

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE ENGENHARIA CAMPUS DE GUARATINGUETÁ**

**CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: UMA FERRAMENTA PARA
ANALISAR O APROVEITAMENTO DE ENERGIA SOLAR EM
INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS**

**Guaratinguetá
2008**

ROMI STELLA DOS SANTOS

CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: UMA FERRAMENTA
PARA ANALISAR O APROVEITAMENTO DE ENERGIA
SOLAR EM INSTALAÇÕES RESIDENCIAIS

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. Oscar Armando Maldonado Astorga

Guaratinguetá
2008

Santos, Romi Stella dos
S23 Conservação de energia: uma ferramenta para analisar o
7c aproveitamento de energia solar em instalações residenciais. /
Romi Stella dos Santos.- Guaratinguetá : [s.n.], 2008
 118f.: il.

 Bibliografia: f. 86-88
 Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2008
 Orientador: Prof. Dr. Dr. Oscar Armando Maldonado Astorga

1. Energia – conservação 2. Energia solar I. Título

CDU 620.9

**“CONSERVAÇÃO DE ENERGIA: UMA FERRAMENTA PARA ANALISAR O
APROVEITAMENTO DE ENERGIA SOLAR EM INSTALAÇÕES
RESIDENCIAIS”**

ROMI STELLA 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. Marcelo dos Santos Pereira
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:

Prof. Dr. OSCAR ARMANDO MALDONADO ASTORGA
Orientador/UNESP-FEG

Prof. Dr. DURVAL LUIZ SILVA RICCIULLI
UNESP-FEG

Dr. GEORGE ALVES SOARES
ELETROBRÁS

DADOS CURRICULARES

ROMI STELLA DOS SANTOS

NASCIMENTO 17.04.1978 – Guaratinguetá/SP

FILIAÇÃO Romildo Antonio dos Santos
Estelina Aparecida dos Santos

1999/2003 Curso de Graduação
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá

de modo especial, ao meu filho Gabriel, que entendeu a minha
ausência em muitos momentos de sua vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar agradeço a Deus, fonte de luz e de fé. Agradeço pela minha vida, minha saúde, minha inteligência, minha capacidade de superar obstáculos, minha família e meus amigos,

ao meu orientador, *Prof. Dr. Oscar Armando Maldonado Astorga* que jamais deixou de me incentivar e acreditar no meu potencial. Agradeço pela sua paciência, apoio, conselhos e amizade. Sem a sua orientação, dedicação e auxílio, o estudo aqui apresentado seria praticamente impossível,

aos meus pais *Romildo e Estelina*, que apesar das dificuldades enfrentadas, sempre incentivaram meus estudos com amor, compreensão e amizade,

ao meu querido irmão *Romildo Filho*, que nunca permitiu que eu perdesse minha fé e perseverança,

ao grande amor da minha vida, meu filho *Gabriel*, que com seu sorriso me mostrou que vale a pena viver,

ao amigo *Silvio Giuseppe Di Santo*, pela colaboração no desenvolvimento do programa aqui apresentado,

à toda minha família e amigos, que de algum modo, contribuíram para a conclusão dessa dissertação.

Este trabalho contou com apoio das seguintes entidades

- **CAPES:** através do programa de bolsa de estudos.

"Só existem dois dias do ano que nada pode ser feito. Um se chama ontem e o outro amanhã. Portanto hoje é o dia para amar, acreditar, fazer e realmente viver."

Dalai Lama

SANTOS, R. S. Conservação de energia: uma ferramenta para analisar o aproveitamento de energia solar em instalações residenciais. 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

RESUMO

No Brasil, devido ao forte crescimento da demanda de energia elétrica nas últimas décadas e com a necessidade de atender a esta procura, torna-se indispensável a inclusão no sistema elétrico brasileiro de programas de eficiência energética e a utilização de fontes alternativas de energia, pois com a construção de novas hidrelétricas e termoelétricas para atender o consumidor, ocorre inundações de grandes áreas e diminuição da emissão de gases para a atmosfera, o que causa fortes impactos ambientais. O uso de fontes alternativas também diminui a dependência do Brasil de combustíveis fósseis, pois futuramente ocorrerá o esgotamento de reservas naturais no país, tendo a necessidade de importar energia, o que elevará os preços das tarifas de energia elétrica. Para que haja a conservação de energia proveniente de fontes tradicionais e incentivar a implantação de energia solar no sistema elétrico brasileiro, desenvolveu-se um programa que analisa a viabilidade técnico-econômica de inclusão do sistema fotovoltaico e fototérmico ao sistema tradicional de distribuição de energia nas diversas regiões do Brasil em residências, pois é o setor que possui um maior potencial de economia de energia. O programa é uma ferramenta de fácil manuseio, de acesso rápido que permitem tomadas de decisões rápidas e seguras quanto à implantação de energia solar por parte do consumidor, além de fornecer em qual região é mais viável essa implantação.

PALAVRAS-CHAVE: Energia solar, eficiência energética, conservação de energia

SANTOS, R. S. **Energy Conservation at Residential Installations: Efficient Alternatives and their Impacts in Electrical Supply System.** 2008. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2008.

ABSTRACT

In Brazil, due to a solid increasing in electrical energy demand at the last decades and due to the need to comply with this demand, became essential the inclusion of energetic efficiency programs and use of alternative energy resources in the Brazilian electrical supply system. However, the new hydro and thermo electrical power plants construction to attend the consumer cause strong environmental impacts, since they need big flooded lakes and eliminate theirs pollutants in the atmosphere, respectively. Moreover, the use of alternative energy resources decreases Brazil dependency of fossil fuels, besides it prevents the breakdown of the natural reserves and the need of energy importation, what would increase the charge for the electrical energy. To the energy conservation provided by traditional resources and to encourage the implementation of a solar energy based system in Brazil, it was developed a software that analyzes technical and economic feasibility of the photovoltaic and photothermal systems introduction in the traditional supply system on the several regions of Brazil to residential use, because this is a sector that has an elevated potential of energy saving. The software has a friendly interface, with quick access that allows the user to take quick and safe decisions, regarding to the solar energy implementation by consumers, and evaluate which area of the country is the most interesting to the implementation.

Key-Words: Solar energy, energy efficiency, energy conservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Matriz energética brasileira. Fonte: Pereira, 2006.....	20
Figura 2 - Matriz de energia elétrica. Fonte: Pereira, 2006.....	21
Figura 3 - Integração eletroenergética no Brasil. Fonte: ONS, 2008.....	24
Figura 4 - As principais instituições do modelo do setor elétrico. Fonte: ONS, 2008..	25
Figura 5 - Selo PROCEL. Fonte: PROCEL, 2007	30
Figura 6 - Etiqueta e Selo CONPET. Fonte: CONPET, 2007.....	31
Figura 7 - Ilustração de uma termoelétrica.....	32
Figura 8 - Ilustração de uma hidrelétrica.....	33
Figura 9 - Tarifas residenciais vigentes de 28/12/2007 até 27/12/2008. Fonte: ANEEL, 2008	36
Figura 10 - Energia solar => sistema fotovoltaico + sistema fototérmico	38
Figura 11 - Dados das coordenadas das regiões do Brasil	40
Figura 12 - Radiação solar média.....	40
Figura 13 - Quantidade de pessoas por família. Fonte: IBGE, 2006.	41
Figura 14 - Componentes do sistema fototérmico.....	42
Figura 15 - Ilustração dos componentes do coletor solar.....	43
Figura 16 - Dimensionamento fototérmico	44
Figura 17 - Componentes do sistema fotovoltaico.....	45
Figura 18 - Componentes do sistema fotovoltaico.....	46
Figura 19 - Dimensionamento fotovoltaico.....	48
Figura 20 - Tela do <i>Enterprise Manager</i> mostrando os bancos de dados e as tabelas. Fonte: DI SANTO, 2006	50
Figura 21 - Tela do <i>Query Analyser</i> . Fonte: DI SANTO, 2006.....	50
Figura 22 - Fluxograma simplificado do programa para análise da implantação da energia solar.....	52
Figura 23 - Tela principal do software	52
Figura 24 - Localidade, tipo de cálculo e tensões do sistema	53
Figura 25 - Entrada no programa para o aquecimento de água.....	54

Figura 26 - Entrada no programa para o efeito fotovoltaico	55
Figura 27 - Ilustração do relatório do aquecimento de água	56
Figura 28 - Ilustração do relatório do efeito fotovoltaico	56
Figura 29 - Consumo setorial de eletricidade. Fonte: PROCEL, 2008	59
Figura 30 - Ilustração de uma residência de baixa renda	60
Figura 31 - Temperatura média de cada estado.....	61
Figura 32 - Potência mínima do chuveiro elétrico	63
Figura 33 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Norte. Fonte: Procel, 2008.....	65
Figura 34 - Curva de carga diária média na Região Norte. Fonte: Procel, 2008	65
Figura 35 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Nordeste. Fonte: Procel, 2008	66
Figura 36 - Curva de carga diária média na Região Nordeste. Fonte: Procel, 2008	66
Figura 37 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Centro-Oeste. Fonte: Procel, 2008	67
Figura 38 - Curva de carga diária média na Região Centro-Oeste. Fonte: Procel, 2008	67
Figura 39 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Sudeste. Fonte: Procel, 2008	68
Figura 40 - Curva de carga diária média na Região Sudeste. Fonte: Procel, 2008	68
Figura 41 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Sul. Fonte: Procel, 2008.....	69
Figura 42 - Curva de carga diária média na Região Sul. Fonte: Procel, 2008	69
Figura 43 - Cargas elétricas e suas potências	69
Figura 44 - Equipamentos abastecidos pela energia solar.....	70
Figura 45 - Posse média de eletrodomésticos	70
Figura 46 - Consumo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência.....	72
Figura 47 - Custo total da energia consumida antes da implantação da energia solar por residência.....	72
Figura 48 - Consumo total da energia elétrica descartada por residência	74

Figura 49 - Custo total da energia elétrica descartada por residência.....	75
Figura 50 - Quantidade de domicílios com renda de até 1 salário mínimo. Fonte: IBGE, 2006.....	76
Figura 51 - Consumo total da energia elétrica descartada por estado.....	76
Figura 52 - Consumo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência.....	78
Figura 53 - Custo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência.....	78
Figura 54 - Custo com a implantação do sistema fototérmico.....	80
Figura 55 - Custo com a implantação do sistema fotovoltaico.....	81
Figura 56 - Tempo de retorno para o sistema fototérmico.....	83
Figura 57 - Tempo de retorno para o sistema fototérmico.....	83

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AC	Corrente Alternada
ACL	Ambiente de Contratação Livre
ACR	Ambiente de Contratação Regulada
AES TIETÊ	AES Tietê S/A
AES-SUL	Aes Sul Distribuidora Gaúcha de energia S/A
AMPLA	Ampla Energia e Serviços S/A
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional do Petróleo
a-Si	Silício Amorfo Hidrogenado
BANDEIRANTE	Bandeirante Energia S/A
BOA VISTA	Boa Vista Energia S/A
CAIUÁ	Caiuá Distribuição de Energia S/A
CCEE	Câmara de Comercialização de Energia Elétrica
cdTe	Telureto de Cádmiio
CEA	Companhia de Eletricidade do Amapá
CEAL	Companhia Energética de Alagoas
CEAM	Companhia Energética do Amazonas
CEB	Companhia Energética de Brasília
CEEE	Companhia Estadual de Energia Elétrica
CELB	Companhia Energética da Borborema
CELESC	Centrais Elétricas Santa Catarina S/A
CELG	Companhia Energética de Goiás
CELPA	Centrais Elétricas do Pará S/A
CELPE	Companhia Energética de Pernambuco
CELTINS	Companhia de Energia Elétrica do Estado do Tocantins
CEMAR	Companhia Energética do Maranhão
CEMAT	Centrais Elétricas Matogrossenses S/A (interligado)
CEMIG - GT	CEMIG Geração e Transmissão S/A
CEMIG-D	CEMIG Distribuição S/A
CENF	Companhia de Eletricidade Nova Friburgo
CENSOLAR	Centro de Estudos de La Energia Solar
CEPEL	Centro de Pesquisas de Energia Elétrica
CEPISA	Companhia Energética do Piauí
CER	Companhia Energética de Roraima
CERJ	Companhia de Eletricidade do Rio de Janeiro
CERON	Centrais Elétricas de Rondônia S/A
CESP	Companhia Energética de São Paulo
CFLCL	Companhia Força e Luz Cataguazes-Leopoldina
CFLO	Companhia Força e Luz do Oeste
CH ₄	Gás Metano
CHESF	Companhia Hidrelétrica do São Francisco
CHESP	Companhia Hidroelétrica São Patrício
CJE	Companhia Jaguari de Energia
CLFM	Companhia Luz e Força Mococa

CLFSC	Companhia Luz e Força Santa Cruz
CMO	Custo Marginal de Operação
CNEE	Companhia Nacional de Energia Elétrica
CNPE	Conselho Nacional de Política Energética
CO	Óxido de Carbono
CO ₂	Dióxido de Carbono
COCEL	Companhia Campolarguense de Energia
COELBA	Companhia de Eletricidade do Estado da Bahia
COELCE	Companhia Energética do Ceará
COFINS	Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social
COOPERALIANÇA	Cooperativa Aliança
COPEL-DIS	Copel Distribuição S/A
COPEL-GER	Copel Geração S/A
COPPE-UFRJ	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação de Engenharia da Universidade Federal do Rio de Janeiro
COSERN	Companhia Energética do Rio Grande do Norte
CPEE	Companhia Paulista de Energia Elétrica
CPFL-PAULISTA	Companhia Paulista de Força e Luz
CPFL-PIRATININGA	Companhia Piratininga de Força e Luz
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos
CRESESB	Centro de Referência para as Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito
c-Si	Silício Cristalino
CSPE	Companhia Sul Paulista de Energia
CTEBEL	Tractebel Energia S/ATRA
DC	Corrente Contínua
DEMEI	Departamento Municipal de Energia de Ijuí
DMEPC	Departamento Municipal de Eletricidade de Poços de Caldas
DTE	Departamento de Tecnologias Especiais
DUKE	Duke Energy International, Geração Paranapanema S/A.Duke
EEB	Empresa Elétrica Bragantina S/A
EEVP	Empresa de Eletricidade Vale Paranapanema S/A
EFLJC	Empresa Força e Luz João Cesa LTDA
EFLUL	Empresa Força e Luz Urussanga LTDA
ELEKTRO	Elektro Eletricidade e Serviços S/A
ELETROACRE	Companhia de Eletricidade do Acre
ELETROCAR	Centrais Elétricas de Carazinho S/A
ELETRONORTE	Centrais Elétricas do Norte do Brasil S/A
ELETROPAULO	Eletropaulo Metropolitana Eletricidade de São Paulo
ELFSM	Empresa Luz e Força Santa Maria S/A
ENERGIPE	Empresa Energética de Sergipe S/A
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
ERNESUL	Empresa Energética de Mato Grosso do Sul S/A (interligado)
ESCELSA	Espírito Santo Centrais Elétricas S/A
FORCEL	Força e Luz Coronel Vivida LTDA
FURNAS	Furnas Centrais Elétricas S/A
GCPS	Grupo Coordenador do Planejamento dos Sistemas Elétricos
GEE	Gás de Efeito Estufa
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GWP	Global Warming Potencial

HFC	Gás Hidrofluorcarbono
HIDROPAN	Hidroelétrica Panambi S/A
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços
IENERGIA	Iguaçu Distribuidora de Energia Elétrica LTDA
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ITAIPU	Itaipu Binacional
JARI	Jari Celulose S/A
LIGHT	Light Serviços e Eletricidade S/A
MAE	Mercado Atacadista de Energia
MANAUS ENERGIA	Manaus Energia S/A
MDL	Mecanismo de Desenvolvimento Limpo
MMA	Ministério do Meio Ambiente
MME	Ministério de Minas e Energia
MNP	Agência de Avaliação Ambiental da Holanda
MUX-ENERGIA	Muxfeldt Marin & CIA LTDA
NO _x	Óxidos de Nitrogênio
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONS	Operador Nacional de Sistema
PASEP	Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público
PIS	Programa de Integração Social
PLD	Preço de Liquidação das Diferenças
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PRODEEM	Programa para o Desenvolvimento da Energia nos Estados e Municípios
PVC	Poli Cloreto de Vinila
RAD	Rapid Application Development
RGE	Rio Grande de Energia S/A
SAELPA	Saelpa S/A de Eletrificação da Paraíba
SEB	Sistema Elétrico Brasileiro
SIN	Sistema Interligado Nacional
SULGIPE	Companhia Sul Sergipana de Eletricidade
T&D	Transmissão e Distribuição
TR	Taxa Referencial de Juros
UHENPAL	Usina Hidro Elétrica Nova Palma LTDA
UNFCCC	Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança Climática

LISTA DE SÍMBOLOS

Q	Quantidade de calor	$kcal$
R	Radiação solar	$kcal/m^2 \cdot dia$
m	Massa de água	1litro = 1kg
n	Rendimento do coletor solar	%
c	Calor específico da água	$1kcal/kg^{\circ}C$
t_i	Temperatura inicial	$^{\circ}C$
t_f	Temperatura final	$^{\circ}C$
S	Área total do coletor solar	m^2
P	Potência	kW
\dot{m}	Vazão de água aquecida	l/s
Δt	Diferença de temperatura entre água fria e água do banho	$^{\circ}C$

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 MOTIVAÇÃO.....	22
1.2 OBJETIVO	22
2 O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO	23
2.1 O ATUAL SISTEMA ELÉTRICO	23
2.2 MODELO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO.....	25
2.2.1 Agentes Institucionais	25
2.2.2 Agentes Atuantes	26
2.2.3 Aspectos Regulatórios	26
2.2.4 Principais Encargos Setoriais	27
2.2.5 O Novo Modelo do Setor Elétrico	27
2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.....	28
2.3.1 PROCEL	29
2.3.2 CONPET	30
2.4 O IMPACTO AMBIENTAL.....	31
2.4.1 Termoelétricas	31
2.4.2 Hidrelétricas	32
2.4.3 O Aquecimento Global	33
3 A TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA NAS RESIDÊNCIAS	35
4 ENERGIA SOLAR	37
4.1 DETERMINAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL.....	39
4.2 QUANTIDADE MÉDIA DE PESSOAS RESIDENTES EM DOMICÍLIOS NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL.....	41
4.3 ENERGIA SOLAR FOTOTÉRMICA.....	41
4.3.1 Metodologia para o dimensionamento do sistema fototérmico	44
4.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	45
4.4.1 Metodologia para o dimensionamento do sistema fotovoltaico	48
5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE PARA O ESTUDO DE VIABILIDADE	49
5.1 FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO	49
5.2 FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA DESENVOLVIDO	51
5.3 SALVANDO E ABRINDO RELATÓRIOS	56
5.3.1 Salvando relatórios	56
5.3.2 Abrindo relatórios	57
5.4 INSERÇÃO, EXCLUSÃO E LISTAGEM DOS DADOS NAS TABELAS DO SOFTWARE.....	57
5.4.1 Inserção de dados	57
5.4.2 Exclusão de dados	57
5.4.3 Listagem dos dados	58
6 MODELO RESIDENCIAL	59

6.1 TENSÕES DO SISTEMA.....	60
6.2 TEMPERATURA DE ENTRADA E SAÍDA DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DA ÁGUA	61
6.3 POTÊNCIA DO CHUVEIRO ELÉTRICO E TEMPO DE BANHO	62
6.4 ESCOLHA DO TUBO E SEU COMPRIMENTO	64
6.5 TAXA DE JUROS	64
6.6 PARTICIPAÇÃO DE ELETRODOMÉSTICOS NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL	64
6.6.1 Região Norte.....	64
6.6.2 Região Nordeste	65
6.6.3 Região Centro-Oeste	66
6.6.4 Região Sudeste	67
6.6.5 Região Sul.....	68
6.7 CARGAS RESIDENCIAIS.....	69
7 ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL	71
7.1 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR	71
7.2 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA DESCARTADOS COM A IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR	73
7.3 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA APÓS A IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR	77
7.4 CUSTOS COM EQUIPAMENTOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FOTOTÉRMICO E DO SISTEMA FOTOVOLTAICO	79
7.5 ENERGIA ECONOMIZADA E CRÉDITOS DE CARBONO.....	82
8 CONCLUSÃO.....	84
REFERÊNCIAS	86
BIBLIOGRAFIA CONSULTADA	89
APÊNDICE A – RELATÓRIOS GERADOS COM O USO DO PROGRAMA DESENVOLVIDO.....	91

1 INTRODUÇÃO

A energia é um item fundamental para a integração do homem ao desenvolvimento, colaborando com o crescimento econômico, com a qualidade de vida e com o bem estar.

