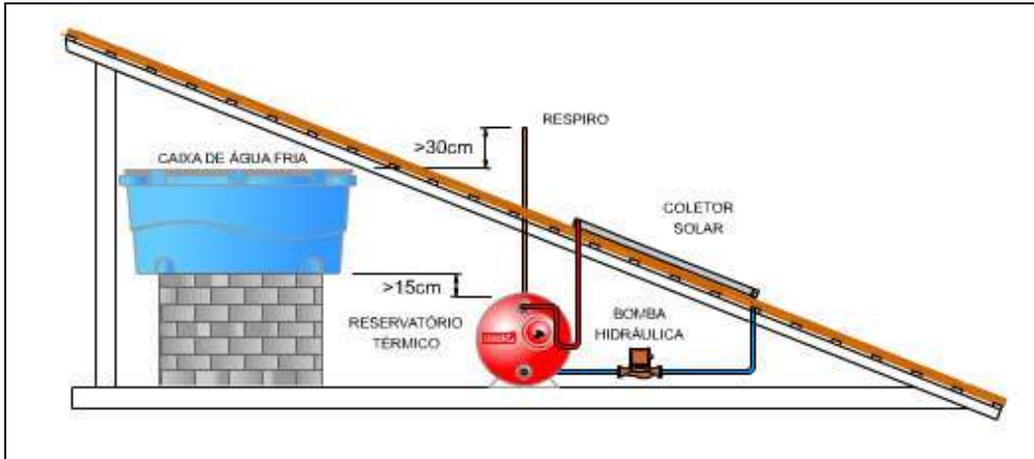


Figura 5- Configuração do Sistema de Circulação Forçada  
Fonte: Nauglas, 2010

### 3.3 Utilização de aquecedores solares térmicos nos diferentes setores do mercado

Atualmente, a aplicação da tecnologia de aquecimento solar de água, vem apresentando grande participação nos diversos setores do mercado brasileiro. O gráfico 3 apresenta a distribuição de aquecedores solares nos setores do mercado. O setor residencial aparece como principal usuário para o aquecimento de água, seja para banho, com 72% do total, sendo 66% para residência unifamiliar e 6% para residência multifamiliar ou no aquecimento de piscinas, correspondendo a 17% do total. Aplica-se também no setor de serviços como: hotel, hospital, creche e asilo, com 9% e no setor industrial o seu uso ainda é restrito com 2%, para uso em vestiários e cozinhas industriais mas estudos apontam para uma ampla gama de utilização desta tecnologia na geração de calor de processos industriais (ABRAVA, 2009).

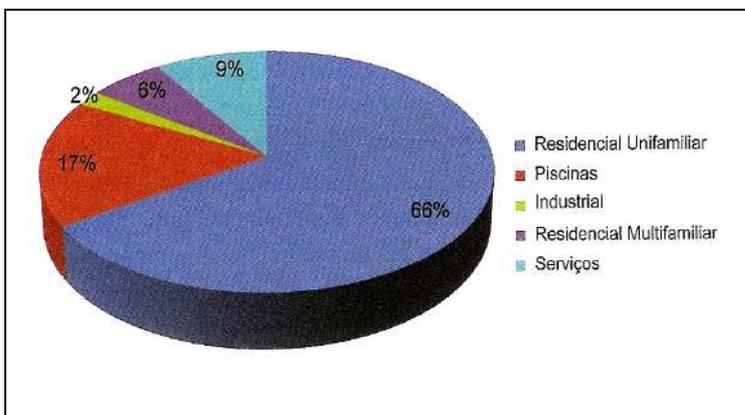


Gráfico 3- Mercado brasileiro de aquecedores solares por setor  
Fonte: ABRAVA, 2009

### 3.3.1 Residencial Unifamiliar

Neste setor, o aquecimento solar é utilizado a um bom tempo nas residências de famílias de classes média e alta, em que os projetos de construção já prevêm a instalação do sistema de aquecimento solar de água. Neste caso os coletores são posicionados de maneira que fiquem alinhados com as telhas, formando uma perfeita integração arquitetônica com o telhado. A foto 1 mostra os coletores instalados no telhado.



Foto 1 - Alinhamento dos coletores com o telhado

Fonte- RODRIGUES; MATAJS, 2010

### 3.3.2 Residencial Multifamiliar

O setor residencial multifamiliar ou prédios, tem apresentado pouca utilização do sistema de aquecimento de água por energia solar embora durante vários anos, empresas revendedoras, instaladores e projetistas vêm desenvolvendo projetos que integram coletores solares e reservatórios, para instalação na cobertura de prédios, visando o melhor aproveitamento da sua área útil. Desde 2005, o cenário deste setor vem crescendo com a implantação do projeto “Cidades Solares”, que tem motivado mudanças nos códigos de obras municipais em várias cidades, exigindo que construções novas instalem tubulações para aquecimento de água com sistemas solares, além do encanamento do chuveiro, mostrando as vantagens ambientais, sociais e econômicas da utilização da energia solar térmica em novas edificações (anexo B). A Foto 2 mostra como um projeto predial de aquecimento solar de água bem elaborado, pode manter espaços em cobertura de edifícios com áreas de lazer.



Foto 2- Posicionamento de coletores solares em edifícios  
Fonte- RODRIGUES; MATAJS, 2010

### 3.3.3 Utilização de energia solar para aquecimento de água pela população de baixa renda

O uso de energia solar pela população de baixa renda, para aquecimento de água, vem crescendo a cada ano com a implantação de projetos de Habitação de Interesse Social (HIS) do governo, que conta hoje com mais de 40 mil habitações com aquecedores solares, entre casas adaptadas para o sistema e casas já projetadas para a instalação de aquecedores. Em vários estados brasileiros foram desenvolvidos projetos de aquecimento solar com empresas do setor de energia e Secretarias de Habitação, como exemplo, a Companhia Elétrica de Minas Gerais (CEMIG) e a Companhia Metropolitana de Habitação (COHAB-MG), com a implantação do projeto de Contagem (MG), no conjunto habitacional no bairro Sapucaias, com a instalação de aquecedores solares em 100 casas. Através de monitoração do sistema, verificou-se em média a economia de 44% de energia, resultando em redução de R\$51,00 na conta de energia elétrica, por família.

Um outro exemplo, é o projeto piloto implantado no Município de Cafelândia (SP), promovido pela Secretaria de Habitação do Estado de São Paulo, através do CDHU, em parceria com a “Transsen”, empresa fabricante de sistemas de aquecedores solares. O projeto é composto de 136 casas, situado na Vila Belém, onde foi instalado o sistema de aquecimento solar em 50 casas na primeira fase, sendo concluído em 2005 (RODRIGUES; MATAJS, 2010). Tal experiência é o objeto deste trabalho, que é apresentado como um Estudo de Caso no próximo capítulo.

#### **4. ESTUDO DE CASO: IMPLANTAÇÃO DO PROJETO PILOTO CAFELÂNDIA-CDHU**

A implantação consiste no acompanhamento das famílias ao longo de um período estimado de 2 ou mais anos. Este acompanhamento, iniciado pouco antes da entrega das casas aos mutuários, portanto anterior à data de mudança das famílias, apresenta dados importantes das fases da implantação e utilização dos equipamentos.

Para este acompanhamento foi utilizado um sistema de coleta de dados pela CDHU, como, o cadastro de mutuários, questionários e verificações dos equipamentos e instalações. Devido ao grande intervalo de tempo decorrido entre o cadastramento para o mutirão, a habilitação e a assinatura de contrato, foi feita a checagem dos mutuários, verificando as alterações da titularidade, composição familiar e renda.

Para os questionários foram desenvolvidos alguns instrumentos de levantamento de dados antes e após a mudança das famílias para o conjunto. No primeiro levantamento de dados, realizado em abril de 2005, na fase de preparação das famílias para a mudança, as pessoas eram questionadas acerca de dados socioeconômicos, consumo de energia e também sobre as condições de moradia das famílias, hábitos de banho e uso do chuveiro. Nos demais levantamentos de dados, além da permanência das questões socioeconômicas, que possibilitaram verificar as variações ocorridas na composição familiar, na renda e no consumo, as questões sobre o domicílio foram substituídas por questões que indicaram a adaptação das famílias ao uso do sistema de aquecimento solar.

Para a verificação dos equipamentos e instalações, os técnicos da Transsen, empresa responsável pelos equipamentos, fizeram a verificação junto com a tomada de dados, fornecendo todas as informações, aos futuros moradores, sobre o funcionamento e manutenção do equipamento (CDHU, 2005a).

O Projeto de Cafelândia é composto de 136 casas, situado na Vila Belém, município de Cafelândia, e foi construído em 2 fases, sendo que a primeira fase teve início no ano de 2000, com a construção de 50 casas (Fotografia 3), utilizando o sistema de mutirão, com conclusão em 2005.



