

**unesp**  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

**ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS**

**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DA ENERGIA  
SOLAR TÉRMICA EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS COM  
HABITAÇÕES POPULARES**

**Guaratinguetá  
2015**

ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS

VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DA ENERGIA  
SOLAR TÉRMICA EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS COM HABITAÇÕES  
POPULARES

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica na área de Transmissão e Conversão de Energia.

Orientador: Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza  
Co-orientador: Prof. Dr. José Antônio Perrella Balestieri

Guaratinguetá  
2015



**VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DO USO DA ENERGIA  
SOLAR TÉRMICA EM CONDOMÍNIOS HORIZONTAIS COM  
HABITAÇÕES POPULARES**

**ELIANA CRISTINA MORAES DOS SANTOS**

ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
“MESTRE EM ENGENHARIA MECÂNICA”

PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA  
ÁREA: TRANSMISSÃO E CONVERSÃO DE ENERGIA

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO

Prof. Dr. Edson Cocchieri Botelho  
Coordenador

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Dr. TEÓFILO MIGUEL DE SOUZA  
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. José Feliciano Adami  
UNESP-FEG

Prof. Dr. Paulo Cesar Boggiani  
USP-SP

Março de 2015

Dedico de modo especial, à memória de minha mãe e amiga, que, com sua força de guerreira, me ensinou a olhar a vida com alegria e coragem. A meu pai que me faz crescer com seu jeito simples de olhar a vida. Aos meus Mestres Keizen Ono e Macoto Arai, por todos os ensinamentos através do AIKIDO. Ao meu mestre da flauta, Jonas Mansur.

Agradecimentos:

Este trabalho não poderia ser realizado sem a colaboração de algumas pessoas e entidades às quais presto minha homenagem:

Agradeço inicialmente a possibilidade de viver;

à CAPES pelo apoio financeiro;

ao meu orientador, *Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza*, por sua valorosa orientação, dedicação e ensinamentos durante a realização desta pesquisa e em momentos que precisei de seu auxílio amigo;

ao meu co-orientador, *Prof. Dr. José Antônio Perrella Balestieri*, grande incentivador deste estudo. Sem a sua dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado não seguiria por caminhos tão certos e de forma tão agradável;

aos moradores entrevistados que, com paciência, responderam ao questionário que foi uma importante ferramenta e base para essa pesquisa;

à Graça que acompanhou, com muito carinho, meus pais e especialmente minha mãe, quando eu mais precisei;

aos meus amigos que compreenderam minha ausência em vários momentos e, em especial, em ordem alfabética: ao Angel, Binho, Claudia, Dionísio, Efu, Eliane, Eneida, Ester, Hugo, Jaqueline, Joanne, Lucia, Simone, Marisol, Mayr, Mila, Mirna e Ronaldo, pelo carinhoso acolhimento;

aos meus irmãos que, pelas mais variadas formas, me ajudam a compreender melhor essa vida, em especial à Elaine, todo seu carinho e colaboração no trabalho;

ao Derék que me ajudou no cansativo, mas não exaustivo trabalho de campo;

à Kenia, pelo apoio;

aos funcionários do IBGE – Taubaté, que com presteza repassaram as informações necessárias e solicitadas;

às funcionárias da Biblioteca do Campus de Guaratinguetá pela dedicação, atenção e auxílio;

aos funcionários da secretária da pós-graduação da FEG pelo atendimento às diversas solicitações.

“O que sabemos é uma gota; o que ignoramos é um oceano.”

Isaac Newton

MORAES-SANTOS, E. C. **Viabilidade técnica e econômica do uso da energia solar térmica em condomínios horizontais com habitações populares.** 2015. 98 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

## RESUMO

A disponibilidade de luz solar, transformada em energia, pode ser capturada em quase todo o mundo. Desde a década de 1990 o mercado da utilização de energia solar vem crescendo, porém informações sobre estudos de caso para a avaliação da inserção de aquecedores solares de água nos domicílios populares brasileiros ainda são escassas. O presente trabalho visa contribuir para reduzir essa carência e tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e econômica da inserção de aquecedores solares de água nas residências populares no município de Tremembé, localizado no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, Brasil. O município de Tremembé possui uma área de 192 km<sup>2</sup> e conta com uma população de 42.027 habitantes, sendo um total de 10.632 domicílios. A avaliação foi efetuada numa amostra setorial do total de domicílios, através de um plano amostral aleatório estratificado, metodologia que permite conhecer melhor as características próprias de cada setor do município estudado. A pesquisa de campo foi efetuada com o método *survey*, com o total de 360 questionários, os quais foram aplicados a um representante de cada família. Imagens com as descrições e atributos dos setores censitários do IBGE foram tratadas no formato de extensão kmz. Foi necessária a construção de um cadastro no programa Excel para inserir os dados colhidos em campo e esses dados foram sobrepostos aos *layers* das imagens tratadas. O resultado desta pesquisa mostrou aceitação generalizada da população à possibilidade de instalações e utilização de sistemas de aquecimento solar de água, especialmente nas áreas rurais, principalmente por apresentar custo reduzido de energia elétrica no pico e aponta para a redução da demanda na rede elétrica. A pesquisa comprova que com a utilização de energia solar, o município pode economizar 31.680.000 kWh/ano, o que corresponde a R\$ 9.504.000,00 /ano.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Solar. Sistemas termossolares. Eficiência energética, Domicílios populares.

**MORAES-SANTOS, E.C.** Technical and economic feasibility of the use of Solar Thermal Energy in Condominiums with Popular Dwellings, 2015. 98 f. Thesis (Master in Mechanical Engineering) – Engineering Faculty – Guaratinguetá Campus, São Paulo State University, Guaratinguetá, 2015.

### **ABSTRACT**

The availability of sunlight converted into energy can be captured throughout the world. Since the 1990s the market for the use of solar energy has been growing, but information on case studies to assess the inclusion of solar water heaters in the popular Brazilian households are still scarce. The present work aims at contributing to reduce this gap and aims to assess the technical and economic feasibility of integration of solar water heaters in low-income households in the municipality Tremembé, located in the Paraíba Valley, State of São Paulo, Brazil. Tremembé has an area of 192 km<sup>2</sup> and has a population of 42,027 inhabitants, with 10,632 households. The evaluation has done on a sectorial sample of total households. Effected through a stratified aleatory sampling plan, as this methodology allows better understanding the characteristics of each sector of the municipality. The field research was conducted with the survey method, with 360 questionnaires, which have been applied to a representative of each family. Images with descriptions and attributes of the official census sectors of IBGE have been treated in the extension kmz format. It was necessary to build a register in Excel to insert the data collected in the field and these data were overlaid on the images Layers treated. The result of this research showed widespread acceptance of the population the possibility of facilities and use of solar water heating systems, especially the rural areas, mainly by presenting reduced cost of electric power in peak and points to reduced demand in the power grid. The research proves that with the use of solar energy, the city may save 31, 68 million kWh/year, which corresponds to R\$ 9,504,000.00/ year.

**KEYWORDS:** Solar Energy, Thermo Systems, Energy efficiency, Popular households.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Radiação solar no Brasil .....	22
Figura 2 - Incidência solar global e média anual na região administrativa de São José dos Campos.....	24
Figura 3 - Localização do município de Tremembé, inserido na América Latina, Brasil e o Estado de São Paulo e municípios vizinhos, população do município, área, o bioma e data de sua instalação.....	28
Figura 4 - Gráficos comparativos entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional.....	29
Figura 5 - Tarifas, residencial e residencial de baixa renda, vigentes pela empresa edp Bandeirante.....	32
Figura 6 - Relação de projetos cadastrados na ANEEL até julho de 2014.....	33
Figura 7 - Esquema para a instalação de um registro de água quente com aquecedor solar de água.....	34
Figura 8 - Esquema com o comando de água fria e haste do misturador .....	34
Figura 9 - Esquema de um sistema de aquecedor solar residencial.....	40
Figura 10 - Foto sistema de aquecimento solar de água de baixo custo – ASBC, construído com garrafas PET, do Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP. ....	45
Figura 11 - Foto com detalhe das conexões feitas com as garrafas PET e tubulações.....	45
Figura 12 - Ângulo de inclinação .....	47
Figura 13 - Azimute e altitude para todas as latitudes.....	48
Figura 14 - Disposição do coletor solar para um ângulo de inclinação de 33°.....	49
Figura 15 - Dados da Fundação SEADE sobre o número de habitações existentes no município de Tremembé, dividido em área urbana e área rural. ....	54
Figura 16 - Mapa dos setores censitário de 2010 e atributos, em formato kmz. ....	55
Figura 17 - Exemplo de mapas utilizados para a identificação de cada setor - setor 2, formato pdf.....	57
Figura 18 – Dados descritivos dos Setores – (Setor 2).....	58
Figura 19 - Mapa Google Earth com a sobreposição do mapa formato kmz e a localização dos domicílios amostrados. ....	60
Figura 20 – Imagem parcial da planilha 1, formato Excel, com dados socioeconômicos validados.....	61

Figura 21 – Planilha Excel 2 apresenta uma visão parcial dos dados sobre o potencial de demanda em cada domicílio amostrado.....	62
Figura 22 – Extrato da planilha Excel 3 com dados parciais da avaliação energética de cada domicílio amostrado. ....	64
Figura 23 - Planilha Excel 4 expõe extratos dos dados do comportamento quanto ao banho dos domicílios amostrados. ....	65
Figura 24 - Planilha Excel 5 com dados parciais sobre o conhecimento de energia solar de cada domicílio amostrado.....	67
Figura 25 - Consumo de energia elétrica por domicílio .....	70
Figura 26 - Gráfico com dados sobre horário de banho da população amostrada.....	71
Figura 27 - Gráfico com dados do tempo de permanência no banho por família da população amostrada.....	72
Figura 28 - Gráfico que apresenta o resultado da pesquisa quanto ao conhecimento sobre os sistemas de aquecedores solares de água.....	73
Figura 29 - Foto do aquecedor solar de água com coletores solares planos instalado no Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP.....	76
Figura 30 – Foto do sistema de aquecimento solar com módulos de tubos de vidro a vácuo instalado no Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP. ....	77

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Tabela com a Soma de Energia elétrica Global Economizada e de Demanda Retirada de Ponta.....	35
Tabela 2 - Dados estimados de consumo médio de água em uma residência. ....	41
Tabela 3 - Tabela com grau de inclinação e distância vertical.....	48
Tabela 4 - Descrição e preço dos materiais necessários para a construção de um sistema de aquecimento solar construído com garrafas PET. ....	75
Tabela 5 - Descrição de preços para aquisição e instalação de sistemas de aquecimento solar convencionais com coletores solares planos. ....	76
Tabela 6 - Descrição de preços para aquisição e instalação de um sistema de aquecimento solar com módulos de vidro a vácuo. ....	77
Tabela 7 - Tabela com dados de Consumo de água para uma residência com quatro pessoas	78

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### *Abreviaturas*

<b>LED</b>	<i>Light Emitter Diode</i>
<b>SWHS</b>	<i>Solar water heating systems</i>
<b>UC</b>	Unidade Consumidora

### *Siglas*

<b>ABRAVA</b>	Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento
<b>ANEEL</b>	Agência Nacional de Energia Elétrica
<b>ASBC</b>	Aquecedor Solar de Baixo Custo
<b>BEM</b>	Balanco Energético Nacional
<b>CPFL</b>	Companhia Paulista de Força e Luz
<b>CRESESB</b>	Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
<b>DASOL</b>	Departamento Nacional de Aquecimento Solar da ABRAVA
<b>Edp</b>	Bandeirantes Energia S.A.
<b>EPE</b>	Empresa de Pesquisa Energética (Brasil)
<b>SEADE</b>	Fundação Sistema Nacional de Análise de Dados
<b>Inmetro</b>	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
<b>IBGE</b>	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

## SUMÁRIO

<b>Capítulo 1</b> .....	15
<b>1.1 INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>1.2 JUSTIFICATIVA</b> .....	17
<b>1.3 OBJETIVOS</b> .....	18
<b>1.4 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO</b> .....	18
<b>Capítulo 2</b> .....	20
<b>2.1 A RADIAÇÃO SOLAR E CONCEITOS TÉRMICOS FUNDAMENTAIS</b> .....	20
2.1.1 IRRADIÂNCIA.....	20
2.1.2 Transferência de calor por condução, convecção e radiação.....	21
2.1.3 Condução.....	21
2.1.4 A energia solar disponível no Brasil .....	22
2.1.4.1 Incidência solar global e média anual na região de São José dos campos, estado de São Paulo.....	23
2.1.5 A tecnologia solar de aquecimento de água .....	25
2.1.5.1 O mercado de aquecimento solar de água no Brasil.....	25
2.1.5.2 A tecnologia solar residencial de aquecimento de água e pesquisas realizadas .....	25
<b>Capítulo 3</b> .....	27
<b>3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ANÁLISE: MUNICÍPIO DE TREMEMBÉ, SP</b> .....	27
<b>3.2 AÇÕES SOBRE A TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	29
<b>3.3 SISTEMA ELÉTRICO NO BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO</b> .....	30
<b>3.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E OBRIGAÇÕES DAS EMPRESAS</b> .....	32
<b>3.6 DADOS SOBRE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA</b> .....	35
<b>3.7 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA</b> .....	37
<b>3.8 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR HÍBRIDO</b> .....	37
<b>3.9 O COLETOR SOLAR</b> .....	39
<b>3.10 DIMENSIONAMENTO DE UM AQUECEDOR SOLAR DE GARRAFAS PET</b> .....	41
<b>3.11 QUANTIDADE DE CALOR</b> .....	41
<b>3.12 ÁREA DO COLETOR SOLAR</b> .....	42
<b>3.13 NÚMERO DE GARRAFAS PET E TUBO DE PVC</b> .....	43
<b>3.14 DISPOSIÇÃO DO COLETOR SOLAR</b> .....	46
3.14.1 INCLINAÇÃO .....	47

3.14.2 ORIENTAÇÃO .....	49
3.14.3 TANQUE DE ARMAZENAMENTO TÉRMICO.....	49
3.14.4 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO.....	50
3.15 AQUISIÇÃO DE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA.....	50
<b>Capítulo 4 .....</b>	<b>52</b>
4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA.....	52
4.2 PESQUISA DE CAMPO .....	52
4.3 UNIVERSO DA PESQUISA .....	52
4.4 AMOSTRA.....	52
4.6 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES .....	53
4.7 PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS.....	53
4.8 CONSTRUÇÃO DO CADASTRO.....	53
4.9 ELABORAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO .....	58
<b>4.9.1 Avaliação socioeconômica.....</b>	<b>61</b>
<b>4.9.2 Avaliação sobre posse de eletrodoméstico e potencial de demanda.....</b>	<b>62</b>
<b>4.9.3 Avaliação energética.....</b>	<b>63</b>
<b>4.9.4 Comportamento quanto ao banho .....</b>	<b>64</b>
4.10 TAMANHO DA AMOSTRA .....	67
<b>Capítulo 5 .....</b>	<b>70</b>
5.1 ANÁLISE DOS DADOS .....	70
5.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	70
5.3 A UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO E OS HORÁRIOS DE BANHO.....	71
5.5 CONHECIMENTO SOBRE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA .....	73
<b>Capítulo 6 .....</b>	<b>75</b>
6.1 INVESTIMENTO FINANCEIRO PARA A INSTALAÇÃO SISTEMAS DE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA .....	75
<b>6.1.1 Investimento para a instalação de um ASBC.....</b>	<b>75</b>
<b>6.1.2 Investimento para instalação de coletores solares planos.....</b>	<b>76</b>
<b>6.1.3 Investimento para instalação de módulo de vidro a vácuo.....</b>	<b>76</b>
6.2 ENERGIA TÉRMICA OBTIDA EM UM ANO NUMA CIDADE COM 10.000 HABITAÇÕES.....	78
<b>6.2.1 Economia de energia elétrica.....</b>	<b>78</b>
<b>6.2.2 Economia financeira.....</b>	<b>81</b>

<b>Capítulo 7</b> .....	82
7.1 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS .....	82
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	84
<b>Anexos</b> .....	89

## Capítulo 1

### 1.1 INTRODUÇÃO

A energia, assim como sua forma de produção e consumo é essencial para toda organização social, ambiental e econômica. Impactos ambientais e sociais surgem em consequência disso, considerando que não há desenvolvimento econômico sem a utilização e suprimento de energia. Para que os efeitos negativos dos impactos ambientais e sociais da produção e uso de energia sejam atenuados, uma possível alternativa consiste em recorrer ao uso de energias renováveis. Nesse contexto, no Brasil e em especial nas regiões com os maiores índices de insolação, a utilização da energia solar pode ser amplamente utilizada.

A luz solar capturada em quase todo o mundo pode ser transformada em energia elétrica ou térmica. Quando captada adequadamente, radiação solar pode ser transformada em calor e em eletricidade, minimizando o consumo de energia elétrica das fontes convencionais.

A estimativa do consumo de energia elétrica, segundo projeção do setor para o período de 2012 a 2021, considerando o cenário econômico adotado e a projeção demográfica, é crescente (BRASIL, 2014 a). Assim, incentivos voltados para a utilização de energias sustentáveis são necessários.

Entre os vários processos de aproveitamento da energia solar, os mais usados atualmente são o aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica. No Brasil, o primeiro é mais encontrado nas regiões Sul e Sudeste, devido a características climáticas, e o segundo, nas regiões Norte e Nordeste, em comunidades isoladas da rede de energia elétrica, (BRASIL, 2014 b).

O Programa de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL, criado pelo Ministério de Minas e Energia - MME, em 1985, e executado pela Eletrobrás, tem como principal objetivo promover a racionalização na produção e no consumo de energia elétrica, buscando eliminar os desperdícios e reduzir custos e investimentos setoriais. O Selo Procel de Economia de Energia é um produto que estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes.

Dados do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, BRASIL (2014 c), mostram que dos 208 modelos etiquetados de Sistemas de Equipamentos para Aquecedores Solar de Água, 133 (63,94 %) possuem o Selo de Eficiência Energética – Selo Procel.

Segundo análises de dados públicos disponíveis, da totalidade de novos projetos enviados à ANEEL, até o mês de março de 2014, foram aprovados 33 projetos de aquecimento solar, representando 21,75 GWh/ano de economia de energia (BRASIL, 2014).

O mercado brasileiro cresce na utilização de energia solar e setores do governo brasileiro vêm incentivando sua utilização através de programas, como o programa Minha Casa Minha Vida, com a previsão da instalação de 15 milhões de metros quadrados de coletores solares. O principal argumento é o benefício econômico e ambiental, e nesse contexto, existe a necessidade de diminuir o tempo de uso com chuveiro elétrico, o qual corresponde de 20 a 30% do consumo de energia (BRASIL, 2014 d). Segundo Bortoli et al. (2012), um sistema de aquecimento híbrido de água, utilizando como fonte primária a energia solar e secundária a energia da rede, pode ser uma alternativa viável.

Apesar da demanda para projetos aprovados pelo governo federal ainda ser pequena, a geração de energia descentralizada e em pequena escala vem crescendo e representa uma forte contribuição para custo/benefício em residências populares e para a proteção do clima global. Assim, fontes de energias renováveis apresentam-se como importantes alternativas tecnológicas socioambientais.

Considerando o subsídio da Lei nº. 10.438 de 26/05/2002 do governo federal que cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (BRASIL, 2002), as famílias com aquecedor termossolar e com consumo mensal abaixo de 100 kWh tem maior benefício, pois obtém um desconto de 41,97% sobre o preço normal da tarifa. Os benefícios com eficiência energética e a paralela economia nos gastos com energia elétrica podem contribuir com incremento da disponibilidade de energia elétrica local ou nacional. Com o valor economizado com energia elétrica, o morador pode, por exemplo, utilizar mais lâmpadas na moradia, melhorando a qualidade de vida dentro e fora das habitações.

O aquecimento de água e a geração fotovoltaica de energia elétrica são as formas mais usuais de aproveitamento térmico da energia solar. Segundo ABRAVA (2014), a região Sudeste do Brasil, devido às características climáticas com alta incidência solar, é uma das regiões onde mais cresce o mercado para utilização dessa tecnologia, e a demanda tem sido maior no setor residencial.

Nesse contexto, o emprego da energia solar reduz a dependência por energia produzida por combustíveis fósseis e garante que gerações futuras possam ter benefícios com a utilização de uma energia limpa e sustentável.

Os sistemas termossolares, no entanto, desde 2001 estão incorporados nas políticas públicas de eficiência energética. Embora haja linha de crédito no sistema financeiro público e privado para a aquisição de coletores solares como estímulo à conservação de energia, existe pouca promoção e divulgação por parte dos diversos agentes envolvidos. Os setores populares, com renda familiar de até dois salários mínimos, têm outras prioridades para investimentos, como melhorias construtivas na habitação. Alia-se a isto o desconhecimento, por parte dos usuários e da sociedade em geral, sobre os ganhos reais de renda que representa a substituição da eletricidade pelos coletores solares para o aquecimento da água (FANTINELLI, 2006).

O planejamento energético alicerçado em estudos técnicos, com metodologias que utilizam a combinação de possíveis e prováveis variáveis a interferir na trajetória das diversas estruturas sociais, econômicas, financeiras, ambientais e energéticas, entre outras, permite que possa ser definida a melhor intervenção, com menor custo, menor dano ambiental, melhor estratégia energética e maiores benefícios sociais. Estes instrumentos auxiliam as decisões políticas para a definição de modelos de desenvolvimento que a sociedade sinaliza, e que são implementadas pelos governantes escolhidos (FANTINELLI, 2006).

Espera-se como produto da pesquisa obter informações que sirvam de subsídios para políticas públicas locais e regionais e também para reforçar postura de distribuição de conhecimentos de forma equitativa. A presente pesquisa e seus resultados pretendem também fortalecer o envolvimento dos diversos agentes públicos e sociais para a difusão e fomento do uso de aquecedores termossolares em condomínios populares.