A geração de energia atual passou a ter dificuldades para acompanhar o crescimento do consumo de energia elétrica, ocasionando a necessidade de investimentos em outras fontes geradoras de energia, ou seja, mudança no paradigma do desenvolvimento energético.

A necessidade de atender a demanda futura de energia elétrica, objetivo do planejamento da expansão de geração em longo prazo, e a limitação dos investimentos no setor, surge a necessidade de incluir no Brasil, os programas de eficiência energética e a utilização de fontes alternativas, menos poluentes, renováveis e que produzam pouco impacto ambiental.

A matriz energética brasileira se baseia no consumo de petróleo, conforme Figura 1. No país já existem programas de incentivo para a adoção de queima de biomassa, pois a queima de combustíveis fósseis contribui com o efeito estufa (Pereira, 2007).

A principal fonte geradora de energia elétrica são as usinas hidrelétricas, conforme Figura 2, causadoras de fortes impactos ambientais, podendo ser citados o alagamento de grandes áreas cultiváveis e emissão de gás de efeito estufa (Pereira, 2007).



Figura 1 - Matriz energética brasileira. Fonte: Pereira, 2006.

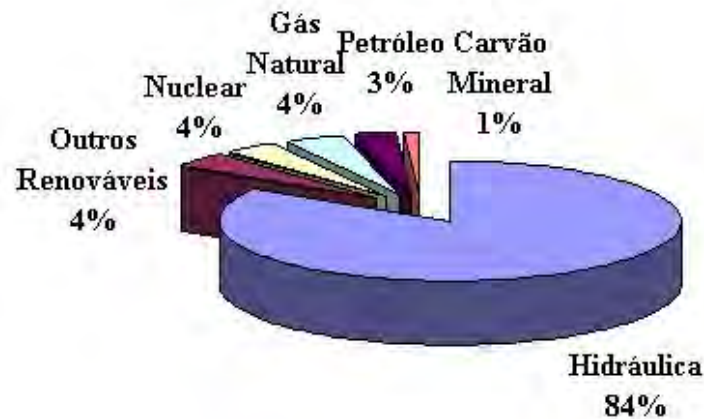


Figura 2 - Matriz de energia elétrica. Fonte: Pereira, 2006.

Diante dos pontos negativos do atual cenário energético brasileiro, torna-se ainda mais interessante a implantação de fontes alternativas de energia.

A energia nuclear e a eólica, são consideradas energias limpas, porém a nuclear não é bem aceita devido aos riscos associados e ao problema do armazenamento dos rejeitos radioativos gerados; e a energia eólica no país ainda é bem questionável, pois grande parte do território brasileiro não apresenta condição de vento adequada para geração de eletricidade (Pereira, 2007).

Uma solução ideal para o país é a utilização da energia solar, pois o índice de radiação solar favorece esta implantação em qualquer parte do território, além de contribuir com o planejamento a longo prazo da expansão de geração de energia.

Devido a grande extensão territorial do Brasil, fatores geográficos, climáticos, sociais e econômicos variam em cada região do país, diversificando a viabilidade da implantação da energia solar.

Os altos custos de investimento inicial para a implantação da energia solar podem ser compensados pelos benefícios resultantes da economia de recursos investidos nas fontes tradicionais para atender à expansão da geração, pelos benefícios ambientais, traduzidos em valores econômicos e pela venda da energia excedente nos horários fora de consumo das residências para as concessionárias de energia, na forma de produtores independentes, principalmente, quando se leva em consideração que os combustíveis fósseis têm tempo de vida limitado e que, o que hoje é “alternativa”, amanhã se torna padrão à medida que as fontes atuais se tornam caras e escassas.

1.1 MOTIVAÇÃO

Devido à necessidade de conservação de energia para atender a demanda futura de energia, a utilização de programas de eficiência energética e de fontes alternativas de energia está sendo considerada como elemento básico para o desenvolvimento sustentável que se quer o país.

A partir deste fato, torna-se atrativo a implantação da energia solar nas diversas regiões do país, levando em conta não apenas seus custos e as demandas dos consumidores, mas também os impactos sócio-culturais e ambientais de sua utilização.

1.2 OBJETIVO

O objetivo dessa dissertação é o aproveitamento da energia solar visando a redução dos investimentos no sistema elétrico convencional e dos custos ambientais através da análise da viabilidade técnico-econômica da implantação da energia solar em residências de população de baixa renda nas diversas regiões do Brasil, com o apoio do programa computacional desenvolvido em ambiente Windows, utilizando a linguagem *Delphi* e *Microsoft SQL*.

2 O SISTEMA ELÉTRICO BRASILEIRO

2.1 O ATUAL SISTEMA ELÉTRICO

O Sistema Interligado Brasileiro (SIN) é constituído pelas instalações responsáveis pelo suprimento de energia elétrica a todos os sistemas regionais do país, interligados eletricamente. Compõe-se de um sistema hidrotérmico, com forte predominância de usinas hidrelétricas, geralmente localizadas longe dos centros de carga, e por extensa malha de transmissão, que abrange as empresas das regiões geoeletricas Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste e parte da região Norte (ONS, 2008).

A malha de transmissão, que interliga as diferentes bacias hidrográficas, possibilita a transferência de energia dos centros de produção para os centros de consumo – metrópoles e zonas industriais –, permitindo a exploração de suas complementaridades (ONS, 2008).

O SIN é constituído por quatro subsistemas: Sul, Sudeste/Centro-Oeste, Nordeste e Norte.

A capacidade instalada de geração do SIN é composta, principalmente, por usinas hidroelétricas distribuídas em doze bacias hidrográficas nas diferentes regiões do país. Essas bacias, integradas aos sistemas de transmissão, possibilitam o suprimento do mercado consumidor, como se pode ver na Figura 3. Naturalmente, essa capacidade está em constante evolução, o que pode alterar a distribuição de bacias e usinas, com suas interligações, aqui apresentada. As usinas térmicas, muitas vezes localizadas nas proximidades dos centros de carga, desempenham papel estratégico relevante, pois contribuem para a segurança do SIN. Em períodos de condições hidrológicas desfavoráveis, as usinas térmicas são despachadas, permitindo o armazenamento de água nos reservatórios das usinas hidrelétricas, para assegurar o atendimento futuro (ONS, 2008).

A coordenação da operação do SIN está embasada na interdependência operativa entre as usinas, na interconexão dos sistemas elétricos e na integração dos recursos de geração e transmissão (ONS, 2008).

2.2 MODELO DO SETOR ELÉTRICO BRASILEIRO

O modelo do setor elétrico brasileiro, que institucionaliza e define responsabilidades entre as entidades da atual estrutura está ilustrado na Figura 4:

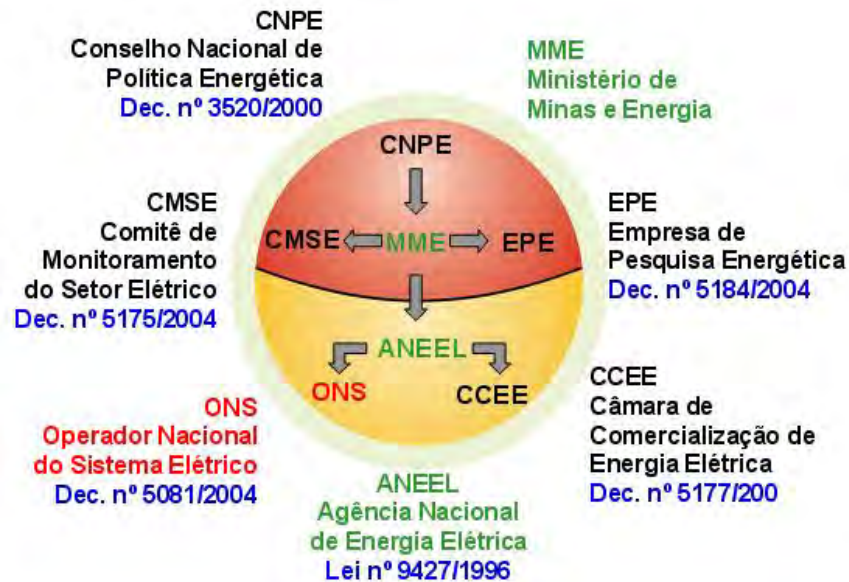


Figura 4 - As principais instituições do modelo do setor elétrico. Fonte: ONS, 2008

2.2.1 Agentes Institucionais

As agentes institucionais estão apresentados a seguir (EPE, 2008):

- **Conselho Nacional de Política Energética (CNPE):** entidade que define a política energética nacional, cuja responsabilidade é garantir estruturalmente o suprimento.
- **Ministério de Minas e Energia (MME):** é o órgão do Governo Federal responsável pela política energética do País (geologia, recursos minerais e energéticos). Cabe a ele planejar, administrar e criar leis dessa natureza, bem como supervisionar e controlar a execução dessas políticas com vistas ao desenvolvimento energético nacional.
- **Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL):** tem por objetivo regular e fiscalizar a geração, transmissão, distribuição e comercialização de energia elétrica no Brasil. Por isso, cabe a ANEEL expedir contratos de concessão e

autorizações para a exploração do Setor, bem como fiscalizar o serviço prestado, garantindo a qualidade do mesmo e o cumprimento dos direitos do consumidor.

• **Operador Nacional do Sistema (ONS):** é uma associação civil e privada que controla a operação das instalações de produção de energia elétrica do Sistema Interligado Nacional (SIN), garantindo a continuidade, qualidade e economicidade do suprimento de energia elétrica.

• **Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - Novo Modelo:** responsável por projetar a expansão dos sistemas de geração e transmissão, tendo como principal subsídio o planejamento de mercado, feito pelas distribuidoras.

• **Comitê de Monitoramento do Sistema Elétrico (CMSE) - Novo Modelo:** tem a função de acompanhar e avaliar, permanentemente, a continuidade e a segurança do suprimento eletro-energético em todo o território nacional.

• **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) - Novo Modelo:** órgão responsável por administrar a comercialização e a contratação de energia, substituindo o MAE - Mercado Atacadista de Energia Elétrica.

2.2.2 Agentes Atuantes

Os agentes atuantes, privados ou estatais, são: os concessionários de serviços públicos de distribuição de energia elétrica; as permissionárias, a exemplo das cooperativas de eletrificação rural; os concessionários de geração e, ainda, os produtores independentes e os autoprodutores; os comercializadores; e, por fim, os consumidores livres e os cativos (EPE, 2008).

2.2.3 Aspectos Regulatórios

Atualmente, todas as concessionárias têm assinado junto à Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) o Contrato de Concessão para distribuição ou geração de energia elétrica, no qual estão definidas as respectivas áreas de atuação ou características dos empreendimentos hídricos ou térmicos, bem como os direitos, deveres e obrigações legais junto ao Poder Concedente, à ANEEL, à outras instituições legais, e em relação aos clientes livres ou cativos. Os Contratos de Concessão para

distribuição prevêem reajustes anuais da tarifa, além da Revisão Tarifária Periódica, que ocorre a cada quatro anos (EPE, 2008).

As condições gerais de fornecimento de energia elétrica das concessionárias de serviço público de distribuição, junto aos seus consumidores cativos e livres, são estabelecidas pela Resolução nº 456, de 29 de novembro de 2000, que trata das estruturas tarifárias convencionais e diferenciadas, dos pedidos de fornecimento, nível de tensão, ponto de entrega, da unidade consumidora, da classificação e cadastro, dos contratos, faturamento e outros relacionados ao atendimento (EPE, 2008).

2.2.4 Principais Encargos Setoriais

Os principais encargos setoriais estão apresentados a seguir (EPE, 2008):

- **RGR - Reserva Global de Reversão:** criada com a finalidade de prover recursos para reversão, encampação, expansão e melhoria dos serviços públicos de energia elétrica.
- **CCC - Conta de Consumo de Combustíveis:** subsidia a tarifa paga pelos consumidores que utilizam a energia produzida por usinas termelétricas movidas a óleo diesel ou óleo combustível.
- **CDE - Conta de Desenvolvimento Energético:** financia as fontes renováveis de energia e a universalização do serviço de eletricidade, ou seja, a obrigatoriedade das concessionárias de distribuição em fornecer energia à totalidade da população de suas respectivas áreas de atuação, conforme prazos e programas aprovados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL).

2.2.5 O Novo Modelo do Setor Elétrico

Em 15 de março de 2004, por meio da Lei nº 10.848, mudanças relevantes foram instituídas, caracterizando o novo modelo do Setor Elétrico, cujos principais aspectos são (EPE, 2008):

- A licitação pública de projetos de geração incluirá a oferta de energia referente a novos empreendimentos e à geração existente;

- Operação centralizada, coordenada pelo ONS;
- A comercialização de energia elétrica pelas concessionárias de distribuição é permitida somente no ambiente de contratação regulada;
- Geradores, produtores independentes e comercializadores atuam no ambiente de contratação regulada e livre (ACR e ACL), por meio da Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE);
- Criação de novos agentes institucionais: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Comitê de Monitoramento do Sistema Elétrico (CMSE) e Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE);
- Obrigatoriedade em desverticalizar da distribuição as atividades de geração e transmissão, além do descruzamento societário, isto é, a distribuidora não pode ter participação em outras empresas.

2.3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Eficiência energética é o conjunto de práticas e políticas que tem o objetivo de reduzir os custos com a energia e/ou aumentar a quantidade de energia oferecida sem alteração da geração (RIBEIRO, 2005):

- **Planejamento Integrado dos Recursos:** são práticas que subsidiam os planejadores e reguladores de energia a avaliar os custos e benefícios sob as óticas de oferta (geração e distribuição) e demanda (consumidor final), de forma a que a energia utilizada pelo sistema seja a de menor custo financeiro e ambiental;
- **Eficiência na Geração, Transmissão e Distribuição:** são práticas e tecnologias que estimulam a eficiência em toda a eletricidade que é gerada até a entrega dos consumidores finais. Esta categoria inclui co-geração e turbinas de queima de gás natural e outras tecnologias capazes de disponibilizar maior quantidade de energia elétrica em plantas já existentes.
- **Eficiência no Uso Final:** são tecnologias e práticas que estimulam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos

os empregos de eletricidade e tecnologia caloríficas existentes tais como motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros. Também incluem tecnologias que propiciem a conservação e o melhor uso da energia, tais como geradores de energia solar e aparelhos de controle do consumo de energia.

Os maiores avanços verificados nas atividades de eficiência energética no Brasil são tributáveis ao PROCEL (em 1985 e reformulado nos anos 90), na área de energia elétrica, e ao CONPET (1991), no setor de petróleo, programas nacionais que foram implementados pela ELETROBRÁS e PETROBRÁS, respectivamente as empresas públicas a que estão vinculados, sob coordenação da política energética que é da competência do Ministério de Minas e Energia (RIBEIRO, 2005).

2.3.1 PROCEL

O PROCEL, Programa de Conservação de Energia Elétrica, foi criado pelo Ministério de Minas e Energia (MME), em 1985, e executado pela Eletrobrás. O principal objetivo desse programa é promover a racionalização da produção e do consumo de energia elétrica, para que se eliminem os desperdícios e se reduzam os custos e os investimentos setoriais (PROCEL, 2007).

O programa estabelece metas de redução de conservação de energia que são consideradas no planejamento do setor elétrico, dimensionando as necessidades de expansão da oferta de energia e da transmissão (PROCEL, 2007).

O SELO PROCEL DE ECONOMIA DE ENERGIA ou simplesmente Selo Procel,, ilustrado na Figura 5, foi instituído por Decreto Presidencial em 8 de dezembro de 1993. É um produto desenvolvido e concedido pelo Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica - Procel, coordenado pelo Ministério de Minas e Energia – MME, com sua Secretaria-Executiva mantida pelas Centrais Elétricas Brasileiras S.A – Eletrobrás (PROCEL, 2007).

O Selo Procel tem por objetivo orientar o consumidor no ato da compra, indicando os produtos que apresentam os melhores níveis de eficiência energética

dentro de cada categoria, proporcionando assim economia na sua conta de energia elétrica. Também estimula a fabricação e a comercialização de produtos mais eficientes, contribuindo para o desenvolvimento tecnológico e a preservação do meio ambiente (PROCEL, 2007).



Figura 5 - Selo PROCEL. Fonte: PROCEL, 2007

2.3.2 CONPET

O CONPET é um Programa do Ministério de Minas e Energia coordenado por representantes de órgãos do Governo Federal e da iniciativa privada (Grupo Coordenador do CONPET). Cabe à Petrobras fornecer recursos técnicos, administrativos e financeiros ao Programa. A Gerência Executiva de Desenvolvimento Energético/Suporte ao CONPET é o órgão da Companhia que exerce a função de Secretaria Executiva do CONPET, sendo responsável por elaborar projetos, operacionalizar as estratégias, promover a articulação institucional e divulgar as ações do Programa. Esta Gerência é ligada ao diretor da área de Gás e Energia que, conforme decreto presidencial é o Secretário-Executivo do CONPET (CONPET, 2007).

O CONPET foi instituído por decreto federal em 1991, como Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do Petróleo e do Gás Natural. Seu principal objetivo é incentivar o uso eficiente destas fontes de energia não renováveis no transporte, nas residências, no comércio, na indústria e na agropecuária. Para ser implementado, seguiu as mesmas diretrizes do PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica e, assim como este, é conduzido pelo Ministério de Minas e Energia (CONPET, 2007).

O programa, com o apoio da Petrobrás, estabelece convênios de cooperação técnica e parcerias com órgãos governamentais, não-governamentais, representantes de

entidades ligadas ao tema e também organiza e promove projetos. As ações do programa para racionalização do uso dos derivados do petróleo e do gás natural contribuem na articulação de estratégias econômicas, ambientais e institucionais (CONPET, 2007).

A etiqueta do PBE, Programa Brasileiro de Etiquetagem contém além da classificação do produto quanto à eficiência energética, outras informações como marca e modelo, valor do consumo de energia (eletricidade ou gás) ou do rendimento energético (%), e algumas especificações técnicas. Para aparelhos domésticos a gás é concedido o Selo CONPET, selo de eficiência energética, conforme Figura 6 (CONPET, 2007).



Figura 6 - Etiqueta e Selo CONPET. Fonte: CONPET, 2007

2.4 O IMPACTO AMBIENTAL

Para se manter uma sociedade baseada na utilização de energia, não podemos apenas pensar nos altos investimentos necessários e nem mesmo nas reservas quase inexistentes de combustíveis fósseis, mas também no impacto ambiental que os empreendimentos de geração de energia podem ocasionar.