Foto 3: Conjunto Habitacional  
Fonte: CDHU, 2005a

#### 4.1 O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR IMPLANTADO

O sistema de aquecimento solar de água utilizado no projeto foi um dos primeiros a ser desenvolvido, tendo sido doado em 2002 pela empresa fabricante (Transsen), com a finalidade de verificar sua aplicabilidade em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social (HIS). Em Cafelândia, o sistema foi instalado através de mutirão, realizado após treinamento recebido do fabricante. É um sistema dedicado exclusivamente ao aquecimento de água de banho, composto por um coletor solar, um reservatório térmico e apoiado por um chuveiro elétrico. Uma importante característica do sistema é poder ser instalado após a edificação, não necessitando haver quebra de paredes (CDHU, 2005a).

##### 4.1.1 Dados do Sistema de Aquecimento Solar utilizado

###### 4.1.1.1 Coletor Solar

O coletor utilizado, representado na figura 6, é o modelo plano ou horizontal e difere do painel fotovoltaico porque utiliza a energia solar para aquecer um fluido (em geral a água) e não para gerar eletricidade. O coletor solar, coração do sistema de aquecimento solar, é o dispositivo responsável pela absorção e transferência da radiação solar para um fluido sob a forma de energia térmica. É utilizado no aquecimento de água de casas ou edifícios, hospitais,

piscinas, nos processos de secagem de grãos, para refrigeração de ambientes e processos industriais de aquecimento.

De modo geral, o coletor solar funciona recebendo radiação solar e a transfere para a placa absorvedora. O calor é então transferido para o fluido que escoar no interior de tubos que estão em contato com a superfície absorvedora. O aspecto externo de um coletor solar é o de uma caixa retangular rasa (em geral de alumínio) com uma cobertura de vidro. Dentro desta caixa há uma serpentina (geralmente de cobre devido à sua alta condutividade térmica), por onde o fluido escoar, e em volta dela há uma superfície também de cobre pintada de preto (placa absorvedora), para facilitar a absorção de calor. O calor absorvido pela placa absorvedora é transferido à serpentina e a água fria ao passar pelos canos se aquece.

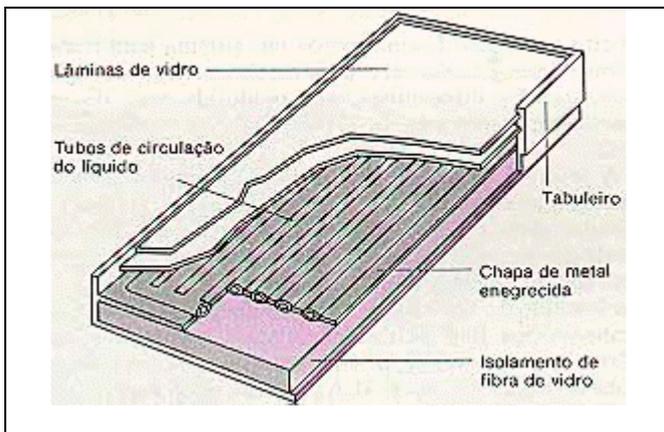


Figura 6- coletor solar  
Fonte: Adaptado de (CDHU, 2005a)

Ainda é necessário que se tenha um isolamento térmico na parte inferior do coletor para minimizar as perdas de calor para o ambiente. A cobertura de vidro permite a entrada de radiação solar e também evita que parte do calor da placa absorvedora se perca por convecção, pois o vidro impede a ação do vento. Além disso, é importante que haja uma vedação eficiente para impedir que umidade entre no coletor. Os dados técnicos do coletor solar utilizado estão apresentados no Quadro 1.

Modelo: Plano TR5  
 Dimensões: 1,71m x 1,00m x 0,6mm  
 Área Externa: 1,71m<sup>2</sup>  
 Peso Coletor Seco: 23 kg  
 Peso Coletor Cheio: 24,9 kg  
 Pressão Máxima de Operação: 400 kPa  
 Fluido de Trabalho: Água  
 Garantia: 10 anos  
 Classificação INMETRO: B  
 Eficiência Térmica: 53,2%  
 Produção Mensal de Energia: 128,3 kWh/mês  
 Produção Específica Mensal de Energia: 75,0 kWh/mês/m<sup>2</sup>

Quadro 1 - Dados técnicos do coletor solar  
 Fonte: CDHU, 2005a

#### 4.1.1.2 Reservatório Econômico com Bóia

O reservatório térmico (boiler) também foi uma novidade em seu lançamento, pois os sistemas de aquecimento utilizados para a classe média e alta possuíam termostato e resistência elétricos que serviam de apoio ao aquecimento solar. O termostato acionava a resistência sempre que a temperatura ficava abaixo da desejada. O reservatório mostrado na figura 7, como o nome indica, apenas reserva a água aquecida que circula por termossifão, do reservatório para as placas em constante aquecimento (CDHU, 2005a).

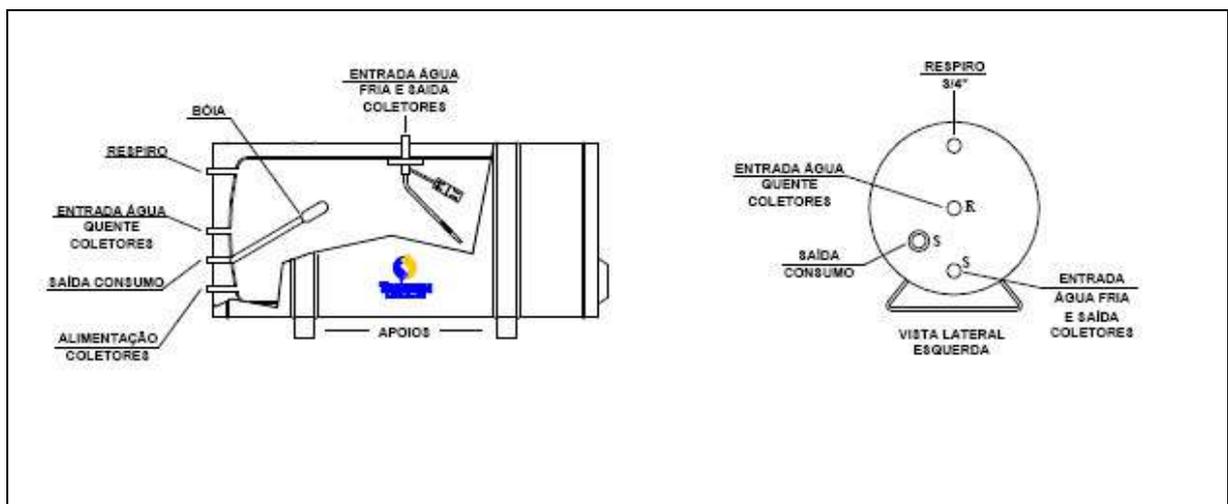


Figura 7-Esquema do reservatório  
 Fonte: Adaptado de (CDHU, 2005a)

O quadro 2 apresenta as características técnicas do reservatório.

<p>           Volume: 200 litros            Comprimento Externo (mm): 1280            Diâmetro Externo (mm): 530            Peso do Reservatório Vazio (kg): 22            Peso do Reservatório Cheio (kg): 222            Pressão de Trabalho (kPa): 50            Fluido de Trabalho: Água            Conexão retorno dos coletores: Ø22mm            Conexão Alimentação dos Coletores: Ø22mm            Conexão Alimentação da Água Fria: Ø3/4 "(com bóia e difusor)            Conexão Saída para Consumo: Ø15mm            Suspiro (no consumo): Ø15mm (com bóia tipo pescador)            Apoio Elétrico: Inexistente            Garantia: 10 anos         </p>
--

Quadro 2 - Dados técnicos do reservatório  
 Fonte: CDHU, 2005a

#### 4.1.1.3 Sistema de Aquecimento de apoio

Todo aquecedor solar precisa ter um sistema de aquecimento de apoio, ou seja, uma alternativa de geração de energia para dias de baixa insolação, quando a radiação solar não é suficiente para fornecer o aquecimento necessário. Neste caso, o apoio é um chuveiro elétrico de 5000 W, 220 V, que deverá permanecer com a chave na posição desligada, só sendo acionado quando se fizer necessário (CDHU, 2005a).

#### 4.1.1.4 Misturador

Foi desenvolvido para residências que não têm tubulação de água quente incorporada à edificação e possibilita sua instalação externa à parede. Os dados técnicos do misturador estão apresentados no Quadro 3. O misturador fica instalado na saída de água fria para o chuveiro e é interceptado pelo cano de água quente que desce do reservatório, atravessando a laje junto à parede, conforme a figura 8.



Figura 8-Ilustração da posição do misturador  
Fonte: CDHU, 2005a

Corpo: Latão fundido  
 Acabamento: cromado  
 Rosca macho x fêmea: ½  
 Rosca saída do tubo de cobre (fêmea): ¾ x ½  
 Tubo de cobre: ø 15 mm  
 Canopla do tubo: ABS cromado  
 Canopla do corpo: aço inox  
 Haste: latão cromado  
 Volante: latão cromado  
 Vedantes: borracha nitrílica  
 Comprimento da haste: 0,70 m  
 Comprimento do tubo: 1,00 m  
 Sistema de fechamento: ½ volta

Quadro 3 - Dados técnicos do misturador  
Fonte: CDHU, 2005a

As fotografias 4, 5 e 6 mostram a disposição do sistema de aquecimento solar nas casas do projeto piloto em Cafelândia.