## **1.2 JUSTIFICATIVA**

Devido à carência de informações sobre estudos de caso que avaliem a viabilidade técnica e econômica da inserção de aquecedores solares nos domicílios dos municípios brasileiros, este trabalho almeja trazer uma contribuição e incentivar a pesquisa nesta área exposta.

### 1.3 OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho são:

- ✓ Diagnosticar o uso de energia elétrica com estudo de caso no município de Tremembé, através de entrevistas por amostragem;
- ✓ Avaliar o conhecimento e aceitação da inserção da tecnologia solar residencial de aquecedor solar de água nas residências;
- ✓ Avaliar a economia de energia elétrica e financeira com o uso do sistema de aquecedor solar de água.

### 1.4 APRESENTAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

Esta pesquisa está estruturada em 7 capítulos. O Capítulo 1 apresenta a Introdução da pesquisa, a Justificativa e os Objetivos. No capítulo 2 discorre sobre a Radiação solar e conceitos térmicos fundamentais, a energia solar disponível no Brasil e no Estado de São Paulo, tecnologia solar do aquecimento de água, seguindo com uma abordagem da evolução da inserção de aquecedores solares no mundo, no Brasil. São também expostas as tecnologias não convencionais de aquecimento solar de água e pesquisas realizadas.

No Capítulo 3 é apresentado a descrição do objeto de análise, o estudo de caso realizado no município de Tremembé. Expostos dados sobre tarifação energética na região, o sistema elétrico no Brasil e no Estado de São Paulo e informações sobre a rede local de energia elétrica. Também se exibem dados sobre eficiência energética e obrigações das empresas, economia de energia elétrica, sistema de aquecimento solar híbrido, a legislação brasileira no setor de energia, sistema de aquecedor solar híbrido, coletor solar e dimensionamento de aquecedor solar de água com garrafas PET e especificações técnicas.

No capítulo 4 descreve a metodologia aplicada à pesquisa, o universo da pesquisa, a amostra utilizada, os instrumentos de levantamento das informações, levantamento das informações, processamento dos resultados, a construção do cadastro. Nesse capítulo também é apresentada a elaboração da pesquisa de campo, com dados sobre a avaliação socioeconômica, avaliação sobre posse de eletrodomésticos e potencial de demanda, avaliação energética, comportamento quanto ao banho e o conhecimento sobre energia solar. Neste capítulo também se descreve como se deu à construção do cadastro para a elaboração da

pesquisa de campo, o embasamento teórico e a referência para a base de cálculo para o tamanho da amostra, detalhando dados de como a pesquisa de campo foi executada.

No capítulo 5 é apresentada a análise dos dados como: o consumo de energia elétrica no município, a utilização do chuveiro elétrico e horário de banho, tempo de permanência no banho pelos moradores e o conhecimento sobre aquecedores solares de água.

No capítulo 6 é descrito o investimento financeiro para a instalação de sistemas de aquecedores solares de água. É também se apresentam dados de energia calorífica obtida numa cidade com 10.000 habitações, a economia de energia elétrica e a economia financeira quando realizadas instalações de sistemas de aquecedores solares de água.

No capítulo 7 apresentam-se a conclusão da pesquisa e trabalhos futuros.

## Capítulo 2

### 2.1 A RADIAÇÃO SOLAR E CONCEITOS TÉRMICOS FUNDAMENTAIS

Neste item é apresentada uma revisão bibliográfica com temas relacionados ao presente trabalho, como a radiação solar, sua disponibilidade na região do Vale do Paraíba, o estudo das propriedades dos materiais empregados e a forma de utilização passiva da energia solar, bem como apresenta os conceitos térmicos fundamentais para o uso de aquecedores solares de água. São apresentados os conceitos térmicos fundamentais para o entendimento dos cálculos e da execução de um sistema de aquecimento de água com energia solar construído com garrafas PET.

A radiação solar pode ser utilizada diretamente como fonte de energia térmica, para aquecimento de fluidos, ambientes e para geração de potência mecânica ou elétrica, podendo ainda ser convertida diretamente em energia elétrica, por meio de efeitos sobre determinados materiais, entre os quais se destacam o termoelétrico e o fotovoltaico (BRASIL, 2014 e).

#### 2.1.1 IRRADIÂNCIA

A irradiância é a taxa de radiação solar incidente sobre um corpo, por unidade de superfície, descrito na NBR 15220-1 (ABNT, 2003). A densidade de fluxo de energia solar ou Irradiância solar que chega ao topo da atmosfera terrestre é expressa nas unidades de  $W/m^2$ .

A irradiação solar sobre o plano inclinado apresenta forte influência do albedo de superfície<sup>1</sup>. Os maiores níveis de irradiação no plano inclinado ocorrem na faixa que vai do Nordeste ao Sudeste durante a primavera e os menores valores em todas as regiões do Brasil ocorrem durante os meses de inverno (BRASIL, 1998).

Segundo Yamasoe (2006), a fonte de energia solar está associada à fusão termonuclear de átomos de hidrogênio para hélio, que acontece no interior do Sol. Nesse processo são emitidos fótons altamente energéticos, de forma que a transferência de energia da parte mais interna até a superfície é realizada basicamente por meio de radiação eletromagnética. Essa radiação é absorvida e reemitida por átomos e gases que constituem as camadas mais externas do Sol. Ao se aproximar da superfície os gases quentes, ao entrar em contato com camadas mais frias, sofrem expansão e tendem a ascender. Os gases mais frios por sua vez sofrem

---

<sup>1</sup> Em termos gerais, o albedo (termo que deriva do latim “albedus” a partir de “albus” = branco) é a medida da quantidade de radiação solar refletida por um corpo ou uma superfície, sendo calculado como a razão entre a quantidade de radiação refletida e a quantidade de radiação recebida.

movimentos descendentes. Essa zona é denominada zona de convecção e a transferência de energia ocorre parcialmente por convecção e parcialmente por radiação eletromagnética. Finalmente, acima da superfície, o transporte de energia é novamente realizado por meio de radiação eletromagnética. É dessa forma que a Terra recebe energia do Sol.

A intensidade de radiação emitida pelo Sol é função do comprimento de onda e de fenômenos que ocorrem na própria fonte de energia como manchas solares, erupções solares e variações de temperatura na atmosfera solar. Para determinar a irradiância solar que atinge a superfície da atmosfera terrestre, as variações que ocorrem ao longo do ano devem ser consideradas, principalmente aquelas ligadas à órbita da Terra ao redor do Sol, assim como os efeitos astronômicos incidentes (BRASIL, 1998).

### **2.1.2 Transferência de calor por condução, convecção e radiação**

Segundo Incropera e Dewitt (1992), transferência de calor é a energia térmica em trânsito devido a uma diferença de temperatura. Sempre que existir uma diferença de temperatura em um meio ou entre meios diferentes, ocorre, obrigatoriamente, transferência de calor, podendo esta ser transferida por condução, convecção e radiação.

A transmissão de calor por convecção é devida ao movimento do fluido. O fluido frio próximo a uma superfície quente recebe a radiação solar, esse calor é transmitido para todo o volume do fluido frio misturando-se com ele. A convecção chamada livre ou natural ocorre quando o movimento do fluido não é desenvolvido por agitação mecânica.

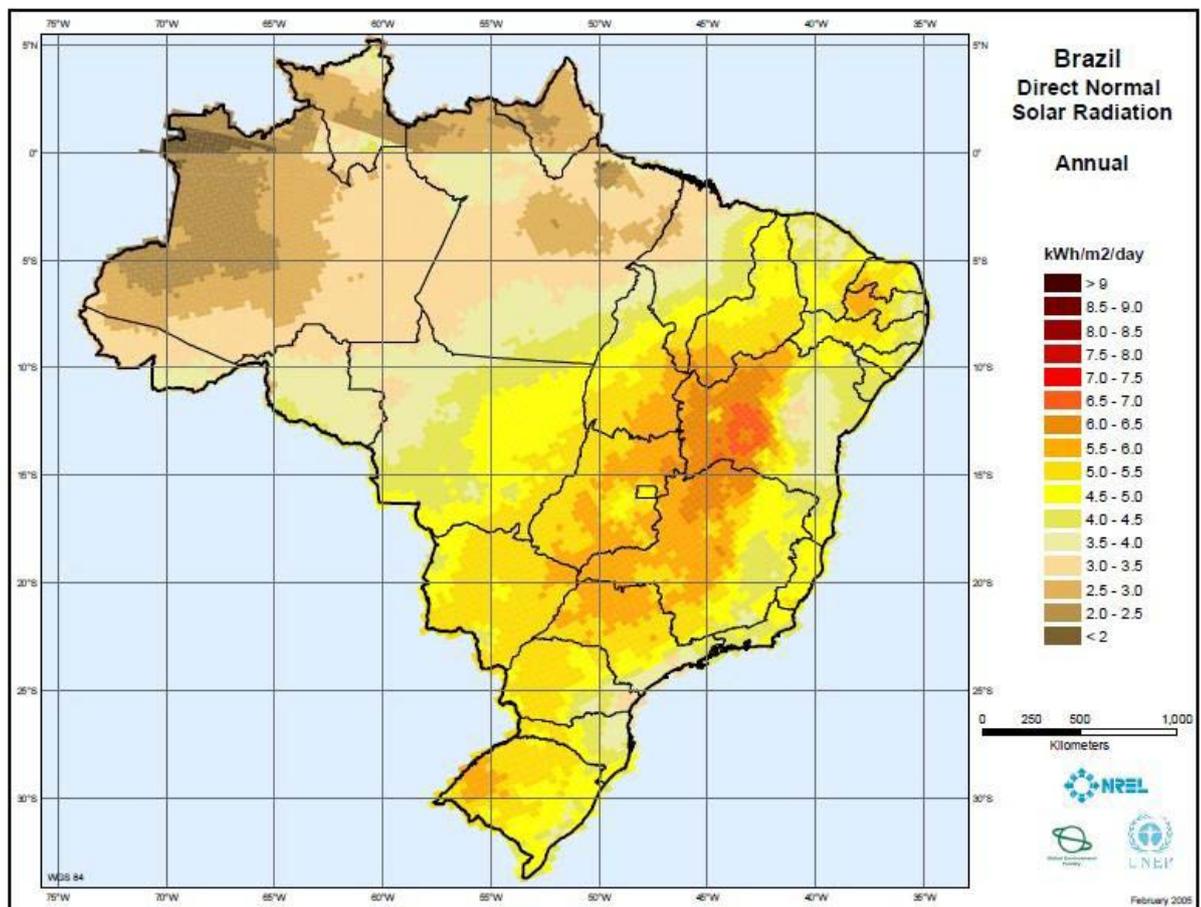
### **2.1.3 Condução**

Condução é o transporte de energia em um meio devido ao gradiente de temperatura, e o mecanismo envolvido é a movimentação aleatória dos átomos ou atividade molecular e geralmente relacionada à transferência de calor em meios sólidos (INCROPERA e DEWWIT, 2002).

### 2.1.4 A energia solar disponível no Brasil

Analisando a imagem das médias anual e sazonal de irradiação solar diária incidente no Brasil pode-se observar que em todo o país a incidência de radiação solar é favorável para a utilização de sistemas de aquecedores solares de água, sendo a região sudeste, onde está inserida a área de estudo, uma área que recebe alta incidência solar que varia entre 4,0 – 5,5 kWh/m<sup>2</sup>/dia. A Figura 1 ilustra a imagem das medias anual e sazonal da irradiação solar diária incidente no Brasil.

Figura 1 - Radiação solar no Brasil



Fonte: (BRASIL, 1998).

Os valores de irradiação são fornecidos em Wh/m<sup>2</sup>, por ser esta unidade a mais usual. Contudo, para converter os valores de irradiação para o Sistema Internacional (kJ/m<sup>2</sup>), basta multiplicar os valores de irradiação por 3,6 (BRASIL, 1998).

Segundo dados do Atlas Solarimétrico, o Brasil tem 2.200 horas de insolação de média anual, portanto tem um potencial de 15 trilhões de MWh, que é equivalente a 50 mil vezes o consumo nacional de eletricidade.

Pereira et al. (2006) desenvolveram o projeto SWERA (*Solar and Wind Energy Resource Assessment*), o qual mapeou o potencial solar e eólico do território brasileiro e de outros 15 países. O estudo aponta para grandes potenciais solares e eólicos espalhados por todo o país, um importante dado para reverter o atual quadro de subaproveitamento de energia.

#### 2.1.4.1 Incidência solar global e média anual na região de São José dos campos, estado de São Paulo

A Figura 2 apresenta o mapa da incidência solar global e média anual na região administrativa de São José dos Campos, Estado de São Paulo, região onde está inserido o município de Tremembé. Observa-se que essa região, também denominada Vale do Paraíba, assim como todo o sudeste brasileiro, recebe alta incidência solar, sendo assim uma região favorável à implantação de instalação de sistemas de aquecedores solares.



O estado de São Paulo apresenta insolação diária média (h) e radiação solar global diária média (MJ/m<sup>2</sup>/dia) semelhante às encontradas em grandes áreas referenciais do nordeste brasileiro (BRASIL, 2014 b).

### **2.1.5 A tecnologia solar de aquecimento de água**

Este capítulo expõe o panorama do mercado de aquecimento solar de água no Brasil, a tecnologia solar residencial utilizada para aquecimento de água e são apresentadas algumas pesquisas realizadas por pesquisadores brasileiros de universidades e empresas.

#### **2.1.5.1 O mercado de aquecimento solar de água no Brasil**

Embora os níveis de irradiação solar no Brasil sejam muito elevados e o aquecimento solar de água, especialmente, para uso doméstico seja considerado uma tecnologia simples e de fácil uso, mostrando que a energia solar pode ser a melhor opção para o aquecimento de água e em especial para a água que chega até o chuveiro, a energia elétrica ainda é a fonte energética mais utilizada para o aquecimento de água para o banho nas habitações brasileiras. Segundo ANEEL (2002), o chuveiro elétrico é o eletrodoméstico responsável pela maior parte do consumo de energia elétrica de uma residência. E ainda assim, o incentivo aos programas e projetos para a inserção de aquecedores solares de água é escasso.

#### **2.1.5.2 A tecnologia solar residencial de aquecimento de água e pesquisas realizadas**

Estudos e projetos com propostas que visam comprovar a viabilidade técnica e econômica do aquecimento solar em substituição ao chuveiro elétrico vêm sendo implantados em alguns estados brasileiros, os quais evidenciam a economia de energia para o consumidor final e os impactos na produção e distribuição de energia pelas concessionárias de energia elétrica do país.

Como exemplo pode-se citar Projeto Sapucaias, em Contagem, Minas Gerais, onde foram instalados 100 equipamentos de aquecimento de água para banho em residências de população de baixa renda. Uma experiência desenvolvida em área urbana e destinada a segmentos de baixa renda, local que ocorreu instalação e acompanhamento continuado entre 1999 e 2005. Outro projeto semelhante ocorreu na Baixada Fluminense, o qual previu a colocação de 3.235 aquecedores solares em moradias unifamiliares de baixa renda e em instituições filantrópicas que atendessem a essas comunidades. Os sistemas foram instalados

entre agosto e dezembro de 2005 em 13 municípios do Estado do Rio de Janeiro. Os resultados dessa pesquisa em muitos pontos validam a pesquisa anterior, realizada de 1999 a 2005, no Conjunto Habitacional do Bairro Sapucaias em Contagem/MG (ELETROBRAS/PROCEL, 2014).

Todavia, em 2001, o Prêmio Fundação Banco do Brasil de Tecnologia Social, que tem por objetivo incentivar instituições legalmente constituídas no país, de direito público ou privado, sem finalidades lucrativas, no desenvolvimento de Tecnologias Sociais que tenham a energia solar como referência, alcançou resultados que evidenciam a baixa qualidade dos produtos doados para comunidades carentes, o que dificulta a implementação de programas populares para uso da energia solar (ELETROBRAS/PROCEL, 2014).

A função ambiental do recurso hídrico interfere nos processos em nível global. A crise hídrica, dos últimos anos no Brasil, no entanto, ultrapassa os limites territoriais, demonstrando que impactos de ações antrópicas localizadas têm ressonância mundial. Portanto, nenhum Estado pode se eximir da tarefa de garantir, através da conservação e preservação dos recursos hídricos, a qualidade de vida de seus povos e das futuras gerações. Por isso, torna-se importante e significativa à utilização da energia solar como recurso renovável em nosso país.

## Capítulo 3

### 3.1 DESCRIÇÃO DO OBJETO DE ANÁLISE: MUNICÍPIO DE TREMEMBÉ, SP

O município de Tremembé está localizado no estado de São Paulo, setor paulista do Vale do Paraíba, entre as coordenadas geográficas 22° 57' 12" de Latitude e 45° 32' 28" de Longitude.

A ocupação urbana do Paraíba do Sul no estado de São Paulo teve início no século XVII, quando foi construída a igreja matriz do município de Taubaté, importante marco da região. Até meados do século XVIII, quando inicia o ciclo do café, Tremembé<sup>2</sup> viveu do comércio que era realizado com os tropeiros que desciam da Mantiqueira em direção ao porto da cidade praiana de Ubatuba. Hoje, a principal economia do município é o arroz (BRASIL, 2013). O município de Tremembé é classificado com a tipologia de Estância Turística.

A Figura 3 apresenta a localização do município de Tremembé, inserido na América Latina, Brasil e o Estado de São Paulo.

---

<sup>2</sup> O Topônimo Tremembé é de origem tupi-guarani, "*tirí-membé*", que significa: alagadiço, brejo. Por isso, são terras consideradas boas para a rizicultura, sendo o arroz uma de suas principais economias.

**Figura 3** - Localização do município de Tremembé, inserido na América Latina, Brasil e o Estado de São Paulo e municípios vizinhos, população do município, área, o bioma e data de sua instalação.



Fonte: (Modificado do Google Maps, 2014)

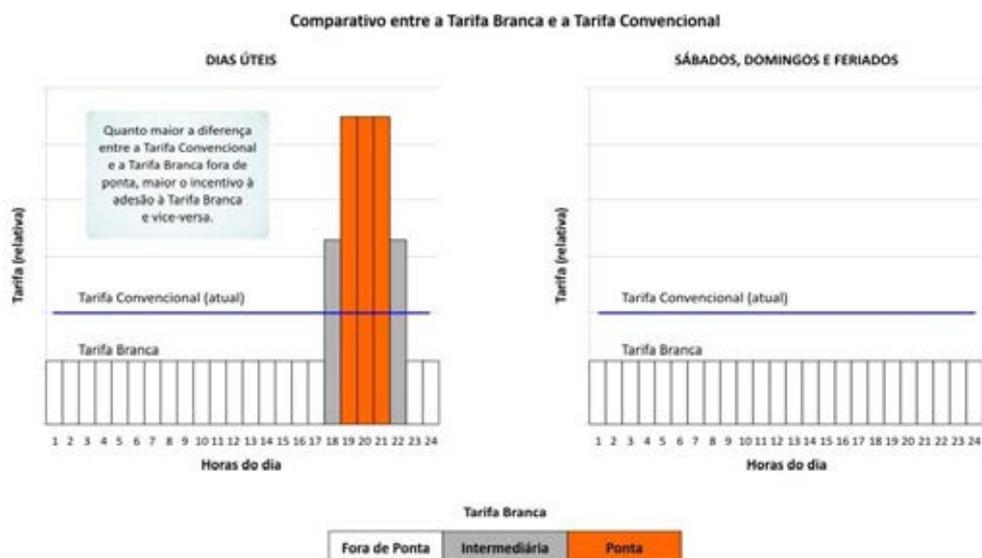
### 3.2 AÇÕES SOBRE A TARIFAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

A ANEEL, no dia 26 de dezembro de 2013, lançou e aprovou a Tarifa Branca, uma modalidade tarifária que oferece três diferentes tarifas de energia aos consumidores que utilizam baixa tensão (127, 220, 380 ou 440 Volts) e de acordo com horário do consumo, (BRASIL, 2014 e). Essa tarifa é opcional, depende da certificação do medidor eletrônico dada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. O medidor, que não terá custo para o consumidor que optar pela Tarifa Branca, registra o consumo conforme o horário da utilização de energia. A proposta é diminuir o valor da fatura estimulando o consumo de energia em horários em que a tarifa é mais barata.

“Nessa modalidade, de segunda a sexta-feira, uma tarifa mais barata será empregada na maioria das horas do dia; outra mais cara, no horário em que o consumo de energia atinge o pico máximo, no início da noite; e a terceira, intermediária, será entre esses dois horários. Nos finais de semana e feriados, a tarifa mais barata será empregada para todas as horas do dia. Os períodos horários de ponta (pico), intermediário e fora de ponta (demais horas) são homologados pela ANEEL nas revisões tarifárias periódicas de cada distribuidora, que ocorrem em média a cada quatro anos” (BRASIL, 2014 e).

A Figura 4 apresenta o gráfico informativo, apresentado pela ANEEL, no qual pode ser vista a distribuição dos diferentes horários e tarifas correspondentes. São apresentadas as diferenças entre tarifa convencional e tarifa branca.

Figura 4 - Gráficos comparativos entre a Tarifa Branca e a Tarifa Convencional.



Fonte: (BRASIL, 2014 e).

Todavia, no dia 11 de fevereiro de 2014, a ANEEL informou que a entrada em vigor do sistema de tarifa branca depende ainda da aprovação dos procedimentos comerciais e da homologação dos medidores pelo Inmetro, sendo que os novos procedimentos entrarão em vigor somente a partir de janeiro de 2015 (BRASIL, 2014e).

Segundo a ANEEL, a partir de 2015, as contas de energia passarão a considerar o Sistema de Bandeiras Tarifárias, sendo que as bandeiras verde, amarela e vermelha indicarão se a energia custará mais ou menos, em função das condições de geração de eletricidade.