2.4.1 Termoelétricas

Os impactos em relação ao meio ambiente provocados pelas termoelétricas, ilustração na Figura 7, estão descritos a seguir:

- **Emissão de Gases:** as emissões de uma unidade termoelétrica afetam diretamente ao homem e a todo o ecossistema. Entre os gases emitidos destacam-

se o CO₂ (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono) e o NO_x (óxidos de nitrogênio);

- **Água:** elemento vital para o funcionamento de uma unidade termoeétrica na produção de vapor, sistemas de resfriamento, etc., mas também fundamental para a sobrevivência do homem e de todas as outras espécies animais e vegetais. Sua captação, utilização e rejeito podem afetar de forma irreversível todo o habitat da região;

- **Ruído:** ponto que deve ser cuidadosamente analisado na fase de projeto do empreendimento, principalmente, quando este se localiza próximo a áreas urbanas.

- **Emissão de Gases:** as emissões de uma unidade termoeétrica afetam diretamente ao homem e a todo o ecossistema. Entre os gases emitidos destacam-se o CO₂ (dióxido de carbono), CO (monóxido de carbono) e o NO_x (óxidos de nitrogênio);

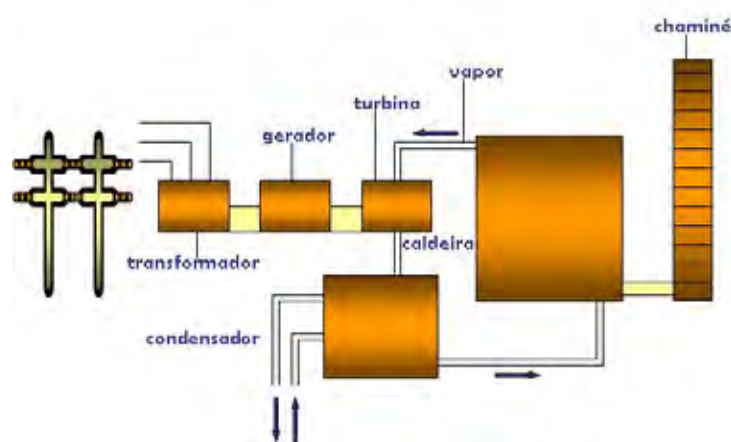


Figura 7 - Ilustração de uma termoeétrica

2.4.2 Hidrelétricas

Os impactos em relação ao meio ambiente provocados pelas hidrelétricas, ilustração na Figura 8, estão descritos a seguir:

- **Reservatórios:** a formação de lagos, característicos destes empreendimentos, afeta a região por mudanças no clima, alagamento de áreas agricultáveis ou de

florestas, alterações no lençol freático e na infra-estrutura regional. Estima-se que a construção de barragens no Brasil já inundou cerca de 35.000 km²;

• **Impactos Sociais:** com a formação do lago é necessário o deslocamento da população afetada pelo empreendimento, o que acarreta: mudanças de âmbito social, instalação de uma nova infra-estrutura que atenda de maneira satisfatória as necessidades e a criação de uma nova base econômica. A área inundada pela construção de barragens no Brasil já afetou cerca de 1 milhão de pessoas;

• **Impactos na Flora e na Fauna:** a criação de uma barreira física à procriação de determinadas espécies de peixes, o deslocamento de espécies da fauna para locais apropriados, a extinção de uma parcela da flora e até mesmo possíveis perdas arqueológicas são pontos que devem ser detalhadamente estudados neste tipo de empreendimento. A geração de dióxido de carbono e metano em reservatórios, devido principalmente ao apodrecimento de vegetação submersa, pode gerar impactos globais comparados aos de uma termoelétrica de mesmo porte.

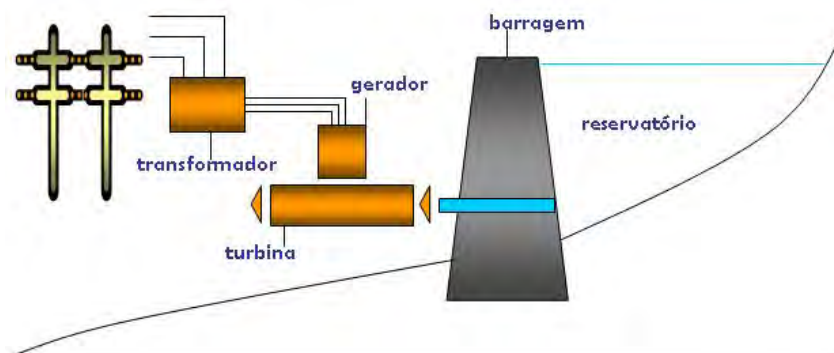


Figura 8 - Ilustração de uma hidrelétrica

2.4.3 O Aquecimento Global

Atualmente, o mundo está presenciando o aquecimento global, efeito da consequência da liberação em excesso de gases como o gás carbônico (CO₂). Esse gás pode ser liberado através das usinas termoelétricas, da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento de florestas.

As conseqüências do aquecimento global prejudicam toda forma de vida. Com o aumento do nível dos oceanos, pode ocorrer, futuramente, a submersão de muitas cidades litorâneas. O aumento da temperatura provoca a morte de várias espécies animais e vegetais, desequilibrando vários ecossistemas. Somado ao desmatamento que vem ocorrendo, principalmente em florestas de países tropicais, a tendência é aumentar cada vez mais as regiões desérticas em nosso planeta. Esse aumento faz com que ocorra maior evaporação das águas dos oceanos, potencializando estes tipos de catástrofes climáticas.

Para reverter os efeitos do aquecimento global é preciso reduzir a quantidade de carbono lançados na atmosfera em todo mundo. Segundo Suzana Kahn, professora da COPPE/UFRJ e representante do Brasil no IPCC é possível reduzir as emissões de gases do efeito estufa até 2030 a níveis até inferiores ao que se tem hoje e isso apenas com tecnologias já existentes. Para isso deve-se usar menos carvão e petróleo para gerar energia e mais as fontes alternativas. Menos gasolina e diesel e mais combustíveis de fontes renováveis, como o álcool. Recuperar solos degradados para o plantio em lugar de desmatar.

3 A TARIFA DE ENERGIA ELÉTRICA NAS RESIDÊNCIAS

Cada consumidor recebe uma conta de energia elétrica fornecida pela sua empresa distribuidora, na qual consta um valor que corresponde à quantidade de energia consumida no mês anterior (kWh) multiplicada pela tarifa estabelecida pela esta empresa (R\$/kWh), que corresponde ao preço de um quilowatt consumido em uma hora. As empresas de energia elétrica prestam serviço na área em que lhe foi dado autorização para prestar o serviço público de distribuição de energia elétrica (ANEEL, 2008).

A ANEEL estabelece o valor das tarifas de uma maneira justa e garante o equilíbrio econômico-financeiro da concessionária de distribuição, para que a empresa ofereça um serviço com qualidade, confiabilidade e continuidade necessárias (ANEEL, 2008).

As tarifas de energia elétrica são definidas com base em dois componentes (ANEEL, 2008):

- **Demanda de Potência:** é medida em kW. É a média da potência elétrica solicitada pelo consumidor num intervalo de 15 minutos e é faturada pelo maior valor medido durante o período de fornecimento de trinta dias;
- **Consumo de Energia:** é medido em kWh ou MWh. É o valor acumulado pelo uso da potência elétrica em um período de consumo de trinta dias pelo consumidor.

Neste trabalho, serão abordados os consumidores cativos e pertencentes ao “Grupo B1” (ANEEL, 2008).

Os consumidores cativos são os que não tem a opção de escolherem os seus fornecedores de energia, compram energia direta da empresa de distribuição a qual estão conectados. O “Grupo B1” é composto por unidades consumidoras com tensão de fornecimento inferior a 2,3kV e classificados como consumidores de baixa renda (ANEEL, 2008).

Os valores da Figura 9 se referem às tarifas homologadas pela ANEEL, expressas na unidade R\$/kWh (reais por quilowatt-hora) e não contemplam tributos e outros elementos que fazem parte da conta de luz dos consumidores, tais como: ICMS, Taxa de Iluminação Pública e Encargo de Capacidade Emergencial, cuja cobrança foi encerrada em 22 de dezembro de 2005. Para as tarifas homologadas a partir de 1º de Julho de 2005, os valores relativos à cobrança dos tributos PIS/PASEP e COFINS passaram a ser considerados também em destaque na conta de luz (ANEEL, 2008).

REGIÃO SUL		REGIÃO SUDESTE		REGIÃO CENTRO-OESTE	
CONCESSIONÁRIA	TARIFA (R\$/kWh)	CONCESSIONÁRIA	TARIFA (R\$/kWh)	CONCESSIONÁRIA	TARIFA (R\$/kWh)
AES-SUL	0,26367	AMPLA	0,39886	CHESP	0,41372
CBEE-D	0,30071	BANDEIRANTE	0,26782	CEB-DIS	0,25162
CELESC-DIS	0,30017	CAIUÁ-D	0,22703	CELG-D	0,29353
CFLO	0,27122	CEMIG-D	0,35905	CEMAT (Interligado)	0,32511
COCEL	0,28972	CENF	0,32434	ERNESUL	0,36768
COOPERALIANÇA	0,37655	CJE	0,25250	MÉDIA	0,33033
COPEL-DIS	0,26067	CLFM	0,35954		
DEMEI	0,37217	CLFSC	0,31399		
EFLJC	0,34137	CNEE	0,26633		
EFLUL	0,30225	CPEE	0,35636		
ELETROCAR	0,35717	CPFL- Piratinga	0,27464		
FORCEL	0,34368	CPFL-Paulista	0,27640		
HIDROPAN	0,38419	CSPE	0,32384		
IENERGIA	0,33625	DMEPC	0,31641		
MUX-Energia	0,34943	EDEVP	0,28549		
RGE	0,35811	EEB	0,29684		
UHENP&L	0,43652	ELEKTRO	0,29865		
MÉDIA	0,33199	ELETROPAULO	0,26729		
		ELFSM	0,34238		
		EMG	0,39565		
		ESCELSA	0,28916		
		LIGHT	0,30180		
		MÉDIA	0,30884		

REGIÃO NORDESTE	
CONCESSIONÁRIA	TARIFA (R\$/kWh)
CEAL	0,34190
CELB	0,29019
CELPE	0,34781
CEMAR (Interligado)	0,37708
CEPISA	0,36160
COELBA	0,31828
COELCE	0,35233
COSERN	0,28180
ENERGIPE	0,27606
SULGIPE	0,36712
MÉDIA	0,33142

REGIÃO NORTE	
CONCESSIONÁRIA	TARIFA (R\$/kWh)
Boa Vista	0,30330
CEA	0,19905
CEAM	0,27847
CELPA (Interligado)	0,26786
CELTINS	0,41057
CER	0,28066
CERON	0,35078
ELETROACRE	0,30891
MANAUS-ENERGIA	0,27322
MÉDIA	0,29698

Figura 9 - Tarifas residenciais vigentes de 28/12/2007 até 27/12/2008. Fonte: ANEEL, 2008

O § 5 do Art. 1º da Lei nº10.438 de 26 de abril de 2002 da ANEEL, diz que o consumo mensal deve estar entre 80 e 220 kWh para se enquadrar na classificação de Subclasse Residencial de Baixa Renda (ANEEL, 2008).

4 ENERGIA SOLAR

No Brasil existem atualmente em torno de seis mil sistemas comunitários de energia solar em funcionamento, que atendem cerca de 180 mil pessoas. Esse número, somado aos sistemas individuais e aos sistemas de telecomunicações, representam um total de 10 MW a 15 MW instalados. Com os novos projetos em andamento, a quantidade de sistemas comunitários deverá saltar, em curto prazo, para nove mil. Ainda assim, os números são bem tímidos, sobretudo se comparados aos da Alemanha, onde a tecnologia tem cerca de 400 MW instalados (CEPEL, 2006).

Segundo Hamilton Moss, pesquisador do Departamento de Tecnologia Especiais (DTE) do CEPEL e coordenador do CRESESB, o custo para a implantação da energia solar ainda pode ser considerado alto para os padrões brasileiros. Porém, o valor é competitivo, pois é inferior ao que seria necessário investir com a distribuição e transmissão de energia. Estes custos têm diminuído, e é provável que diminuam ainda mais; porém, a utilização destas fontes poderia ser mais acelerada se os governos de todos os países investissem mais nesses programas de pesquisa e desenvolvimento. Assim, gerações futuras poderiam obter benefícios através da utilização de uma energia limpa e sustentável, de forma a contribuir com a preservação do meio ambiente (CEPEL, 2006).

A energia solar, além de causar menor dano ambiental, permite a sua utilização em pequena escala e ainda pode ser instalado próximo ao ponto de consumo, de forma distribuída, minimizando as perdas que ocorrem na geração centralizada. Uma vez que a geração convencional é centralizada e distante do ponto de consumo, faz com que o sistema gere perdas na transmissão e distribuição, aumentando os custos da produção da energia e causando danos às concessionárias e ao meio ambiente.

Conhecendo a capacidade de um sistema solar tem de gerar energia, esta pode não apenas servir como uma fonte geradora de energia, mas principalmente como sistema que aumenta a capacidade da rede elétrica local, diminuindo a dependência das fontes convencionais de geração e auxiliando na redução da curva de pico em determinadas regiões.

E, segundo R  ther (2004), de acordo com o princípio de sincronicidade, em que gera  o e consumo ocorrem simultaneamente; a energia elétrica gerada em alguns períodos do dia tem um valor maior para a concessionária do que em outros períodos onde a demanda não    crítica. Desta forma, o sistema solar integrado    edifica  o e interligado na rede elétrica pública alivia o sistema de T & D (transmissão e distribui  o) da concessionária elétrica, diminuindo custos na gera  o de energia e sobrecarga da rede nos horários de pico (SALAMONI, 2004).

Com a implanta  o da energia solar conectado a rede de distribui  o convencional, o cliente está consumindo energia de ambas as fontes simultaneamente, e se o consumo dele for menor do que a energia gerada pelo sistema fotovoltaico e fototérmico, a energia excedente gerada pode ser injetada    rede de distribui  o convencional (SALAMONI, 2004).

O custo da energia solar ainda    muito elevado, não sendo competitivo com a gera  o convencional, devido ao custo do capital individual, que inicialmente    muito alto. Entretanto, existem casos onde a energia solar integrada    edifica  o e interligada    rede elétrica pública, não são pode tornar-se competitiva, como pode representar uma alternativa mais econômica. A seguir será apresentado o sistema fotovoltaico e fototérmico, conforme Figura 10.

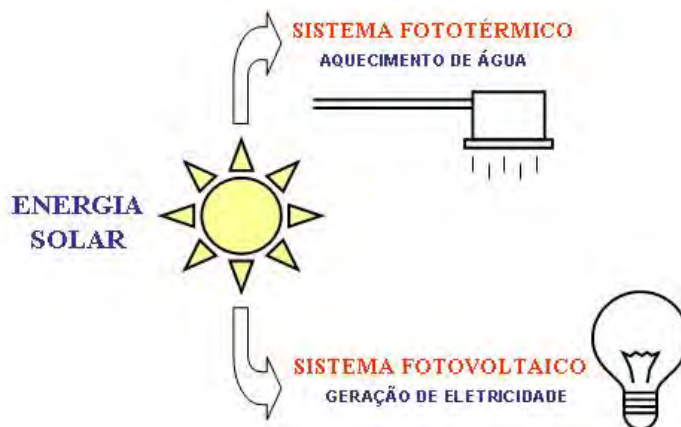


Figura 10 - Energia solar => sistema fotovoltaico + sistema fototérmico

A energia solar    ecologicamente correta, limpa, inesgotável e gratuita. Com o uso da energia solar você ajuda a não sobreaquecer o globo terrestre e colabora com o país na economia de divisas e evitar novos apagões.

4.1 DETERMINAÇÃO DA RADIAÇÃO SOLAR NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL

Radiação solar é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma de radiação electromagnética. A radiação solar fornece anualmente para o Brasil cerca de $1,5 \times 10^{18}$ kWh/m² de energia (MARINI, 2001)

Para se obter a radiação solar das regiões brasileiras foi utilizado o programa do SUNDATA. Um programa que se destina ao cálculo da radiação solar média diária mensal em qualquer ponto do território nacional e constitui-se em uma tentativa do CRESESB de oferecer uma ferramenta de apoio ao dimensionamento de sistemas fotovoltaicos. Ela tem sido sistematicamente usada no dimensionamento dos sistemas das diversas fases do PRODEEM (CRESESB, 2005).

O programa SUNDATA baseia-se no banco de dados CENSOLAR (1993) contendo valores de radiação média diária mensal no plano horizontal para cerca de 350 pontos no Brasil e em países limítrofes. A busca é feita por meio das coordenadas geográficas (latitude e longitude) do ponto de interesse. O programa fornece os dados de radiação solar para as três localidades disponíveis mais próximas do ponto de interesse. São fornecidos os valores de insolação, em kWh/m².dia, correspondentes às médias diárias mensais para os 12 meses do ano (CRESESB, 2005).

Como a extensão territorial do Brasil é muito grande, a latitude e longitude são bastante diferentes nas diversas regiões, obtendo uma variação da radiação solar em cada localidade.

Devido ao grande tamanho de cada região, o valor das coordenadas de cada estado obtido é a média de diversos pontos em cada região, como é apresentado na Figura 11.

REGIÃO-ESTADO		LATITUDE	LONGITUDE
NORTE	Acre	09° 58' 29" S	67° 48' 36" O
	Amapá	00° 02' 20" N	51° 03' 59" O
	Amazonas	03° 06' 07" S	60° 01' 30" O
	Pará	01° 27' 21" S	48° 30' 16" O
	Rondônia	08° 45' 43" S	63° 54' 14" O
	Roraima	02° 49' 11" N	60° 40' 24" O
	Tocantins	10° 12' 46" S	48° 21' 37" O
NORDESTE	Alagoas	09° 39' 57" S	35° 44' 07" O
	Bahia	12° 58' 16" S	38° 30' 39" O
	Ceará	03° 43' 02" S	38° 32' 35" O
	Maranhão	02° 31' 47" S	44° 18' 10" O
	Paraíba	07° 06' 54" S	34° 51' 47" O
	Pernambuco	08° 03' 14" S	34° 52' 52" O
	Piauí	05° 05' 21" S	42° 48' 07" O
	Rio Grande do Norte	05° 47' 42" S	35° 12' 34" O
	Sergipe	10° 54' 40" S	37° 04' 18" O
CENTRO	Distrito Federal	15° 46' 47" S	47° 55' 47" O
	Goiás	16° 40' 43" S	49° 15' 14" O
	Mato Grosso	15° 35' 46" S	56° 05' 48" O
	Mato Grosso do Sul	20° 26' 34" S	54° 38' 47" O
SUDESTE	Espírito Santo	20° 19' 10" S	40° 20' 16" O
	Minas Gerais	19° 55' 15" S	43° 56' 16" O
	Rio de Janeiro	22° 54' 10" S	43° 12' 27" O
	São Paulo	23° 32' 51" S	46° 38' 10" O
SUL	Paraná	25° 25' 40" S	49° 16' 23" O
	Rio Grande do Sul	30° 01' 59" S	51° 13' 48" O
	Santa Catarina	27° 35' 48" S	48° 32' 57" O

Figura 11 - Dados das coordenadas das regiões do Brasil

Com os dados das coordenadas das regiões brasileiras e através do programa SUNDATA, pode-se obter o valor da radiação solar mensal e a radiação solar média anual de cada, conforme Figura 12.