Foto 4- Coletores fixados sobre o telhado  
Fonte: (CDHU, 2005a)



Foto 5- Espera para o chuveiro elétrico e misturador  
Fonte: (CDHU, 2005a)



Foto 6- Reservatório fixado no vigamento do telhado  
Fonte: (CDHU, 2005a)

## 4.2 AS FAMÍLIAS HABILITADAS PARA O CONJUNTO

Em abril de 2005, as 50 famílias do mutirão assinaram o contrato de compra do imóvel, data em que foi realizada a primeira tomada de dados. Em algumas delas ocorreram alterações na composição e no número de indivíduos que passou de 3 para 3,8 moradores por domicílio. A renda familiar também sofreu uma alteração. A média dos salários das famílias passou de 1,24 salário mínimo antes da mudança, para 1,86 salário mínimo por família após a mudança para o conjunto (CDHU, 2005a).

### 4.2.1 A abordagem

Para o contato com a população e realização das coletas, a equipe da CDHU contou com a colaboração da diretora de Promoção Social da prefeitura de Cafelândia e de técnicos da empresa Transsen, fornecedora do equipamento. A primeira reunião com a população foi realizada pela prefeitura, em 26 de abril de 2005.

### 4.2.2 A reunião com a população

A reunião teve 2 objetivos importantes de esclarecimentos. Primeiro, oferecer as instruções sobre o uso dos sistemas de aquecimento aos moradores e apresentar a pesquisa realizada. Na primeira parte da reunião, o engenheiro da Transsen apresentou as garantias dos equipamentos, os cuidados de manutenção periódica, principalmente dos coletores que estão posicionados na parte externa do telhado e também forneceu os telefones do SAC, serviço de apoio da empresa para a comunicação de eventuais problemas. Na segunda parte, foram apresentados os objetivos da pesquisa e solicitada a colaboração dos moradores que, no momento, consistia no acolhimento dos pesquisadores e no fornecimento das contas de energia dos últimos três meses.

No dia seguinte à reunião, junto com a assinatura dos contratos de financiamento dos imóveis, foi aplicado o questionário para o primeiro levantamento de dados antes da mudança. As questões colocadas neste primeiro levantamento de dados buscaram:

- A caracterização dos domicílios,
- A composição dos familiares,
- O consumo de energia elétrica registrado nas contas de luz antigas dos moradores, e

- A frequência de utilização do chuveiro elétrico.

Além destas questões, centrais para a pesquisa, para uma melhor compreensão e interpretação dos resultados nas próximas etapas, também foi perguntado se havia mais de uma casa no lote do entrevistado e se o chuveiro e/ou a conta de luz eram compartilhados com outra família (CDHU, 2005a).

### 4.3 LEVANTAMENTOS DE DADOS

#### 4.3.1 Primeiro levantamento de dados - Antes da mudança de usuários

##### 4.3.1.1 As famílias

A média de moradores por domicílio apurado foi de 3,78 moradores por domicílio, sendo a média, de quatro moradores, situação esta encontrada em 34% dos domicílios.

A renda familiar que se concentrava na faixa de 1 a 2 salários mínimos (62%) no cadastramento, na data de assinatura do contrato, permanecia ainda concentrada nesta faixa, porém representava 46% de famílias (CDHU, 2005a).

##### 4.3.1.2 As moradias habitadas pelas famílias

O tipo de moradia mais freqüente verificada na pesquisa foi a casa térrea de 5 cômodos (30% dos domicílios), sendo que 24% possuíam 4 cômodos.

Do total de entrevistados, 48% declararam existir outra casa em seu lote. 88% declararam receber conta de energia elétrica no domicílio e 26% declararam dividir conta com outro domicílio.

A situação de ocupação das casas dividiu-se entre: 48% de casas em situação de “cedidas”, portanto, as famílias não pagavam aluguel e 44% em situação de alugada. O valor do aluguel variou de R\$50,00 a R\$180,00, sendo a média ponderada igual a R\$113,00.

A maioria dos domicílios era provida de água encanada, restando ainda seis abastecidas por poço (CDHU, 2005a).

#### 4.3.1.3 O consumo de energia elétrica

O consumo de energia domiciliar foi obtido pela leitura das contas trazidas pelos mutuários no momento da aplicação dos questionários. Foram anotados os consumos em kWh dos 3 meses que antecederam a coleta e o valor pago no último mês. Para a apuração e análise do resultado, foi utilizado o cálculo nas faixas de consumo, adotado pela ANEEL e pela concessionária de energia que atua na cidade de Cafelândia, a CPFL. Para os valores de consumo per capita, as faixas foram divididas pelo número médio de moradores por domicílio. Para esta questão foram eliminados 10 domicílios, por dados errados ou por falta de informação, ficando a amostra reduzida a 40 questionários. O consumo médio domiciliar mensal apurado ficou concentrado na faixa de 101 a 200KWh mensais (50% dos domicílios), enquanto que 27,5% dos domicílios encontravam-se na faixa imediatamente inferior, de 81 a 100KWh mensais. Tomando o consumo de energia per capita, encontra-se o consumo médio de 36 kWh por pessoa e situações bastante díspares, com variações de 15,07 a 258 kWh per capita. A concentração de ocorrência se deu na faixa de consumo de 26,4 a 52,6kWh. Verificou-se que 22,5% de domicílios ficaram enquadrados na faixa que apresenta o consumo per capita maior que 57,9kWh. Os domicílios que apresentaram os maiores consumos foram os ocupados por famílias com até 3 moradores e o maior consumo ocorreu em um domicílio de uma pessoa só (CDHU, 2005a).

#### 4.3.1.4 Uso do chuveiro e número de banhos

Para melhor análise dos dados de consumo de energia e verificar se os hábitos de consumo foram alterados com a introdução dos aquecedores solares, foram colocadas no questionário, questões relativas aos hábitos das famílias. Inicialmente, foi perguntado se havia pessoas que não sendo parte da família utilizavam o chuveiro da casa e 72% declararam que o chuveiro era utilizado apenas pelos familiares.

Foi também perguntado sobre o número de banhos diários por período:

- 32,7% dos entrevistados declararam a ocorrência de um banho ao dia por morador,
- 10,2% declararam dois banhos/dia por morador,
- 36,7% declararam de 1 a 2 banhos por morador e
- 9% dos entrevistados, declaram a ocorrência de mais de 2 banhos por dia no domicílio, resultam em um número médio de 1,5 banhos per capita (CDHU, 2005a).

#### 4.3.2 Segundo levantamento de dados - 6 meses após a mudança

No segundo levantamento de dados, realizado em novembro de 2005, devido às novas condições de moradia, foram revistos tanto o instrumental como o procedimento para aplicação do questionário.

Foi retirado do questionário o bloco de caracterização das condições de moradia e incluído o bloco com questões relativas:

- ao uso do sistema de aquecimento solar e chuveiro elétrico;
- à existência de equipamentos elétricos;
- às vantagens, problemas e sugestões de uso do equipamento solar;
- e um bloco, com questões sobre a percepção que os moradores haviam tido das reuniões de esclarecimento.

A partir da mudança das famílias para o conjunto, técnicos da empresa “Transsen” foram incorporados na equipe de campo, realizando vistoria nos equipamentos e esclarecendo as dúvidas dos moradores.

Foram realizadas 47 entrevistas (3 domicílios ainda não haviam sido ocupados).

Para o acompanhamento dos resultados após a mudança, os dados obtidos foram organizados considerando como unidade de análise o domicílio, em vez da família. Desta forma, pode-se observar as famílias que ocuparam estes domicílios e utilizaram o sistema de aquecimento solar (CDHU, 2006a).

##### 4.3.2.1 As famílias

Conforme verificado em (CDHU, 2006a), em alguns domicílios, apesar do número de pessoas ter permanecido inalterado, as famílias sofreram modificações em suas composições. Estas alterações foram devido ao nascimento de crianças, acolhimento temporário de pais, irmãos, separação de casais, casamentos etc. Considerando as 47 famílias presentes, apurou-se o número de 3,4 moradores por domicílio, um pouco inferior ao apurado antes da mudança. A média encontrada foi a mesma do primeiro levantamento: 4 moradores por domicílio, situação em 46,8% dos domicílios.

A renda familiar apresentou uma média na faixa de 1 a 2 salários mínimos (48%), um pouco maior que a verificada em abril. Na faixa de mais de 2 a 4 salários, houve um decréscimo, passando de 30% no primeiro levantamento para 22% no segundo.

A renda média das famílias foi de 1,7 salários mínimos contra 1,86 salários do primeiro levantamento.

#### 4.3.2.2 Banhos

O número médio de banhos diários per capita apurado foi de 1,5 por dia. Conforme a tabela 4, quando se observa esta distribuição, encontra-se que em 40,4% dos domicílios há ocorrência de 1 banho por dia, em 19,1% dos domicílios, 2 banhos por dia e em 8,6% dos domicílios encontra-se moradores tomando mais de 2 banhos por dia.