Para facilitar a compreensão das bandeiras tarifárias, 2013 e 2014 serão Anos Testes. Em caráter educativo, a ANEEL divulga mês a mês as bandeiras que estariam em funcionamento que compõem o Sistema Interligado Nacional (SIN).

Além disso, as distribuidoras de energia divulgarão, na conta de energia, a simulação da aplicação das bandeiras para o subsistema de sua região. O consumidor poderá compreender então qual bandeira estaria valendo no mês atual. O sistema possui três bandeiras verde, amarela e vermelha – as mesmas cores dos semáforos – e indica que Bandeira verde, são condições favoráveis de geração de energia, essa tarifa não sofre nenhum acréscimo. A Bandeira amarela, condições de geração menos favoráveis, a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,025 para cada quilowatt-hora (kWh) consumido e a Bandeira vermelha, são condições mais custosas de geração, nas quais a tarifa sofre acréscimo de R\$ 0,055 para cada kWh consumido (ANEEL, março de 2015).

### 3.3 SISTEMA ELÉTRICO NO BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO

O segmento de distribuição se caracteriza como o segmento do setor elétrico dedicado à entrega de energia elétrica para um usuário final. Como regra geral, o sistema de distribuição pode ser considerado como o conjunto de instalações e equipamentos elétricos que operam, geralmente, em tensões inferiores a 230 kV, incluindo os sistemas de baixa tensão (BRASIL, 2002).

Atualmente, o Brasil possui 63 concessionárias do serviço público de distribuição de energia elétrica, além de um conjunto de permissionárias (cooperativas de eletrificação rural que passaram pelo processo de enquadramento como permissionária de serviço público de distribuição de energia elétrica).

A Companhia Energética do Estado de São Paulo – CESP é a maior empresa de geração de energia elétrica do Estado de São Paulo e a terceira maior do Brasil e da América Latina.

Sua potência total instalada é de 7.455,3 MW. Como empresa distribuidora de energia elétrica no estado de São Paulo, na região do Vale do Paraíba, está a Edp Bandeirantes.

A energia hidráulica é a principal fonte de energia para geração de eletricidade no Brasil. Devido ao alagamento de grandes áreas cultiváveis e apesar de ser considerada uma fonte renovável e limpa, as usinas hidroelétricas produzem um impacto ambiental ainda não adequadamente avaliado (STIVARI, 2005).

Gases do efeito estufa, principalmente o metano, são emitidos para atmosfera em consequência de processos de degradação anaeróbica da matéria orgânica que ocorrem em áreas alagadas. Além disso, as principais bacias hidrográficas brasileiras com capacidade de geração hidroelétrica de alta densidade energética já estão praticamente esgotadas nos principais centros consumidores do país (PEREIRA et al., 2006).

### 3.4 A REDE LOCAL DE ENERGIA ELÉTRICA

O consumo de energia elétrica é pago pelo consumidor através da conta enviada pela distribuidora local. O valor da conta correspondente à quantidade de energia elétrica consumida, no mês anterior, estabelecida em kWh multiplicada por um valor unitário, denominado tarifa, medida em R\$/kWh, que corresponde ao preço de um quilowatt consumido em uma hora. A tarifa de energia elétrica residencial no município de Tremembé, com vigência de 23/10/2013 à 22/10/2014, está estipulada no valor de 0,30494 R\$/kWh, como apresenta a figura 6, (EDP BANDEIRANTES, 2014).

A tarifa social, regulamentada pela Lei nº 12.212 de 2010, que estabelece descontos incidentes sobre a tarifa aplicável à classe residencial de baixa renda é calculada de modo cumulativo, ou seja, quanto menor o consumo maior o desconto, ou seja, menor também é a taxa cobrada em R\$/kWh. Esses valores não contemplam tributos, sendo que os valores relativos à cobrança dos tributos PIS/PASEP e COFINS aparecem em destaque na conta de luz.

A Figura 5 ilustra a descrição dos tipos de tarifas e os valores cobrados pela concessionária que atua na região onde está inserido o município de Tremembé.

Figura 5 - Tarifas, residencial e residencial de baixa renda, vigentes pela empresa edp Bandeirante.

<b>Empresa:</b> BANDEIRANTE - Bandeirante Energia S/A.	
<b>Vigência da Tarifa</b> de 23/10/2013 a 22/10/2014	
<b>Resolução Homologatória Nº 1641 Publicada em 23/10/2013</b>	
<b>Varição percentual em relação ao período anterior: 6,72%</b>	
Descrição	R\$/kWh*
<b>B1 - Residencial</b>	0,30494
<b>B1 - Residencial Baixa Renda</b>	
Consumo mensal inferior ou igual a 30 kWh	0,10443
Consumo mensal superior a 30 kWh e inferior ou igual a 100 kWh	0,17902
Consumo mensal superior a 100 kWh e inferior ou igual a 220 kWh	0,26852
Consumo mensal superior a 220 kWh	0,29836
<b>* Os valores constantes da Resolução Homologatória referida são expressos em R\$/MWh</b>	

Fonte: (BRASIL, 2014 e).

### 3.5 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E OBRIGAÇÕES DAS EMPRESAS

Para firmar contratos de concessão de energia elétrica com as empresas de distribuição de energia, a ANEEL estabelece obrigações e encargos às essas empresas. Uma dessas obrigações consiste em aplicar anualmente o montante de, no mínimo, 0,5% de sua receita operacional líquida em ações que tenham por objetivo o combate ao desperdício de energia elétrica, o que consiste no Programa de Eficiência Energética das Empresas de Distribuição – PEE (BRASIL, 2014).

Para cumprir tais obrigações, as distribuidoras devem apresentar projetos de Eficiência Energética e Combate ao Desperdício de Energia Elétrica, sendo o manual para elaboração de projetos disponível através do site da ANEEL (BRASIL, 2014 f).

A Lei nº 9.991 de 2000, dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas do setor de energia elétrica, determina ainda que tais empresas são obrigadas a aplicar anualmente, no mínimo, 0,75 % de sua receita em pesquisa e desenvolvimento e 0,25% em programas de eficiência energética (BRASIL, 2002).

“Art. 1º As concessionárias e permissionárias de serviços públicos de distribuição de energia elétrica ficam obrigadas a aplicar, anualmente, o montante de, no mínimo, setenta e cinco centésimos por cento de sua receita operacional líquida em pesquisa e desenvolvimento do setor elétrico e, no

mínimo, vinte e cinco centésimos por cento em programas de eficiência energética no uso final.”

Esses percentuais mínimos definidos foram alterados pela Lei nº 11.465 de 2007 e passarão a ser, até 31 de dezembro de 2015, de 0,50%, tanto para pesquisa e desenvolvimento como para programas de eficiência energética na oferta e no uso final da energia (BRASIL, 2002).

Cresce o número de projetos de aquecimento solar cadastrados na ANEEL, no ano de 2010 foram cadastrados 28 projetos e esse número subiu para 33 no ano de 2014. A figura 6 apresenta a relação de projetos de eficiência energética até julho de 2014 (BRASIL, 2014).

Figura 6 - Relação de projetos cadastrados na ANEEL até julho de 2014.



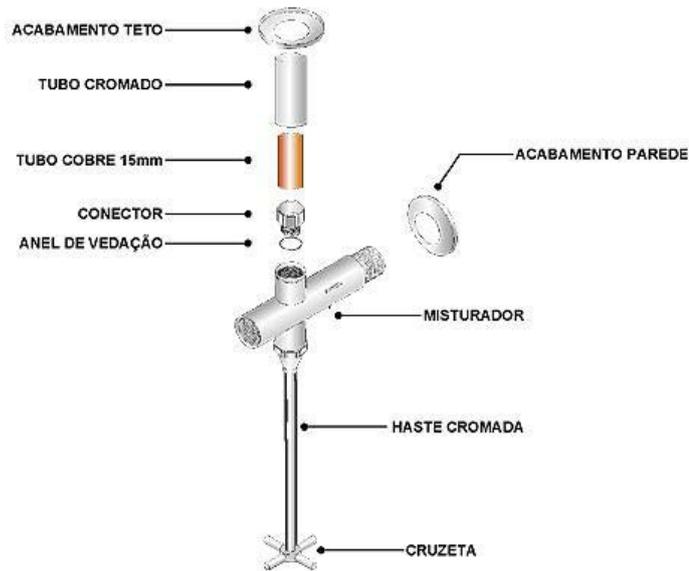
Fonte: (BRASIL, 2014).

Esses dados revelam a importância de projetos de eficiência energética, mostrando a economia real de energia elétrica, quando com a quantidade de 33 projetos cadastrados há uma economia de 26.096,73 MWh/ano e uma soma de 19.306,03 kW de demanda retirada de Ponta Global (BRASIL, 2014). Empregar meios para a eficiência energética, assim como para o consumo consciente de água, é cada vez mais necessário e deve ser incentivado para o conforto e para a sustentabilidade das habitações.

No Brasil, novos programas e projetos de habitações estão sendo implantados para atender os segmentos de baixa renda da população no incentivo à eficiência energética e sustentabilidade. Esses programas visam, entre outras propostas, instalações de placas fotovoltaicas em conjuntos habitacionais e edifícios governamentais. Todavia, há ainda, resistência por parte desta população para adotar novas tecnologias de economia de energia, especialmente a população que vive em habitações já construídas. O principal motivo é a falta de informação sobre as instalações de aquecedores solares de água. Uma vez instalados, para

direcionar a água até o ponto do chuveiro é necessário apenas fazer um orifício na laje e conectar diretamente ao chuveiro. A utilização de um registro misturador permite a instalação de aquecedores solares de água sem quebrar paredes ou azulejos junto aos chuveiros elétricos, assim como para torneiras da cozinha. A Figura 7 apresenta como é feita a instalação de um misturador junto ao chuveiro elétrico.

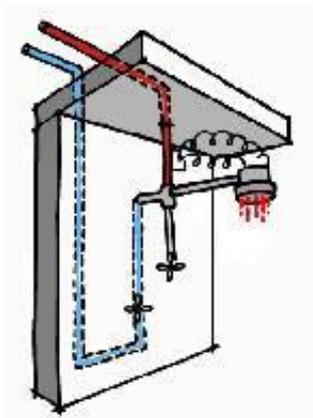
Figura 7 - Esquema para a instalação de um registro de água quente com aquecedor solar de água



(Fonte: Soletrol, 2015)

A Figura 8 apresenta o esquema com o comando de abertura de água fria, o qual passa a ser o registro de pressão original do chuveiro elétrico, o comando de abertura da água quente e a haste que equipa o misturador.

Figura 8 - Esquema com o comando de água fria e haste do misturador



(Fonte: Soletrol, 2015)

Outro fator importante a ser considerado é a urgente necessidade da não emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera através da economia global de energia elétrica. A tabela 1 apresenta a soma economizada global de energia elétrica em MWh/ano, a soma de demanda retirada de ponta global em kW e a soma total. Essa energia economizada relacionada a não emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera torna-se muito significativa.

Por apresentar elevada participação de renováveis, para produzir 1 MWh, o setor elétrico brasileiro emitiu 56 kg de CO<sub>2</sub>, em média, no ano de 2011 - relativamente pouco se comparado aos setores elétricos americano e chinês, que emitem, respectivamente, 8 e 12 vezes mais que o brasileiro (BRASIL, 2014 g). Todavia, quando não comparado, a emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera ainda é elevada.

Tabela 1 - Tabela com a Soma de Energia elétrica Global Economizada e de Demanda Retirada de Ponta.

<b>Soma elétrica global economizada e demanda retirada de ponta</b>			
<b>Tipologia</b>	<b>Soma de Energia Economizada Global (MWh/ano)</b>	<b>Soma de Demanda Retirada de Ponta Global (kW)</b>	<b>Soma de TOTAL</b>
Aquecimento Solar	26.096,73	19.306,03	97.430.575,11
Baixa Renda	2.231.637,19	805.991,22	2.155.761.370,10
Residencial	1.168.738,96	393.014,09	703.864.285,88
Rural	33.964,97	16.009,93	22.040.044,76
Total geral	3.460.437,85	1.234.321,27	2.979.096.275,85

Fonte: (BRASIL, 2014a).

A Tabela 1 apresenta dados com a soma de Energia elétrica Global Economizada e de demanda retirada do horário de ponta com aquecimento solar. Pode-se observar que a soma da energia elétrica economizada com a utilização de aquecimento solar é de 26.096,73 MWh/ano e a soma de demanda retirada do horário de ponta é de 19.306,03 kW. Esses dados mostram que há uma forma alternativa de obter energia calorífica sem a utilização da energia elétrica convencional.

### 3.6 DADOS SOBRE ECONOMIA DE ENERGIA ELÉTRICA

A partir da década de 1980, as modificações conjunturais e estruturais ocorridas no cenário internacional promoveram relevantes alterações nos critérios de aproveitamento de recursos energéticos. De fato, se antes, para atender aos requisitos energéticos demandados pelo crescimento econômico, a maior parte das avaliações se concentrava nas perspectivas de

expansão de oferta de energia, atualmente a ênfase no uso eficiente torna-se preponderante (PINTO JUNIOR et al, 2007).

Algumas ações locais, visando a economia de energia elétrica, podem colaborar muito na economia global. Segundo Stone (2013), algumas importantes atitudes de governos europeus visando economizar energia elétrica vêm sendo tomadas. Como exemplo, o autor cita a França que, apaga, a partir de uma hora da manhã, as luzes de monumentos, igrejas, pontes e até mesmo da Torre Eiffel. Barcelona, na Espanha, usa um sistema inteligente de luzes de LED - *Light Emitter Diode*, usando menor carga e desligando quando sub utilizadas. Uma sociedade de voluntários chamada “*Lights Out*”, em Nova Iorque, Boston e outras cidades americanas trabalham para que as luzes sejam apagadas durante a noite em locais que são rotas de migração de algumas espécies de pássaros. Todas essas ações com o objetivo de uma gestão de economia de energia elétrica urbana. Em Israel, está no código de obras, sem coletor solar não há habite-se.

No Brasil, os programas habitacionais CDHU; COHAB e Minha Casa Minha Vida utilizam o sistema de aquecimento solar de água, tendo assim uma grande economia de energia elétrica para seus moradores e menor custo. Segundo ABRVA (2014), a economia na conta de energia elétrica pode chegar até 50% com uso do Sistema de Aquecedor Solar – SAS.

O horário de ponta<sup>3</sup> é estipulado, no Sudeste, entre as 18h00 e 21h00, período em que o consumo de energia pelos usuários é maior devido ao aumento de demanda; é nesse horário que a iluminação pública das cidades se inicia e também coincide com o horário em que a maioria das pessoas chega a casa, tomam banho, ligam as luzes e eletrodomésticos, horário também em que uma boa parte do comércio e da indústria ainda permanece trabalhando. Para o sistema elétrico, esse período é o mais crítico do fornecimento de energia elétrica, sobrecarregando a demanda de rede.

No setor residencial, o uso do chuveiro e sua alta potência contribuem para a formação do horário de ponta do sistema. Horário em que os transformadores e as linhas de transmissão estão operando próximos do seu limite, ou até mesmo em sobrecarga, o que em casos extremos, pode causar interrupções na distribuição de energia elétrica.

A energia elétrica paga pelos consumidores ainda é baseada na tarifa monômnia, ou seja, independentemente da hora de uso, paga-se o mesmo valor pela energia elétrica. Mas está em

---

<sup>3</sup> Período definido pela concessionária e composto por 3 (três) horas diárias consecutivas, exceção feita aos sábados, domingos e feriados nacionais, considerando as características do seu sistema elétrico. No caso da região sudeste do Brasil, o horário de ponta ainda é definido das 18h00 às 21h00.

andamento a modalidade da tarifa branca, a qual estabelece patamares nos quais o preço da energia elétrica nos horários de ponta é mais alto e, fora do horário de ponta, é mais baixo do que o atual (BRASIL, 2014 e). Sendo essa, uma tentativa de estimular o consumo de energia elétrica residencial fora do horário de ponta. E ainda, desestimular indústrias e empresas a trabalharem com todas as suas máquinas nesse período, reduzirem o valor da sua conta de energia elétrica e, principalmente, fazer com que utilizem fontes de energia sustentáveis. Dessa forma são evitados altos investimentos que serviriam apenas para suprir a demanda do horário de ponta, e que não representariam uma melhoria real no sistema de abastecimento.

### 3.7 LEGISLAÇÃO BRASILEIRA

A legislação brasileira incentiva a criação de projetos de leis municipais com o objetivo de ampliar a utilização de energias limpas nos municípios. Tais leis estão em processo de implantação desde 2006, sendo que em algumas cidades como, São Paulo, Belo Horizonte e Vitória, elas já estão implantadas. Segundo ABRAVA (2014), a utilização de leis municipais e a utilização de energia solar colaboram para a ampliação do setor e, principalmente, para a produção em escala trazendo também a redução dos preços.

Outro exemplo de legislação que privilegia o meio ambiente é o Projeto de Lei 630/03, que foi aprovado pela Câmara Federal em 21 de outubro de 2003, e está a caminho do Senado. Ele prevê, dentre vários incentivos a tecnologias limpas, descontos na tarifa de energia elétrica aos estabelecimentos dotados de energia solar para aquecimento de água. (ABRAVA, 2014)

### 3.8 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR HÍBRIDO

O sistema de aquecimento solar híbrido tem o mesmo princípio do sistema convencional, a diferença é que ele não tem um sistema auxiliar como os mais utilizados, o elétrico ou a gás. O próprio chuveiro elétrico faz essa função quando a irradiação solar não atende a demanda. Em dias ensolarados e quentes, mantêm-se o chuveiro elétrico com a sua resistência desligada e quando a temperatura da água não está quente o suficiente liga-se a resistência. Com esse sistema reduz-se a poluição e os custos (ABRAVA, 2014).

As primeiras amostras comerciais de instalações de aquecimento solar de água apareceram no final do século 19 e início do século 20; os primeiros modelos comerciais estavam na categoria de sistemas de aquecimento solar integrados. Depois disso, a produção industrial destas instalações foi se desenvolvendo no sentido de fabricar separadamente os

coletores solares e os tanques de armazenamento de água, e separou aquecimento solar de água, gradualmente foi forçado a sair SAS integrados (FRIDA, MORDYNSKII e ARSATOV, 2012).

A utilização da energia solar traz benefícios em longo prazo para o país, viabilizando o desenvolvimento de regiões remotas onde o custo da eletrificação pela rede convencional é demasiadamente alto com relação ao retorno financeiro do investimento, regulando a oferta de energia em períodos de estiagem, diminuindo a dependência do mercado de petróleo no caso das termoelétricas e reduzindo as emissões de gases poluentes à atmosfera como estabelece a Conferência de Kyoto (PEREIRA et al., 2014).

Segundo a Rede de Políticas Energéticas Renováveis para o Século XXI (2013), os seguintes países ocupam as posições de liderança em termos de capacidade térmica instalada de energia solar utilizado aquecedores de água por 1000 habitantes: Chipre (cerca de 600 kW), Israel (400 kW), Áustria (320 kW), Grécia (300 kW), e Alemanha (mais de 100 kW) pela capacidade térmica combinada de instalações solares, a China ocupa o primeiro lugar no mundo (cerca de 120 GW ou cerca de 180 milhões de m<sup>2</sup>), e Turquia e Alemanha ocupam o segundo e terceiro lugares, respectivamente.

Ainda, segundo a Rede de Políticas Energéticas Renováveis para o Século XXI (2013), Políticas para fornecer acesso à energia através de energia renovável estão sendo cada vez mais amplamente integradas em planos de desenvolvimento rural. Brasil, China, Índia e África do Sul estão na liderança no desenvolvimento de programas de grande escala que abordam o duplo desafio de acesso à energia e sustentabilidade. No entanto, para as metas de acesso à energia a serem cumpridas, mecanismos institucionais, financeiros e legais devem ser criados e reforçados para suportar a implantação em larga escala de energia renovável.

“Até o final de 2012, a capacidade térmica solar global alcançou um número estimado de 282 GWh para todos os tipos de coletores, com capacidade de coletores de vidros de água atingindo um número estimado de 255 GWh. China e Europa são responsáveis por cerca de 90% do mercado mundial (todos os tipos) e a grande maioria da capacidade total. Aquecimento solar e refrigeração estão ganhando terreno, assim como o aquecimento solar térmico, refrigeração solar, e os sistemas de calor de processo”. REDE DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS PARA O SÉCULO XXI (2013).

### 3.9 O COLETOR SOLAR

O coletor solar é um dispositivo que promove o aquecimento de um fluido, como a água, através da conversão da radiação eletromagnética proveniente do Sol em energia térmica. Para os sistemas solares de aquecimento de água, é necessário saber qual a área disponível para receber a incidência solar.