REGIÃO-ESTADO		RADIÇÃO SOLAR (kWh/m ² .dia)												
		JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	MÉDIA
NORTE	Acre	4,25	4,11	4,44	4,17	4,17	3,94	4,81	4,94	4,56	5,08	4,89	4,22	4,47
	Amapá	4,25	4,22	4,03	4,06	4,47	4,56	5,39	6,00	6,11	6,36	6,00	5,17	5,05
	Amazonas	4,45	4,51	4,52	4,50	4,44	4,73	5,12	5,64	5,64	5,48	5,26	4,79	4,92
	Pará	4,33	4,17	4,17	4,11	4,89	5,06	5,67	6,03	5,58	5,89	5,61	5,11	5,05
	Rondônia	4,11	4,11	4,56	4,19	4,39	4,58	5,14	5,00	4,78	4,75	4,64	4,42	4,56
	Roraima	4,97	5,00	4,75	4,50	4,58	4,00	4,81	4,94	5,58	5,75	5,47	5,03	4,95
	Tocantins	4,89	4,44	4,64	4,53	4,83	5,11	5,56	5,83	5,17	5,08	5,22	5,00	5,03
NORDESTE	Alagoas	6,08	5,78	5,58	4,56	4,64	4,06	4,22	5,25	5,28	6,03	6,83	6,17	5,37
	Bahia	6,50	6,33	5,50	4,25	3,97	3,53	5,14	5,06	5,67	5,67	6,53	6,75	5,41
	Ceará	5,33	5,14	4,67	4,53	5,03	5,00	5,69	6,19	6,25	6,47	6,36	6,06	5,56
	Maranhão	4,33	4,28	4,06	3,89	4,44	4,75	5,31	5,89	5,78	6,03	5,03	5,17	4,91
	Paraíba	5,36	5,72	5,50	5,03	5,06	4,28	4,56	5,39	5,69	6,42	6,61	6,33	5,50
	Pernambuco	6,56	6,40	5,92	5,38	4,72	4,37	4,57	5,06	5,88	6,41	6,63	6,59	5,71
	Piauí	5,00	4,86	4,78	4,72	5,00	5,28	6,08	6,56	6,11	6,39	5,67	5,39	5,49
	Rio Grande do Norte	5,94	5,81	5,72	4,94	5,11	4,53	5,00	5,61	5,61	6,61	6,67	6,39	5,66
	Sergipe	6,06	5,69	5,86	4,97	4,61	4,28	4,56	5,25	5,42	6,06	6,44	6,44	5,47
CENTRO	Distrito Federal	4,67	5,58	4,53	5,00	4,72	4,75	4,97	5,50	5,25	4,89	4,75	4,72	4,93
	Goiás	5,28	5,03	5,06	4,81	4,67	4,44	4,86	5,28	4,89	5,22	5,17	5,33	5,00
	Mato Grosso	5,28	5,89	5,06	5,25	4,83	3,89	4,83	4,53	4,67	5,50	5,61	5,81	5,10
	Mato Grosso do Sul	5,92	5,39	5,19	5,06	4,33	3,33	4,14	4,44	4,53	5,47	6,00	5,39	4,93
SUDESTE	Espírito Santo	6,14	5,97	5,50	4,56	4,17	3,67	3,89	4,53	4,31	5,11	5,00	5,67	4,88
	Minas Gerais	4,28	5,56	4,06	4,28	3,69	3,72	3,97	4,36	4,69	4,44	4,81	4,33	4,35
	Rio de Janeiro	4,61	4,61	3,81	3,28	2,81	3,22	3,78	4,08	4,02	4,22	5,06	4,81	4,03
	São Paulo	4,50	5,00	4,06	3,61	3,19	2,94	3,22	3,72	3,75	4,03	5,00	4,53	3,96
SUL	Paraná	4,67	4,11	3,47	3,06	2,53	2,47	3,11	3,31	3,67	4,22	4,94	5,06	3,72
	Rio Grande do Sul	5,97	5,50	4,67	3,86	2,92	2,42	2,83	3,33	4,08	5,25	6,03	6,50	4,45
	Santa Catarina	5,55	5,19	4,65	3,84	3,15	2,74	2,93	3,49	3,87	4,50	5,27	5,73	4,24

Figura 12 - Radiação solar média

4.2 QUANTIDADE MÉDIA DE PESSOAS RESIDENTES EM DOMICÍLIOS NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL

Para a realização do dimensionamento do sistema fototérmico é necessário o conhecimento da quantidade de pessoas por família, como é demonstrado na Figura 13 (IBGE, 2006).

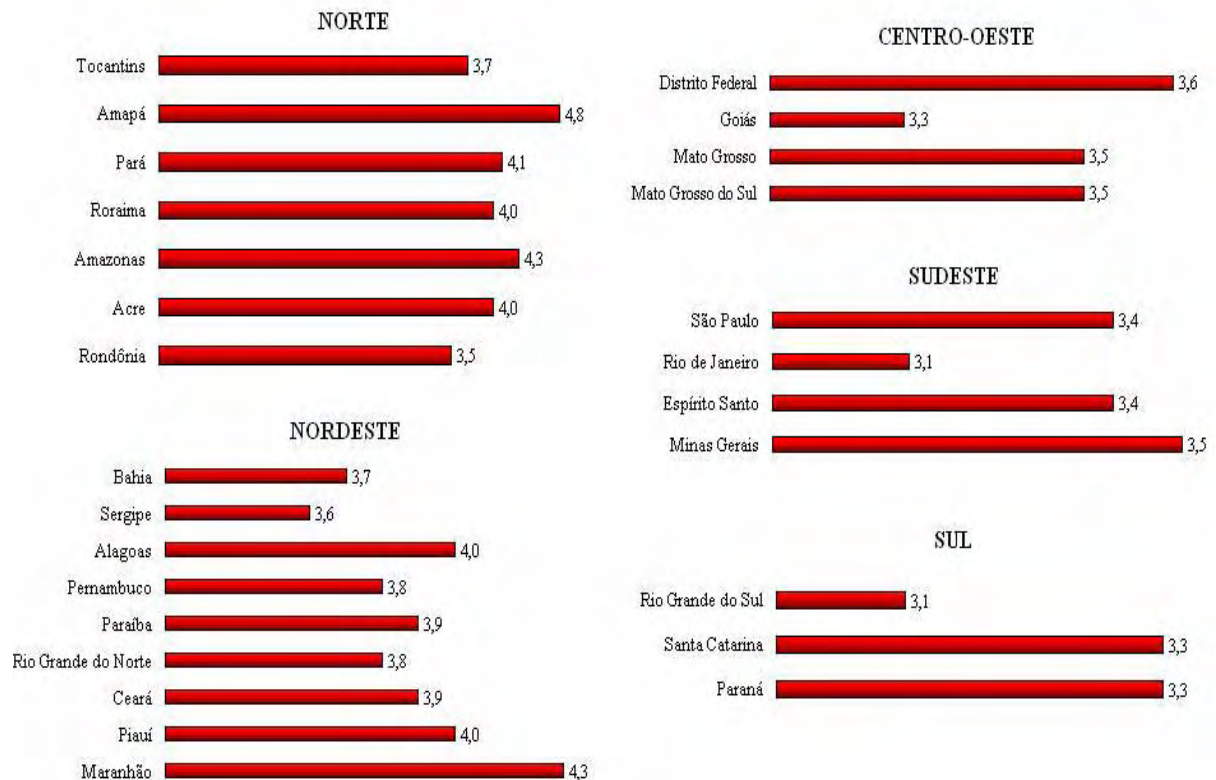


Figura 13 - Quantidade de pessoas por família. Fonte: IBGE, 2006.

4.3 ENERGIA SOLAR FOTOTÉRMICA

A energia solar fototérmica está diretamente ligada na quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la (LEMOS, 2005).

Um sistema básico de aquecimento de água por energia solar é composto de coletores solares e reservatório térmico (boiler), conforme Figura 14.

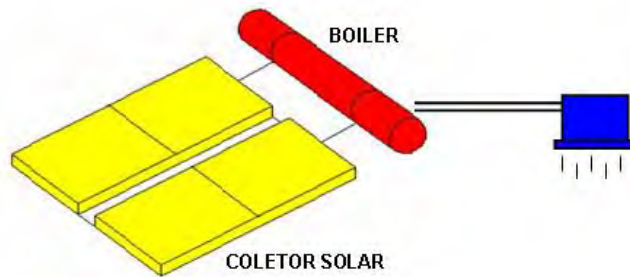


Figura 14 - Componentes do sistema fototérmico

As placas coletoras são responsáveis pela absorção da radiação solar. O calor do sol, captado pelas placas, é transferido para a água que circula no interior de suas tubulações de cobre. O reservatório térmico, também conhecido por boiler, é um recipiente para armazenamento da água aquecida. Desta forma, a água é conservada aquecida para consumo posterior. A caixa de água fria alimenta o reservatório térmico, mantendo-o sempre cheio. Em sistemas convencionais, a água circula entre os coletores e o reservatório térmico através de um sistema natural chamado termossifão. Nesse sistema, a água dos coletores fica mais quente e, portanto, menos densa que a água no reservatório. Assim a água fria “empurra” a água quente gerando a circulação. Esses sistemas são chamados de circulação natural ou termossifão.

A vantagem da circulação em termossifão é que sua instalação é simples para projetar e construir e não requer nenhum controlador ou entrada de energia convencional para circular a água, assim a instalação e os custos de funcionamento são mínimos.

A circulação dentro do sistema pode ser bastante lenta, reduzindo a quantidade de energia útil que pode ser coletada. Como o coletor deve ser posicionado abaixo do tanque de armazenamento e todas as tubulações interconectando devem ser inclinadas acima do coletor ao tanque de armazenamento, pode reduzir o desempenho do sistema devido as sombras ocasionadas pelo próprio sistema.

Também existe a circulação fechada, onde é necessário uma bomba mecânica para circular a água. Os sistemas forçados são mais flexíveis na disposição e oferecem maior eficiência especialmente em níveis baixos da energia solar.

A vantagem da circulação forçada é que o coletor solar pode ser posicionado acima do nível do tanque de armazenamento da água quente e a quantidade de energia

solar que pode ser coletada por um sistema bombeado é muito mais elevada do que sistemas naturais. Porém, a inclusão de uma bomba e a unidade de controle complicam o projeto e a construção da instalação

Na Figura 15 está apresentado os componentes de um coletor solar (Kehl, 2004).



Figura 15 - Ilustração dos componentes do coletor solar

As vantagens do sistema fototérmico são (MARINI, 2001):

Vantagens:

- Maior vazão de saída de água no chuveiro do que de um aquecedor de passagem, promovendo mais conforto durante o banho;
- Custo reduzido de sua conta de energia, uma vez que seu maior investimento será o inicial, ou seja, o da implantação do sistema;
- A manutenção se restringe à lavagem dos vidros anualmente, utilizando-se água, sabão e uma vassoura de pelo, e a substituição da resistência elétrica e o termostato em caso de dano dos mesmos;
- A durabilidade do sistema ultrapassa 20 anos;

Desvantagens:

- A energia obtida não pode ser armazenada por muito tempo;
- Esse sistema é limitado em relação ao clima.
- Quando a insolação não for suficiente para o aquecimento da água, o aquecimento é complementado por um sistema auxiliar elétrico, uma vez que a água já estará pré-aquecida;

- Esse sistema normalmente fica desligado, devendo ser acionado somente quando realmente necessário.

4.3.1 Metodologia para o dimensionamento do sistema fototérmico

A metodologia, conforme demonstrada na Figura 16, utilizada neste trabalho para o dimensionamento do sistema fototérmico está descrita nos seguintes passos:



Figura 16 - Dimensionamento fototérmico

1º passo: Determinação da média de pessoas residentes nos domicílios de cada localidade.

2º passo: Determinação do consumo de água quente.

3º passo: Determinação do índice de radiação solar da região;

4º passo: Determinação da energia consumida para o aquecimento da água, conforme a equação (1):

$$Q = mc(t_f - t_i) \quad (1)$$

Sendo:

Q = quantidade de calor (*Kcal*);

m = massa da água (*litro* = *1Kg*);

c = calor específico da água ($1 \text{ Kcal} / \text{Kg} \cdot ^\circ \text{C}$);

t_f = temperatura final da água depois de aquecida ($^\circ \text{C}$);

t_i = temperatura inicial da água antes do aquecimento ($^\circ \text{C}$).

5° passo: Determinação da área necessária do coletor solar para suprir as necessidades da residência, conforme equação (2):

$$S = \frac{Q}{R \times n} \quad (2)$$

Sendo:

S = área total do coletor solar (m^2);

Q = quantidade de calor ($Kcal$);

R = radiação solar $Kcal/m^2 \cdot dia$;

n = rendimento do coletor solar (60%).

6° passo: Dimensionamento do coletor solar.

4.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é a energia da conversão direta da luz em eletricidade (efeito fotovoltaico). O efeito fotovoltaico é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Na Figura 17 está demonstrado o esquema do sistema fotovoltaico juntamente com os devidos componentes. Este sistema pode abastecer aparelhos eletrodomésticos como rádio, televisão, lâmpadas e outros, tanto em corrente contínua como em corrente alternada.

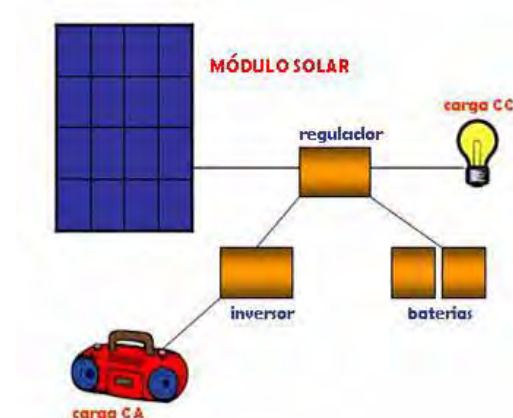


Figura 17 - Componentes do sistema fotovoltaico

O sistema fotovoltaico é composto por módulo solar, bateria, regulador e inversor, como descrito na Figura 18.

COMPONENTES	FUNÇÃO	COMPONENTES	FUNÇÃO
<p>MÓDULO SOLAR</p> 	<p>É a unidade básica de todo o sistema. O módulo é composto de células solares conectadas em arranjos produzindo tensão e corrente suficientes para a utilização da energia. O número de células conectadas em um módulo e seu arranjo, que pode ser série e/ou paralelo, depende da tensão de utilização e da corrente elétrica desejada. Uma vez tendo a configuração desejada, o conjunto é encapsulado com material especial que o protege de possíveis danos externos.</p>	<p>REGULADOR</p> 	<p>É um componente eletrônico incluído na maioria dos Sistemas Fotovoltaicos com os objetivos básicos de facilitar a máxima transferência de energia do arranjo fotovoltaico para a bateria ou banco de baterias e protegê-las contra cargas e descargas excessivas, aumentando, conseqüentemente, a sua vida útil.</p>
<p>BATERIA</p> 	<p>É um dispositivo conveniente e eficiente para o armazenamento da energia elétrica gerada a partir dos módulos fotovoltaicos, haja visto que o sistema não gera energia durante a noite e, neste período, há a necessidade de consumir-se energia que tenha sido gerada durante o período de insolação.</p>	<p>INVERSOR</p> 	<p>É o dispositivo necessário para alimentação de cargas em corrente alternada. A geração do sistema fotovoltaico, assim como a energia fornecida pelas baterias, é em corrente contínua, mas alguns tipos de carga necessitam da corrente alternada para operarem. Nestes casos, o inversor converte a energia contínua em alternada.</p>

Figura 18 - Componentes do sistema fotovoltaico

Os módulos solares que mais se destacam são de (MARINOSKI, 2004):

- silício cristalino (c-Si);
- silício amorfo hidrogenado (a-Si:H ou a-Si) e
- telureto de cádmio (CdTe).

Entre os modelos mencionados, os módulos de maior utilização são os de silício cristalino e amorfo. O a-Si é boa opção de tecnologia para rede conectada, integração com a edificação e utilização em climas quentes como no Brasil (MARINOSKI, 2004).

A integração dos módulos fotovoltaicos com a edificação apresenta vantagens de custos que torna este conceito atrativo tanto para regiões urbanizadas tanto para regiões menos densamente populosas. O sistema pode ser implantado nas edificações,

ao longo de estradas ou em áreas terrestres, com a possibilidade de combinar produção de energia com outra função da edificação.

As vantagens e desvantagens do sistema fotovoltaico são (MARINI, 2001):

Vantagens

- A maneira de operar sistemas fotovoltaicos é mecanicamente simples, não há partes móveis e as células não necessitam de manutenção,
- As células fotovoltaicas geram eletricidade em corrente contínua que pode ser armazenada em baterias e usada em um amplo intervalo de voltagens dependendo da configuração do banco de baterias;
- A produção de eletricidade pelo processo fotovoltaico é silenciosa e não produz óxidos de carbono ou outros gases tóxicos durante seu uso;
- O uso destes sistemas, como fonte renovável de eletricidade ajuda a reduzir a dependência com relação aos combustíveis fósseis;
- Os sistemas fotovoltaicos permitem o uso de iluminação elétrica e outros equipamentos em áreas isoladas onde conexões com a rede elétrica convencional são muito caras ou não estão disponíveis e
- A maioria das aplicações operam em corrente alternada, embora alguns equipamentos são feitos para operar em corrente contínua. Inversores de corrente de alta eficiência (que mudam a corrente contínua em corrente alternada, usada na grande maioria das casas e construções) são agora disponíveis a custos relativamente baixos.

Desvantagens

- A eletricidade produzida é ainda muito cara relativamente àquela produzida por outros meios;
- As células fotovoltaicas devem ser iluminadas para criar eletricidade. Sombras de nuvens, árvores ou construções próximas reduzem o rendimento dos sistemas

fotovoltaicos. Baterias devem ser usadas para armazenar eletricidade para uso durante as horas em que não há luz solar;

- Sistemas fotovoltaicos que são conectados as linhas convencionais de corrente alternada devem proporcionar energia que seja compatível com este fornecimento e requererem equipamentos especiais de interconexão;
- Baterias necessitam de manutenção periódica e trocas;
- Alguns materiais usados na fabricação dos painéis fotovoltaicos são tóxicos e
- Um dos principais componentes das células fotovoltaicas é o silício, encontrado na areia, o que pode causar danos ao ambiente durante o processo de extração.

4.4.1 Metodologia para o dimensionamento do sistema fotovoltaico

A metodologia, conforme demonstrada na Figura 19, utilizada neste trabalho para o dimensionamento do sistema fotovoltaico está descrita nos seguintes passos:



Figura 19 - Dimensionamento fotovoltaico

1º passo: determinar o consumo diário da residência, levando em consideração os dias sem sol de cada região, o fator de segurança, a eficiência da bateria e as perdas no sistema;

2º passo: determinação das horas de pico de radiação solar, no Brasil a média é de 5 horas de pico de radiação solar;

3º passo: determinação da quantidade de módulos solares.

4º passo: determinação da quantidade de baterias.

5º passo: determinação da quantidade de reguladores.

6º passo: determinação da potência do inversor.

5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE PARA O ESTUDO DE VIABILIDADE

Para o estudo de viabilidade técnico-econômico da implantação da energia solar, foi desenvolvida uma ferramenta computacional em ambiente *Windows*. O programa computacional utilizado foi desenvolvido na linguagem de programação *Delphi* e *Microsoft SQL Server*.

5.1 FERRAMENTAS DE PROGRAMAÇÃO

A *Microsoft Windows* é uma popular família de sistemas operacionais criados pela *Microsoft*, empresa fundada por Bill Gates e Paul Allen.

A *Borland Software Corporation* é a responsável pela criação do *Delphi*, uma ferramenta *RAD (Rapid Application Development)* de desenvolvimento para o sistema operacional *Windows*. O *Delphi* é um compilador e um *IDE (Integrated Development Environment)* para o desenvolvimento de *softwares*.

O *IDE* é um programa de computador que reúne características e ferramentas de apoio ao desenvolvimento de *software* com o objetivo de agilizar este processo. Geralmente os *IDEs* facilitam a técnica de *RAD*, que visa a maior produtividade dos desenvolvedores.