Tabela 4- Domicílios de acordo com o número de banhos/dia per capita

Número de Banhos-dia (na moradia)	Domicílios	
	Nº de domicílios	%
Menos de 1 banho-dia	1	2,1
1 banho-dia	19	40,4
Mais de 1 menos de 2 banhos-dia	14	29,8
2 banhos-dia	9	19,1
Mais de 2 menos de 3 banhos-dia	2	4,3
3 banhos-dia	2	4,3
Mais de 3 menos de 4 banhos-dia	0	0
	47	100

Fonte: (CDHU, 2006a)

#### 4.3.2.3 O consumo de energia elétrica

Para apuração do consumo de energia no segundo levantamento, foram utilizados os mesmos procedimentos adotados pela ANEEL/CPFL e também utilizados no primeiro levantamento. Foram excluídas da base de dados as famílias que não mudaram, as que apresentaram menos de 3 meses de registros de consumo e as que apresentaram algum tipo de inconsistência, totalizando 7 famílias.

Pode-se observar na tabela 5, que a concentração de famílias ocorre na faixa de consumo de 101 a 200 kWh, mas o consumo médio geral encontrado foi de 96,9 kWh, localizado na faixa imediatamente inferior de consumo. Quando é calculado o consumo per capita encontra-se que 30% dos moradores consomem de 21 a 26 kWh mensais e outros 30% consomem de 26 a 52 kWh, com a média de 26,6 kWh (CDHU, 2006a).

Tabela 5-Consumo médio mensal de energia elétrica

Consumo Médio Mensal	Número de Famílias	
	Não utilizou	%
KW		
Até 30	0	0,0
De 31 até 80	14	32,6
De 81 até 100	9	20,9
De 101 até 200	20	46,5
De 201 até 220	0	0,0
Superior a 220	0	0,0
<b>total</b>	<b>43</b>	<b>100,0</b>
Não Informou	1	
Ausentes	3	
Inconsistentes	3	
<b>Total</b>	<b>50</b>	

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2006a)

#### 4.3.2.4 Uso do chuveiro elétrico

Um indicador importante da redução da quantidade de energia consumida deveria ser a não utilização do chuveiro elétrico, independentemente do aumento do número de banhos.

A tabela 6 apresenta o resultado da entrevista de 46 famílias neste segundo levantamento de dados, em que 41,3% do total de entrevistados declarou não haver se utilizado do chuveiro elétrico. Das 58,7% que ligaram o chuveiro, apenas 34,8% declararam ter ligado 5 ou mais vezes no período considerado e são famílias que declararam a existência de não moradores utilizando o chuveiro.

Tabela 6-Distribuição das famílias, segundo o acionamento do chuveiro elétrico

Acionamento do chuveiro elétrico	Não utilizou	%	Número de banhos diários por morador			
			1 banho	de 1 a 2	2 banhos	mais de 2
não acionou	19	41,3	9	4	5	1
acionou até 3 vezes	7	15,2	2	3	2	
acionou mais de 3 até 5 vezes	4	8,7	2	1		
acionou mais de 5 vezes	16	34,8	6	6	2	2
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>100,0</b>	<b>19</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>4</b>
famílias ausentes	3					
dados inconsistentes	1					

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2006a)

Explorando as razões que levaram os moradores a utilizar o chuveiro elétrico, encontrou-se que 89% dos que se utilizaram declararam a baixa temperatura ambiente como sendo o fator determinante. Duas famílias declararam a necessidade de aquecimento rápido como sendo a causa do uso do chuveiro elétrico. Isto é muito comum na maioria dos sistemas de aquecimento, hoje já existem sistemas que forçam a circulação da água restante nas tubulações, sempre que determinada temperatura é atingida, evitando a demora de fornecimento de água aquecida e conseqüentemente o desperdício de água fria. Verificou-se também que o tamanho da família e não moradores utilizando o chuveiro não tiveram muita influência no acionamento do chuveiro. Entre as 16 famílias que declararam ter acionado o chuveiro elétrico mais de 5 vezes no período, foram encontradas 4 que compartilharam o chuveiro e 2 com mais de 4 moradores. As 10 famílias restantes declararam outros motivos, sendo grande a influência de baixas temperaturas ocorridas no período, relatada por vários moradores (CDHU, 2006a).

#### 4.3.2.5 Satisfação dos usuários

Neste item foram feitas duas perguntas diretas: “a quantidade de água quente foi suficiente para a família?” e “a temperatura da água esteve satisfatória?”

Para estas duas questões, as respostas foram altamente favoráveis ao uso do solar, sendo que 95% dos usuários responderam que a quantidade de água aquecida era suficiente para a família e 95% responderam que a temperatura era satisfatória para todos os banhos. Estas respostas contrastam com as respostas dadas às questões relativas ao acionamento do elétrico. Dos moradores, 82% declararam não ter dificuldades para utilizar o sistema e 50% disseram compreender o funcionamento do sistema antes da mudança, após a explicação dada pelo fabricante.

Para as questões relativas ao desempenho, manutenção e aceitação do sistema, foi considerado o total de domicílios, mas para análise do comportamento do consumo, foram selecionados apenas os domicílios que não apresentaram alterações na composição das famílias. Após a seleção das famílias que não apresentaram alterações, foram retirados dos dados colhidos, os domicílios com resultados inconsistentes e as famílias que não estavam presentes nas datas em que foram realizados os levantamentos de dados (CDHU, 2006a).

Destes procedimentos, resultou a retirada de 23 famílias que apresentaram casos de inconsistências no 1ª levantamento, casos de inconsistência no 2ª levantamento, casos de

substituição ou alteração significativa na família e casos de domicílios vagos. Após este procedimento, o banco de dados ficou reduzido a 23 domicílios.

#### 4.3.2.6 Evolução do consumo de energia elétrica das 23 famílias após o uso do aquecimento solar

No primeiro levantamento de dados, o consumo per capita médio apurado foi de 41,9 kWh e no segundo, 25,4 kWh. A redução média de consumo per capita, provavelmente decorrente do uso do aquecedor solar, foi de 39,4%, bastante significativa. Conforme tabela 7, da amostra selecionada de 23 domicílios, 31% tiveram aumento de consumo mensal médio e 69% apresentaram redução de consumo (CDHU, 2006c).

Tabela 7-Variação de consumo mensal domiciliar de energia elétrica

Classe de Variação	Número de Domicílios	
	% do consumo de Abril	
	Redução	Aumento
Até 10	4	3
De 10 até 20	4	3
De 20 até 30	2	1
De 30 até 40	4	
Maior que 40	2	
<b>Total</b>	<b>16</b>	<b>7</b>

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2006c)

#### 4.3.3 Terceiro levantamento de dados

O terceiro levantamento de dados foi realizado entre 23 e 25 de novembro de 2006, quando foi aplicado o questionário e realizada mais uma inspeção da empresa fabricante do sistema. O conjunto habitacional, apesar de ainda estar sofrendo os transtornos decorrentes das obras da segunda fase, recebeu várias melhorias, como o plantio de árvores, a implantação de uma quadra poliesportiva, um parquinho infantil e uma escola técnica instalada dentro do centro comunitário.

#### 4.3.3.1 As famílias

Das 50 casas analisadas, 2 não estavam habitadas e em 2 casas os moradores haviam saído. Nos 46 domicílios visitados, foram identificadas 6 famílias que não eram residentes nas verificações anteriores. Nos demais domicílios as famílias continuaram as mesmas, com algumas alterações na composição familiar, por motivos variados como casamentos, separação de casais e agregação/desagregação de parentes. Observou-se um aumento na composição das famílias, com mais de 4 moradores após a mudança para o conjunto. A renda média familiar por sua vez variou, passando de 1,86 salário mínimo em abril de 2005, antes da mudança para 1,58 salário mínimo em novembro de 2005, ocasião do segundo levantamento. Em novembro de 2006, aumentou para 1,94 salário. Quando se considera a distribuição das famílias por faixas de renda, pode-se observar que embora tenha havido um aumento da participação de famílias com menos de 1 salário mínimo de renda mensal, houve uma significativa redução no percentual de famílias com renda mensal abaixo de 2 salários mínimos que passa de 67,4% no segundo levantamento para 47,8% no terceiro. Verificou-se que houve melhora na renda média do conjunto de moradores (CDHU, 2006b).

#### 4.3.3.2 O uso do chuveiro

O número de banhos per capita, neste levantamento, apresentado na tabela 8, mostra que 21% das pessoas tomam um banho por dia, 47% tomam de 1 a 2 banhos e 29% tomam de 2 a mais banhos por dia. O número médio de banhos diários por pessoa verificado foi de 1,54 (CDHU, 2006b).

Tabela 8-Distribuição das famílias segundo o número de banhos per capita ao dia

<b>Número de banhos-dia</b>	<b>Abril-2005</b>	<b>Novembro-2005</b>	<b>Novembro-2006</b>
Menos de 1 banho	2,0	2,1	2,2
1 banho-dia	32,7	40,4	21,7
Mais de 1 menos de 2 banhos-dia	36,7	29,8	47,8
2 banhos-dia	10,2	19,1	17,4
Mais de 2 banhos-dia	28,4	8,5	10,9
<b>Total(%)</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2006b)

Somente em 3 moradias, foi constatado que pessoas não moradoras se utilizavam do chuveiro. Entre as famílias presentes no terceiro levantamento, apenas 24% declararam ter

utilizado o chuveiro elétrico no último mês. No segundo levantamento, 58% declararam haver ligado pelo menos uma vez o chuveiro elétrico no período após a mudança (CDHU, 2006b).