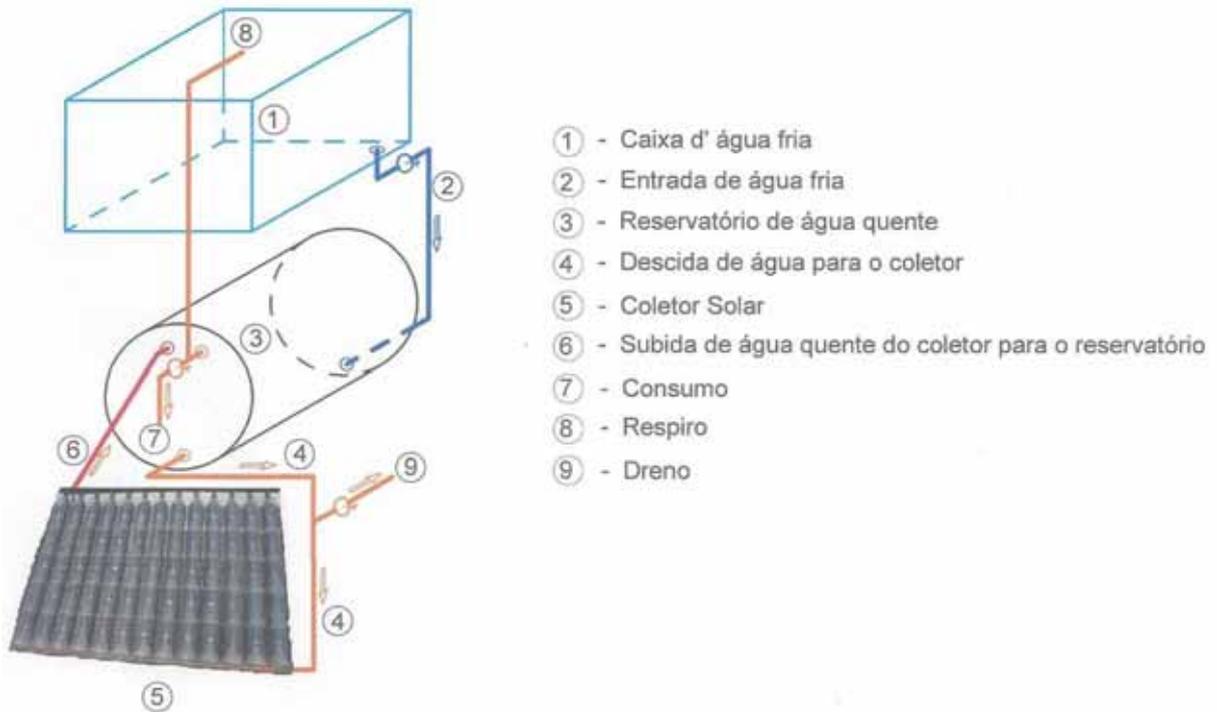
A radiação solar é o principal fator de ganho térmico em uma habitação. Desde a antiguidade, o homem procura criar tipologias construtivas para aproveitar essa energia solar, ou mesmo evitar essa forma de energia se muito intensa. Segundo Ferraro et al. (2001) a captação passiva é o processo mais antigo e rudimentar de uso da energia solar de que se tem conhecimento.

A aplicação prática e a sustentabilidade são temas recorrentes no cenário recente da construção civil, possibilitando a inserção de tecnologias alternativas nas habitações brasileiras, dentre elas o uso de sistemas solares de aquecimento de água. O equipamento mais popular da tecnologia solar é o coletor solar plano que converte energia solar em energia térmica. O sistema fornece água quente a temperaturas variáveis entre 40°C e 60°C, atendendo basicamente as necessidades de uso residencial, em cozinhas e banheiros. No Brasil, na maior parte dos casos, o sistema solar térmico é utilizado para substituir o chuveiro elétrico. (FRAIDENRAICH, 2014).

Há, no Brasil e América latina, um grande consumo de energia elétrica para a utilização do chuveiro, uma atividade de intensa importância, mas para a qual, felizmente, existem alternativas, como por exemplo, a adoção da energia solar. Caso haja tempo nublado e não ocorra um aquecimento de água almejado, o chuveiro elétrico pode ser utilizado para compensar a falta do aquecimento solar. A energia elétrica é uma excelente forma de complementação para o aquecimento de água, não deveria ser utilizada como a principal fonte.

A Figura 9 apresenta um desenho esquemático de um sistema de aquecedor de água residencial. Tal sistema funciona em modo termossifão, constituído por um coletor solar integrado a um reservatório térmico, onde a água, depois de aquecida no interior do reservatório térmico é levada até o ponto de consumo.

Figura 9 - Esquema de um sistema de aquecedor solar residencial.



Fonte: (Autora, 2014).

O funcionamento é simples, a água fria da caixa d'água (1), segue pela tubulação (2), passa pelo boiler (3), segue pela tubulação (4), é aquecida no coletor solar (5), e entra na parte de cima do reservatório, através da tubulação (6). Através da tubulação (7) a água quente sai para o consumo. Há alguns acessórios com outras finalidades como o respiro (8) e o dreno de limpeza (9).

O fluido quente é menos denso do que o fluido frio, fazendo com que o que está quente suba, tomando o lugar do que está frio. Para que este princípio funcione é necessário que o depósito se encontre posicionado na parte superior do coletor solar.

A água é aquecida através da energia solar que atinge as garrafas PET e circula entre o coletor solar e o depósito em circuito fechado. Esta transferência de calor é efetuada com a ajuda de tubulações pintadas de preto fosco, possibilitando maior absorção de calor. A circulação do líquido solar produz-se pela alteração das respectivas densidades, provocada pelas diferentes temperaturas do circuito de ida e retorno.

### 3.10 DIMENSIONAMENTO DE UM AQUECEDOR SOLAR DE GARRAFAS PET

Para a instalação de um aquecedor de água com garrafas PET<sup>4</sup> é necessário uma caixa de água fria, um reservatório para acumular a água quente, também conhecido como *boiler*, garrafas PET, canos, curvas e Ts de PVC, duas torneiras metálicas e um registro.

A forma mais simples e econômica de aproveitar a energia solar é gerando água aquecida para o uso doméstico. A instalação é simples e tem um custo baixo, sendo amortizado em pouco tempo (SOUZA, T.M.; AVILÉS, S.M.A., 2011).

Para o dimensionamento da instalação deve-se ter a demanda diária de água necessária para atender o consumo em uma residência em litros por dia (L/dia). A Tabela 2 apresenta os dados a serem utilizados, cujo preenchimento deve obedecer aos dados para dimensionamento de consumo em uma residência, considerando o número de pessoas que vivem no domicílio.

Tabela 2 - Dados estimados de consumo médio de água em uma residência.

Consumo médio de água em uma residência			
Consumidor	Consumo L/dia	Num. de pessoas	Total L/dia
Banho	50		
Cozinha	15		
Lavanderia	50		
Total Geral (L/dia):			

Fonte consumo L/dia: (SOUZA,T.M.; AVILÉS, S.M.A., 2011).

### 3.11 QUANTIDADE DE CALOR

Quantidade de calor necessária para o aquecimento da água é dada pela equação (1)

$$Q = mc\Delta t \quad (1)$$

Na qual:

Q = quantidade de calor necessário (kcal)

m = massa de água  $\left(\frac{kg}{dia}\right)$

<sup>4</sup> **Politereftalato de etileno**, ou **PET**, é um polímero termoplástico, desenvolvido por dois químicos britânicos Whinfield e Dickson em 1941, formado pela reação entre o ácido tereftálico e o etileno glicol, originando um polímero, termoplástico.

$c$  = calor específico da água  $C = 1,0 \frac{\text{kcal}}{\text{kg } ^\circ\text{C}}$

$$\Delta t = t_f - t_i \quad (2)$$

Variação da temperatura da água ( $^\circ\text{C}$ )

$t_f$  = temperatura final da água.

$t_i$  = temperatura inicial da água.

A quantidade de massa de água na equação (2) é o resultado da conversão de litros/água a kg/dia de volume de água consumida diariamente, dado na tabela 2.

A variação da temperatura da água, normalmente ocorre entre  $20\text{ }^\circ\text{C}$  e  $60\text{ }^\circ\text{C}$ , o que daria um valor de aumento de temperatura de  $40\text{ }^\circ\text{C}$  (SOUZA; AVILÉS, 2011).

### 3.12 ÁREA DO COLETOR SOLAR

A superfície mínima requerida de área para o aquecedor solar de água é dada pela equação (3)

$$S = \frac{Q}{I \cdot \eta c} \quad (3)$$

Na qual:

$S$  = Superfície mínima do coletor ( $\text{m}^2$ ).

$Q$  = Quantidade de calor necessária (kcal).

$I$  = Índice de radiação solar  $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}\right)$

$\eta c$  = Rendimento do coletor solar.

O índice de radiação solar é calculado inserindo dados de radiação solar na região, que pode ser tomado da Figura 1, sendo  $4,5\text{ Wh/m}^2$  para o município de Tremembé e fazendo a conversão do valor do índice em  $\left(\frac{\text{kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{dia}}\right)$ , utilizando a seguinte relação:

1kWh/m<sup>2</sup>/dia = 859,8452 kcal/m<sup>2</sup>/dia.

4,5 kWh/m<sup>2</sup>/ dia x 860 kcal/m<sup>2</sup>/dia = 3.870 kcal/m<sup>2</sup>/dia

$$Q^{ger} = S \eta_c \quad (4)$$

$$Q^{ger} = 8m^2 \times 3.870 \times 0,33 = 10.216,8 \text{ kWh / dia / residência}$$

1kWh = 3.600 kJ

$$Q^{ger} = 10.216,8 \text{ kWh / dia / residência} \times 3600 \text{ kJ} = 36780 \text{ kJ / dia / residência}$$

O valor de rendimento para coletores solares com garrafas PET é de aproximadamente 33%. Para coletores solares comerciais o rendimento é de aproximadamente 60% (SOUZA; AVILÉS, 2011).

### 3.13 NÚMERO DE GARRAFAS PET E TUBO DE PVC

O cálculo utilizado para calcular a quantidade de garrafas PET e canos de PVC a serem utilizados para o coletor solar foi proposto de ser realizado com garrafas de dois litros.

O coletor solar estruturado com garrafas de dois litros é composto de canos de dois metros de comprimento e diâmetro de 12 mm, pintados na cor preta fosca. Uma série de 6 garrafas, com diâmetro de 0,1 metro e encaixadas uma a uma, recobrem o cano de PVC. Para o cálculo, seguem os seguintes passos:

1. Todas as garrafas devem ter as mesmas características, assegurado que cada m<sup>2</sup> tenha um total de 27 garrafas PET de dois litros.

Esse cálculo pode ser feito utilizando a equação (5).

$$TG = 27 S \quad (5)$$

Na qual:

TG = Total de garrafas PET de dois litros.

S = Superfície mínima do coletor (m<sup>2</sup>).

2. Os canos devem ter 2 metros de comprimento em paralelo, cada um com 6 garrafas.

Esse cálculo pode ser feito utilizando a equação 6.

$$CP = \frac{TG}{6} \quad (6)$$

Na qual:

CP = Quantidade de canos em paralelo.

O sistema de aquecimento solar de baixo custo – ASBC - é construído com materiais recicláveis. Na sua construção são utilizados tubos e conexões de PVC pintados de preto fosco para aumentar a absorção de calor, empregadas garrafas PET transparentes de dois litros, as quais são elementos imprescindíveis nos coletores, revestindo toda a tubulação de PVC, visto que ao receberem os raios solares, o ar contido no seu interior absorve parte da radiação infravermelha, armazenando assim temporariamente energia térmica. Essa energia, por sua vez, aquece o ambiente interno da garrafa e conseqüentemente os tubos de PVC e então, a água que está circulando no coletor solar. Além disso, as garrafas PET proporcionam manutenção temporária da temperatura do fluído do coletor, mesmo havendo oscilação da temperatura e presença de ventos.

A Figura 10 apresenta o ASBC, instalado no Centro de Energias da Faculdade de Engenharia da UNESP Guaratinguetá. Esse aquecedor de aquecedor solar é constituído de 216 garrafas PET, 80 metros de cano PVC de 12 mm, em barras de 02 metros, 72 conexões Ts PVC, 07 conexões Curvas de 12 mm, 02 torneiras metálicas, um registro e um *boiler* com capacidade para 0,2 m<sup>3</sup> de água, sendo que a área necessária para sua instalação é de 8 m<sup>2</sup>. Esse dimensionamento atende uma residência com 04 pessoas.

Figura 10 - Foto sistema de aquecimento solar de água de baixo custo – ASBC, construído com garrafas PET, do Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP.



Fonte: (Autora, 2014)

A Figura 11 apresenta detalhes das conexões “Ts” das tubulações e a garrafas PET conectadas umas nas outras. No ponto de junção entre elas é necessário fazer uma vedação. Pode-se observar também as tubulações pintadas com preto fosco.

Figura 11 - Foto com detalhe das conexões feitas com as garrafas PET e tubulações



Fonte: (Autora, 2014)

### 3.14 DISPOSIÇÃO DO COLETOR SOLAR

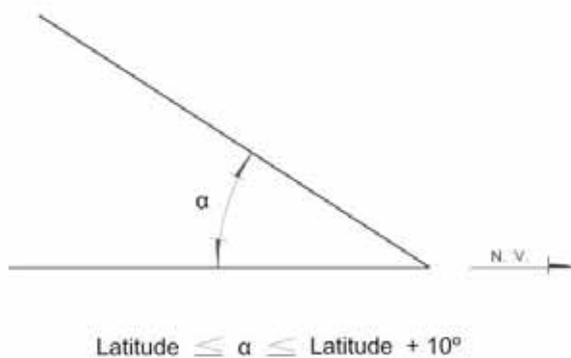
Além do ciclo diurno, a quantidade de radiação solar que atinge o topo da atmosfera terrestre varia de acordo com a época do ano devido à órbita elíptica da Terra ao redor do Sol, causando variação na distância Terra-Sol. A variação da declinação solar, que é a inclinação do eixo de rotação da Terra com relação à normal ao plano da eclíptica, também influi na quantidade de radiação solar incidente. Esses parâmetros apresentam ciclos anuais relativamente repetitivos (SÃO PAULO, 2013).

Para obter a melhor eficiência na instalação de um aquecedor solar e o máximo aproveitamento da radiação solar, é necessário que o coletor solar tenha uma inclinação adequada em relação ao local de sua instalação e uma correção em relação ao eixo da terra.

### 3.14.1 INCLINAÇÃO

A altura do sol sobre o horizonte é chamada de altitude, a qual é medida em grau sobre o horizonte. Ao nascer do sol, sua latitude é de 0 grau e quando ele se encontra em sua máxima altura, no meio do dia, a 0 grau azimute, é chamada de mediana solar. A latitude do lugar determina a altura do sol sobre o horizonte na mediana solar durante todo o ano. Considera-se a órbita da terra ao redor do sol somada ao eixo de inclinação, o sol está em diferentes altitudes sobre o horizonte durante o ano. Para o dimensionamento de coletores solares, o ideal é considerar uma inclinação horizontal sobre o nível vertical (N.V.) a um ângulo ( $\alpha$ ) igual à latitude do lugar mais 10 graus, como apresentado na Figura 12. O resultado será a obtenção de o máximo rendimento no inverno, quando há menos radiação solar.

Figura 12 - Ângulo de inclinação



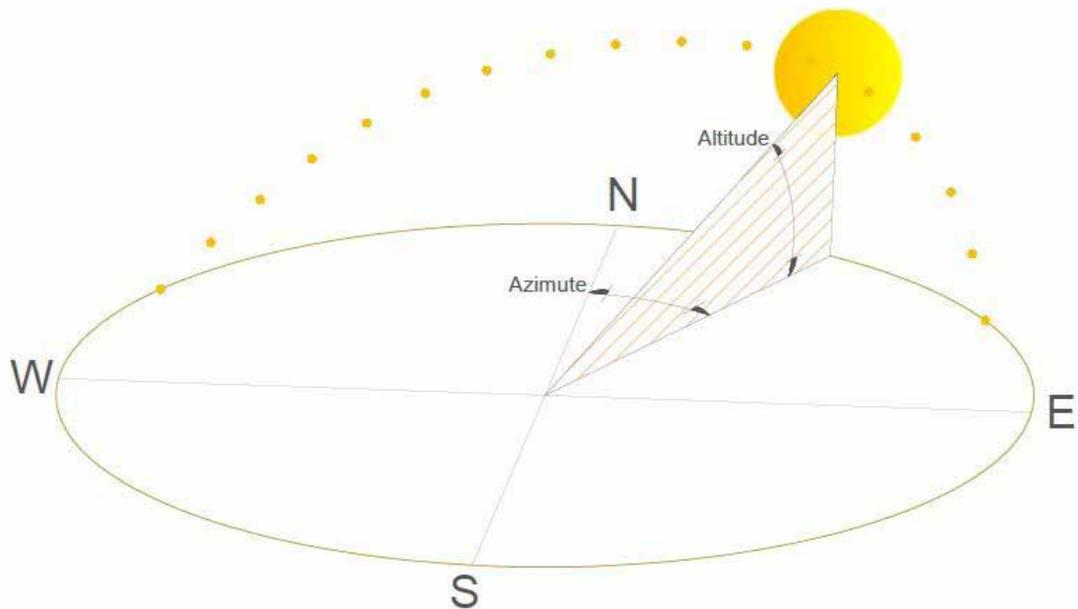
A latitude na região do Vale do Paraíba é de 23 graus, portanto a inclinação em relação ao solo será:

$$\alpha = 23^\circ + 10^\circ = 33^\circ.$$

Para o máximo rendimento anual para um coletor solar, é recomendada uma inclinação de  $0,9\phi$ , na qual  $\phi$  representa a latitude do lugar.

Um coletor solar térmico possui maior eficiência quando é atingido pelos raios solares perpendicularmente, ou seja, a 90 graus. Quando o coletor está diretamente frente ao sol em azimute e altitude, o ângulo de incidência é considerado “normal”. A Figura 10 mostra o efeito do ângulo de inclinação e da incidência solar recebida pelo sol.

Figura 13 - Azimute e altitude para todas as latitudes



Fonte: (Autora, 2014)

A tabela 3 pode ser usada para definir o grau de inclinação, para uma longitude horizontal como referência de 100 cm.

Tabela 3 - Tabela com grau de inclinação e distância vertical

Graus	Vertical (cm)	Graus	Vertical (cm)	Graus	Vertical (cm)
1	1,75	1,16	28,67	31	60,09
2	3,49	17	30,57	32	62,49
3	5,24	18	32,49	33	64,94
4	6,99	19	34,43	34	67,45
5	8,75	20	36,40	35	70,02
6	10,51	21	38,39	36	72,65
7	12,28	22	40,40	37	75,36
8	14,05	23	42,45	38	78,13
9	15,84	24	44,52	39	80,98
10	17,63	25	46,63	40	83,91
11	19,44	26	48,77	41	86,93
12	21,26	27	50,95	42	90,04
13	23,09	28	53,17	43	93,25
14	24,93	29	55,43	44	96,57
15	26,79	30	57,74	45	100,00

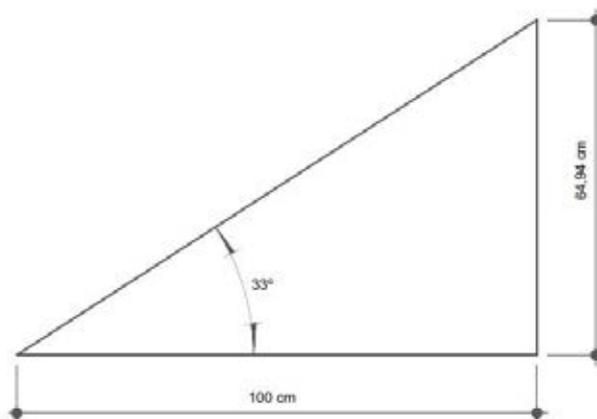
Fonte: (Adaptado pela autora).

### 3.14.2 ORIENTAÇÃO

A posição aparente do sol a Oeste e a Leste do Norte verdadeiro é chamada Azimute, a qual é medida em graus. O sol se movimenta 15 graus no azimute a cada hora em relação às 24 do dia e aos 360° da curvatura da Terra. O Norte Verdadeiro e o Norte Magnético possuem uma derivação, chamada derivação magnética. Para a correta posição do coletor solar, deve-se fazer essa correção de declinação. Para isso, deve-se fazer a localização com a bússola no valor pré-calculado em relação ao Norte verdadeiro e buscar a declinação magnética do local de instalação. A partir daí, o coletor solar será colocado em direção ao Norte com a latitude do local, sendo 23° para o município de Tremembé. A Figura 12 mostra a declinação magnética da região estudada.

Assim, a disposição de um coletor solar, para um ângulo de inclinação de 23° pode ser calculada a partir da Tabela 3, considerando a distância de 100 cm e somando os 10°, será de 33°, conforme apresentado na Figura 14.

Figura 14 - Disposição do coletor solar para um ângulo de inclinação de 33°.



Fonte: (Autora, 2014)

Os coletores solares, quando dispostos com a inclinação e a orientação corretas, podem obter melhores resultados na captação dos raios solares, portanto maior eficiência.

### 3.14.3 TANQUE DE ARMAZENAMENTO TÉRMICO

O tanque de armazenamento térmico ou termotanque, também chamado de “*boiler*”, é utilizado para armazenar a água quente proveniente do coletor solar. Eles podem ser

encontrados em locais de comércio de equipamentos de aquecimento solar. O mercado desse equipamento vem crescendo e seu desenvolvimento proporcionando preços mais atrativos.

Frequentemente na instalação de um coletor solar, o *boiler* é instalado em sistemas integrados, ou seja, o coletor solar e o tanque de armazenamento de água são posicionados próximos um do outro. O tanque é instalado próximo e acima do coletor solar para receber a água quente com o aproveitamento do efeito termossifão.

#### 3.14.4 SISTEMA DE CIRCULAÇÃO

O efeito termossifão de circulação da água para o ASBC é o processo também chamado de convecção natural ou circulação passiva. À medida que os coletores captam a energia térmica dos raios solares e a transfere para a água fria que circula através dos canos de PVC, a água vai aumentando sua temperatura, diminui sua densidade e inicia o movimento de ascensão para a parte superior do reservatório. A água quente que sobe toma lugar da água fria, obrigando-a a circular através do coletor solar. Ao passar pelos canos, pintados de preto, a água circulante aumenta a temperatura e ascende novamente para o *boiler*. Esse ciclo se repete continuamente até enquanto houver diferença de temperatura no sistema.

Para a maior eficiência de funcionamento e aquecimento da água, o *boiler* deverá estar instalado a uma altura máxima vertical do coletor de 40 centímetros. A Figura 7 apresenta o esquema de um sistema de aquecedor solar e o funcionamento do efeito termossifão.