O *Delphi* é baseado em *Object Pascal*, que além de ser uma linguagem de rápido aprendizado e confiável, é de fácil entendimento. Possui objetos que permitem a integração das aplicações desenvolvidas com o *Microsoft SQL Server*.

O *Microsoft SQL Server* é um gerenciador de banco de dados relacional feito pela *Microsoft*. É um banco de dados robusto e usado por sistemas corporativos dos mais diversos portes.

Possui ferramentas de gerenciamento embutidas como (Di Santo, 2006):

- **MS SQL ENTERPRISE MANAGER:** um console central que integra a maioria das funções para configurar e gerenciar o banco, conforme é apresentado na Figura 20;

- **QUERY ANALYZER:** permite executar perguntas e auxilia o gerenciamento, conforme é apresentado na Figura 21;
- **PROFILE:** uma espécie de sinal, que exibe os comandos que o gerenciador está executando.

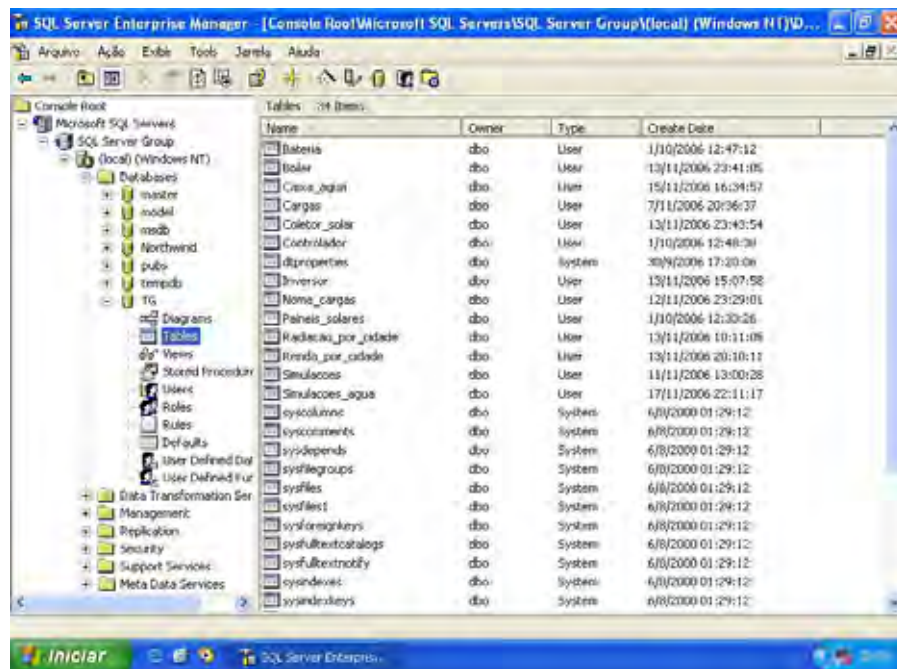


Figura 20 - Tela do *Enterprise Manager* mostrando os bancos de dados e as tabelas. Fonte: DI SANTO, 2006

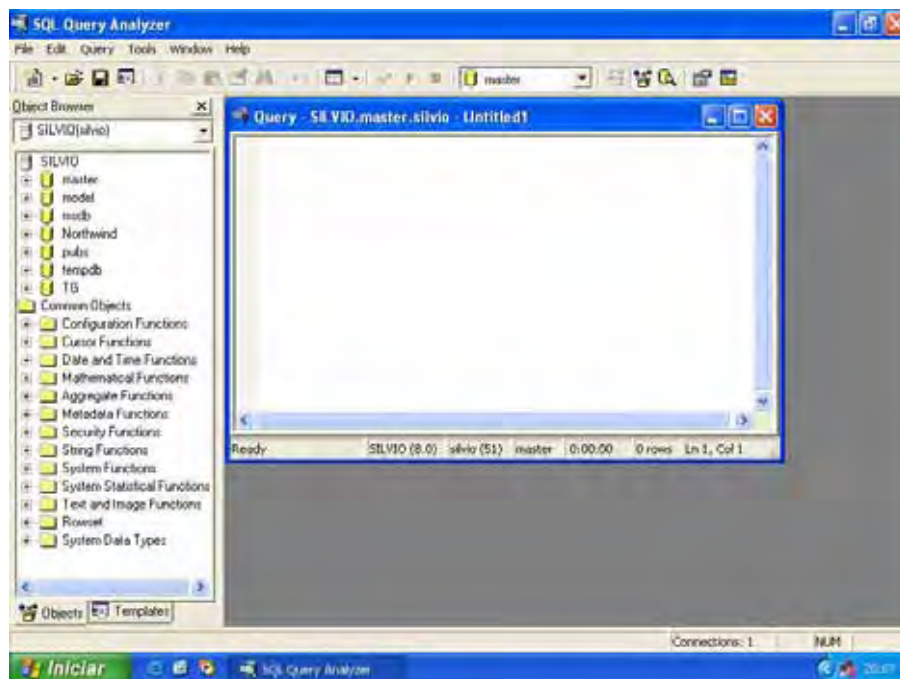


Figura 21 - Tela do *Query Analyser*. Fonte: DI SANTO, 2006

Algumas funções do *SQL Server* (Di Santo, 2006):

- **TRIGGER:** utilizado para associar um procedimento armazenado a um evento do banco de dados (inclusão, exclusão, atualização de registro, por exemplo) de modo que o procedimento armazenado seja executado automaticamente sempre que o evento associado ocorrer.
- **STORED PROCEDURE:** é uma coleção de comandos. Encapsula tarefas repetitivas, aceita parâmetros de entrada e retorna um valor de status (para indicar aceitação ou falha na execução).
- **EXTENDED STORED PROCEDURE:** permite a integração de programas escritos em C/C++ e o *Microsoft SQL Server*.

5.2 FUNCIONAMENTO DO PROGRAMA DESENVOLVIDO

Para o sistema fototérmico são necessárias informações como a radiação solar e a quantidade de pessoas por família. O programa possui um banco de dados com informações comerciais dos coletores solares, do boiler, da caixa d'água, da tubulação e do chuveiro elétrico.

Para o sistema fotovoltaico se requer informação dos recursos energéticos locais, como a radiação solar diária incidente sobre os módulos solares. O programa possui um banco de dados com informações comerciais dos módulos solares, das baterias, dos reguladores e dos inversores. Possuem, também, a renda mensal de cada família, as tarifas de energia das concessionárias de cada localidade e as cargas dos equipamentos que são abastecidos pela energia elétrica.

O código computacional proposto permitirá contar com uma ferramenta que auxilie no dimensionamento dos sistemas fototérmicos e fotovoltaicos e ajude na tomada de decisões eficientes quanto à melhor opção no uso destes sistemas, levando em consideração o menor custo e a economia de energia da rede de distribuição convencional de energia elétrica.

Na Figura 22 está ilustrado o fluxograma simplificado do programa computacional para a obtenção dos resultados referentes à implantação do sistema fototérmico e do sistema fotovoltaico.



Figura 22 - Fluxograma simplificado do programa para análise da implantação da energia solar

Para iniciar o processo de simulação da análise de viabilidade técnico-econômica da implantação da energia solar através do programa desenvolvido, é necessário o estudo dos aspectos geográficos, climáticos, sociais e econômicos de cada região do Brasil. Os dados obtidos são: radiação solar, quantidade de pessoas por família, quantidade e tempo de banho por cada pessoa, quais aparelhos eletrodomésticos utilizados e outros, sendo estes dados inseridos no banco de dados do programa. Na Figura 23 está apresentada a tela principal do programa.

Figura 23 - Tela principal do software

Na tela principal do programa, seleciona-se o tipo de cálculo desejado: aquecimento de água, geração fotovoltaica, ou ambos os sistemas. O programa conta com opções para que o usuário defina qual a localidade estudada e qual a tensão do sistema, conforme demonstrado na Figura 24.

Figura 24 - Localidade, tipo de cálculo e tensões do sistema

Para o aquecimento de água, deve-se entrar com a temperatura final e inicial, o programa interpreta qual a melhor opção, se o boiler ou a caixa d'água para armazenamento de água quente. Normalmente, ao norte do país a melhor escolha é a caixa d'água devido as altas temperaturas e ao sul a melhor opção é o boiler, pois com temperaturas baixas há o esfriamento da água. Também se entra com a potência do chuveiro e o tempo de banho para cada pessoa. É necessário definir o tipo de tubulação e determinar o seu comprimento, conforme demonstrado na Figura 25.

Figura 25 - Entrada no programa para o aquecimento de água

Nesta etapa, o usuário da ferramenta computacional, escolhe quais aparelhos serão abastecidos pela energia solar e digita a quantidade, os dias por semana e as horas por dia que será utilizado este equipamento. No programa desenvolvido, existe um banco de dados que contém alguns aparelhos com a devida potência, sendo possível inserir ou excluir outros equipamentos necessários para a conclusão do consumo de energia elétrica. Para o sistema fotovoltaico, na tela principal basta selecionar as cargas que serão abastecidas pela energia solar e inserir, conforme demonstrado na Figura 26.

Figura 26 - Entrada no programa para o efeito fotovoltaico

Depois de todo procedimento de entrada dos dados para o dimensionamento do sistema fototérmico e/ou fotovoltaico o usuário deve clicar no botão “GERAR RELATÓRIO”.

O relatório gerado sobre o aquecimento de água traz as seguintes informações: região, estado e cidade, especificações do sistema (temperatura inicial e final), quais os componentes necessários para o sistema fotovoltaico, fabricante, modelo, quantidade, preço unitário (R\$), preço total (R\$), preço total (R\$) do sistema com juros, a potência do chuveiro elétrico, número médio de habitantes, número de banhos por pessoa, tempo do banho, tarifa da energia elétrica (R\$/kWh), alíquota, gasto com a energia elétrica (R\$), retorno do investimento e retorno do investimento com juros, um exemplo do relatório do aquecimento de água está demonstrado na Figura 27.

O relatório gerado sobre o efeito fotovoltaico traz as seguintes informações: região, estado e cidade, especificações do sistema (tensão DC e tensão AC), quais as cargas utilizadas, quantidade, potência, horas de uso por dia, dias de uso por semana e consumo diário (Wh), quais os componentes necessários para o sistema fotovoltaico, fabricante, modelo, quantidade, preço unitário (R\$) e preço total (R\$), preço total (R\$)

do sistema com juros, tarifa da energia elétrica (R\$/kWh), alíquota, gasto com a energia elétrica (R\$), retorno do investimento e retorno do investimento com juros, um exemplo do relatório do efeito fotovoltaico está demonstrado na Figura 28.



Figura 27 - Ilustração do relatório do aquecimento de água



Figura 28 - Ilustração do relatório do efeito fotovoltaico

5.3 SALVANDO E ABRINDO RELATÓRIOS

5.3.1 Salvando relatórios

Após o *software* gerar o relatório, o usuário pode salvar o relatório clicando no menu “Arquivo” e clicando no item “Salvar” da janela Relatório. Ao clicar no item “Salvar” irá abrir uma tela onde o usuário poderá escolher o local onde ele quer salvar o relatório. O usuário escolhe o nome do relatório no campo “Nome do arquivo” e clica no botão “Salvar” (DI SANTO, 2006).

5.3.2 Abrindo relatórios

O usuário poderá abrir os relatórios salvos, para que ele possa visualizar os dados contidos no relatório, clicando no menu “Arquivo” e clicando no item “Abrir” da janela principal. Ao clicar no item “Abrir” irá abrir uma tela onde o usuário poderá escolher o local onde se encontra os relatórios que ele deseja abrir. O usuário escolhe o nome o relatório a ser aberto e clica no botão “Abrir”, abrindo, então, o relatório que o usuário gostaria de visualizar (DI SANTO, 2006).

5.4 INSERÇÃO, EXCLUSÃO E LISTAGEM DOS DADOS NAS TABELAS DO SOFTWARE

O *software* disponibiliza em seu menu “Ferramentas”, a possibilidade de inserir dados, excluir dados e listar dados das tabelas que o *software* utiliza para fazer os cálculos, essas tabelas são: Bateria, Controlador, Inversor, Painéis Solares, Radiação, Renda, Tarifação, Cargas, Boiler, Coletor Solar e Caixa d’água (DI SANTO, 2006).

5.4.1 Inserção de dados

Para inserir dados nas tabelas o usuário deve, após clicar no menu “Ferramentas”, clicar item “Adicionar Dados”. Na tela que surgirá, o usuário deverá entrar com os campos solicitados pelo *software*. Após os dados serem digitados pelo usuário, o mesmo deverá clicar no botão “Adicionar”, para que os dados sejam inseridos na tabela selecionada pelo usuário (DI SANTO, 2006).

5.4.2 Exclusão de dados

Para excluir dados das tabelas o usuário deve, após clicar no menu “Ferramentas”, clicar item “Excluir Dados”. Na tela que surgirá, o usuário deverá entrar com os campos solicitados pelo *software*. Após os dados serem digitados pelo usuário, o mesmo deverá clicar no botão “Excluir”, para que os dados sejam excluídos da tabela selecionada pelo usuário (DI SANTO, 2006).

5.4.3 Listagem dos dados

Para listar dados das tabelas o usuário deve, após clicar no menu “Ferramentas”, clicar item “Listar Dados”. Na tela que surgirá, o usuário deverá clicar sobre o nome da tabela que ele deseja ver os dados. Ao clicar sobre o nome da tabela o *software* irá listar os dados contidos na tabela ao usuário (DI SANTO, 2006).

6 MODELO RESIDENCIAL

Atualmente, o setor residencial é responsável por 22,2% do consumo total de energia elétrica no Brasil, conforme é demonstrado na Figura 29. O consumo residencial total de energia elétrica aumentou cerca de 6,0% no ano de 2005. (PROCEL, 2008)

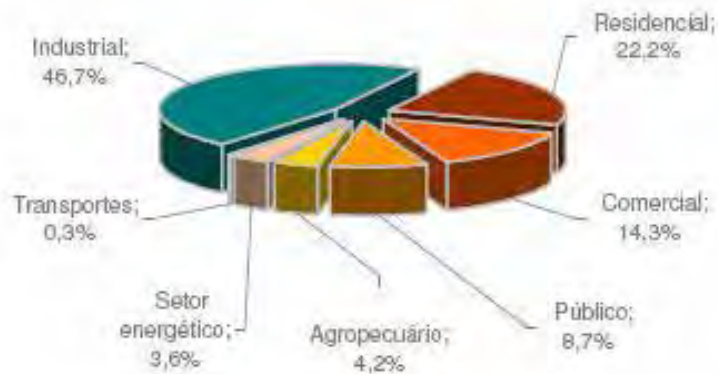


Figura 29 - Consumo setorial de eletricidade. Fonte: PROCEL, 2008

Como o setor mais atingido pela conta de energia elétrica é o residencial de menor renda domiciliar, então este será o analisado nesta dissertação, pois além de contribuir com a melhoria nos efeitos negativos que a energia vem causando no país, as famílias de classe social baixa poderão ser beneficiadas na sua conta de energia elétrica.

Para a realização da análise da viabilidade de implantação da energia solar é necessário definir um modelo residencial, como demonstrado na Figura 30. Neste modelo existem cargas elétricas compatíveis com a faixa social que este trabalho se baseia.

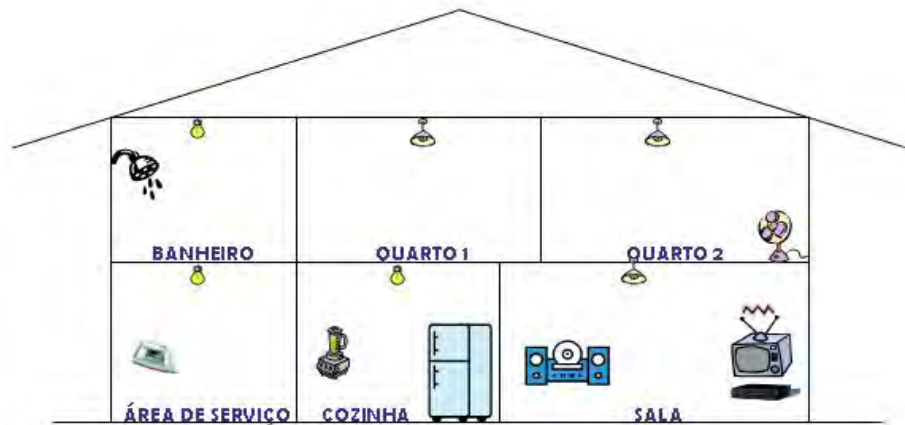


Figura 30 - Ilustração de uma residência de baixa renda

O modelo residencial está dividido em: 2 quartos, 1 sala, 1 banheiro, 1 cozinha e uma área de serviço.

Para iniciar a análise comparativa de viabilidade técnico-econômica de implantação da energia solar nas diversas regiões do Brasil, é necessário ter o conhecimento dos itens demonstrados a seguir.

6.1 TENSÕES DO SISTEMA

A célula fotovoltaica é uma fonte de potência DC, sendo assim, operam em conjunto com subsistemas de armazenamento e um barramento DC separado. Em grandes sistemas, os módulos fotovoltaicos podem ser acoplados através de um inversor e então atuar como uma fonte de potência AC.

De forma geral, a tecnologia fotovoltaica pode ser usada para qualquer aplicação elétrica em qualquer área isolada ou conectada à rede elétrica local.

As duas formas de corrente elétrica são (ALVES, 1999):

- Corrente Contínua (DC): O fluxo dos elétrons dá-se apenas em um sentido.
- Corrente Alternada (AC): o fluxo dos elétrons dá-se nos dois sentidos.

As tensões DC e AC variam muito em toda extensão do território brasileiro, nesse estudo é abordado a tensão de 12V para a corrente contínua e 120V para a corrente alternada.

6.2 TEMPERATURA DE ENTRADA E SAÍDA DO SISTEMA DE AQUECIMENTO DA ÁGUA

A temperatura de entrada do sistema de aquecimento da água é praticamente equivalente à temperatura ambiente. Para efeito de cálculo serão consideradas as temperaturas médias de cada estado, conforme apresentado na Figura 31 (VALLADARES, 2005).

REGIÃO-ESTADO		TEMPERATURA MÉDIA (°C)
NORTE	Acre	26
	Amapá	27
	Amazonas	27
	Pará	27
	Rondônia	27
	Roraima	28
	Tocantins	26
NORDESTE	Alagoas	25
	Bahia	25
	Ceará	27
	Maranhão	27
	Paraíba	26
	Pernambuco	26
	Piauí	28
	Rio Grande do Norte	26
	Sergipe	25
CENTRO	Distrito Federal	22
	Goiás	23
	Mato Grosso	27
	Mato Grosso do Sul	25
SUDESTE	Espírito Santo	25
	Minas Gerais	22
	Rio de Janeiro	24
	São Paulo	23
SUL	Paraná	18
	Rio Grande do Sul	20
	Santa Catarina	21

Figura 31 - Temperatura média de cada estado

A temperatura ideal para um banho confortável é de 38°C. A temperatura da água na saída do sistema de aquecimento de água em algumas localidades pode chegar a 70°C e em outras não ultrapassa os 30°C. Nessa última situação a temperatura produzida estará abaixo da temperatura necessária para banho, sendo, portanto necessária o complemento do apoio elétrico. No primeiro caso, a temperatura produzida estará acima da temperatura necessária para uso, sendo, portanto necessária sua mistura com a água fria.