#### 4.3.3.3 Consumo de energia elétrica

O consumo médio mensal apurado no terceiro levantamento, apresentado na tabela 9, foi de 103 kWh por domicílio. A concentração das famílias (42,2%) deu-se na faixa de consumo de 100 a 200 kWh. Em 55,5% das famílias o consumo foi inferior a 100 kWh, contra 53,5% no segundo levantamento e 28,5% antes da mudança. O consumo por morador apresentou uma concentração na faixa de 26,4 a 52,6 kWh. Em 22% das famílias o consumo foi inferior a 26,4 kWh.

Tabela 9-Distribuição das famílias segundo o consumo médio per capita de energia elétrica

Consumo médio mensal (KW)	Porcentual de famílias		
	Abril-2005	Novembro-2005	Novembro-2006
Até 7,9	0,0	0,0	2,3
de 8 a 21,1	12,5	27,9	15,9
de 21,2 a 26,3	22,5	30,2	31,8
de 26,4 a 56,6	37,5	30,2	43,2
de 56,7 a 57,9	5,0	7,0	2,3
superior a 57,9	22,5	4,7	4,5
Total(%)	100,0	100,0	100,0

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2006b)

#### 4.3.4 Quarto levantamento de dados e avaliação comparativa com os anos anteriores

Esta etapa foi realizada entre 18 e 20 de outubro de 2007, aproximadamente 1 ano após o 3º levantamento e 2 anos de uso dos aquecedores solares. Das 50 famílias, 3 não se encontravam no local, sendo assim, não participaram da entrevista. Foram entrevistadas 47 famílias.

##### 4.3.4.1 As famílias

Comparando com os levantamentos anteriores, observou-se um pequeno aumento no tamanho das famílias. Nos dados anteriores haviam 28 e 20 famílias com menos de 3 moradores. Em outubro de 2007, passaram a ser 13 famílias com menos de 3 moradores.

Observou-se também um pequeno crescimento na renda familiar. No levantamento de novembro de 2006, 50% das famílias recebiam até 2 salários mínimos mensais. No levantamento de outubro de 2007, 46% delas recebiam até 2 salários mínimos mensais, o que indica que 54% estavam acima de 2 salários mínimos (CDHU, 2007).

#### 4.3.4.2 Banhos

O número de banhos por família passou de 5,7 em novembro de 2006 para 6,3 em outubro de 2007. O número de banhos por pessoa também sofreu um pequeno aumento, passando para 1,7 por pessoa (CDHU, 2007).

#### 4.3.4.3 Análise do consumo de energia elétrica

O consumo de energia apresentou um pequeno aumento quando comparado aos dados do terceiro levantamento. A média de consumo domiciliar que era de 100 kWh por domicílio, passou a ser de 110 kWh. No quarto levantamento de dados foi possível estabelecer, a partir das contas de energia elétrica dos moradores, a evolução do consumo do primeiro trimestre para os anos de 2005, 2006 e 2007 (gráfico 4). No primeiro trimestre de 2005, os moradores residiam em suas antigas casas, utilizando apenas o chuveiro elétrico para os banhos. Foi possível verificar a evolução do consumo no 3º trimestre dos mesmos anos, quando as famílias já residiam nas casas com os sistemas de aquecimento solar (CDHU, 2007).

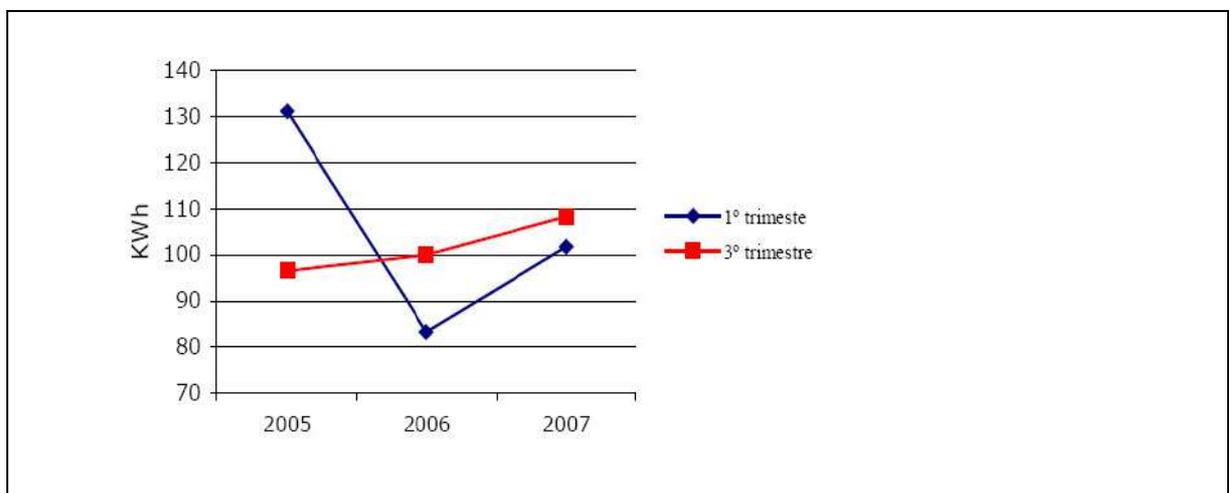


Gráfico 4- Evolução do consumo médio trimestral de energia elétrica do total de famílias da amostra  
Fonte: Adaptado de (CDHU, 2007)

O que pode ser observado no gráfico 4 é que, após a grande queda de 2006, quando é introduzido o uso do sistema solar, inicia-se uma curva de consumo crescente.

4.3.4.4 A evolução do consumo de energia elétrica

Para analisar a evolução de consumo ao longo do período será necessário separar aqueles que permaneceram ocupados pelas mesmas famílias com a mesma composição ao longo do período. Quando se faz esta seleção, encontram-se apenas 13 famílias que apresentaram o consumo conforme o gráfico 5 (CDHU, 2007).

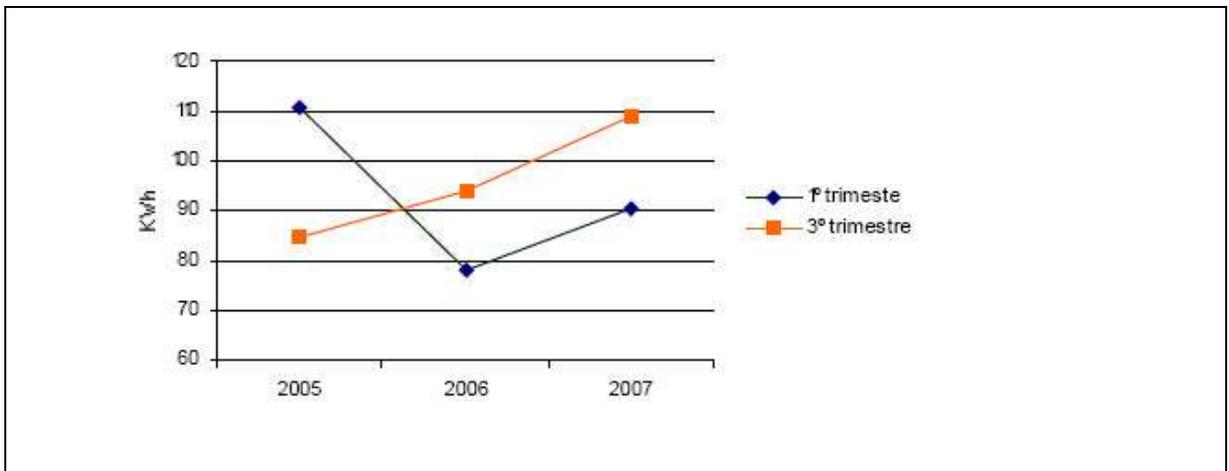


Gráfico 5- Evolução do consumo médio trimestral de energia elétrica das 13 famílias que não sofreram alteração de composição  
 Fonte: Adaptado de (CDHU, 2007)

Analisando o consumo de energia de cada família, verificou-se que houve um aumento no consumo , mas não em todas as residências, como mostra o gráfico 6 (CDHU, 2007).