#### 3.15 AQUISIÇÃO DE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA

As perspectivas e oportunidades de aproveitamento comercial relacionado aos recursos energéticos da radiação solar dependem basicamente do desenvolvimento de tecnologia competitiva de conversão e armazenamento dessa energia, de informações seguras e da política energética do país (PEREIRA, E. B. *et al*, 2006).

O investimento para a aquisição de coletores solares comerciais ainda é considerado de alto custo, e ainda, para sua instalação é necessária a contratação de mão de obra especializada. Enquanto os ASBC, além de possibilitar a reciclagem de materiais, podem ser construídos pelo próprio morador, estimulando a educação ambiental. O ASBC representa uma tecnologia competitiva e que, se implantada como política pública pode atender às diferentes classes sociais, incentivando a economia de energia elétrica e de água, já que, no

Brasil, aproximadamente 70% de toda eletricidade é produzida em usinas hidrelétricas (BRASIL, 2014 d).

Em 2014, a significativa redução dos níveis de água nos reservatórios de muitas usinas hidrelétricas brasileiras foi atribuída a uma seca severa. Em especial, o Estado de São Paulo foi o estado mais atingido pela falta de precipitações e consequente rebaixamento dos níveis de água dos reservatórios que abastecem os diversos municípios. Nesse ano, os reservatórios operaram com capacidade mínima, fato que comprova a necessidade da utilização de outras fontes de energia renováveis, sendo que o uso da energia solar deve ser contemplado mais amplamente.

Intervenções e estudos com proposta de investimento em energias renováveis atendem o objetivo 4 das Ações Prioritárias da Agenda 21 brasileira, a qual enfatiza que é necessário investir em energias renováveis para que não haja retrocesso na matriz energética brasileira.

## Capítulo 4

### 4.1 METODOLOGIA DA PESQUISA

A metodologia utilizada neste trabalho está dividida em duas etapas: a primeira etapa trata-se de, através do plano amostral utilizado, verificar o conhecimento e a aceitação da inserção de aquecedor de água solar nas residências. A segunda etapa consiste em analisar o perfil do consumo de energia elétrica dos domicílios amostrados na primeira etapa e a economia no custo com energia elétrica na instalação de aquecedor solar de água.

### 4.2 PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo teve como objetivos a busca de informações sobre o potencial da demanda no consumo de energia, o comportamento quanto à utilização do chuveiro elétrico, assim como o conhecimento e aceitação da inserção de tecnologia de aquecedores solares de água.

### 4.3 UNIVERSO DA PESQUISA

Compreendeu o universo de investigação do presente trabalho os domicílios do município de Tremembé, Estado de São Paulo, estratificados por localização geográfica.

### 4.4 AMOSTRA

A partir dos dados censitários, obtidos no IBGE, referente ao Censo Populacional 2010, optou-se pela metodologia por amostragem aleatória estratificada, pois esta metodologia permite conhecer as características próprias dos setores censitários da área estudada. Foi necessária a construção de um cadastro para a população, a realização de uma amostra por setor e, por fim, a amostra final que culminou em 360 domicílios/entrevistas.

Esta amostra tem um intervalo de confiança de 95% e erro amostral prévio de 5% para mais ou para menos.

#### 4.5 INSTRUMENTO DE LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Foi utilizado um questionário, Método *Survey*, para o levantamento das informações. A concepção do questionário observou a preocupação em ser o mais completo possível, porém conciso, de modo a evitar a saturação do entrevistado.

Segundo Pinsonneault e Kraemer (1993), a pesquisa *Survey* visa à obtenção de informações sobre determinado tema ou fenômeno em uma população ou em uma amostra dessa população por meio de um questionário. Para tanto foi elaborado um questionário aplicado a cada representante dos domicílios amostrados, apresentado no ANEXO 1.

#### 4.6 LEVANTAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Os levantamentos observaram todos os procedimentos do plano amostral, tais como: local das entrevistas; quem entrevistar e como selecionar aleatoriamente os domicílios. As entrevistas foram realizadas com um único morador dos domicílios selecionados e residente no município de Tremembé.

#### 4.7 PROCESSAMENTO DOS RESULTADOS

Os dados foram processados segundo plano tabular previamente definido. Os resultados gerados são quantitativos e qualitativos, estão ilustrados com tabelas, gráficos e análises.

#### 4.8 CONSTRUÇÃO DO CADASTRO

Para que a amostragem pudesse ser realizada foram utilizadas, como referência, as informações da Fundação SEADE sobre o número de habitações existentes no município de Tremembé, conforme apresenta a Figura 15, sendo o total de 10.632 domicílios e estão divididos em 9.883 na área urbana e 749 na área rural. Foi utilizado também o mapa dos setores censitário de 2010, informações obtidas direta e pessoalmente no IBGE, no formato kmz, como pode ser visto na Figura 16, o qual possibilita a inserção de dados coletados em campo a partir de planilhas tratadas.

Figura 15 - Dados da Fundação SEADE sobre o número de habitações existentes no município de Tremembé, dividido em área urbana e área rural.

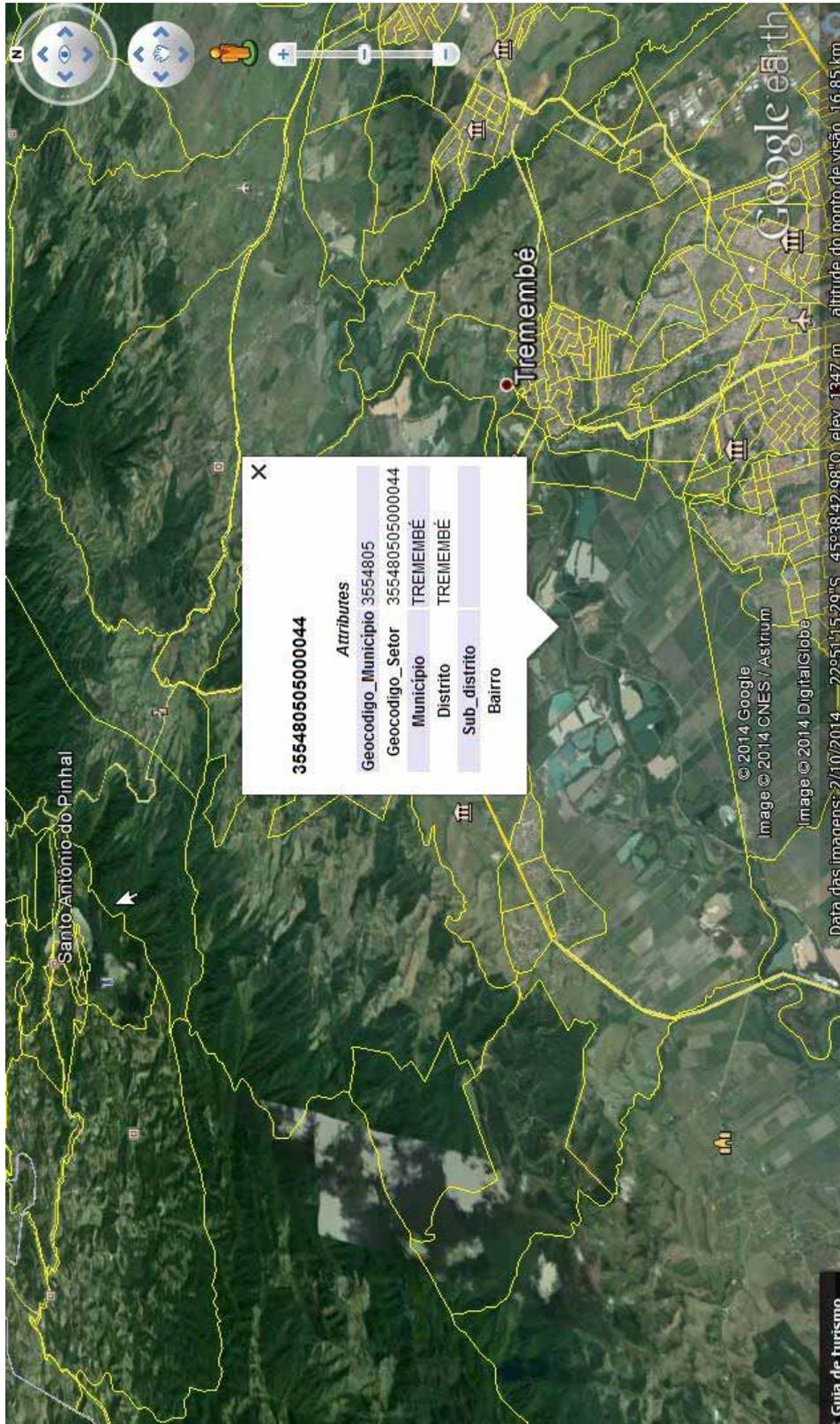
		2010
População e Estatísticas Vitais - População Urbana	3554805 - Tremembé	36.886
População e Estatísticas Vitais - População Rural	3554805 - Tremembé	4.042
Habitação - Total de Domicílios Particulares Permanentes	3554805 - Tremembé	10.632
Habitação - Domicílios Particulares Permanentes Urbanos	3554805 - Tremembé	9.883
Habitação - Domicílios Particulares Permanentes Rurais	3554805 - Tremembé	749

Fonte: (BRASIL, 2013).

A Figura 16 apresenta o mapa dos setores censitários de 2010, no qual são apresentados atributos específicos de cada setor, como o código do município, o número do setor e nome do município e distrito.

É importante relatar que foi constatado no primeiro arquivo, cedido por funcionários do IBGE da sede de Taubaté, com banco de dados e cadastro censitário dos Setores – IBGE, setor leste do estado de São Paulo, que alguns municípios não apresentavam os mapas em formato kmz, dentre eles estava o município de Tremembé, impossibilitando a leitura das informações com os atributos de cada setor. Porém, num segundo momento, solicitado através de e-mail à central do IBGE em São Paulo, as informações foram cedidas e deu-se sequência ao trabalho (comunicação pessoal).

Figura 16 - Mapa dos setores censitário de 2010 e atributos, em formato kmz.



Fonte: (BRASIL, 2014 f).

Juntamente com o cadastro censitários dos setores do município e mapas de cada setor fornecidos pelo IBGE, em formato *pdf*, apresentado na Figura 17, os quais auxiliaram no trabalho de campo para a identificação exata de cada setor trabalhado, também foram utilizados os dados com a descrição de cada setor, como apresenta a Figura 18, onde todos os setores estão georeferenciados, com informações exatas do ponto de início e término de cada setor. Esses dados sobrepostos possibilitaram a investigação em campo. A partir dessa identificação foram feitos os sorteios para a seleção dos domicílios onde foram aplicados os questionários.

Para cada setor, descrito pelo IBGE, existe um mapa georeferenciado, com escala, as coordenadas geográficas de latitude e longitude, a demarcação do setor em tom acinzentado e nome das ruas que o compõem, todos em formato *pdf*.



Figura 18 – Dados descritivos dos Setores – (Setor 2).

 <b>CENSO 2010 (Divulgação - 17/06/2011 - LIT_TI)</b>		Página : 1 de 1 Data : 20-02-2014 Hora : 16:17:48 h
UF : São Paulo		35
MUNICÍPIO : Tremembé		54805
DISTRITO : Tremembé		05
SUBDISTRITO :		00
SETOR: 0002		0002
SITUAÇÃO : 10-URBANA		
AGÊNCIA :355410200-TAUBATE		
Ponto Inicial e Ponto final:		
ENTRONCAMENTO DA RUA RODRIGUES ALVES COM A PRAÇA SÃO BENEDITO (INCLUSIVE).		
Descrição do Perímetro:		
DO PONTO INICIAL SEGUE PELA PRAÇA SÃO BENEDITO (INCLUSIVE) - RUA ANTÔNIO MARIA - RUA ALBERTO GUISSARD - RUA JOAQUIM TÁVORA - PRAÇA JORGE TIBIRIÇÁ (INCLUSIVE) - RUA RODRIGUES ALVES - POR ESTA ATÉ O PONTO INICIAL.		
Setores a serem excluídos:		
NADA A REGISTRAR.		
Aglomerados Rurais, Subnormais, Assentamentos Rurais Somente Identificados:		
NADA A REGISTRAR.		

Fonte: (BRASIL, 2014 g).

#### 4.9 ELABORAÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO

A pesquisa de campo foi efetuada com o método *survey*, com questionário (Anexo 1), contendo 29 perguntas, aplicados a um representante de cada família. Os questionários foram organizados em cinco tópicos: avaliação socioeconômica, avaliação de posse de eletrodomésticos e potencial de demanda, avaliação energética, avaliação do comportamento quanto ao banho e avaliação do conhecimento da tecnologia de aquecedores solares de água, com questões tanto qualitativas quanto quantitativas, sendo utilizados campos para justificativas e explanações em algumas perguntas. Todas as informações foram avaliadas a partir das respostas obtidas na aplicação do questionário.

Para obter informação sobre o consumo de energia elétrica, a cada entrevista, além da realização das perguntas, foi solicitada a conta de energia elétrica, anotado o consumo mensal, número de cadastro da Companhia de Energia, o tempo diário e os horários de banho com utilização de chuveiros, número de equipamentos eletrônicos nas residências, número e tipo de lâmpadas e ainda atitudes dos moradores para economizar energia.

Para as localizações dos domicílios amostrados foi utilizado o GPS – *Global Positioning System*, importante ferramenta para o georreferenciamento das áreas ou pontos colhidos em campo. A inserção dos dados obtidos em campo na imagem *Google Earth* possibilitou a construção do mapa e pontos de localização de todas as residências amostradas.

O mapa em formato kmz, disponibilizado pelo IBGE, com os limites de município e divisão dos setores, foi sobreposto ao mapa *Google Earth* e cada residência amostrada, depois de localizada por GPS, foram demarcadas e representadas por pontos na cor vermelha e ao lado de cada um desses pontos a numeração da residência amostrada. Em cada uma estão descritos as informações referentes à família entrevistada. A Figura 19 mostra a localização e distribuição de cada domicílio amostrado.

Os dados levantados em campo, através da aplicação dos questionários pelo método *Survey*, foram inseridos em uma pasta do formato Excel e classificados em 5 planilhas como:

- 1- Avaliação Socioeconômica, onde aparece o número do Setor, quantidade de domicílios amostrados em cada setor, e as perguntas do questionário aplicado com validação dos dados para a obtenção das diferentes respostas, como pode ser visto na Figura 20.
- 2- Avaliação da potência de demanda, seguindo as mesmas características da planilha 1 com a validação dos dados de cada célula, apresentado na Figura 21.
- 3- Avaliação energética, também seguindo as mesmas formatações das planilhas 1 e 2, apresentada pela Figura 22.
- 4- Consumo de energia elétrica, com a inserção das perguntas feitas através dos questionários e seguindo as mesmas formatações das planilhas 1, 2 e 3, apresentada na Figura 23.
- 5- A planilha sobre o conhecimento de sistemas de aquecedores solares de água, apresentada na Figura 24.

Figura 19 - Mapa Google Earth com a sobreposição do mapa formato kmz e a localização dos domicílios amostrados.



Fonte: (Autora, 2014)

### 4.9.1 Avaliação socioeconômica

A Figura 20 apresenta uma amostra dos dados sobre socioeconomia inseridos na planilha 1, formato Excel.

Figura 20 – Imagem parcial da planilha 1, formato Excel, com dados socioeconômicos validados.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Cód	Sector	Num. de domicílios	Posição	Naturalidade	Num. Hab.	Idade Moradoras/es	Ocupação da/o mantenedora/or	Escolaridade mantenedora/o	Renda familiar	Tempo moradia
1	00001		Companheira/o	Outra	5	#=10(2),11-20(1),31-40(2)	Serviço Público	Superior	mais55M	mais5 anos
2	00001		Companheira/o	Outra	3	>50	Aposentada/o	Superior	mais55M	mais5 anos
3	00001	4	Companheira/o	Tremembé	2	31-40(1),41-50(1)	Serviço Público	Superior	mais55M	mais5 anos
4	00001		Companheira/o	Tremembé	4	21-30(2),>50(2)	Aposentada/o	2º grau	mais55M	mais5 anos
5	00001		Companheira/o	Outra	2	41-50 (2)	Aposentada/o	Superior	3-45M	mais5 anos
6	00002		filha(o)/entada(o)	Tremembé	3	11-20(1),41-50(2)	Serviço Público	2º grau	3-45M	mais5 anos
7	00002		Companheira/o	Tremembé	3	11-20(1),41-50(2)	Comércio	2º grau	3-45M	mais5 anos
8	00002		Companheira/o	Tremembé	4	#=10(3),11-20(1),31-40(2)	Comércio	2º grau	3-45M	mais5 anos
9	00002	7	Companheira/o	Tremembé	4	#=10(3),11-20(1),31-40(2)	Indústria	2º grau	2-35M	mais5 anos
10	00002		Companheira/o	Tremembé	5	11-20(2),>50(1)	Aposentada/o	Superior	2-35M	mais5 anos
11	00002		Companheira/o	Tremembé	3	11-20(1),21-30(1),>50(1)	Aposentada/o	Superior	2-35M	mais5 anos
12	00002		Companheira/o	Outra	2	>50(2)	Aposentada/o	2º grau	3-45M	mais5 anos
13	00003		Companheira/o	Outra	2	21-30(2)	Serviço Público	Superior	mais55M	mais5 anos
14	00003		Companheira/o	Outra	2	>50(2)	Aposentada/o	Fundamental	3-45M	mais5 anos
15	00003	6	Companheira/o	Outra	2	21-30(1),>50(2)	Comércio	Superior	3-45M	mais5 anos
16	00003		Companheira/o	Tremembé	3	21-30(2),>50(1)	Comércio	Superior	mais55M	mais5 anos
17	00003		Companheira/o	Tremembé	2	31-40(1),>50(1)	Aposentada/o	2º grau	1-25M	mais5 anos
18	00003		filha(o)/entada(o)	Tremembé	4	#=10(3),11-20(1),31-40(1),41-50(1)	Indústria	Superior	mais55M	2-3 anos
19	00004		filha(o)/entada(o)	Tremembé	2	11-20(1),31-40(1)	Serviço Público	Superior	3-45M	mais5 anos
20	00004		Companheira/o	Outra	2	>50(2)	Autônoma/o	Fundamental	Até 1 ano	mais5 anos
21	00004	5	Companheira/o	Outra	2	>50(2)	Autônoma/o	Fundamental	3-45M	2-3 anos
22	00004		Companheira/o	Outra	3	#=10(3),21-30(2)	Comércio	Superior	3-45M	mais5 anos
23	00004		Companheira/o	Outra	2	41-50(2)	Comércio	2º grau	1-25M	mais5 anos
24	00005		Companheira/o	Tremembé	6	#=10(3),11-20(3),41-50(2)	Informal	Fundamental	mais55M	mais5 anos
25	00005		Companheira/o	Tremembé	1	>50(1)	Aposentada/o	Superior	mais55M	mais5 anos
26	00005	5	Companheira/o	Tremembé	3	11-20(2),>50(1)	Aposentada/o	2º grau	2-35M	mais5 anos

Fonte: (Autora, 2014)

A planilha 1, foi tratada com a validação de cada dado inserido e para cada item nas diversas colunas. A avaliação socioeconômica, coluna “B”, apresenta o número do setor onde está inserido cada domicílio amostrado e na coluna “C”, está a quantidade de domicílios entrevistados em cada um dos setores censitários. A coluna “D” refere-se à informação sobre qual a posição da pessoa que forneceu a entrevista. Na coluna “E”, a pergunta corresponde à naturalidade da família. A coluna “F” é referente ao número de pessoas que residem na moradia. A coluna “G”, a ocupação do chefe de família. A coluna “H”, indaga qual a ocupação do mantenedor da moradia. Na coluna “I” a questão é qual a renda familiar e a coluna “J” a pergunta, que corresponde ao tempo de moradia no local. O objetivo dessas questões foi a classificação sócio econômica da população amostrada. As opções de respostas de cada uma das questões estão no questionário aplicado em campo, ANEXO 1.

#### 4.9.2 Avaliação sobre posse de eletrodoméstico e potencial de demanda

A Figura 21 apresenta um extrato da planilha 2, avaliação sobre posse de eletrodoméstico e potencial de demanda, essa avaliação teve o objetivo de investigar quais equipamentos eletrodomésticos possui a população amostrada e a conseqüente consumo de energia elétrica. Foram inseridos nessa pergunta os equipamentos básicos de uma residência, descritos no ANEXO 1, item B.

Figura 21 – Planilha Excel 2 apresenta uma visão parcial dos dados sobre o potencial de demanda em cada domicílio amostrado.

	A	B	C	D
1	Cód	Setor	Equip. possui e usa	Gostaria de comprar
2	1	00001 todos da lista		não
3	2	00001 todos da lista		não
4	3	00001 maioria		não
5	4	00001 todos da lista		não
6	5	00002 todos da lista		não
7	6	00002 todos da lista	sim	TV nova
8	7	00002 todos da lista		não
9	8	00002 todos da lista		não
10	9	00002 todos da lista		não
11	10	00002 todos da lista		não
12	11	00002 todos da lista		não
13	12	00003 maioria		não
14	13	00003 todos da lista		não
15	14	00003 todos da lista		não
16	15	00003 todos da lista		não
17	16	00003 maioria	sim	
18	17	00003 todos da lista		não
19	18	00004 todos da lista		não
20	19	00004 maioria		não
21	20	00004 todos da lista		não
22	21	00004 maioria		não
23	22	00004 alguns	sim	microondas
24	23	00005 todos da lista	sim	microondas
25	24	00005 todos da lista		não

Fonte: (Autora, 2014).

Na coluna “C”, os dados foram validados de forma que as possibilidades de inserção das respostas dadas ao questionário aplicado aparecem em três itens, sendo: todos da lista, a maioria e alguns. Na coluna “D”, a pergunta é se o entrevistado gostaria de comprar algum novo equipamento e as repostas validadas foram sim e não. (com economia financeira na conta de luz, com a inserção de aquecedor solar, o morador poderia adquirir o novo equipamento).