Nas Regiões Norte e Nordeste o sistema de aquecimento de água para banho pode elevar a temperatura da água até um valor médio anual de 70°C, na Região Centro-Oeste até a média anual de 60°C, na Região Sudeste até a média anual de 50°C e na Região Sul até a média anual de 40°C, sendo que a temperatura obtida na água com o uso de um aquecedor solar dependerá de fatores diversos como: época do ano, condições climatológicas e características outras relacionadas às condições de instalação.

6.3 POTÊNCIA DO CHUVEIRO ELÉTRICO E TEMPO DE BANHO

No Brasil um dos principais equipamentos utilizados em residências para o aquecimento de água é o chuveiro elétrico.

Durante os horários de pico, isto é, entre 6 e 8 horas e 18 e 21 horas, o chuveiro elétrico é responsável por aproximadamente 46,7% da demanda de energia elétrica no país. Pesquisas realizadas pelo Programa de Conservação de Energia Elétrica - PROCEL demonstram que neste período, em 50 % das residências há pelo menos um chuveiro elétrico funcionando.

O tempo necessário para o banho diário é de 7 a 10 min, porém para algumas pessoas este tempo se estende até 30 min, assim o chuveiro elétrico pode representar até 40% do valor da conta de energia elétrica da residência popular.

De acordo com a pesquisa realizada recentemente pelo Procel, aponta que a maioria das pessoas gasta até 10 minutos para o banho, sendo assim neste trabalho foi adotado de 7 min o tempo de banho.

Como o chuveiro elétrico é considerado o “vilão” dos picos de demanda de energia elétrica, torna-se um equipamento importante para ser abastecido pela energia solar, e poderá ser usado como aquecedor de apoio para os dias em que o tempo não permitir elevar a água até a temperatura desejada de banho.

Por meio da equação (3) de MATAJS (1997), podem-se determinar as potências mínimas necessárias do chuveiro elétrico em cada estado brasileiro, segundo a Norma NBR 12483/92 da ABNT é necessário uma vazão mínima de $3 \text{ l}/\text{min}$ para elevar a temperatura média da água até uma temperatura de 38°C (ZOELLNER, 2005):

$$P = 4,18 \cdot 0,93 \cdot m' \cdot \Delta t \quad (3)$$

Sendo:

P = potência da resistência do chuveiro elétrico (kW);

4,18 = equivalente em joule para uma caloria;

0,93 = rendimento do chuveiro elétrico;

m' = vazão de água aquecida (l/s) – no caso $3 l/min = 0,05 l/s$;

Δt = diferença de temperatura entre água fria e água do banho.

Diante dessa equação foi determinada a potência do chuveiro elétrico para cada estado brasileiro, conforme Figura 32.

REGIÃO-ESTADO		TEMPERATURA MÉDIA (°C)	Δt (°C)	POTÊNCIA (kW)	POTÊNCIA ADOTADA (W)
NORTE	Acre	26	12	2,33	2400
	Amapá	27	11	2,14	2200
	Amazonas	27	11	2,14	2200
	Pará	27	11	2,14	2200
	Rondônia	27	11	2,14	2200
	Roraima	28	10	1,94	2000
	Tocantins	26	12	2,33	2400
NORDESTE	Alagoas	25	13	2,53	2600
	Bahia	25	13	2,53	2600
	Ceará	27	11	2,14	2200
	Maranhão	27	11	2,14	2200
	Paraíba	26	12	2,33	2400
	Pernambuco	26	12	2,33	2400
	Piauí	28	10	1,94	2000
	Rio Grande do Norte	26	12	2,33	2400
Sergipe	25	13	2,53	2600	
CENTRO	Distrito Federal	22	16	3,11	3200
	Goiás	23	15	2,92	3000
	Mato Grosso	27	11	2,14	2200
	Mato Grosso do Sul	25	13	2,53	2600
SUDESTE	Espírito Santo	25	13	2,53	2600
	Minas Gerais	22	16	3,11	3200
	Rio de Janeiro	24	14	2,72	2800
	São Paulo	23	15	2,92	3000
SUL	Paraná	18	20	3,89	4000
	Rio Grande do Sul	20	18	3,5	3600
	Santa Catarina	21	17	3,3	3400

Figura 32 - Potência mínima do chuveiro elétrico

6.4 ESCOLHA DO TUBO E SEU COMPRIMENTO

Os tubos de PVC mantêm a rigidez até temperatura máxima de 55°C sem causar danos à estrutura do coletor solar. Sendo assim, nas Regiões Norte, Nordeste e Centro-Oeste são utilizados tubos de cobre para o dimensionamento do sistema de aquecimento de água e nas demais regiões os tubos de PVC satisfazem o sistema. O comprimento do tubo varia muito de residência para residência, portanto será adotado nessa dissertação o comprimento de 4m.

6.5 TAXA DE JUROS

De acordo com o jornal O Estado de São Paulo do dia 23 de maio de 2001, a Caixa Econômica Federal em 2001 começou a financiar a aquisição de equipamentos de energia solar, com taxas de juros de 8% ao ano. Sendo assim, nessa dissertação será usado a mesma taxa de juros.

6.6 PARTICIPAÇÃO DE ELETRODOMÉSTICOS NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL

6.6.1 Região Norte

A Região Norte é composta pelos Estados do Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima, Pará e Tocantins. Compreende uma população de 10.030.556 habitantes (6,49% da população total do país).

A região possui 33,34 milhões de habitantes e 9,08 milhões de domicílios com renda mensal familiar de até 1 salário mínimo.

A Figura 33 ilustra a participação dos eletrodomésticos e a Figura 34 a curva de carga diária média na Região Norte.

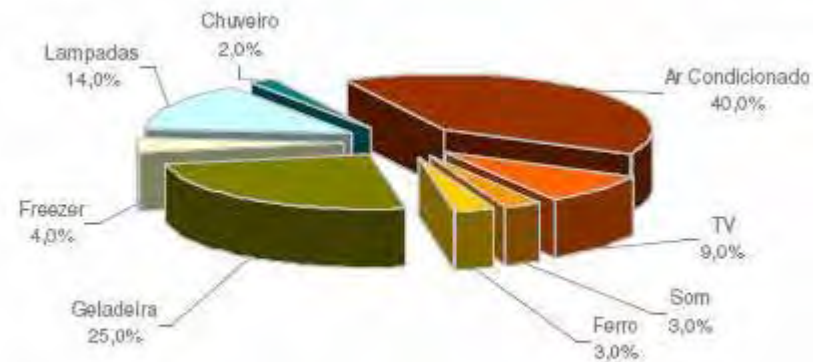


Figura 33 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Norte. Fonte: Procel, 2008

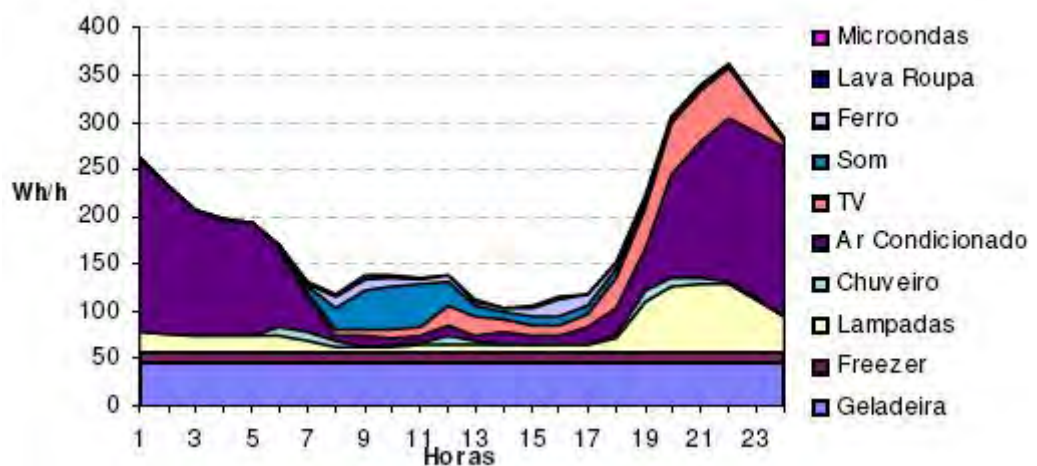


Figura 34 - Curva de carga diária média na Região Norte. Fonte: Procel, 2008

6.6.2 Região Nordeste

A Região Nordeste é composta pelos Estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Maranhão, Paraíba, Pernambuco (incluindo o Distrito Estadual de Fernando de Noronha), Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe. Sua população é de aproximadamente 44.766.851 habitantes, ou seja, 28,5% da população brasileira.

A região possui 37,05 milhões de habitantes e 10,68 milhões de domicílios com renda mensal familiar de até 1 salário mínimo.

A Figura 35 ilustra a participação dos eletrodomésticos e a Figura 36 a curva de carga diária média na Região Nordeste.

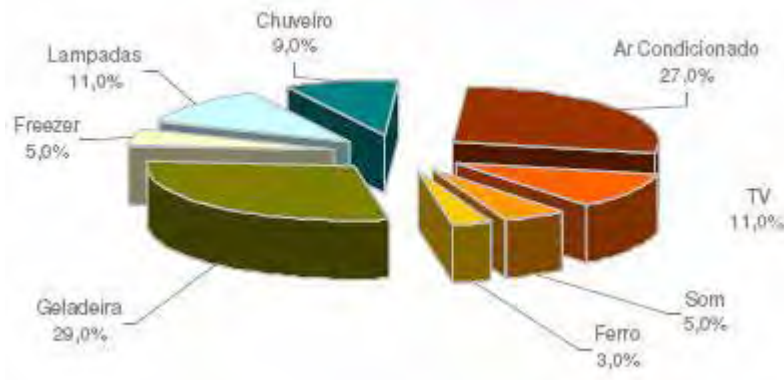


Figura 35 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Nordeste. Fonte: Procel, 2008

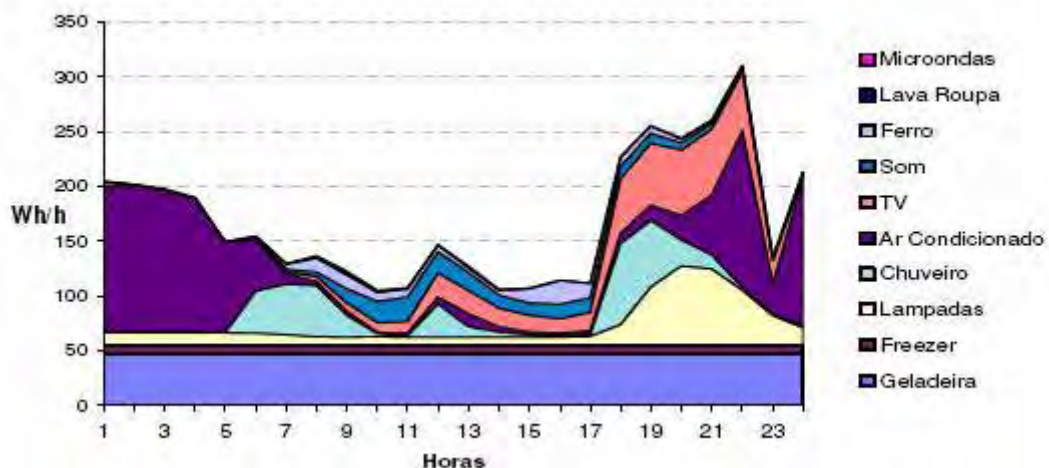


Figura 36 - Curva de carga diária média na Região Nordeste. Fonte: Procel, 2008

6.6.3 Região Centro-Oeste

A Região Centro-Oeste é formada pelos Estados de Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e pelo Distrito Federal, onde se concentram 10.320.755 habitantes.

A região possui 6,47 milhões de habitantes e 2,03 milhões de domicílios com renda mensal familiar de até 1 salário mínimo.

A Figura 37 ilustra a participação dos eletrodomésticos e a Figura 38 a curva de carga diária média na Região Centro-Oeste.

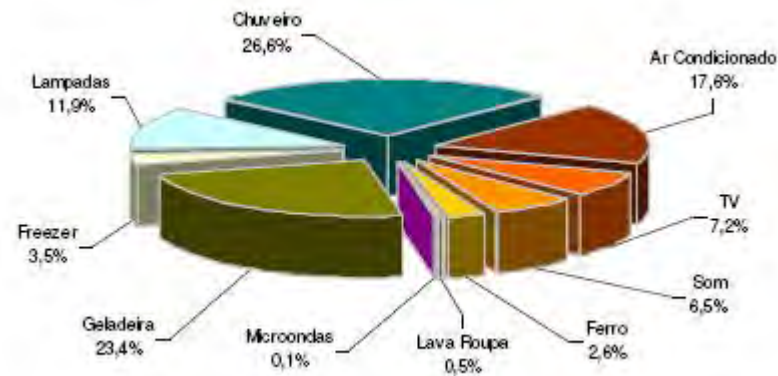


Figura 37 – Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Centro-Oeste. Fonte: Procel, 2008

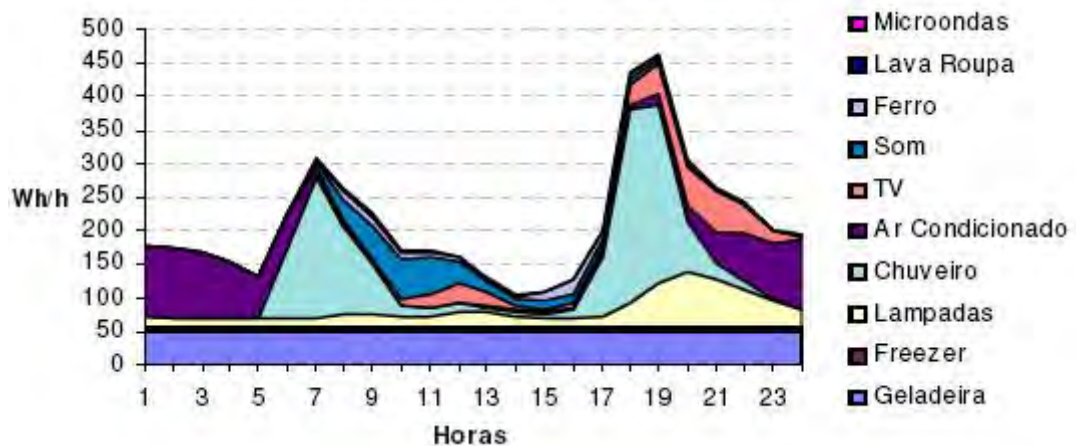


Figura 38 - Curva de carga diária média na Região Centro-Oeste. Fonte: Procel, 2008

6.6.4 Região Sudeste

A Região Sudeste é formada pelos Estados do Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, onde se concentram 67.000.738 habitantes correspondentes a 42,65% da população brasileira.

A região possui 33,33 milhões de habitantes e 10,60 milhões de domicílios com renda mensal familiar de até 1 salário mínimo.

A Figura 39 ilustra a participação dos eletrodomésticos e a Figura 40 a curva de carga diária média na Região Nordeste.

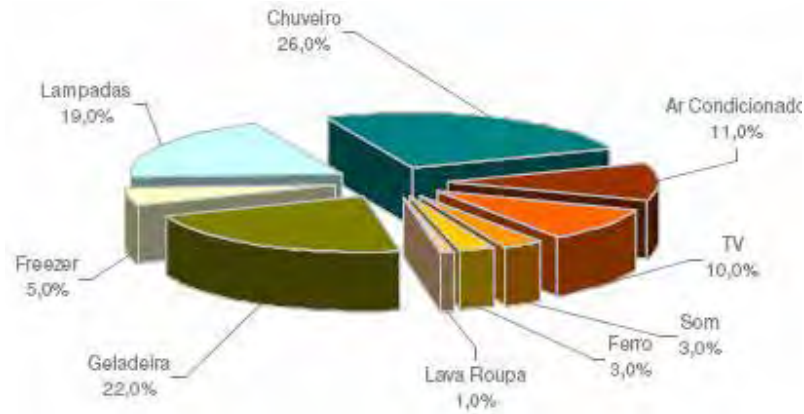


Figura 39 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Sudeste. Fonte: Procel, 2008

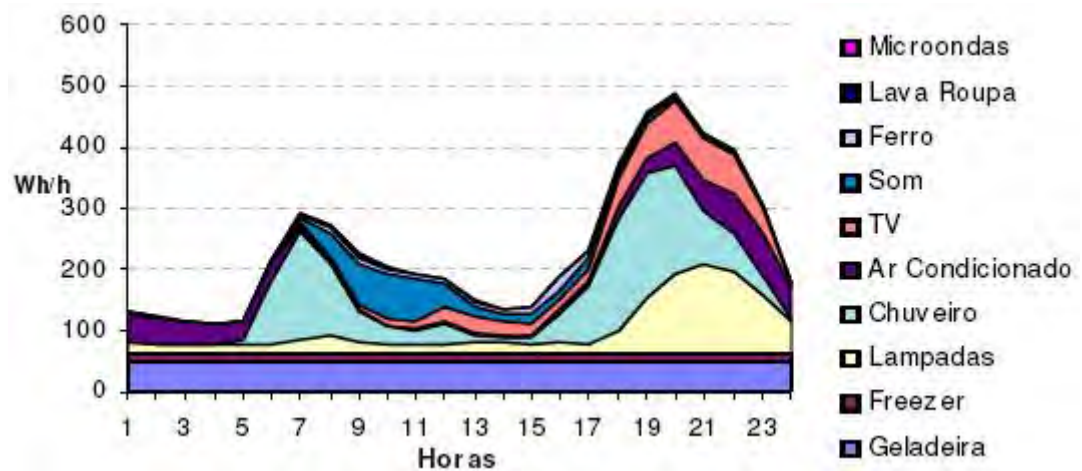


Figura 40 - Curva de carga diária média na Região Sudeste. Fonte: Procel, 2008

6.6.5 Região Sul

A Região Sul é formada pelos Estados do Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina, onde se concentra 23.513.736 habitantes correspondentes a aproximadamente 15 % da população brasileira.

A região possui 11,11 milhões de habitantes e 3,63 milhões de domicílios com renda mensal familiar de até 1 salário mínimo.

A Figura 41 ilustra a participação dos eletrodomésticos e a Figura 42 a curva de carga diária média na Região Nordeste.

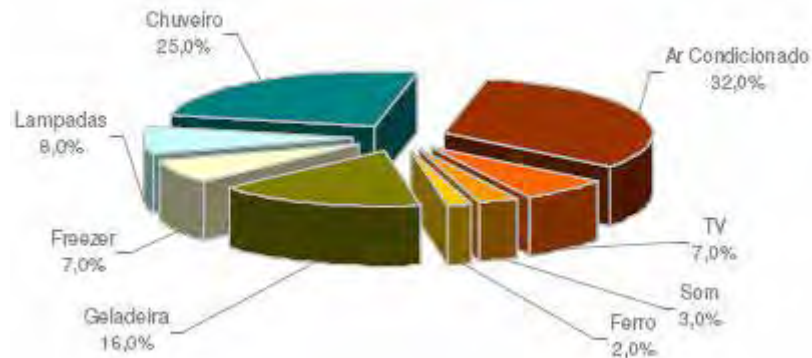


Figura 41 - Participação de eletrodomésticos no consumo residencial na Região Sul. Fonte: Procel, 2008

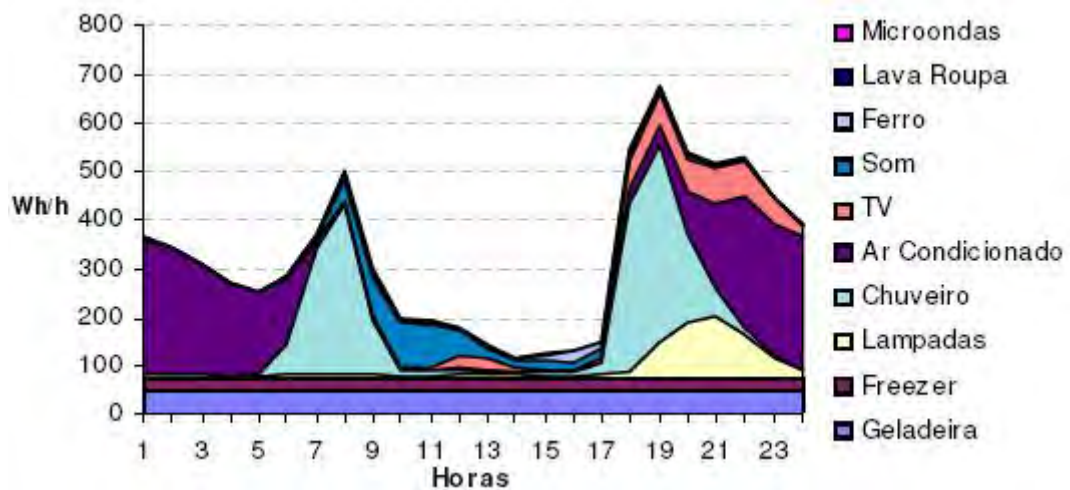


Figura 42 - Curva de carga diária média na Região Sul. Fonte: Procel, 2008

6.7 CARGAS RESIDENCIAIS

Nos compartimentos do modelo residencial foram adotadas as cargas elétricas que estão descritas na Figura 43 com suas respectivas potências em W.