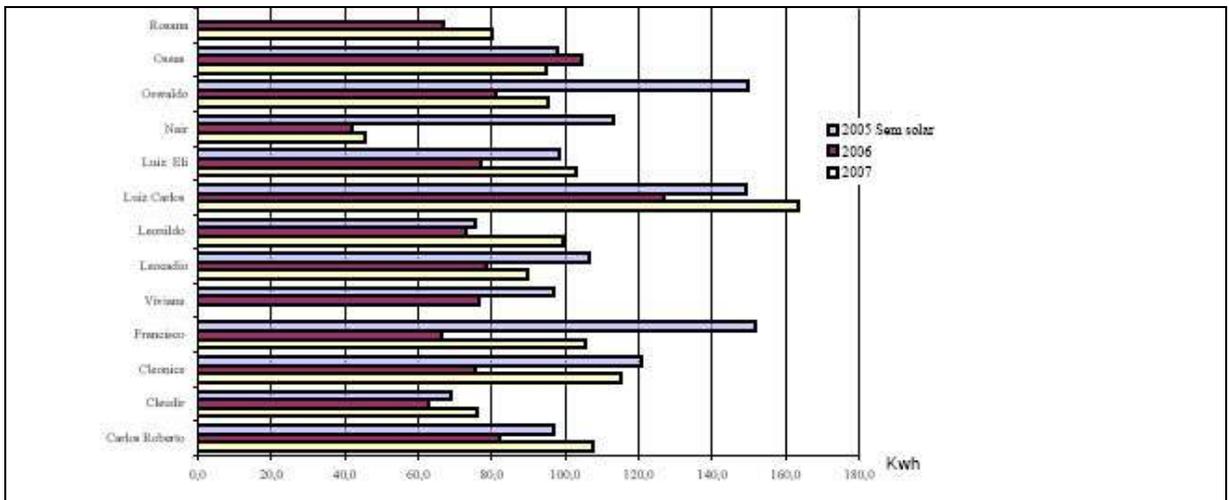


Gráfico 6- Evolução da média de consumo de energia elétrica nos 1º trimestres de 2005 - 2006 - 2007  
 Fonte: Adaptado de (CDHU, 2007)

Embora não seja possível avaliar com precisão o quanto a instalação do sistema de aquecimento solar reduziu o consumo de energia, o benefício para as famílias pode ser apresentado no valor das contas. Nas Habitações de Interesse Social (HIS) as concessionárias de energia, aplicam a chamada “Tarifa Social”. Nesta tarifa quanto menor o consumo, menor é o custo do kWh. A tarifa social foi estabelecida pela Lei 10.438/2002 e regulamentada pela ANEEL, pelas Resoluções 246/2002; 485/2002 e 253/2007. A tabela 10 apresenta os valores de tarifa empregados em dezembro de 2007 para as famílias (CDHU, 2007).

Tabela 10-Tarifa Social-Redução de preço conforme o consumo

<b>B1- Residencial Baixa Renda</b>	<b>R\$/kWh</b>	<b>% de redução</b>
Consumo mensal até 30 kWh	0,11161	65
Consumo mensal de 31 a 80 kWh	0,18961	40
Consumo mensal de 81 a 100 kWh	0,19037	40
Consumo mensal de 101 a 200 kWh	0,28553	10
Consumo mensal de 201 a 220 kWh	0,31725	0

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2007)

Pode-se observar, na tabela 11, a redução de consumo nos vários levantamentos e o enquadramento médio das contas dos moradores.

Tabela 11-Distribuição das 13 famílias segundo o consumo médio

<b>Primeiro trimestre</b>			
<b>B1-residencial Baixa Renda</b>	<b>2005</b>	<b>2006</b>	<b>2007</b>
Consumo mensal ate 30kwh			
Consumo mensal de 31 a 80kwh	17	77	23
Consumo mensal de 81 a 100kwh	33	15	62
Consumo mensal de 101 a 200kwh	50	8	15
Consumo mensal de 201 a 220kwh			
Consumo mensal superior a 220kwh			
<b>Total em %</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2007)

No final do quarto levantamento, foi perguntado aos entrevistados se caso eles não tivessem o sistema em suas casas, após conhecer o sistema de aquecimento solar, se concordariam em pagar um valor um pouco maior na sua prestação para adquirir o sistema e 100% respondeu que sim, sendo que a principal razão foi a redução no valor da conta de energia (CDHU, 2007).

## 5. CONCLUSÃO

Um dos objetivos deste trabalho foi avaliar a aplicação do sistema de aquecimento solar em conjuntos habitacionais de interesse social. Embora o número de famílias avaliadas que utilizaram o sistema de aquecimento solar tenha sido pequeno para se tomar a decisão do uso do sistema nos próximos conjuntos habitacionais, o sistema mostrou-se bastante adequado ao uso das famílias, houve facilidade no controle de temperatura através do misturador (água quente/fria) e os dados apresentados foram satisfatórios, sendo viável a sua aplicação, mas é importante que haja um bom treinamento dos moradores para a sua utilização e conservação.

Os levantamentos de dados realizados antes da mudança e o realizado após 6 meses de uso do sistema apresentaram os melhores indicadores de economia, provavelmente pelo fato de que as famílias não tiveram alteração em número e continuaram com os mesmos hábitos que tinham antes da mudança para a nova casa. O acompanhamento realizado nos anos seguintes ficou um pouco prejudicado devido ao fato de não ser possível realizar os levantamentos de dados da mesma forma que nos dois primeiros.

No terceiro e quarto levantamentos foi verificado um aumento de consumo de energia das famílias e os outros dados obtidos não foram suficientes para explicar esta variação. Fatos importantes a serem considerados foram o crescimento da renda familiar que proporcionou um aumento de consumo de energia, devido à aquisição de equipamentos elétricos nas residências, uma vez que todas as famílias declararam que a quantidade e a temperatura da água para o banho eram suficientes e também que não havia tido aumento no número de acionamentos de chuveiro elétrico.

Nos empreendimentos futuros é importante o acompanhamento do consumo de água nas habitações e também a utilização do gás (no sistema auxiliar de aquecimento) em conjunto com o sistema de aquecimento solar, pois o gás é ótimo combustível gerador de calor e pode contribuir com a necessidade de água quente nos horários de pico.

Há, portanto, a necessidade de implantar novos projetos deste tipo, a partir da experiência adquirida em Cafelândia, para evolução da investigação e avaliação da viabilidade do sistema de aquecimento solar em condomínios para a população de baixa renda.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Disponível em: <<http://www.abnt.org.br>> Acesso em :10 mar. 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE REFRIGERAÇÃO, AR CONDICIONADO, VENTILAÇÃO E AQUECIMENTO. Disponível em: <[http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/cma/ap/AP20100317\\_Abrava\\_Mesquita.pdf](http://www.senado.gov.br/sf/comissoes/cma/ap/AP20100317_Abrava_Mesquita.pdf)> Acesso em: 25 ago. 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Manual para Elaboração do Programa de Eficiência Energética, ciclo 2005/2006.** Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/manual\\_ELABORACAO\\_DO\\_PEE\\_CICLO\\_2005-2006\\_REV\\_DEZ\\_2005.PDF](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/manual_ELABORACAO_DO_PEE_CICLO_2005-2006_REV_DEZ_2005.PDF)> Acesso em: 10 abr.2010.

\_\_\_\_\_. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>> Acesso em: 10 abr. 2010.

BERMANN, Célio. **Energia no Brasil : para quê? para quem?** 2.ed. São Paulo: Livraria da Física. 2003. .

BEZERRA, Arnaldo Moura. **Aplicações Térmicas da Energia Solar.** 4ª ed. João Pessoa: Editora UFPB, 2000.

BEZERRA, Arnaldo Moura. **Aplicações Práticas da Energia Solar:** aquecedor de água, fogão solar, secador de frutos, destilador de água, silo secador de grãos. Editora Nobel:São Paulo. 1990.

BOLETIM INFORMATIVO DA SECRETARIA DE SANEAMENTO E ENERGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO. Disponível em: <[http://www.saneamento.sp.gov.br/noticias/.../18\\_06.html](http://www.saneamento.sp.gov.br/noticias/.../18_06.html) > Acesso em: 25 jul. 2010

BRASIL. LEI 14.459, 2007. Disponível em: < <http://www.cidadessolares.org.br>> Acesso em 19 set. 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO. Gerência de gestão estratégica. **Produção habitacional por ano, perfil da produção, produção por gestão de governo -1967-2007, 2007a.**

\_\_\_\_\_. -Gerência de pesquisa social : **Resultado da pesquisa sobre consumo de energia (análise estatística) 1ª tomada**, 2005a

\_\_\_\_\_.Gerência de desenvolvimento de produtos. **Relatório 1. Visita ao empreendimento Cafelândia** , 2005b.

\_\_\_\_\_.Gerência de pesquisa social : **Relatório de campo: 2ª tomada de dados** , 2006a.

\_\_\_\_\_.Gerência de desenvolvimento de produtos. **Relatório de Campo Cafelândia: 3ª tomada de dados** , 2006b.

\_\_\_\_\_.Gerência de desenvolvimento de produtos. **Apresentação:** avaliação de uso do sistema de aquecimento solar Transsen para HIS CDHU, 2006c.

\_\_\_\_\_.Gerência de desenvolvimento de produtos **Relatório de Campo Cafelândia 4ª tomada de dados** , 2007.

\_\_\_\_\_ Gerência de Gestão da Informação, 2008a

\_\_\_\_\_.Gerência de Planejamento Econômico, 2008b

\_\_\_\_\_. Disponível em: < <http://www.cdhu.sp.gov.br> >Acesso em 10 nov. 2009.

COMPANHIA PAULISTA DE FORÇA E LUZ. Disponível em: <[http://www.cpfl.com.br/Portals/2/pdf/info\\_baixa\\_renda.pdf](http://www.cpfl.com.br/Portals/2/pdf/info_baixa_renda.pdf) >Acesso em 10 abr. 2010.