### **4.9.3 Avaliação energética**

A Figura 22 apresenta uma amostra da planilha 3 em Excel sobre a avaliação energética com dados de cada domicílio amostrado.

Nessa avaliação, durante a entrevista, foi solicitada a apresentação da conta de luz, todavia, nem todos os moradores mostraram. Para os que forneceram a numeração da companhia distribuidora, foi anotada na coluna “C”. Para aqueles que, por algum motivo, não apresentaram o comprovante de energia elétrica, esse item ficou em branco, porém foi anotado o consumo informado pelo entrevistado.

Dentre os dados mostrados, a coluna “D” apresenta a informação sobre o consumo de energia elétrica na residência. Esse item foi validado com valores de consumo de 51 a 100 kWh, 101 a 150 kWh, 151 a 200 kWh, 201 a 250 kWh e acima de 250 kWh.

Quanto ao uso de lâmpadas, as questões representadas entre as colunas “E e I”, incluem os diferentes tipos de lâmpadas, incandescentes e fluorescentes compactas, sendo que a coluna “H” foi a mais citada em maior posse de lâmpadas compactas de 20W. A pesquisa aponta que as lâmpadas incandescentes já não são mais utilizadas e foram substituídas por lâmpadas fluorescentes compactas. Os moradores afirmam serem elas mais econômicas e oferecerem a mesma iluminação que as incandescentes.

Na coluna “J” é solicitada a informação sobre o que costumam fazer para economizar energia elétrica e a resposta mais comum é apagar a luz ao sair dos ambientes, sendo que tirar os aparelhos das tomadas também é um costume citado e ainda as duas atitudes conjuntas.

Figura 22 – Extrato da planilha Excel 3 com dados parciais da avaliação energética de cada domicílio amostrado.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Cód	Setor	Nº EdP	Consumo	Incand 60W	Incand 100W	Fluo 12W	Fluo 20W	Fluo 40W	Econ.Energ
2	1	00001	39452697	mais250kWh	0	0	9	9	0	ambos
3	2	00001	0	101-150kWh	5	0	0	7	0	tira tomada
4	3	00001	39722449	mais250kWh	6	0	0	3	0	tira tomada
5	4	00001	39721221	201-250kWh	0	0	3	9	0	ambos
6	5	00002		151-200kWh	0	1	0	9	0	apaga luz
7	6	00002		101-150kWh	0	0	0	9	0	ambos
8	7	00002		101-150kWh	0	0	0	10	0	ambos
9	8	00002		151-200kWh	0	0	0	11	0	ambos
10	9	00002		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos
11	10	00002		101-150kWh	0	0	0	16	0	ambos
12	11	00002		151-200kWh	0	0	0	12	0	ambos
13	12	00003	76776441	201-250kWh	6	0	0	18	0	ambos
14	13	00003	0	51-100kWh	0	0	0	8	0	ambos
15	14	00003	0	101-150kWh	0	0	0	18	0	ambos
16	15	00003	42478527	201-250kWh	0	0	0	8	0	ambos
17	16	00003	42476542	151-200kWh	0	0	0	11	0	tira tomada
18	17	00003	90307003	mais250kWh	0	0	0	10	0	ambos
19	18	00004	90006186	mais250kWh	0	0	0	14	2	apaga luz
20	19	00004	40450732	mais250kWh	0	0	0	6	9	apaga luz
21	20	00004	0	201-250kWh	0	0	0	5	5	apaga luz
22	21	00004	40452352	151-200kWh	0	0	0	5	7	apaga luz
23	22	00004	0	101-150kWh	0	0	2	0	4	apaga luz
24	23	00005	42734266	mais250kWh	4	0	0	4	0	apaga luz
25	24	00005	42737133	151-200kWh	0	0	0	17	0	ambos
26	25	00005		151-200kWh	0	0	0	12	0	ambos
27	26	00005		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos
28	27	00005		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos
29	28	00006	4273117	mais250kWh	0	0	0	9	2	apaga luz
30	29	00006		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos
31	30	00006		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos
32	31	00006		151-200kWh	0	0	0	12	0	ambos
33	32	00006		151-200kWh	0	0	0	11	0	ambos
34	33	00006		101-150kWh	0	0	0	10	0	ambos
35	34	00006		101-150kWh	0	0	0	8	0	ambos
36	35	00006		101-150kWh	0	0	0	10	0	ambos
37	36	00007		151-200kWh	0	0	0	10	0	apaga luz
38	37	00007		51-100kWh	0	0	0	11	0	apaga luz
39	38	00007		101-150kWh	0	0	0	11	0	apaga luz
40	39	00007		101-150kWh	0	0	0	11	0	ambos
41	40	00007		101-150kWh	0	0	0	12	0	ambos
42	41	00008		151-200kWh	0	0	0	10	0	ambos

Fonte: (Autora, 2014)

#### 4.9.4 Comportamento quanto ao banho

A planilha 4 no formato Excel, tratada para dados referentes ao comportamento quanto ao banho, apresenta na coluna “B”, com a mesma formatação das planilhas 1, 2 e 3, sendo o número dos setores censitários e quantidade de domicílios amostrados. A coluna “C” corresponde a pergunta de número 24 do questionário aplicado, ANEXO 1, a qual indaga a rotina da família na utilização do chuveiro, em que posição é utilizado no verão, se quente, qual a constante, se morno ou frio. Na coluna “D”, possibilita duas alternativas de resposta e a pergunta diz respeito se, quando inverno, a posição do chuveiro fica “às vezes” ou “sempre” no quente. Na coluna “E”, a questão é qual o tempo que a família leva para utilização do chuveiro para o banho. Na coluna “F”, é indagado em qual horário se faz uso do chuveiro elétrico para o banho, item que apresenta alternativas variadas de horários de banho, contendo as seguintes opções de respostas: entre 6:00 e 7:00 hs da manhã, às 12:00 hs, entre

18:00 e 21:00 hs e após às 21:00 hs, sendo o horário entre as 18:00 horas e 21:00 horas, horário de ponta, o mais citados pelos entrevistados.

A Figura 23 apresenta a planilha Excel com extratos dos dados do comportamento quanto ao banho de cada domicílio amostrado.

Figura 23 - Planilha Excel 4 expõe extratos dos dados do comportamento quanto ao banho dos domicílios amostrados.

	A	B	C	D	E	F
1	Cód	Setor	Verão Banho	Inverno Banho_Quente	Tempo Banho	Horário Banho
2	1	00001	às vezes	Sempre	1hora	entre 18:00hs e 21:00hs
3	2	00001	morno	Sempre	30minutos	depois 21:00hs
4	3	00001	morno	Sempre	30minutos	depois 21:00hs
5	4	00001	quase sempre	Sempre	1hora	entre 18:00 e 21:00Hs
6	5	00002	morno	Sempre	30minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
7	6	00002	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
8	7	00002	morno	Sempre	40minutos	depois 21:00hs
9	8	00002	morno	Sempre	1hora	depois 21:00hs
10	9	00002	morno	Sempre	1hora	entre 18:00 e 21:00Hs
11	10	00002	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
12	11	00002	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
13	12	00003	nunca	Sempre	30minutos	entre 6:00hs e 7:00hs da manhã
14	13	00003	às vezes	Sempre	30minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
15	14	00003	quase sempre	Sempre	30minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
16	15	00003	quase sempre	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
17	16	00003	nunca	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
18	17	00003	morno	Sempre	30minutos	entre 6:00hs e 7:00hs da manhã
19	18	00004	quase sempre	Sempre	1hora	entre 6:00hs e 7:00hs da manhã
20	19	00004	às vezes	Sempre	20minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
21	20	00004	nunca	Sempre	20minutos	entre 6:00hs e 7:00hs da manhã
22	21	00004	morno	Sempre	30minutos	entre 6:00hs e 7:00hs da manhã
23	22	00004	nunca	Sempre	30minutos	depois 21:00hs
24	23	00005	morno	Sempre	1hora	entre 18:00 e 21:00Hs
25	24	00005	morno	Sempre	20minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
26	25	00005	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
27	26	00005	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
28	27	00005	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
29	28	00006	morno	Sempre	1hora	entre 18:00 e 21:00Hs
30	29	00006	morno	Sempre	40minutos	entre 18:00 e 21:00Hs
31	30	00006	morno	Sempre	1hora	entre 18:00 e 21:00Hs

Fonte: (Autora, 2014).

Quanto ao uso do chuveiro, comprova-se através das respostas, na estação de inverno sempre é selecionada a posição “quente” e no verão, a maioria seleciona o morno, sendo que no modo frio poucos são aqueles que utilizam. O tempo de utilização do chuveiro é estimado entre 15 e 20 minutos por pessoa, porém alguns dos entrevistados informam que filhos adolescentes permanecem no banho até 30 minutos.

#### **4.9.5 Conhecimento sobre energia solar**

Apesar de que se pode observar a existência de coletores solares instalados em algumas das residências do município, nenhum dos entrevistados selecionados possui aquecedores solares de água ou Aquecedores Solares de Baixo Custo - ASBC. Quanto aos dados sobre conhecimento da utilização de placas solares fotovoltaicas e ASBC, a análise feita a partir das respostas dadas aos questionários aplicados, ainda se consideradas as subnotificações, afirma que 85 % dos entrevistados conhecem a tecnologia das placas fotovoltaicas. Desses, 60 % certificam já terem visto pessoalmente, poucos informam que algum parente possui, portanto sempre afirmam que consideram serem equipamentos de custo elevado. Quando questionados se conhecem outros tipos de aquecedores solares de água que não as placas solares, 70 %, afirmam terem visto pela televisão a existência de ASBC, porém nunca viram pessoalmente a execução de um. Quando informados da possibilidade de construir um ASBC com a utilização de garrafas PET e canos de PVC, especialmente os moradores da área rural, mostraram-se muito interessados em aprender a construir.

A Figura 24 apresenta a planilha 5 com dados parciais sobre o conhecimento sobre energia solar dos moradores entrevistados.

Figura 24 - Planilha Excel 5 com dados parciais sobre o conhecimento de energia solar de cada domicílio amostrado.

	A	B	C	D
1	Cód	Setor	Conhece Aq.água	Entende os Benefícios
2	1	00001	sim	Sim
3	2	00001	sim	Sim
4	3	00001	sim	Sim
5	4	00001	sim	Sim
6	5	00002	sim	Sim
7	6	00002	sim	Sim
8	7	00002	sim	Sim
9	8	00002	sim	Sim
10	9	00002	sim	Sim
11	10	00002	sim	Sim
12	11	00002	sim	Sim
13	12	00003	sim	Sim
14	13	00003	sim	Sim
15	14	00003	sim	Sim
16	15	00003	sim	Não
17	16	00003	não	Sim
18	17	00003	sim	Sim
19	18	00004	sim	Sim
20	19	00004	não	Sim
21	20	00004	sim	Sim
22	21	00004	sim	Sim
23	22	00004	sim	Sim
24	23	00005	sim	Sim
25	24	00005	sim	Sim
26	25	00005	sim	Sim
27	26	00005	sim	Sim
28	27	00005	sim	Sim
29	28	00006	sim	Sim
30	29	00006	sim	Sim
31	30	00006	sim	Sim
32	31	00006	sim	Sim
33	32	00006	sim	Sim
34	33	00006	sim	Sim
35	34	00006	sim	Sim
36	35	00006	sim	Sim

Fonte: (Autora, 2014)

As respostas apresentadas na coluna “C”, como sim ou não, referem-se ao conhecimento dos sistemas de aquecedores solares de água e a coluna “D” corresponde às respostas sobre o entendimento do benefício de aquecedores solares numa residência, conforme questão 29 do questionário, ANEXO 1. Alguns dos entrevistados afirmam que conheceram o sistema através da televisão, porém nunca tiveram contato direto com o equipamento.

#### 4.10 TAMANHO DA AMOSTRA

Em sua extensa obra intitulada “Sampling Techniques”, Cochran (1977) aborda com profundidade os princípios da amostragem estratificada e metodologia.

Amostragem estratificada é uma metodologia na qual os elementos de uma população heterogênea são classificados em subgrupos exclusivos e exaustivos (estratos) com base em uma ou mais importantes características (KESKINTÜRK, 2007).

Ainda considerando algumas lacunas que poderiam ocorrer durante o levantamento de campo, na obtenção de dados, optou-se por colher uma variedade de informações com a intenção de se aproximar, num primeiro momento, um pouco mais do morador e em seguida atingir o objetivo da pesquisa, que foi avaliar o conhecimento e aceitação da inserção do aquecedor solar de água e analisar o perfil de consumo de energia elétrica dos consumidores do município.

Quanto mais informações temos inicialmente sobre uma população, mais fácil é criar uma amostra que dê estimativas precisas. Qualquer amostra completa é potencialmente um guia para uma melhor amostragem futura, dos dados que ela fornece sobre as médias, desvios-padrão, natureza da variabilidade das medições principais e sobre os custos envolvidos na obtenção dos dados (COCHRAN,1977).

Nesta pesquisa, os dados foram trabalhados a partir dos setores censitários do IBGE e informações da fundação SEADE, sendo o total de 10.632 domicílios. Esses domicílios estão distribuídos em 89 setores compondo a totalidade do território do município de Tremembé, sendo que quatro desses setores são ocupados por presídios, portanto foram descartados. Quanto aos setores 68 e 83, os quais a amostra deveria ser de um domicílio para cada setor, não foram amostrados. No setor 69, localizado ao lado dos presídios, não havia moradores na residência. No setor 83 onde está localizado o Aterro Sanitário do município de Tremembé, não foi encontrado domicílio que o representasse, o único encontrado estava desocupado. Os setores 32 e 64 são condomínios fechados com características de classe média alta, portanto não houve interesse em incluí-los na pesquisa, já que a pesquisa tem como objetivo trabalhar com dados de habitações populares. O total de amostra que representariam esses dois condomínios é de 4 para o setor 32 e 5 para o setor 64. Portanto, a amostra passou de 371 para 360 domicílios. Todos os outros 81 setores domiciliares foram inseridos na amostragem. A cada setor foi feita a seleção dos domicílios para a composição da amostra através de sorteio e a cada unidade estatística, ou seja, a cada domicílio foi aplicado o questionário a um representante da família. Assim, a amostragem é probabilística, conferindo a todos os domicílios igual probabilidade de serem escolhidos.

O coeficiente de variação - CV, dado estatístico mais utilizado por pesquisadores na avaliação da precisão experimental, representa o desvio padrão residual expresso em porcentagem da média geral. Conforme Gomes (1985), o CV permite avaliar com precisão o experimento.

O total de 10.632 domicílios, determinados pelo IBGE, e para efeitos estatísticos será classificada como população finita, baseada na lei dos grandes números, uma vez que

impossivelmente será levantada a totalidade da população, ou seja, os 10.632 domicílios, mas sim uma amostra calculada a partir da inferência estatística.

A equação (7) é utilizada para o cálculo do tamanho da amostra.

$$n = \frac{z^2 \cdot \left[\left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \left(\frac{x}{n}\right)\right]\right] \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + z^2 \cdot \left(\frac{x}{n}\right) \cdot \left[1 - \frac{x}{n}\right]} \quad (7)$$

Sendo:

n= Tamanho da amostra

N= tamanho da população

e= % de erro na forma unitária

Z= intervalo de confiança, 1,96 para 95% de confiança (valor usual)

x/n= proporção esperada. O valor de n é máximo para x/n=0,5

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,50 \cdot [1 - 0,50] \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + 1,96^2 \cdot 0,50 \cdot [1 - 0,50]} \quad (7)$$

$$n = \frac{0,9604 \cdot N}{(N - 1) \cdot e^2 + 0,9604} \quad (7)$$

A equação (7) utilizada para validação dos dados certifica que a amostra tratada de 360 domicílios apresenta um erro de 5%, portanto está dentro da estimativa desejada.

## Capítulo 5

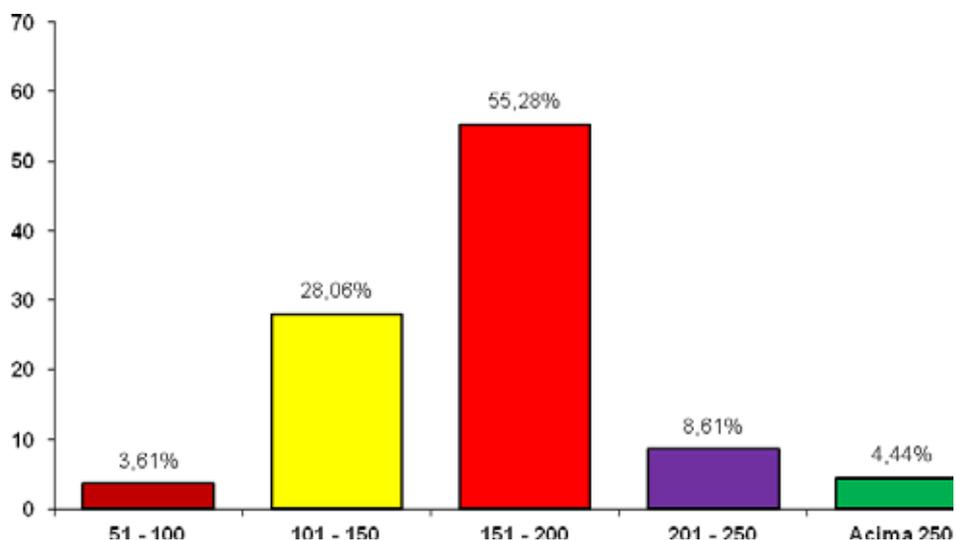
### 5.1 ANÁLISE DOS DADOS

O resultado dos dados amostrados, quanto à origem dos moradores, mostra que 69,16 % dos entrevistados tem o próprio município de Tremembé como origem e 30,84% respondem serem de outros municípios ou estados. Dos 30,84% das respostas sobre “outra” origem que não o próprio município, 88,28% dos entrevistados tem origem de municípios vizinhos e 11,72% dos entrevistados com origem de outros estados.

### 5.2 CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Quanto ao consumo de energia elétrica por domicílio, o resultado da pesquisa aponta que a média de consumo citada entre os entrevistados está entre 51-100 kWh em 3,61% dos domicílios, 101-150 kWh em 28,06%, 151-200 kWh em 55,28%, 201-250 kWh em 8,61% e acima de 250 kWh em 4,44% dos domicílios, conforme demonstrado na Figura 25.

Figura 25 - Consumo de energia elétrica por domicílio



Fonte: (Autora, 2014)

O consumo mundial de energia elétrica pode crescer mais do que uma vez e meia a cada ano caso nenhuma medida seja tomada para promover uma imediata redução da atual forma de consumo (BRASIL, 2012; SINGH, D. et.al., 2011). Para que se alcance essa redução de consumo é necessário o uso e o fomento da utilização de energias renováveis de forma

pontual para que, esses conhecimentos e seus resultados possam ser divulgados no intuito de atender demandas regionais e nacionais.

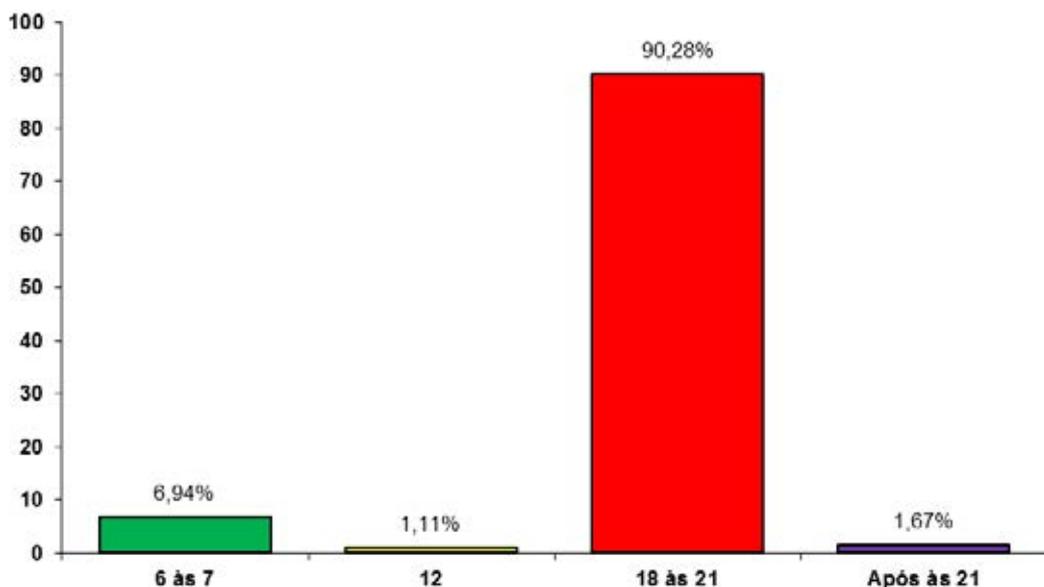
### 5.3 A UTILIZAÇÃO DO CHUVEIRO ELÉTRICO E OS HORÁRIOS DE BANHO

O chuveiro elétrico está maciçamente presente nas residências do município de Tremembé, onde aproximadamente 99% dos domicílios o possuem para fins de aquecimento da água para o banho. Considera-se que o consumo geral de energia por domicílio está concentrado em aproximadamente 40% pelo uso do chuveiro.

No setor residencial, o consumo de energia elétrica constitui-se basicamente de aquecimento de água, seguido de refrigeração e iluminação e o chuveiro elétrico é responsável em média por 30% (ANEEL/Eletrobras/Procel, 2013) do consumo residencial no país.

A Figura 26 apresenta os dados sobre a utilização do chuveiro elétrico e os horários de banhos, sendo que o horário mais citado, ou seja, 90,28%, está entre 18:00 e 21:00 horas, o que coincide com o horário de ponta. Segundo as informações dadas pelos entrevistados, esse é o horário que as pessoas chegam à casa depois de um dia de trabalho ou crianças da escola e fazem uso do chuveiro.