CARGAS	POTENCIA (W)
Lâmpadas	60
Televisão	150
Vídeo cassete	30
Aparelho de Som	100
Geladeira	150
Liquidificador	200
Ferro	550
Chuveiro elétrico	*

* depende da necessidade mínima de cada localidade

Figura 43 - Cargas elétricas e suas potências

Nas famílias de baixa renda, os aparelhos que mais afetam sua conta de energia elétrica são a geladeira, as lâmpadas e o chuveiro elétrico, portanto a proposta desta dissertação é o abastecimento destes equipamentos pela energia solar, conforme apresentados na Figura 44.



Figura 44 - Equipamentos abastecidos pela energia solar

Conforme a pesquisa realizada pelo Procel, com base o ano de 2005, a posse média por eletrodoméstico nas diversas regiões do Brasil está apresentada na Figura 45.

POSSE MÉDIA POR ELETRODOMÉSTICO								
	Lâmpadas	Televisão	Vídeo Cassete	Aparelho de Som	Geladeira	Liquidificador	Ferro	Chuveiro Elétrico
NORTE	1,9	1,16			0,95			0,05
NORDESTE	2,98	1,3			0,95			0,4
CENTRO	4,03	1,24	0,32	0,74	1,02	0,82	0,93	1,08
SUDESTE	4,98	1,46			1,02			1,1
SUL	2,39	1,63			1,01			1,17

Figura 45 - Posse média de eletrodomésticos

7 ANÁLISE COMPARATIVA DE VIABILIDADE TÉCNICO-ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR NAS DIVERSAS REGIÕES DO BRASIL

Neste capítulo é realizada a análise técnico-econômico da implantação da energia solar nas regiões do Brasil, mas precisamente nas capitais dos estados brasileiros.

Com o auxílio do programa desenvolvido apresentado em capítulo anterior, foi possível analisar o consumo e o custo mensal de energia elétrica antes da implantação da energia solar, o consumo e o custo mensal de energia elétrica descartados com a implantação da energia solar, o consumo e o custo mensal de energia elétrica após a implantação da energia solar e os custos com equipamentos referentes à implantação do sistema de aquecimento de água e do sistema fotovoltaico. Também, foi possível a análise desta implantação com a inclusão do valor da energia economizada e dos créditos de carbono.

Os relatórios do aquecimento de água e do efeito fotovoltaico gerados pelo programa estão apresentados no apêndice A.

Para calcular o custo total da energia elétrica, basta multiplicar o consumo total pela tarifa de energia da concessionária local e pelo ICMS. O ICMS é igual a $1/(1-\text{alíquota})$.

7.1 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA ANTES DA IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

Na Figura 46 está demonstrado o consumo da energia elétrica antes da implantação da energia solar no modelo residencial apresentado, e na Figura 47 o custo da energia consumida antes da implantação da energia solar no mesmo modelo residencial.

REGIÃO - ESTADO		CONSUMO COM O CHUVEIRO ELÉTRICO (kWh/mês)	CONSUMO COM AS DEMAIS CARGAS (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (kWh/mês)
NORTE	Acre	1,68	92,10	93,78
	Amapá	1,85	92,10	93,95
	Amazonas	1,66	92,10	93,76
	Pará	1,58	92,10	93,68
	Rondônia	1,35	92,10	93,45
	Roraima	1,40	92,10	93,50
	Tocantins	1,55	92,10	93,65
NORDESTE	Alagoas	14,56	103,73	118,29
	Bahia	13,47	103,73	117,20
	Ceará	12,01	103,73	115,75
	Maranhão	13,24	103,73	116,98
	Paraíba	13,10	103,73	116,84
	Pernambuco	12,77	103,73	116,50
	Piauí	11,20	103,73	114,93
	Rio Grande do Norte	12,77	103,73	116,50
	Sergipe	13,10	103,73	116,84
CENTRO	Distrito Federal	43,55	111,83	155,38
	Goiás	37,42	111,83	149,26
	Mato Grosso	29,11	111,83	140,94
	Mato Grosso do Sul	34,40	111,83	146,23
SUDESTE	Espírito Santo	34,03	125,15	159,18
	Minas Gerais	43,12	125,15	168,27
	Rio de Janeiro	33,42	125,15	158,57
	São Paulo	39,27	125,15	164,42
SUL	Paraná	54,05	105,71	159,76
	Rio Grande do Sul	45,70	105,71	151,41
	Santa Catarina	45,95	105,71	151,66

Figura 46 - Consumo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência

REGIÃO - ESTADO		CUSTO COM O CHUVEIRO ELÉTRICO (R\$/mês)	CUSTO COM AS DEMAIS CARGAS (R\$/mês)	CUSTO TOTAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (R\$/mês)
NORTE	Acre	0,64	38,22	38,87
	Amapá	0,36	19,81	20,17
	Amazonas	0,37	24,17	24,54
	Pará	0,54	35,99	36,53
	Rondônia	0,51	37,08	37,59
	Roraima	0,42	30,04	30,47
	Tocantins	0,65	40,72	41,37
NORDESTE	Alagoas	5,18	40,96	46,14
	Bahia	5,70	47,73	53,43
	Ceará	5,36	51,53	56,89
	Maranhão	5,62	51,11	56,73
	Paraíba	5,28	47,94	53,22
	Pernambuco	4,72	42,87	47,59
	Piauí	4,17	44,11	48,28
	Rio Grande do Norte	3,70	33,64	37,34
	Sergipe	5,09	42,67	47,76
CENTRO	Distrito Federal	13,09	36,66	49,75
	Goiás	13,46	42,82	56,28
	Mato Grosso	9,43	38,43	47,86
	Mato Grosso do Sul	17,32	61,58	78,90
SUDESTE	Espírito Santo	13,90	54,33	68,23
	Minas Gerais	22,57	71,65	94,22
	Rio de Janeiro	13,09	52,40	65,49
	São Paulo	11,66	39,49	51,15
SUL	Paraná	19,18	39,94	59,12
	Rio Grande do Sul	17,45	41,71	59,16
	Santa Catarina	18,49	45,28	63,77

Figura 47 - Custo total da energia consumida antes da implantação da energia solar por residência

Nas residências da Região Sudeste há o maior consumo de energia elétrica com os equipamentos elétricos, sem incluir o consumo do chuveiro elétrico, com o valor de 125,15 kWh/mês, já as residências da Região Norte há o menor consumo, 92,10 kWh/mês.

Devido ao programa apenas gerar relatórios com a quantidade de 1 chuveiro elétrico por residência em todas as regiões do país e com os dados da pesquisa realizada pelo Procel, onde a quantidade real desse aparelho está apresentada na Figura 45, foi necessário o cálculo do consumo e custo médio real desse aparelho por residência nas diversas regiões do país, ver Figura 46 e 47.

As residências do estado do Paraná são as que mais consome energia elétrica com o chuveiro elétrico. No estado, a média da potência necessária do chuveiro elétrico é de 4000 W, gerando um consumo de 54,05 kWh/mês por residência com as características do modelo residencial adotado.

Nas residências do estado de Rondônia há o menor consumo de energia elétrica com o chuveiro elétrico por residência, no valor de 1,35 kWh/mês por residência com as características do modelo residencial adotado.

Deve-se observar que a potência do chuveiro elétrico, a quantidade média do chuveiro elétrico por região e a quantidade de pessoas por família interferem no consumo total de energia elétrica.

Nas residências do estado de Minas Gérias há o maior consumo total de energia elétrica, no valor de 168,27 kWh/mês; e nas residências do estado de Rondônia, há o menor consumo, no valor de 93,45 kWh/mês.

As residências do estado de Minas Gerais são as que possuem o maior custo de energia no valor de R\$ 94,22. E no estado do Amapá encontra-se o menor custo com a energia elétrica no valor de R\$ 20,17.

7.2 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA DESCARTADOS COM A IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

As cargas descartadas do sistema convencional de energia elétrica são: as lâmpadas, a geladeira e o chuveiro elétrico, pois serão alimentadas pela energia solar.

Sendo assim, o sistema convencional abastecerá o restante das cargas, que no estudo são: televisão, vídeo cassete, aparelho de som, liquidificador e ferro.

Na Figura 48 está demonstrado o consumo da energia elétrica descartado com a implantação da energia solar no modelo residencial apresentado.

REGIÃO - ESTADO		CONSUMO COM O CHUVEIRO ELÉTRICO (kWh/mês)	CONSUMO COM GELADEIRA+ILUM. (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL DESCARTADO POR RESIDÊNCIA (kWh/mês)
NORTE	Acre	1,68	48,00	49,68
	Amapá	1,85	48,00	49,85
	Amazonas	1,66	48,00	49,66
	Pará	1,58	48,00	49,58
	Rondônia	1,35	48,00	49,35
	Roraima	1,40	48,00	49,40
	Tocantins	1,55	48,00	49,55
NORDESTE	Alagoas	14,56	55,80	70,36
	Bahia	13,47	55,80	69,27
	Ceará	12,01	55,80	67,81
	Maranhão	13,24	55,80	69,04
	Paraíba	13,10	55,80	68,90
	Pernambuco	12,77	55,80	68,57
	Piauí	11,20	55,80	67,00
	Rio Grande do Norte Sergipe	12,77 13,10	55,80 55,80	68,57 68,90
CENTRO	Distrito Federal	43,55	65,52	109,07
	Goiás	37,42	65,52	102,94
	Mato Grosso	29,11	65,52	94,63
	Mato Grosso do Sul	34,40	65,52	99,92
SUDESTE	Espírito Santo	34,03	72,72	106,75
	Minas Gerais	43,12	72,72	115,84
	Rio de Janeiro	33,42	72,72	106,14
	São Paulo	39,27	72,72	111,99
SUL	Paraná	54,05	53,28	107,33
	Rio Grande do Sul	45,70	53,28	98,98
	Santa Catarina	45,95	53,28	99,23

Figura 48 - Consumo total da energia elétrica descartada por residência

As residências do Distrito Federal são as que mais contribuem com a conservação da energia elétrica proveniente de fontes convencionais. Por mês, cada residência do distrito com as características do modelo residencial adotado, deixa de retirar do sistema elétrico atual 109,07 kWh. E as residências do estado de Rondônia são as que menos contribuem, com 49,35 kWh/mês.

Na Figura 49 está apresentado o custo da energia elétrica descartado com a implantação da energia solar no mesmo modelo residencial.

REGIÃO - ESTADO		CUSTO COM O CHUVEIRO ELÉTRICO (R\$/mês)	CUSTO COM GELADEIRA+ILUM. (R\$/mês)	CUSTO TOTAL DESCARTADO POR RESIDÊNCIA (R\$/mês)
NORTE	Acre	0,64	20,00	20,64
	Amapá	0,36	10,32	10,68
	Amazonas	0,37	12,59	12,96
	Pará	0,54	18,75	19,29
	Rondônia	0,51	19,32	19,83
	Roraima	0,42	15,65	16,07
	Tocantins	0,65	21,21	21,86
NORDESTE	Alagoas	5,18	22,03	27,21
	Bahia	5,70	25,67	31,37
	Ceará	5,36	27,72	33,08
	Maranhão	5,62	27,49	33,11
	Paraíba	5,28	25,79	31,07
	Pernambuco	4,72	23,06	27,78
	Piauí	4,17	23,73	27,90
	Rio Grande do Norte	3,70	18,10	21,80
	Sergipe	5,09	22,95	28,04
CENTRO	Distrito Federal	13,09	21,48	34,57
	Goiás	13,46	25,08	38,54
	Mato Grosso	9,43	22,51	31,94
	Mato Grosso do Sul	17,32	36,08	53,40
SUDESTE	Espírito Santo	13,90	31,57	45,47
	Minas Gerais	22,57	41,63	64,20
	Rio de Janeiro	13,09	30,45	43,54
	São Paulo	11,66	22,95	34,61
SUL	Paraná	19,18	20,13	39,31
	Rio Grande do Sul	17,45	21,02	38,47
	Santa Catarina	18,49	22,82	41,31

Figura 49 - Custo total da energia elétrica descartada por residência

As residências, referentes ao modelo residencial adotado, do estado de Minas Gerais são as mais beneficiadas na conta de energia elétrica com a implantação da energia solar, pois deixam de pagar no final do mês R\$ 64,20. No Amapá, as famílias deixam de pagar R\$ 10,68. Porém, nas residências de qualquer estado a diminuição na conta de energia elétrica é de 60% com a utilização da energia solar, sendo 40% dessa diminuição equivalente ao uso do chuveiro elétrico.

Ao analisar todas as residências com o perfil adotado e com renda mensal de até um salário mínimo, pode-se obter o consumo total de energia num estado para esta classe mencionada.

Com o total de pessoas residentes em domicílios e com a média de pessoas por domicílio, obteve-se a quantidade de domicílios por estado com renda familiar de até um salário mínimo, conforme Figura 50.

REGIÃO-ESTADO		PESSOAS RESIDENTES EM DOMICÍLIOS (hab)	MÉDIA DE PESSOAS POR DOMICÍLIO (hab)	QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS (un)
NORTE	Acre	432.030,37	3,70	116.764,96
	Amapá	362.905,68	4,30	84.396,67
	Amazonas	2.011.708,59	3,70	543.705,02
	Pará	4.657.288,78	3,60	1.293.691,33
	Rondônia	890.964,65	3,30	269.989,29
	Roraima	241.312,45	3,70	65.219,58
	Tocantins	857.134,04	3,50	244.895,44
NORDESTE	Alagoas	2.291.639,76	3,60	636.566,60
	Bahia	9.889.210,19	3,40	2.908.591,23
	Ceará	6.091.622,33	3,50	1.740.463,52
	Maranhão	4.421.188,17	3,70	1.194.915,72
	Paraíba	2.671.068,21	3,40	785.608,30
	Pernambuco	5.949.480,66	3,40	1.749.847,25
	Piauí	2.318.098,69	3,50	662.313,91
	Rio Grande do Norte Sergipe	2.070.754,00 1.344.428,71	3,40 3,40	609.045,29 395.420,21
CENTRO	Distrito Federal	844.649,47	3,30	255.954,38
	Goiás	2.987.970,06	3,10	963.861,31
	Mato Grosso	1.422.888,80	3,30	431.117,82
	Mato Grosso do Sul	1.211.585,28	3,20	378.620,40
SUDESTE	Espírito Santo	1.796.897,30	3,20	561.530,41
	Minas Gerais	10.763.973,30	3,20	3.363.741,66
	Rio de Janeiro	5.705.319,16	2,90	1.967.351,43
	São Paulo	15.059.814,31	3,20	4.706.191,97
SUL	Paraná	4.719.488,31	3,10	1.522.415,58
	Rio Grande do Sul	4.352.246,52	3,00	1.450.748,84
	Santa Catarina	2.035.824,36	3,10	656.717,54

Figura 50 - Quantidade de domicílios com renda de até 1 salário mínimo. Fonte: IBGE, 2006

REGIÃO - ESTADO		CONSUMO TOTAL DESCARTADO POR RESIDÊNCIA (kWh/mês)	QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS - ATÉ 1 SALÁRIO MÍNIMO (un)	CONSUMO TOTAL DESCARTADO POR ESTADO (GWh/mês)
NORTE	Acre	49,68	116.764,96	5,80
	Amapá	49,85	84.396,67	4,21
	Amazonas	49,66	543.705,02	27,00
	Pará	49,58	1.293.691,33	64,14
	Rondônia	49,35	269.989,29	13,32
	Roraima	49,40	65.219,58	3,22
	Tocantins	49,55	244.895,44	12,14
NORDESTE	Alagoas	70,36	636.566,60	44,79
	Bahia	69,27	2.908.591,23	201,47
	Ceará	67,81	1.740.463,52	118,02
	Maranhão	69,04	1.194.915,72	82,50
	Paraíba	68,90	785.608,30	54,13
	Pernambuco	68,57	1.749.847,25	119,98
	Piauí	67,00	662.313,91	44,38
	Rio Grande do Norte Sergipe	68,57 68,90	609.045,29 395.420,21	41,76 27,25
CENTRO	Distrito Federal	109,07	255.954,38	27,92
	Goiás	102,94	963.861,31	99,22
	Mato Grosso	94,63	431.117,82	40,79
	Mato Grosso do Sul	99,92	378.620,40	37,83
SUDESTE	Espírito Santo	106,75	561.530,41	59,95
	Minas Gerais	115,84	3.363.741,66	389,65
	Rio de Janeiro	106,14	1.967.351,43	208,81
	São Paulo	111,99	4.706.191,97	527,05
SUL	Paraná	107,33	1.522.415,58	163,41
	Rio Grande do Sul	98,98	1.450.748,84	143,60
	Santa Catarina	99,23	656.717,54	65,16

Figura 51 - Consumo total da energia elétrica descartada por estado

Conhecendo a quantidade de domicílios com renda familiar de até um salário mínimo e o consumo de energia elétrica referente a cada residência, obteve-se o consumo de energia elétrica em cada estado com as características adotadas, veja Figura 51.

O estado que mais contribui com a conservação de energia é o estado do São Paulo e o que menos contribui é o estado do Amapá. Com a implantação da energia solar, São Paulo deixa de consumir por mês 527,0 GWh e o Amapá apenas 4,21 GWh.

Com a implantação da energia solar nas residências com renda familiar de até 1 salário mínimo e com as características do modelo residencial adotado, o Brasil deixa de consumir das fontes tradicionais de energia cerca de 2.675,50 GWh/mês, o que equivale no ano 31.530,02 GWh.

7.3 CONSUMO E CUSTO MENSAL DA ENERGIA ELÉTRICA APÓS A IMPLANTAÇÃO DA ENERGIA SOLAR

Na Figura 52 está demonstrado o consumo da energia elétrica após a implantação da energia solar no modelo residencial apresentado, e na Figura 53 o custo da energia elétrica após a implantação da energia solar no mesmo modelo residencial.

As residências da Região Norte após a implantação da energia solar passaram a consumir 44,10 kWh/mês, o menor consumo do país. O maior consumo, 52,43 kWh/mês, ficou com as residências da Região Sudeste e Sul.

Após a implantação, o menor custo da energia elétrica continuou com as residências do estado do Amapá, no valor de R\$ 9,49 por mês, e o maior custo com as residências do estado de Minas Gerais, no valor de R\$ 30,02.

No Amapá houve uma redução de 53% no custo da energia elétrica e em Minas Gerais, a redução foi de 68%.