COSIF Portal de Contabilidade. Disponível em: <<http://www.cosif.com.br>> Acesso em: 10 ago. 2010.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Disponível em:< <http://www.epe.gov.br>>Acesso em: 30 ago. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br>> Acesso em 03 abr. 2010.

MESASOLAR– Manual de Noções Iniciais de Aquecimento solar. Disponível em: <<http://mesasolar.org/tecnica/Nocoes.pdf> >Acesso em 20 set. 2010.

NAUGLAS Disponível em: <<http://www.nauglasmarpiscinas.com.br/aquecedores.htm>>  
Acesso em: 10 set. 2010.

PALZ, Wolfgang. **Energia Solar e fontes alternativas**. São Paulo: Hemus, 1981.

PORTAL São Francisco. Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br>>acesso em  
10 fev. 2010.

REVISTA ABRAVA. Disponível: [http://www.revistaabrava.com.br/news/matéria\\_aquecimento\\_solar\\_doc](http://www.revistaabrava.com.br/news/matéria_aquecimento_solar_doc)> Acesso em: 15 jan. 2010.

REVISTA TÉCNICA. Disponível em: <http://www.revistatechne.com.br/engenharia-civil/146/imprime139054.asp>>Acesso em: 22 set. 2010.

RODRIGUES, Délcio.; MATAJS, Roberto. **Introdução ao Sistema de Aquecimento Solar**. São Paulo: Instituto Vitae Civilis, 2010.

SOLETROL. Disponível em: <[http://www.soletrol.com.br/noticias/agua\\_e\\_sol/12/pg02.php](http://www.soletrol.com.br/noticias/agua_e_sol/12/pg02.php)>  
>Acesso em: 22 set. 2010.

**ANEXOS**

## ANEXO A - O CDHU

A Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo é um órgão ligado a Secretaria de Habitação do Estado e até o final da década de 1980, os seus recursos vinham do Sistema Financeiro Habitacional (SFH). A Política Habitacional do Governo do Estado de São Paulo começou a se desenvolver a partir da edição da lei 6.556 de 30/11/1989 que disponibilizou recursos do orçamento do Estado para o CDHU, recurso estabelecido em 1% na alíquota do ICMS de produtos industrializados. A importância destes recursos pode ser constatada após 1990, pelo aumento significativo do número de unidades habitacionais construídas e entregues, com 87,11% dos investimentos habitacionais do CDHU. Outro fator importante no aumento de recursos para o setor habitacional de baixa renda foi às parcerias realizadas, desenvolvendo ações públicas para o setor de habitação. (CDHU, 2008a)

### DISTRIBUIÇÃO TERRITORIAL DA OFERTA DE MORADIAS CDHU

Desde que iniciou suas atividades, a CDHU construiu e comercializou aproximadamente 440 mil habitações, em 617 municípios. Nessas casas e apartamentos moram quase 2 milhões de pessoas, população superior à grande maioria dos municípios brasileiros. A oferta de moradias cresceu muito, até 1986 a CDHU atendeu 19 municípios - 3% de um total de 572 -, em 1999, portanto, em um intervalo de pouco mais de uma década - atendeu a 515 municípios - 80% de um total de 645, totalizando um acumulado de 96% CDHU (11/2008).

A figura 9, apresenta o crescimento da oferta de moradias do CDHU neste período no Estado de São Paulo.

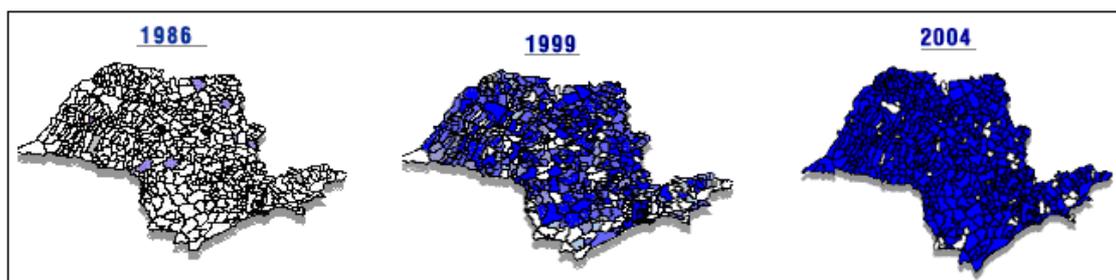


Figura 9 – Evolução de oferta de moradias  
Fonte: Adaptado de (CDHU, 2008b)

## MUNICÍPIOS ATENDIDOS

As tabelas 12 e 13 apresentam respectivamente, o número de municípios atendidos e o número de unidades oferecidas à população de baixa renda pelo CDHU, no período de 1986 a 2008.

Tabela 12- Número de Municípios Atendidos

<b>Nº de municípios Atendidos</b>	<b>1986</b>	<b>1999</b>	<b>2004</b>	<b>2008</b>
RMSP	4	20	35	35
Interior	15	495	566	582
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>515</b>	<b>601</b>	<b>617</b>

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2008b)

Tabela 13: Unidades habitacionais oferecidas

<b>ATENDIMENTO</b>									
<b>Nº de unidades</b>	<b>1986</b>		<b>1999</b>		<b>2004</b>		<b>2008</b>		
RMSP	5.228	64,0	63.105	26,0	97.508	27,0	139.990	32,0	
Interior	2.963	36,0	243.114	74,0	257.847	73,0	297.326	68,0	
<b>Total</b>	<b>8.191</b>	<b>100,0</b>	<b>180.009</b>	<b>100,0</b>	<b>355.355</b>	<b>100,0</b>	<b>437.316</b>	<b>100,0</b>	

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2008b)

## ATUAÇÃO DO CDHU

A CDHU é hoje uma das maiores companhias habitacionais do mundo e movimenta perto de 750 milhões de reais por ano, orçamento superior à receita da maioria dos municípios paulistas, maior que a de pelo menos 15 Estados brasileiros.

A produção em massa de moradias consome toneladas de materiais de construção, movimenta centenas de máquinas e equipamentos e emprega grande número de trabalhadores. Além da geração direta e indireta de milhares de empregos. Os funcionários da Companhia detêm amplo conhecimento na condução e produção de moradias habitacionais. Esta experiência acumulada permite implementar a política habitacional do Governo do Estado, na velocidade, volume e qualidade exigidos.

É importante observar que CDHU não constrói só casas, desde 1989 a Companhia tem promovido também ações de desenvolvimento urbano, além de promover grande expansão econômica nos municípios onde atua. O CDHU atuou também em outros programas sociais como o Programa de Atuação em Favelas e Áreas de Risco e o Programa de Atuação em Cortiços, não só criando mais moradias, mas participando do processo de renovação urbana. (CDHU, 2009)

## POLITICA SOCIAL DE SUBSIDIOS

A Política de Subsídios é uma característica marcante da Política Habitacional do Estado de São Paulo, visto que, para o atendimento às famílias de baixa renda há necessidade de concessão de subsídios, dada sua incapacidade de acessar o mercado privado de crédito. Conforme CDHU(2008), os baixos rendimentos desta população impedem o acesso a créditos para habitação fazendo com que haja falta de moradia no Estado de São Paulo.

Com a Lei 6.556 de 1989, essa situação mudou, foram destinados mais recursos para construção de habitações para a população de baixa renda, com prioridade para famílias com rendas com faixas de 1 a 3 salários mínimos e também para urbanização de favelas. O CDHU também trabalha com uma regra de “Limite Máximo de Comprometimento de Renda”, isto é, a prestação é paga conforme o rendimento familiar apresentado na tabela 14.

Tabela 14: Rendimento Familiar

<b>Limite Máximo de Comprometimento de Renda</b>	
<b>Salários Mínimos</b>	<b>% sobre a Renda Familiar</b>
1,00 a 3,00	15%
3,01 a 5,00	15 a 20%
5,01 a 8,5	20 a 25%
8,5 a 10	25 a 30%

Fonte: Adaptado de (CDHU, 2008b)

O CDHU apresenta uma Política de Subsídios em 3 modelos: Subsídio Cruzado, o chamado subsídio "na cabeça" e o subsídio de equalização de taxa de juros.

O modelo de subsidio cruzado oferece descontos nas prestações que variam conforme o comprometimento de renda das famílias e também faz com que as prestações diminuam durante o prazo do financiamento. Este modelo é e concedido as famílias que não tem como pagar a prestação integral. A garantia de recursos para este modelo de subsidio e feita com o aumento de prestação de ate 10% das famílias que tem capacidade de pagamento.

O modelo de subsidio na cabeça foi desenvolvido no final de 1990, através de uma parceria do CDHU e o banco Interamericano de Desenvolvimento(BID), para o Programa de atuação em cortiços(PAC). Este modelo concede um desconto sobre o valor do imóvel para todas as famílias , independente da renda familiar. Este financiamento tem as taxas de juros bem próximas das taxas de juros praticadas pelo Sistema Financeiro da Habitação (SFH), bem melhores do que as taxas oferecidas pelo mercado.