Figura 26 - Gráfico com dados sobre horário de banho da população amostrada



Fonte: (Autora, 2014)

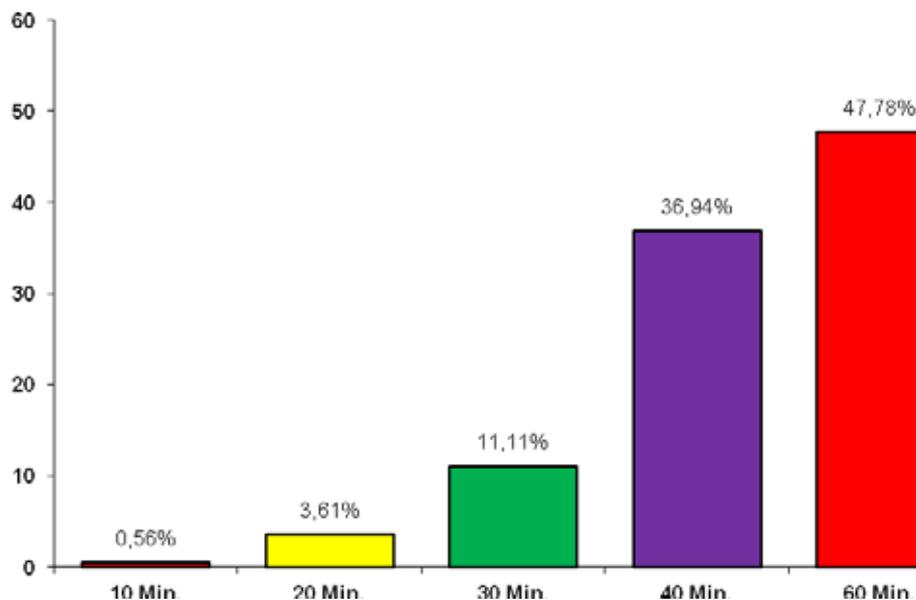
#### 5.4 TEMPO DE PERMANÊNCIA NO BANHO

Depende do comportamento do usuário, o consumo de água quente com o banho e, conseqüentemente, o consumo de energia elétrica para aquecer a água para este fim.

Embora o levantamento de informações sobre o consumo de água quente via questionários possa ser difícil de ser estimado pelo entrevistado, através de das respostas dadas pelos moradores do município de Tremembé, é possível afirmar que o perfil de consumo é homogêneo e que também é adequado às dimensões do sistema de aquecimento solar.

Quanto ao tempo de permanência no banho, a Figura 27 apresenta que 47,78% utiliza o chuveiro 60 minutos por dia, seguindo de 36,94% que utiliza num tempo de 40 minutos/dia, 11,11% que utiliza 30 minutos/dia, 3,61% com 20 minutos/dia de utilização e 0,56% com 10 minutos/dia por família.

Figura 27 - Gráfico com dados do tempo de permanência no banho por família da população amostrada



Fonte: (Autora, 2014)

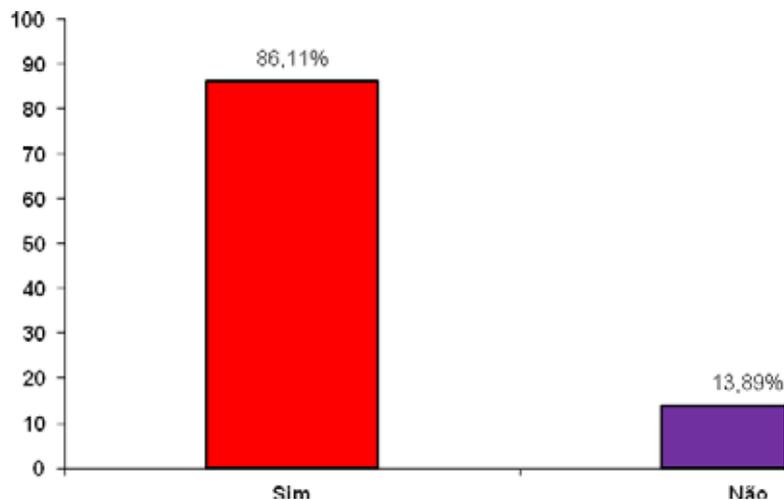
Considerando uma família de quatro pessoas e que a utilização de água quente somente para o banho, e partindo do princípio que o banho de cada membro da família tem a duração de 15 minutos, tem-se que por dia um total de uma hora de banho. Esse valor em kWh representa 4,4 kWh e sabendo que o valor de 1 kWh é de R\$0,30 (trintas centavos), no total de um mês esta família, utilizando o chuveiro elétrico, terá um gasto em média de R\$39,60 (trinta e nove reais e sessenta centavos) por mês.

## 5.5 CONHECIMENTO SOBRE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA

O resultado da pesquisa apresenta dados que confirmam o conhecimento dos moradores a respeito de aquecedores solares de água, como é apresentado na Figura 28 e aponta para o interesse em outras formas de energia visando à economia financeira, custos despendidos com energia elétrica, principalmente no uso do chuveiro elétrico.

Também houve manifestações de interesses das mulheres em obter água quente na pia da cozinha, não apenas para a lavagem das louças, mas também para o cozimento dos alimentos. Considerando que a água quente quando chega até a pia da cozinha faz com que haja também economia no custo com detergentes e ainda, se chegar até a máquina de lavar roupas também diminui gastos com sabão em pó, pode-se considerar que, com a inserção de um ASBC, a economia financeira se fará também com alguns itens de consumo de uma residência e não apenas com os custos com energia elétrica.

Figura 28 - Gráfico que apresenta o resultado da pesquisa quanto ao conhecimento sobre os sistemas de aquecedores solares de água.



Fonte: (Autora, 2014)

A pesquisa apresenta como resultado que do total da amostra, 86,11% afirmam conhecer o sistema de aquecedores solares de água, ainda que algumas respostas sejam de que já os tinham visto por programas de televisão e 13,89% responderam desconhecer.

Os dados registram que quase o total dos entrevistados afirma que gostaria de instalar o sistema de aquecedores solares de água em suas residências e entendem o benefício dessa instalação para diminuir os gastos com contas de energia elétrica, sendo que alguns

reconhecem também o uso de energia solar como um bem ambiental, ou seja, o total de respostas afirmativas corresponde a 97,22 % dos entrevistados.

Na área rural, existem duas cooperativas ativas, a qual é administrada pelos próprios moradores que são agricultores. A possibilidade de trabalharem na forma de mutirão, como já acontece quando trabalham a terra para o plantio, para a construção dos sistemas de aquecimento de água solares se mostra realidade. Assim, pode-se considerar que os valores que seriam gastos para o pagamento de mão de obra na instalação podem ser retirados do valor total de investimento no ASBC.

## Capítulo 6

### 6.1 INVESTIMENTO FINANCEIRO PARA A INSTALAÇÃO SISTEMAS DE AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA

#### 6.1.1 Investimento para a instalação de um ASBC

Para a instalação de um ASBC, com a utilização de garrafas PET de 2 litros, construído conforme apresentado na Figura 8, o investimento financeiro é de R\$1.066,14, sendo que a descrição e preços dos materiais necessários estão descritos na Tabela 4.

Tabela 4 - Descrição e preço dos materiais necessários para a construção de um sistema de aquecimento solar construído com garrafas PET.

<b>Descrição do Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço Total</b>
Reservatório de 200 L	01	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Barra de cano Aquatherme ½" (3 metros)	02	R\$ 10,68	R\$ 21,36
Barra de cano PVC ½" (6 metros)	14	R\$ 3,72	R\$ 52,08
Conexões T de ½"	72	R\$ 0,62	R\$ 44,64
Conexões Curvas de ½"	07	R\$ 0,44	R\$ 3,08
Torneira metálica	02	R\$ 16,49	R\$ 32,98
Registro de água	01	R\$ 12,00	R\$ 12,00
<b>Valor Total</b>			<b>R\$ 1.066,14</b>

Fonte: (Autora, 2014)<sup>5</sup>

Para efeito de comparação, os valores dos sistemas convencionais, também chamados de coletores de energia térmica ou para os sistemas de módulos de vidro a vácuo, são ainda considerados equipamentos de custo elevado em relação ao sistema de aquecimento solar construído com garrafas PET. As Tabelas 5 e 6 apresentam as descrições dos preços para aquisição e instalação de aquecedores convencionais mais utilizados no mercado, sendo que a Tabela 5 apresenta as descrições para a aquisição de um sistema de aquecimento solar com coletores solares planos e a Tabela 6 apresenta as descrições para um sistema de aquecimento solar com módulos de vidro a vácuo.

A Figura 29 apresenta a imagem de um aquecedor solar convencional com coletores solares planos instalados no centro de energias renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP.

<sup>4</sup> Os valores dos materiais citados na tabela 4, 5 e 6 foram orçados em 01 de agosto de 2014.

Figura 29 - Foto do aquecedor solar de água com coletores solares planos instalado no Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP.



Fonte: (Autora, 2014)

### 6.1.2 Investimento para instalação de coletores solares planos

A Tabela 5 apresenta a descrição de preços para aquisição e instalação de sistemas de aquecimento solar convencionais com coletores solares planos.

Tabela 5 - Descrição de preços para aquisição e instalação de sistemas de aquecimento solar convencionais com coletores solares planos.

<b>Descrição do Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço Total</b>
Reservatório de 200 L	01	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Coletores solares (m <sup>2</sup> )	03	R\$ 400,00	R\$ 1.200,00
Mão de obra para instalação	01	R\$ 650,00	R\$ 650,00
Tubulações, Conexões e registro	01	R\$ 200,00	R\$ 200,00
<b>Valor Total</b>			<b>R\$ 2.950,00</b>

Fonte: (Autora, 2014) <sup>6</sup>

### 6.1.3 Investimento para instalação de módulo de vidro a vácuo

A Figura 30 apresenta imagem do sistema de aquecimento solar com módulos de vidro a vácuo instalado no centro de energias renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP. Esse sistema.

<sup>5</sup>A média para as referências de preços foram feitas a partir de consultas realizadas em 5 diferentes revendedores e instaladores desses equipamentos.

Figura 30 – Foto do sistema de aquecimento solar com módulos de tubos de vidro a vácuo instalado no Centro de Energias Renováveis da Unesp, em Guaratinguetá, SP.



Fonte: (Autora, 2014)

A Tabela 6 apresenta os preços para a aquisição de um sistema de aquecimento solar com módulos de vidro a vácuo e custo total, incluindo mão de obra.

Tabela 6 - Descrição de preços para aquisição e instalação de um sistema de aquecimento solar com módulos de vidro a vácuo.

<b>Descrição do Material</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Preço unitário</b>	<b>Preço Total</b>
Módulos de vidro a vácuo com reservatório Com capacidade de 200 L	01	R\$ 1.296,00	R\$ 1.296,00
Mão de obra para instalação	01	R\$ 650,00	R\$ 650,00
Tubulações, Conexões e registro	01	R\$ 200,00	R\$ 200,00
<b>Valor Total</b>			<b>R\$ 2.146,00</b>

Fonte: (Autora, 2014)

Os dados apresentados confirmam que o custo na instalação de ASBC, construídos com garrafas PET, tem o menor custo, R\$ 1.066,14. Ele tem as vantagens de poder ser confeccionado pelos próprios moradores, contribuir para uma formação profissional local para a construção e manutenções eventuais, além da proteção do meio ambiente da região. A

proteção do meio ambiente vem da reutilização das garrafas PET, diminuição do uso de gás de cozinha, energia elétrica, de detergente, sabão em pó e embalagem dos mesmos, enquanto os sistemas de aquecedores convencionais com coletores solares planos o custo é de R\$ 2.950,00 e o sistema com módulos de vidro a vácuo o valor é de R\$ 2.146,00.

## 6.2 ENERGIA TÉRMICA OBTIDA EM UM ANO NUMA CIDADE COM 10.000 HABITAÇÕES

### 6.2.1 Economia de energia elétrica

Apresenta-se a previsão de economia de energia elétrica para uma cidade de 10.000 residências horizontais com quatro pessoas por residência. Para os cálculos de uma residência com um banho por dia por pessoa e uso de água para cozinha e lavanderia, baseada na Tabela 2, página 41, foi elaborada a Tabela 7. A Tabela 7 apresenta dados de Consumo de água para uma residência com quatro habitantes.

Tabela 7 - Tabela com dados de Consumo de água para uma residência com quatro pessoas

Consumidor	Consumo L/dia	Num. de pessoas	Total L/dia
Banho	50	4	200
Cozinha	15	4	60
Lavanderia	50	4	200
<b>Total Geral (L/dia):</b>			<b>460</b>

Fonte: (Autora, 2014)

Cada litro de água tem a massa de 1kg. Assim, o acréscimo de temperatura por energia solar de 40°C e utilizando a equação 1, a quantidade de calor é:

$$Q = 460 \cdot 1 \cdot 40 = 18.400 \text{ kcal} \quad (8)$$

Para o cálculo de energia tem-se que 1kcal = 4,18 kJ

Portanto:

$$Q = 76.912 \text{ kJ/dia}$$

Para os cálculos são considerados cinco horas por dia de sol num período médio de 25 dias por mês e 300 dias por ano (SOUZA; AVILÉS, 2011).

A potência térmica estimada, em cinco horas, é:

$$P = \frac{76.912 \text{ kJ}}{5.3600} = 4,27 \text{ kW} \quad (9)$$

A energia térmica necessária em um dia é:

$$E_d = 4,27 \text{ kW} \cdot 5 \text{ h} = 21,35 \text{ kWh/dia/residência}$$

A energia térmica necessária em um ano é:

$$E_{\text{ano}} = 21,35 \text{ kWh/dia} \cdot 300 \text{ dias} = 6.405 \text{ kWh/ano/residência}$$

Considerando que o chuveiro elétrico típico tem uma potência de 4kW e cada pessoa leva 15 minutos, ou ¼ hora, para tomar banho, o consumo de energia elétrica em uma hora de utilização do chuveiro utilizado por quatro pessoas é:

$$E_h = 4 \text{ kW} \times \frac{1 \text{ h}}{4} \times 4 \text{ pessoas} = 4 \text{ kWh/dia/residência} \quad (10)$$

No Brasil, em um mês típico ha 25 dias de sol:

$$E_m = \frac{4 \text{ kWh}}{\text{dia}} \times 25 \text{ dias} = 100 \text{ kWh/mês} \quad (11)$$

Em um ano a energia consumida por residência é:

$$E_{\text{ano}} = 100 \text{ kWh/mês} \times 12 \text{ meses} = 1200 \text{ kWh/ano/residência} \quad (12)$$

Para 10.000 residências o valor economizado em energia elétrica é:

$$E_{10.000} = 1200 \text{ kWh/ano/residência} \times 10.000 \quad (13)$$

Assim, a economia de energia elétrica prevista é:

$$E_{\text{ano}} = 12.000.000 \text{ kWh/ano}$$

A quantidade de calor necessária para o aquecimento solar de água com o ASBC para uso exclusivo do chuveiro, para atender 200 L / dia, utilizando-se a equação (14), é:

$$Q_{nec} = 200L / dia \times 1 \text{ kcal / kg } 40^{\circ}\text{C} = 8000 \text{ kcal / dia / residência} \quad (14)$$

$$8.000 \text{ kcal} \times 4,18 \text{ kJ} = 33.440 \text{ kJ}$$

$$Q_{nec} = \frac{33.440 \text{ KJ / dia / residência}}{3.600 \text{ kJ}} = 9,28 \text{ kWh / dia / residência} \quad (15)$$

A quantidade de calor obtida na região de Tremembé, estado de São Paulo, para um ASBC de 8m<sup>2</sup>, com 4 kWh/m<sup>2</sup>/dia de incidência solar e rendimento do aquecedor de 0,33, utilizando a equação (16), é:

$$Q_{nec} = 8\text{m}^2 \times 4 \text{ kWh / m}^2 / \text{dia} \times 0,33 = 10,56 \text{ kWh / dia / residência} \quad (16)$$

Ou seja, o ASBC absorve calor suficiente para atender adequadamente o uso do chuveiro de uma residência para 4 pessoas.

### 6.2.2 Economia financeira

A economia financeira para a cidade de Tremembé, considerando o preço de R\$ 0,30/kWh, sem os impostos, é:

$$E_{\text{economia}} = 10,56 \text{ kWh/dia/residência} \times 10.000 \text{ residências} \times 300 \text{ dias} \quad (17)$$

$$E_{\text{economia}} = 31.680.000 \times \text{R\$}0,30/\text{kWh} \quad (18)$$

$E_{\text{economia}} = \text{R\$ } 9.504.000,00$  por ano para a cidade somente com o chuveiro elétrico.

Assim, a economia total é de R\$ 9.504.000,00/ano para a cidade.

## Capítulo 7

### 7.1 CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

O objetivo de analisar o perfil de consumo de energia elétrica dos consumidores e classificar a economia com a inserção do sistema de aquecedor solar de água, a pesquisa evidenciou que o uso da energia elétrica é um dos fatores determinantes para a qualidade de vida da população. Seu fornecimento tanto para a área urbana quanto para a área rural do município de Tremembé é realizado pela concessionária de energia elétrica Edp - Bandeirantes. Este fator contribui para a estabilidade social, mantendo ou levando pessoas a viverem nas áreas rurais.

Quanto ao objetivo de avaliar o conhecimento e aceitação da inserção da tecnologia solar residencial com o sistema de aquecedor solar de água realizando o estudo de caso no município de Tremembé, o resultado da pesquisa aponta para o interesse dos moradores em obter outra fonte de energia para poupar economias com o custo de energia elétrica gasta com chuveiro e, em especial as mulheres, se mostraram muito satisfeitas com a possibilidade de levar água quente até a torneira da pia da cozinha e lavanderia, embora tal possibilidade implicasse em maior custo inicial do sistema devido ao necessário aumento na área de coleta solar e no reservatório de água quente.

A permanência dessas pessoas em áreas rurais é influenciada por questões culturais como seguir as práticas de seus pais e avós na agricultura. Mesmo aqueles que estão nos assentamentos rurais, áreas ocupadas por Trabalhadores Sem Terras cadastradas pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA, possuem influências culturais da prática da agricultura. Todavia, a necessidade de utilizar equipamentos e máquinas elétricas para auxiliar o trabalho no campo faz com que o custo com energia elétrica seja mais alto.

É necessário apresentar diretrizes para a inserção de tecnologias de baixo custo, que incentivam a economia de energia e água e tais diretrizes devem estar incluídas nos sistemas educacionais, na educação ambiental, todavia, sem criar a cultura de dependência, ou seja, oferecendo um instrumento de autonomia, para que os próprios moradores sejam capazes de construir seus equipamentos e ainda ser um ator multiplicador.

Para que haja a disseminação de informações técnicas e científicas sobre as diversas formas de utilização de energia solar, é necessário que trabalhos pontuais sejam executados, assim como possibilitar a divulgação dessas pesquisas e propagação das ideias através dos

diferentes atores sociais, promovendo incentivo de programas e cursos de aprendizagem para a execução desses equipamentos.

Para tanto, essa pesquisa pretende fomentar a ideia da construção de aquecedores de água solares de baixo custo nas residências do município de Tremembé, trazer ao morador a possibilidade da instalação desses equipamentos e utilização de água quente para o banho, promovendo economia devido a redução de custos com energia elétrica.

Com a criação de um ciclo positivo de desenvolvimento local sustentável, por meio de: aplicação de técnicas de planejamento e gestão participativos; conscientização sobre o uso racional da eletricidade e dos recursos naturais; obtenção de comprometimento da comunidade na construção, instalação e manutenção do ASBC, e coordenação com políticas públicas e outros projetos possibilitando a geração de renda local.

Como sugestão de trabalhos futuros deve ser feito um estudo das emissões evitadas de CO<sub>2</sub> proporcionadas pela agregação da energia solar térmica ao aquecimento da água nas residências do município de Tremembé.

Outra sugestão é analisar os municípios de mesmo número de habitantes com as particularidades da região como clima, topografia e localização geográfica.

## REFERÊNCIAS

ABRAVA, Associação Brasileira de Refrigeração, Ar condicionado, ventilação e aquecimento. Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br>>. Acesso em: 11 de junho de 2014.

BORTOLI, David de; CARNEIRO, Larissa Tobias; MARQUES, Priscila Neitzel. Sistema Híbrido de Aquecimento de Água: Utilização de Energia Solar como Fonte Primária. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2012, América Latina. **Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade**, 2012. v. 1, p. 34 - 46.

BRASIL. ANEEL. Ministério de Minas e Energia (Ed.). Relação de projetos cadastrados na ANEEL: Projetos de Eficiência Energética. 2014. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27&idPerfil=2>>. Acesso em: 18 jul. 2014.

BRASIL. ANEEL. *Atlas de energia elétrica do Brasil*. Agência Nacional de Energia Elétrica. – Brasília. ANEEL, 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=659>. Acesso em 07 jul. 2014.

BRASIL. ANEEL. Ministério de Minas e Energia (Ed.). **Informações Gerenciais**. 2014d. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/IG\\_Mar\\_14.pdf](http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/IG_Mar_14.pdf)>. Acesso em: 29 maio 2014.

BRASIL. ANEEL. Ministério de Minas e Energia (Ed.). **Tarifa da Classe de Consumo Residencial de uma Concessionária**: Tarifas Residenciais vigentes. 2014 c. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/tarifaAplicada/index.cfm>>. Acesso em: 24 maio 2014.

BRASIL. **Atlas de Energia Solar**. 2014a. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>, Acesso em 24 mar. de 2014.