O subsidio de Equalização de Taxas de Juros segue o Programa Habitacional de Integração (PHAI) que foi desenvolvido para atender servidores públicos estadual. Este subsidio oferece o financiamento para aquisição da habitação, realizado por agentes financeiros do mercado, com taxas de juros menores, subsidiadas pelo CDHU.

Alem destes subsídios a Secretaria de Habitação do Estado tem parceria com o Governo Federal através da Caixa Econômica Federal repassando recursos para projetos de Associações e Cooperativas que participam do Programa Credito Solidário do Governo Federal. (CDHU, 2008b)

## ANEXO B- LEI Nº 14.459, DE 3 DE JULHO DE 2007

GILBERTO KASSAB, Prefeito do Município de São Paulo, no uso das atribuições que lhe são conferidas por lei, faz saber que a Câmara Municipal, em sessão de 26 de junho de 2007, decretou e eu promulgo a seguinte lei:

Art. 1º Fica acrescido o item 9.3.5 à Seção 9.3 - Instalações Prediais do Anexo I da Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras e Edificações), com a seguinte redação:

((ARTIGO))"9.3.5 As edificações novas deverão ser providas de instalações destinadas a receber sistema de aquecimento de água por meio do aproveitamento da energia solar, na conformidade das disposições de lei específica sobre a matéria". (NR)

Art. 2º É obrigatória a instalação de sistema de aquecimento de água por meio do aproveitamento da energia solar, nas novas edificações do Município de São Paulo, destinadas às categorias de uso residencial e não-residencial, na conformidade do disposto nesta lei e no item 9.3.5 da Seção 9.3 - Instalações Prediais do Anexo I da Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras e Edificações).

Art. 3º A obrigatoriedade estabelecida no art. 2º desta lei aplica-se, na categoria de uso não-residencial, às seguintes atividades de comércio, de prestação de serviços públicos e privados, e industriais:

I - hotéis, motéis e similares;

II - clubes esportivos, casas de banho e sauna, academias de ginástica e lutas marciais, escolas de esportes, estabelecimentos de locação de quadras esportivas;

III - clínicas de estética, institutos de beleza, cabeleireiros e similares;

IV - hospitais, unidades de saúde com leitos, casas de repouso;

V - escolas, creches, abrigos, asilos e albergues;

VI - quartéis;

VII - indústrias, se a atividade setorial específica demandar água aquecida no processo de industrialização ou, ainda, quando disponibilizar vestiários para seus funcionários;

VIII - lavanderias industriais, de prestação de serviço ou coletivas, em edificações de qualquer uso, que utilizem em seu processo água aquecida.

Art. 4º A obrigatoriedade estabelecida no art. 2º desta lei se aplica às edificações novas ou não, isoladas ou agrupadas horizontal ou verticalmente ou superpostas, da categoria de uso residencial, ou integrantes de conjunto de instalações de usos não-residenciais, que venham a contemplar a construção de piscina de água aquecida.

Art. 5º Nas novas edificações destinadas ao uso residencial multifamiliar ou unifamiliar, que possuam até 3 (três) banheiros por unidade habitacional, deverão ser executadas, em seus sistemas de instalações hidráulicas, as prumadas e a respectiva rede de distribuição, a permitirem a instalação do reservatório térmico e das placas coletoras de energia solar.

Art. 6º Decreto específico a ser editado pelo Executivo definirá as normas de implantação, os procedimentos pertinentes e os prazos para início da aplicação desta lei às novas edificações destinadas às Habitações de Interesse Social - HIS.

Art. 7º A emissão do Certificado de Conclusão ou Auto de Regularização previstos na Lei nº 11.228, de 1992, fica condicionada ao cumprimento do disposto nesta lei.

Art. 8º Os sistemas de instalações hidráulicas e os equipamentos de aquecimento de água por energia solar de que tratam esta lei deverão ser dimensionados para atender, no mínimo, 40% (quarenta por cento) de toda a demanda anual de energia necessária para o aquecimento de água sanitária e água de piscinas, de acordo com a Metodologia de Avaliação da Contribuição Solar estabelecida no Anexo Único integrante desta lei.

Parágrafo único. Os equipamentos mencionados no "caput" deste artigo deverão ter sua eficiência comprovada por órgão técnico, credenciado pelo Instituto Nacional de Metrologia,

Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO.

Art. 9º Para o efeito de aplicação do art. 5º desta lei, define-se banheiro como o aposento dotado de vaso sanitário, possuindo ou não, em suas instalações, aquecimento de água sanitária por toda e qualquer fonte de energia.

Art. 10. O somatório das áreas de projeção dos equipamentos, constituídos pelas placas coletoras e reservatórios térmicos, não será computável para efeito do cálculo do coeficiente de aproveitamento básico e máximo previsto na Legislação de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo - LPUOS.

Parágrafo único. A área de projeção mencionada no "caput" deste artigo refere-se ao resultado da aplicação dos parâmetros contidos no Anexo Único.

Art. 11. O disposto nesta lei não se aplica às edificações nas quais seja tecnicamente inviável alcançar as condições que correspondam à demanda anual de energia necessária para aquecimento de água por energia solar, na conformidade do disposto no seu art. 8º.

Parágrafo único. O enquadramento na situação prevista no "caput" deste artigo deverá ser comprovado por meio de estudo técnico elaborado por profissional habilitado, que demonstre a inviabilidade de atendimento à exigência legal, consoante os parâmetros estabelecidos no Anexo Único.

Art. 12. Aplica-se o disposto nesta lei aos projetos de novas edificações protocolizadas a partir da data de publicação de seu decreto regulamentar.

Art. 13. O Executivo regulamentará esta lei no prazo de 120 (cento e vinte) dias, a contar da data de sua publicação.

Art. 14. As despesas decorrentes da execução desta lei correrão por conta de dotações orçamentárias próprias, suplementadas se necessário.

Art. 15. Esta lei entrará em vigor na data de sua publicação.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO, aos 3 de julho de 2007, 454º da fundação de São Paulo.

GILBERTO KASSAB, PREFEITO

Publicada na Secretaria do Governo Municipal, em 3 de julho de 2007.

CLOVIS DE BARROS CARVALHO, Secretário do Governo Municipal

## ANEXO C – Resolução Normativa ANEEL 253/2007

## RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 253, DE 14 DE FEVEREIRO DE 2007

Altera a redação dos §§ 1º e 5º do art. 2º e inciso IV do art. 4º da Resolução nº 485, de 29 de agosto de 2002, que regulamentou o processo de cadastramento e classificação de unidade consumidora com consumo mensal entre 80 e 220 kWh na Subclasse Residencial Baixa Renda.

Relatório

O DIRETOR-GERAL DA AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL, no uso de suas atribuições regimentais, de acordo com deliberação da Diretoria, tendo em vista o disposto no art. 1º, §§ 1º, 5º, 6º e 7º, da Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002, no Decreto nº 3.877, de 24 de julho de 2001, no Decreto nº 4.102, de 24 de janeiro de 2002, no art. 4º do Decreto nº 4.336, de 16 de agosto de 2002, no Decreto nº 5.749, de 11 de abril de 2006, com base no art. 1º do Decreto nº 4.932, de 23 de dezembro de 2003, com redação dada pelo Decreto nº 4.970, de 30 de janeiro de 2004, na Resolução nº 485, de 29 de agosto de 2002, e o que consta do Processo nº 48500.001877/02-01, resolve:

Art. 1º Alterar a redação dos §§ 1º e 5º do art. 2º e inciso IV do art. 4º da Resolução nº 485, de 29 de agosto de 2002, que passam a vigorar com a seguinte redação:

“Art. 2º .....

§ 1º Para receber o benefício da subvenção econômica destinada à Subclasse Residencial Baixa Renda, o responsável pela unidade consumidora deverá demonstrar que pertence à família inscrita no Cadastro Único do Governo Federal e que atende às condições que o habilitem a ser beneficiário do Programa Bolsa Família, observando-se o respectivo período de transição e unificação a que se refere o § 2º deste artigo.

.....

§ 5º O responsável pela unidade consumidora a que se refere o § 4º, que tenha consumo mensal entre os valores indicados na tabela a seguir e calculado com base na média dos últimos 12 (doze) meses, deverá comprovar os requisitos de que trata o § 1º até a data indicada na tabela abaixo, após o que, não realizada a necessária e competente comprovação, não fará mais jus ao benefício a partir dos faturamentos subseqüentes.

Faixa de Consumo (média dos últimos 12 meses)	Data Limite
161 a 220 kWh	31 de maio de 2007
80 a 160 kWh	30 de setembro de 2007

“Art. 4º .....

IV - a renda familiar "per capita", compreendendo esta a renda total da família dividida pelo número de membros, que habilita o responsável pela unidade consumidora a ser beneficiário das ações de transferência de renda do Governo Federal não pode ultrapassar o valor de R\$ 120,00 (cento e vinte reais), conforme disposto no art. 18 do Decreto nº 5.209, de 17 de setembro de 2004, com redação dada pelo art. 1º do Decreto nº 5.749 de 11 de abril de 2006.

Art. 2º Esta Resolução entra em vigor na data de sua publicação.

JERSON KELMAN

Este texto não substitui o publicado no D.O. de 21.02.2007, seção 1, p. 61, v. 144, n. 35.