BRASIL. Chigueru Tiba, et al. Cepel. **Atlas Solarimétrico do Brasil**: banco de dados solarimétricos. Pernambuco: Ed. Universitária da Ufpe, 2000. 111 p. 2014 b. Disponível em: <[http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas\\_Solarimetrico\\_do\\_Brasil\\_2000.pdf](http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Atlas_Solarimetrico_do_Brasil_2000.pdf)>. Acesso em: 13 abr. 2014.

BRASIL. Constituição (2002). Lei nº 10.438, de 26 de abril de 2002. Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária extraordinária, cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa), a Conta de Desenvolvimento Energético (CDE), dispõe sobre a universalização do serviço público de energia elétrica, dá nova redação às Leis no 9.427, de 26 de dezembro de 1996, no 9.648, de 27 de maio de 1998, no 3.890-A, de 25 de abril de 1961, no 5.655, de 20 de maio de 1971, no 5.899, de 5 de julho de 1973, no 9.991, de 24 de julho de 2000, e dá outras providências. **Lei**. 2. ed. Brasília, 26 abr. 2002. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/2002/L10438.HTM](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/L10438.HTM) . Acesso em: 09 maio 2014.

\_\_\_\_\_. Empresa de Pesquisa Energética. Ministério de Minas e Energia. **Projeção da demanda de energia elétrica para os próximos 10 anos (2012-2021)**. 2014 e. Disponível em:

<[http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104\\_1.pdf](http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20120104_1.pdf)>. Acesso em: 13 jun. 2014.

BRASIL. Enio Bueno Pereira, et.al. INPE. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. São José dos Campos, 2006, 60 p. Disponível em: <[http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\\_solar-reduced.pdf](http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf)>. Acesso em: 28 de abr. 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE. **Mapa Municipal Estatístico**: Acesso à informação. 2013. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=355480>>. Acesso em: 05 abr. 2014.

\_\_\_\_ Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE - <http://www.ibge.gov.br>>. 2014f. Acesso em 30 de mar. 2014.

\_\_\_\_ Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, INMETRO. Programa Brasileiro de Etiquetagem. PBE, Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel. **Regulamento para uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia – RESP/006SOL - Sistemas e Equipamentos para Aquecimento Solar de Água**. 2014g. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/consumidor/pbeProdutos.asp>> Acesso em: abr. de 2014.

\_\_\_\_ Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia, INMETRO. **Atlas de Irradiação Solar no Brasil**, (1a versão para irradiação global derivada de satélite e validada na superfície), Brasília, 1998, Disponível em: <[http://books.google.com.br/books/about/Atlas\\_de\\_irradia%C3%A7%C3%A3o\\_solar\\_do\\_Brasil\\_1a.html?id=IJNikQEACAAJ&redir\\_esc=y](http://books.google.com.br/books/about/Atlas_de_irradia%C3%A7%C3%A3o_solar_do_Brasil_1a.html?id=IJNikQEACAAJ&redir_esc=y)> Acesso em: abr. de 2014.

\_\_\_\_ Ministério de Minas e Energia – MME – **Balanco Energético Nacional 2012** – Ano base 2011: Resultados Preliminares, Rio de Janeiro: EPE, 2012, 51 p. Disponível em: <[http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2\\_-\\_BEN\\_-\\_Ano\\_Base/12](http://www.mme.gov.br/mme/galerias/arquivos/publicacoes/BEN/2_-_BEN_-_Ano_Base/12)> Acesso em: 28 abr. de 2014.

\_\_\_\_ Superintendência de Pesquisa e Desenvolvimento e Eficiência Energética SPE - **Informações gerenciais**. 2014h. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=27>>, acesso em: 24 de mar. 2014.

BORTOLI, David de; CARNEIRO, Larissa Tobias; MARQUES, Priscila Neitzel. Sistema Híbrido de Aquecimento de Água: Utilização de Energia Solar como Fonte Primária. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO, 2012, América Latina. **Gestão Estratégica: Empreendedorismo e Sustentabilidade**, 2012. v. 1, p. 34 - 46.

COCHRAN, W.G. **Sampling Techniques**. 1977, 3 ed, John Wiley & Sons, New York.

DI DIO, R.A.T., **Estatística – Introdução Programada**. São Paulo: EPU, 1979, p.184.

EDP BANDEIRANTES (São Paulo). Agência Nacional de Energia Elétrica (Ed.). **Simulador de consumo de energia**. 2014. Disponível em: <http://www.edpbandeirantes.com.br> Acesso em: 10 maio 2014.

ELETROBRAS/PROCEL, **Estudos de Caso**, Disponível em: <<http://redesolar.eco.br/subpagina1.php?id=10&sub1=27>>, Acesso em: 12 dez. 2014.

FANTINELLI, J. T. **Análise da evolução de ações na difusão do aquecimento solar de água para habitações populares**: Estudo de caso em Contagem - MG. 2006. 208 f. Tese (Doutorado) - Curso de Planejamento de Sistemas Energéticos, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

FERRARO, N. G.; PENTEADO, P.C.; SOARES, P.T.; TORRES, C. M. **Física ciência e tecnologia**. São Paulo: Moderna 2001. 665p.

FRAIDENRAICH, N. **Tecnologia solar no Brasil. Os próximos 20 anos**. Disponível em: <[http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper\\_Fraidenraich.pdf](http://www.cgu.unicamp.br/energia2020/papers/paper_Fraidenraich.pdf) > Acessado em: 18 de abril de 2014.

FRID, S. E.; MORDYNSKII, A. V.; ARSATOV, A. V., Integrated solar water heaters. **Thermal Engineering**, Russia, v. 59, n. 11, p. 874-880, 2012. Disponível em: [http://link.periodicos.capes.gov.br/ez87.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url\\_ver=Z39.88-2004&url\\_ctx\\_fmt=fi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx\\_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx\\_ver=Z39.88-2004&rft\\_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore\\_date\\_threshold=1&rft.object\\_id=954928514734&svc.fulltext=yes](http://link.periodicos.capes.gov.br/ez87.periodicos.capes.gov.br/sfxlcl41?url_ver=Z39.88-2004&url_ctx_fmt=fi/fmt:kev:mtx:ctx&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&ctx_ver=Z39.88-2004&rft_id=info:sid/sfxit.com:azlist&sfx.ignore_date_threshold=1&rft.object_id=954928514734&svc.fulltext=yes). Acesso em: 22 maio 2014.

INCROPERA, e F. P., DEWITT. P. **Fundamentos de Transferência e Calor e de Massa**. Cap. 2: Introdução à Condução. 3ª ed. LTC - Livros Técnicos e Científicos S.A., Rio de Janeiro, 1992.

IPCC, *Guidelines for national greenhouse gas inventories*, Ginebra: Intergovernmental Panel on Climate Change-IPCC., 2006.

KESKINTÜRK, SebnemErTimur. A genetic algorithm approach to determine stratum boundaries and sample sizes of each stratum in stratified sampling. **Elsevier: ScienceDirect**, Istanbul, n. 52, p.53-67, 18 abr. 2007. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/csda](http://www.elsevier.com/locate/csda)>. Acesso em: 29 abr. 2014.

KULB, José Ronaldo; PEREIRA, Luciano Torres; MESQUITA, Lúcio. **Projetando Sistemas de Aquecimento Solar para Habitações Multifamiliares. Abrava**: dasol, São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/publicacoes/aquecimento-solar/>>. Acesso em: 30 maio 2014.

MONDÉJAR-NAVARRO, M. V. ; VIÑOLES-CEBOLLA, R. ; BASTANTE-CECA, M. J. ; COLLADO-RUIZ, D.; CAPUZ-RIZO, S., 2011. Disponível em: [http://aeipro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11\\_1950\\_1959.3388.pdf](http://aeipro.com/files/congresos/2011huesca/CIIP11_1950_1959.3388.pdf). Acesso em: 02 Set. 2014.

NASPOLINI, H. F. **Agregação da energia solar térmica ao aquecimento da água para o banho na moradia popular no Brasil**. Florianópolis - SC, 2012. 261 f. Tese (Doutorado) -

Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.

PEREIRA, Enio Bueno et al. **Atlas Brasileiro de Energia Solar**. 2006. Disponível em: <[http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas\\_solar-reduced.pdf](http://www.ccst.inpe.br/wp-content/themes/ccst-2.0/pdf/atlas_solar-reduced.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2014.

PIMENTEL GOMES, F. Estatística Experimental. São Paulo: Nobel, 1985. 467 p.

PINSONNEAULT, Alain; KRAEMER, Kenneth L. Survey Research Methodology in Management Information Systems: An Assessment. **Scholarship: University of California, Irvine**, California. 1993. Disponível em: <<http://escholarship.org/uc/item/6cs4s5f0#page-3>> . Acesso em: 19 maio 2013.

PINTO JUNIOR, Helder Queiroz et al. **Economia da energia: fundamentos econômicos, evolução, história e organização industrial**. 3. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda., 2007. 343p. *Renewables Global Status Report 2013*, [http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013\\_lowres.pdf](http://www.ren21.net/Portals/0/documents/Resources/GSR/2013/GSR2013_lowres.pdf).

REDE DE POLÍTICAS ENERGÉTICAS RENOVÁVEIS PARA O SÉCULO XXI, 2013.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Energia. **Energia solar paulista: levantamento do potencial**, 2013. Disponível em: <http://www.energia.sp.gov.br/busca.php?search=enegia+solar+paulista>, acesso em: 28 nov. de 2014.

SINGH, D. ; SHARMA, N. K. ; SOOD ,Y. R.; JARIAL, R. K.. Global status of renewable energy and market: Future prospectus and target, **Proceedings of International Conference on Sustainable Energy and Intelligent Systems**, 2011, p.171-176.

SOUZA, T. M.; AVILÉS, S.M.A. Sistemas renovables con energía solar, São Paulo: Páginas & Letras, 2011, 109 p.

STIVARI, S. M. S. ; OLIVEIRA, A. P. de ; SOARES, J. . On the Climate Impact of the Local Circulation in the Itaipu Lake Area. **Climatic Change**, Dordrecht, v. 72, 2005 p. 103-121.

STONE, George W. LIGHTS OUT. **National Geographic: Biblioteca virtual**, USA, v. 30, n. 2, p.18-19, abr. 2013. Mensal. Disponível em: <[http://natgeo.galegroup.com/natgeo/archive/DepartmentsDetailsPage/DepartmentsDetailsWindow?failOverType=&query=SU+"Energy+conservation">](http://natgeo.galegroup.com/natgeo/archive/DepartmentsDetailsPage/DepartmentsDetailsWindow?failOverType=&query=SU+)>. Acesso em: 30 maio 2014.

ULLAH, K.R. et al. A review of solar thermal refrigeration and cooling methods. **Elsevier: Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Malaysia, 15 mar. 2013. Disponível em: <[www.elsevier.com/locate/rser](http://www.elsevier.com/locate/rser)>. Acesso em: 29 nov. 2013, p. 499-513.

YAMASOE, Márcia Akemi. **Meteorologia Física: ACA 0326**. São Paulo: Usp, 2006. 133 p.

**Bibliografias Consultadas**

MAIA, T; MAIA, T. R. C., **Vale do Paraíba: Velhas Cidades**, São Paulo, Ed. Nacional, Ed. da Universidade de São Paulo, 1977, 238 p.

VIEIRA, S, **Estatística Experimental**, São Paulo, 2ª ed., Ed. Atlas S. A., 185 p., 1997.

**Anexos**

Anexo 1 - Questionário aplicado em campo

Anexo 2 - Declaração

Anexo 3 – Fotos realizadas em campo

## Anexo 1

Modelo do questionário aplicado



**UNESP - ENGENHARIA MECÂNICA - TRANSMISSÃO E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA –  
DEPARTAMENTO DE ENERGIAS RENOVÁVEIS**

### QUESTIONÁRIO SOBRE INSERÇÃO DE COLETORES SOLARES

Local: Tremembé, SP - Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_. Bairro: \_\_\_\_\_ Setor Censitário: \_\_\_\_\_

1. Área Urbana ( ) 2. Área Rural ( )

#### A. AVALIAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

Entrevistador: \_\_\_\_\_

Entrevistado: \_\_\_\_\_

Rua: \_\_\_\_\_, Nº \_\_\_\_\_

Nº EDP \_\_\_\_\_

#### 1. Posição familiar do entrevistado

1. Companheiro ( ) 2. Companheiro ( ) 3. Filho/Enteado ( ) 4. Parente ( ) 5. Outro ( ) \_\_\_\_\_

#### 2. Naturalidade dos donos da casa

1. Tremembé ( ) 2. Outro ( ) \_\_\_\_\_

3. Quantas pessoas moram na casa. 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( ) 6 ( ) 7 ( ) 8 ( ) 9.> 8 ( )

#### 4. Moradores por idade. (Quantidade)

1. Até 10 anos ( ) 2. 11-20 ( ) 3. 21-30 ( ) 4. 31-40 ( ) 5. 41-50 ( ) 6. >50 ( )

#### 5. Ocupação do chefe da família

1. Autônomo ( ) 2. Indústria ( ) 3. Comércio ( ) 4. Construção informal ( ) 5. Funcionário público ( )

6. Aposentado ( ) 7. Outro ( ) \_\_\_\_\_

6. Escolaridade-chefe de família? 1. Analfabeto ( ) 2. Lê/escreve ( ) 3. Fundamental ( ) 4. Médio ( ) 5. Superior ( ) 6. Outro ( ) \_\_\_\_\_

7. Qual a renda da família? 1. ½ SM - 1SM ( ) 2. +1-2 SM ( ) 3. +2-3SM ( ) 4. +3-4SM ( ) 5. +5 SM ( )

8. Há quanto tempo moram no local? 1. <1ano ( ) 2. 1-2 anos ( ) 3. 2-5 anos ( ) 4. +5 anos ( )

9. Área da casa (aproximada).....m<sup>2</sup>

10. Área do terreno .....m<sup>2</sup>/hect./alq.

11. Condição – habitação: 1. Própria ( ) 2. Alugada ( ) 3. Outro ( ) : \_\_\_\_\_

12. A família tem telefone? 1. Sim ( ) 2. Não ( )

13. Tem celular? 1. Sim ( ) 2. Não ( )

14. Tem computador? 1. Sim ( ) 2. Não ( )

15. A residência está conectada à internet? 1. Sim ( ) 2. Não ( )

16. Se não, Usa Internet? Onde? 1. Escola ( ) 2. Trabalho ( ) 3. Outro ( ) \_\_\_\_\_

17. Que tipo de veículo de transporte a família possui? 1. Carro ( ) 2. Moto ( ) 3. Bicicleta ( ) 4. nenhum ( )

5. Outro ( ) \_\_\_\_\_

#### 18. Alguma atividade de complementação de renda é realizada na moradia?

Qual: \_\_\_\_\_

#### B. AVALIAÇÃO DE POSSE DE ELETRODOMÉSTICOS E POTENCIAL DE DEMANDA

##### 19. Quais equipamentos elétricos você tem e usa (quantidades)

1. Computador ( ) 2. TV ( ) 3. Chuveiro ( ) 4. Liquidificador ( ) 5. Geladeira ( ) 6. Freezer ( ) 7. Ferro ( )

8. Batedeira ( ) 9. Micro-ondas ( ) 10. Forno elétrico ( ) 11. Rádio ( ) 12. Máquina costura elétrica ( )

13. Tanquinho/máquina de lavar ( ) 14. Secador ( ) 15. Ventilador ( ) 16. Videocassete 17. Outro(s)

20. Você gostaria de comprar mais equipamentos eletrônicos? 1. Sim ( ) 2. Não ( )

Quais \_\_\_\_\_

#### C. AVALIAÇÃO ENERGÉTICA (padrão é: 55, multiplica pelo nº pessoas)

##### 21. Qual o consumo mensal c/eletricidade (solicitar conta de luz)

1. Até 50 kWh ( ) 2. 51-100 ( ) 3. 101-150 ( ) 4. 151-200 ( ) 5. 201-250 ( ) 6. +250kWh ( )

##### 22. Quantas lâmpadas existem na casa? (Explicar tipo de lâmpada, num. de lamp)

1. Incandescente 40W ( ) 2. 60W ( ) 3. 100W ( ) 4. Fluorescente 40W ( ) ou 5. Compacta 7W ( )

6. 12W ( ) 7. 20W ( )

23. O que a família costuma fazer para economizar energia elétrica? 1. Apagar luz ( ) 2. Tirar a tomada ( )

Outro, citar: \_\_\_\_\_

**D. AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO QUANTO AO BANHO****24. No verão a família toma banho quente?**

1.Sim, quase sempre ( ) 2.Às vezes ( ) 3.Nunca ( ) 4.Toma banho morno ( ) 5.Banho frio ( )

**25. No inverno a família toma banho quente?** 1.Sim, quase sempre ( ) 2.Às vezes ( ) 3.Nunca ( )**26. Quanto tempo a família fica no banho?** Calcular o tempo somando o tempo de banho de todos os moradores: 1.<5min ( ) 2.5-10 min( ) 3.10-15 min( ) 4.>15min ( ) 5.Tempo estimado: \_\_\_\_\_ horas**27. Em que horário a família toma banho? (explicar horário de pico + caro das 18:00 às 21:00)**

1.6:00 e 7:00 manhã ( ) 2.+/- 12:00 ( ) 3.+/-18:00 e 21:00 ( ) 4.Depois 21:00 ( ) 5.A maioria no horário:

**E. AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO DA NOVA TECNOLOGIA DE AQUECEDORES SOLARES E PLACAS SOLARES****28. Conhece ou já ouviu falar em aquecedores solares de água?** (Explicar o custo com chuveiro e o benefício que pode trazer). 1.Sim ( ) 2.Não ( )**29. Gostaria de instalar e entende o que trazem de benefícios numa residência? Explicar.**

1.Sim ( ) 2.Não ( )

**Muito Obrigado!****OBS:**

## ANEXO 2

Modelo da Declaração entregue aos moradores

### DECLARAÇÃO

Declaramos que as informações aqui prestadas são para pesquisas desenvolvidas na UNESP - Guaratinguetá – Universidade Estadual de São Paulo “Júlio de Mesquita Filho”.

Para qualquer informação ou dúvidas entrar em contato com a Universidade ou com os pesquisadores:

Eliana Moraes – 98834-4094 email: [pos13007@feg.unesp.br](mailto:pos13007@feg.unesp.br)

Prof. Dr. Teófilo Miguel de Souza email: [teofilo@feg.unesp.br](mailto:teofilo@feg.unesp.br)

**ANEXO 3**  
**Fotos realizadas em campo**



**Foto 1 - Área Rural – Setor 82**



**Foto 2 - Área Urbana – Bairro Poço Grande - Setor 41**



**Foto 3** – Área Urbana – Bairro Jardim Maracaibo – Setor 39 - Levantamento de campo



**Foto 4** – Área Rural – Setor 48



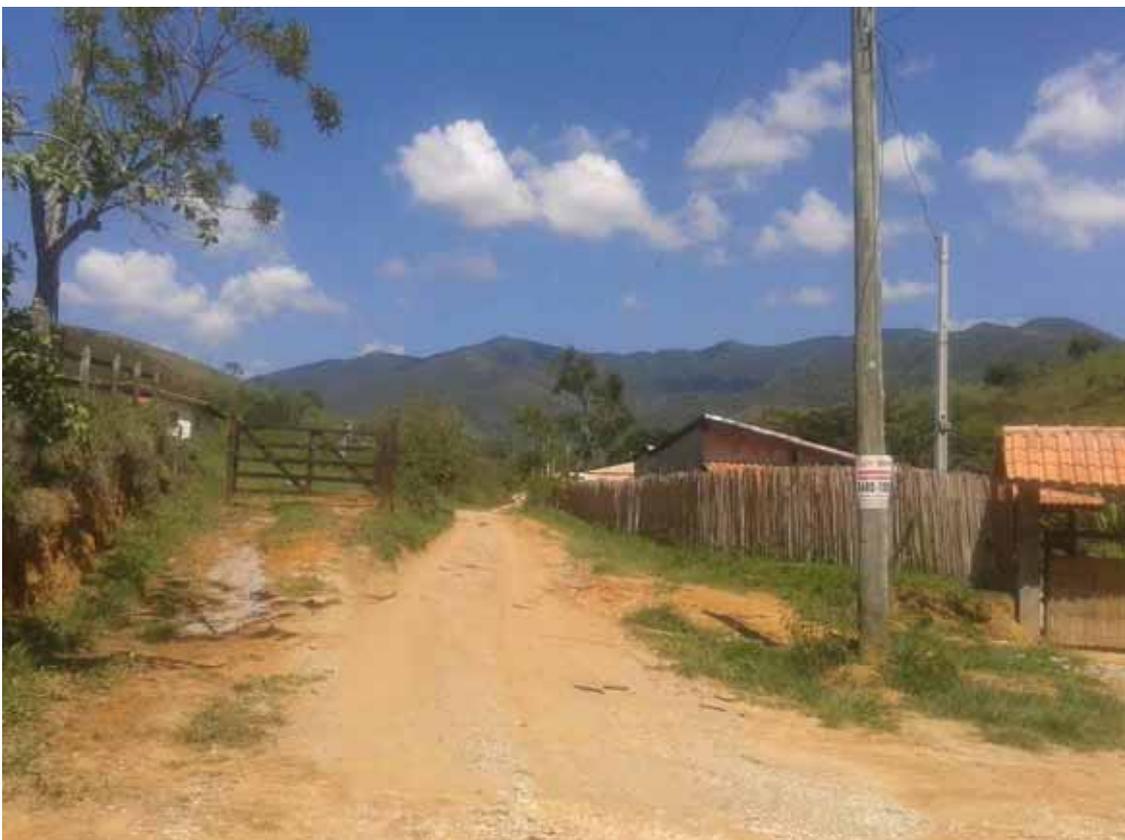
**Foto 5** – Área Rural – Assentamento do INCRA – Setor 51



**Foto 6** – Área Rural – Setor 81



**Foto 7** – Área Urbana – Setor 37



**Foto 8** – Área Rural - Setor 82