REGIÃO - ESTADO		CONSUMO TOTAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL DESCARTADO POR RESIDÊNCIA (kWh/mês)	CONSUMO TOTAL APÓS A IMPLANTAÇÃO (kWh/mês)
NORTE	Acre	93,78	49,68	44,10
	Amapá	93,95	49,85	44,10
	Amazonas	93,76	49,66	44,10
	Pará	93,68	49,58	44,10
	Rondônia	93,45	49,35	44,10
	Roraima	93,50	49,40	44,10
	Tocantins	93,65	49,55	44,10
NORDESTE	Alagoas	118,29	70,36	47,93
	Bahia	117,20	69,27	47,93
	Ceará	115,75	67,81	47,93
	Maranhão	116,98	69,04	47,93
	Paraíba	116,84	68,90	47,93
	Pernambuco	116,50	68,57	47,93
	Piauí	114,93	67,00	47,93
	Rio Grande do Norte	116,50	68,57	47,93
	Sergipe	116,84	68,90	47,93
CENTRO	Distrito Federal	155,38	109,07	46,31
	Goiás	149,26	102,94	46,31
	Mato Grosso	140,94	94,63	46,31
	Mato Grosso do Sul	146,23	99,92	46,31
SUDESTE	Espírito Santo	159,18	106,75	52,43
	Minas Gerais	168,27	115,84	52,43
	Rio de Janeiro	158,57	106,14	52,43
	São Paulo	164,42	111,99	52,43
SUL	Paraná	159,76	107,33	52,43
	Rio Grande do Sul	151,41	98,98	52,43
	Santa Catarina	151,66	99,23	52,43

Figura 52 - Consumo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência

REGIÃO - ESTADO		CUSTO TOTAL ANTES DA IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (R\$/mês)	CUSTO TOTAL DESCARTADO POR RESIDÊNCIA (R\$/mês)	CUSTO TOTAL APÓS A IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (R\$/mês)
NORTE	Acre	38,87	20,64	18,22
	Amapá	20,17	10,68	9,49
	Amazonas	24,54	12,96	11,58
	Pará	36,53	19,29	17,24
	Rondônia	37,59	19,83	17,76
	Roraima	30,47	16,07	14,39
	Tocantins	41,37	21,86	19,51
NORDESTE	Alagoas	46,14	27,21	18,93
	Bahia	53,43	31,37	22,06
	Ceará	56,89	33,08	23,81
	Maranhão	56,73	33,11	23,62
	Paraíba	53,22	31,07	22,15
	Pernambuco	47,59	27,78	19,81
	Piauí	48,28	27,90	20,38
	Rio Grande do Norte	37,34	21,80	15,54
	Sergipe	47,76	28,04	19,72
CENTRO	Distrito Federal	49,75	34,57	15,18
	Goiás	56,28	38,54	17,74
	Mato Grosso	47,86	31,94	15,92
	Mato Grosso do Sul	78,90	53,40	25,50
SUDESTE	Espírito Santo	68,23	45,47	22,76
	Minas Gerais	94,22	64,20	30,02
	Rio de Janeiro	65,49	43,54	21,95
	São Paulo	51,15	34,61	16,55
SUL	Paraná	59,12	39,31	19,81
	Rio Grande do Sul	59,16	38,47	20,69
	Santa Catarina	63,77	41,31	22,46

Figura 53 - Custo total da energia elétrica antes da implantação da energia solar por residência

7.4 CUSTOS COM EQUIPAMENTOS REFERENTES À IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FOTOTÉRMICO E DO SISTEMA FOTOVOLTAICO

Os equipamentos utilizados no sistema de aquecimento de água são: boiler ou caixa d'água, cano e coletor solar; e no sistema fotovoltaico são: bateria, controlador, inversor e módulos solares.

Individualmente, as residências dos estados do Sudeste e do Sul possuem o maior investimento com equipamentos para a implantação do sistema fototérmico no valor de R\$ 1.236,92 e nas dos estados do Centro-Oeste há o menor investimento no valor de R\$ 442,26.

As residências dos estados ao sul do país possuem um maior investimento com a implantação do sistema fototérmico devido à necessidade do uso do boiler para armazenamento da água quente e do uso de cano de cobre. Essas residências também requerem uma maior quantidade de coletor solar para suportar a potência do chuveiro elétrico.

Apesar da radiação solar ao norte do país ser maior, as residências da região Centro-Oeste possuem o menor investimento com o aquecimento de água, isso ocorre devido à quantidade de pessoas por família ser menor do que ao norte, aliviando a carga total do sistema.

Na Região Sudeste, as residências possuem o maior investimento de equipamentos para a implantação do sistema fotovoltaico no valor de R\$93.347,00 e nos estados da Paraíba e do Piauí há o menor investimento no valor de R\$31.017,00 em cada residência.

As residências dos estados ao norte do país tendem a ter um investimento menor com a implantação do sistema fotovoltaico, pois necessitam de uma menor quantidade de painéis solares para o abastecimento elétrico das cargas das residências, isso devido a maior radiação solar e menos dias sem sol durante a semana nesta região.

O tempo de retorno é considerado o tempo em que o investidor amortiza o custo relativo à implantação da energia solar. Essa amortização é feita da seguinte maneira: o pagamento dos equipamentos é realizado com prestações no valor do custo mensal da energia elétrica que não será mais pago para a concessionária local, pois haverá a utilização da energia solar.

No estado de São Paulo ocorre o maior tempo de retorno com a implantação do sistema fototérmico (9,75 anos) e no estado do Mato Grosso do Sul o menor tempo (2,5anos).

Com relação à implantação do sistema fotovoltaico, o maior tempo de retorno também acontece no estado de São Paulo (366,17 anos) e o de menor tempo no estado do Ceará (99,92 anos).

Com a quantidade de domicílios por estado com as características do modelo residencial adotado, pode-se obter o custo dos equipamentos necessário para a implantação do sistema de aquecimento de água em cada estado, conforme apresentado na Figura 54.

REGIÃO - ESTADO		SISTEMA FOTOTERMICO		
		CUSTO DE	QUANTIDADE DE	CUSTO DE
		IMPLANTAÇÃO POR	DOMICÍLIOS - ATÉ 1	IMPLANTAÇÃO POR
		RESIDÊNCIA (R\$)	SALÁRIO MÍNIMO (R\$)	ESTADO (R\$ milhões)
NORTE	Acre	772,26	116.764,96	90,17
	Amapá	772,26	84.396,67	65,18
	Amazonas	772,26	543.705,02	419,88
	Pará	772,26	1.293.691,33	999,07
	Rondônia	772,26	269.989,29	208,50
	Roraima	772,26	65.219,58	50,37
	Tocantins	772,26	244.895,44	189,12
NORDESTE	Alagoas	772,26	636.566,60	491,59
	Bahia	772,26	2.908.591,23	2.246,19
	Ceará	772,26	1.740.463,52	1.344,09
	Maranhão	772,26	1.194.915,72	922,79
	Paraíba	772,26	785.608,30	606,69
	Pernambuco	772,26	1.749.847,25	1.351,34
	Piauí	772,26	662.313,91	511,48
	Rio Grande do Norte Sergipe	772,26 772,26	609.045,29 395.420,21	470,34 305,37
CENTRO	Distrito Federal	442,26	255.954,38	113,20
	Goiás	442,26	963.861,31	426,28
	Mato Grosso	442,26	431.117,82	190,67
	Mato Grosso do Sul	442,26	378.620,40	167,45
SUDESTE	Espírito Santo	1236,92	561.530,41	694,57
	Minas Gerais	1236,92	3.363.741,66	4.160,68
	Rio de Janeiro	1236,92	1.967.351,43	2.433,46
	São Paulo	1236,92	4.706.191,97	5.821,18
SUL	Paraná	1236,92	1.522.415,58	1.883,12
	Rio Grande do Sul	1236,92	1.450.748,84	1.794,46
	Santa Catarina	1236,92	656.717,54	812,31

Figura 54 - Custo com a implantação do sistema fototérmico

O investimento no estado de São Paulo é o mais alto com o sistema de aquecimento de água, R\$ 5.821,18 milhões, um dos fatores contribuintes para isso é que o estado é o mais populoso do país. O menor investimento encontra-se no estado de Roraima, R\$ 50,37 milhões.

No Brasil, o custo com os equipamentos para a implantação do sistema fototérmico nas residências com as características do modelo residencial adotado, é de R\$ 28.769,55 milhões ou R\$ 28,80 bilhões.

Também, pode-se obter os resultados dos custos com equipamentos para a implantação do sistema fotovoltaico em cada estado, conforme apresentado na Figura 55.

REGIÃO - ESTADO		SISTEMA FOTOVOLTAICO		
		CUSTO DA IMPLANTAÇÃO POR RESIDÊNCIA (R\$)	QUANTIDADE DE DOMICÍLIOS - ATÉ 1 SALÁRIO MÍNIMO (mil)	CUSTO DA IMPLANTAÇÃO POR ESTADO (R\$ bilhões)
NORTE	Acre	39.231,09	116.764,96	4,58
	Amapá	28.261,09	84.396,67	2,38
	Amazonas	39.231,09	543.705,02	21,33
	Pará	39.231,09	1.293.691,33	50,75
	Rondônia	39.231,09	269.989,29	10,59
	Roraima	28.261,09	65.219,58	1,84
	Tocantins	27.231,09	244.895,44	6,67
NORDESTE	Alagoas	32.797,15	636.566,60	20,88
	Bahia	32.797,15	2.908.591,23	95,39
	Ceará	28.997,15	1.740.463,52	50,47
	Maranhão	32.797,15	1.194.915,72	39,19
	Paraíba	26.787,15	785.608,30	21,04
	Pernambuco	28.997,15	1.749.847,25	50,74
	Piauí	26.787,15	662.313,91	17,74
	Rio Grande do Norte	28.997,15	609.045,29	17,66
	Sergipe	32.797,15	395.420,21	12,97
CENTRO	Distrito Federal	58.476,73	255.954,38	14,97
	Goiás	58.476,73	963.861,31	56,36
	Mato Grosso	68.016,73	431.117,82	29,32
	Mato Grosso do Sul	58.476,73	378.620,40	22,14
SUDESTE	Espírito Santo	88.575,15	561.530,41	49,74
	Minas Gerais	88.575,15	3.363.741,66	297,94
	Rio de Janeiro	88.575,15	1.967.351,43	174,26
	São Paulo	88.575,15	4.706.191,97	416,85
SUL	Paraná	73.590,39	1.522.415,58	112,035
	Rio Grande do Sul	64.650,39	1.450.748,84	93,79
	Santa Catarina	73.590,39	656.717,54	48,33

Figura 55 - Custo com a implantação do sistema fotovoltaico

O maior investimento com equipamentos para a implantação do sistema fotovoltaico é de R\$ 416,85 bilhões que pertence ao estado de São Paulo. E o menor, de R\$ 1,84 bilhões, pertence ao estado de Roraima.

No Brasil, o custo com os equipamentos para a implantação do sistema fotovoltaico nas residências com as características do modelo residencial adotado, é de R\$ 1.739,96 bilhões.

Enfim, o investimento total com equipamentos para a implantação da energia solar nas as residências mencionadas no país é de R\$ 1.768,76 bilhões, onde apenas 2% deste total pertence à implantação do sistema de aquecimento de água.

7.5 ENERGIA ECONOMIZADA E CRÉDITOS DE CARBONO

Para o cálculo da energia economizada, como referência foi utilizada os valores da Usina de Santo Antônio, localizada no Rio Madeira:

- Potência Instalada: 3150 MW
- Custo de Implantação: R\$ 9,5 bilhões
- Custo da Energia Economizada: R\$ 3.000,00

E para os créditos de carbono, certificados emitidos quando ocorre a redução de emissão de gases do efeito estufa (GEE), foi utilizado o fator de emissão de 0,27 ton CO_{2eq}/MWh e o custo de €23.00 para uma tonelada de carbono

Por convenção, uma tonelada de dióxido de carbono (CO₂) corresponde a um crédito de carbono. Este crédito pode ser negociado no mercado internacional. Créditos de carbono criam um mercado para a redução de GEE dando um valor monetário a poluição.

Na Figura 56, pode ser observado o tempo de retorno do investimento do sistema fototérmico, e na Figura 57, o tempo de retorno do investimento do sistema fotovoltaico.

Pode ser observado, que com a inclusão do custo da energia economizada e dos créditos de carbono, além da realização do gerenciamento das cargas dentro das residências, o tempo de retorno é bem reduzido.

Para o sistema fototérmico, esse tempo torna-se negativo, o que implica dizer, que é viável sua implantação. Já no sistema fotovoltaico, o tempo de retorno é alto, porém em média 48% menor em relação ao cálculo anterior.

REGIÃO - ESTADO		SISTEMA FOTOTÉRMICO			
		CUSTO DA	TEMPO DE RETORNO	CUSTO ENERGIA	TEMPO DE RETORNO
		IMPLANTAÇÃO POR	DADOS DO	ECON. + CRÉDITO	ENERGIA ECON. +
		RESIDÊNCIA (R\$)	PROGRAMA (anos)	(R\$)	CRÉDITOS (anos)
NORTE	Acre	772,26	5	-6544,47	-42,31
	Amapá	772,26	9	-5966,55	-69,83
	Amazonas	772,26	8,58	-5946,31	-66,34
	Pará	772,26	5,92	-5943,42	-45,73
	Rondônia	772,26	6,33	-5952,09	-48,49
	Roraima	772,26	7,58	-5332,90	-52,66
	Tocantins	772,26	4,92	-6538,16	-41,94
NORDESTE	Alagoas	772,26	5	-7154,20	-46,07
	Bahia	772,26	4,5	-7150,78	-41,85
	Ceará	772,26	4,83	-5943,42	-36,99
	Maranhão	772,26	4,58	-5937,63	-35,24
	Paraíba	772,26	4,92	-6550,78	-41,36
	Pernambuco	772,26	5,42	-6547,63	-46,24
	Piauí	772,26	6,17	-5330,27	-42,63
	Rio Grande do Norte	772,26	6,92	-6553,94	-58,98
	Sergipe	772,26	5,08	-7174,70	-46,97
CENTRO	Distrito Federal	442,26	3,25	-9309,17	-64,01
	Goiás	442,26	3,17	-8687,88	-58,11
	Mato Grosso	442,26	4,58	-6258,96	-59,75
	Mato Grosso do Sul	442,26	2,5	-7477,36	-38,85
SUDESTE	Espírito Santo	1236,92	8,17	-6679,28	-44,04
	Minas Gerais	1236,92	5	-8493,48	-34,50
	Rio de Janeiro	1236,92	8,67	-7288,22	-51,04
	São Paulo	1236,92	9,75	-7901,11	-62,10
SUL	Paraná	1236,92	6,25	-10926,08	-55,53
	Rio Grande do Sul	1236,92	6,92	-9719,25	-54,31
	Santa Catarina	1236,92	6,5	-9110,57	-48,05

Figura 56 - Tempo de retorno para o sistema fototérmico

REGIÃO - ESTADO		SISTEMA FOTOVOLTAICO				
		CUSTO DA	TEMPO DE RETORNO	NOVO CUSTO DA	NOVO TEMPO DE	REDUÇÃO NO TEMPO
		IMPLANTAÇÃO POR	DADOS DO	IMPLANTAÇÃO POR	RETORNO (anos)	DE RETORNO (%)
		RESIDÊNCIA (R\$)	PROGRAMA (anos)	RESIDÊNCIA (R\$)		
NORTE	Acre	43.147,00	180,58	39.231,09	85,53	47,36%
	Amapá	32.177,00	259,83	28.261,09	118,87	45,75%
	Amazonas	43.147,00	285,58	39.231,09	135,27	47,37%
	Pará	43.147,00	191,83	39.231,09	90,84	47,35%
	Rondônia	43.147,00	186,17	39.231,09	88,16	47,35%
	Roraima	32.177,00	171,33	28.261,09	78,39	45,75%
	Tocantins	31.147,00	126,42	27.231,09	55,73	44,08%
NORDESTE	Alagoas	37.027,00	140,08	32.797,15	66,73	47,63%
	Bahia	37.027,00	120,17	32.797,15	57,27	47,65%
	Ceará	33.227,00	99,92	28.997,15	46,89	46,93%
	Maranhão	37.027,00	112,25	32.797,15	53,48	47,64%
	Paraíba	31.017,00	100,25	26.787,15	46,56	46,45%
	Pernambuco	33.227,00	120,08	28.997,15	56,36	46,94%
	Piauí	31.017,00	108,92	26.787,15	50,61	46,46%
	Rio Grande do Norte	33.227,00	153	28.997,15	71,83	46,95%
	Sergipe	37.027,00	145,42	32.797,15	64,06	44,05%
CENTRO	Distrito Federal	62.917,00	263,08	58.476,73	132,93	50,53%
	Goiás	62.917,00	209	58.476,73	113,82	54,46%
	Mato Grosso	72.457,00	268,25	68.016,73	147,51	54,99%
	Mato Grosso do Sul	62.917,00	145,33	58.476,73	79,13	54,45%
SUDESTE	Espírito Santo	93.347,00	266,17	88.575,15	135,87	51,05%
	Minas Gerais	93.347,00	201,83	88.575,15	103,02	51,04%
	Rio de Janeiro	93.347,00	275,92	88.575,15	140,91	51,07%
	São Paulo	93.347,00	366,17	88.575,15	186,91	51,04%
SUL	Paraná	77.887,00	348,25	73.590,39	153,55	44,09%
	Rio Grande do Sul	68.947,00	295,17	64.650,39	129,17	43,76%
	Santa Catarina	77.887,00	307,17	73.590,39	135,43	44,09%

Figura 57 - Tempo de retorno para o sistema fototérmico

8 CONCLUSÃO

O *software* apresentado neste trabalho mostrou-se uma ferramenta de acesso rápido e seguro, contribuindo com as decisões da implantação da energia solar com base na possibilidade de conservação de energia e nos custos necessários para esta implantação.

Este programa utiliza a linguagem de programação *Delphi* e *Microsoft SQL Server*. Ele possui um banco de dados contendo informações relativas ao sistema de aquecimento de água e ao de geração de energia elétrica, facilitando ao usuário do programa a tomada de decisões sobre qual a melhor forma de implantar o sistema de energia solar em sua região e também se é viável a sua utilização, sendo em termos econômicos como na possibilidade de conservação de energia.

Considerando os resultados obtidos nos relatórios gerados pelo programa desenvolvido para a análise de viabilidade técnico-econômica da implantação da energia solar, pode-se concluir que há possibilidade de conservação de energia para todas as regiões do Brasil.

No entanto, essa possibilidade torna-se mais ou menos atrativa se levar em consideração o alto custo da implantação da energia solar. Os critérios pré-estabelecidos para a implantação da energia solar como os aspectos geográficos, climáticos, sócio-econômicos entre outros, também podem influenciar na tomada de decisão do usuário.

As residências estudadas nessa dissertação, são as que possuem renda familiar de até um salário mínimo, portanto, todas as conclusões aqui apresentadas são direcionadas a esta classe social.

O Brasil obterá uma economia de 31.530,02 GWh de energia ao ano com a implantação da energia solar. Porém, o tempo de retorno obtido nos relatórios é longo, o que demonstra o alto custo dessa implantação no sistema elétrico brasileiro.

Observou-se que com a incorporação da energia nova e dos créditos de carbono, além do gerenciamento de cargas elétricas dentro das residências, o tempo de retorno reduziu em média 48% nas residências das diversas regiões do país, o que torna o custo de implantação mais atrativo para o consumidor.

Portanto, para a aprimoração do programa aqui apresentado, em trabalhos futuros, como forma de contribuir com as questões ambientais e até mesmo com as tomadas de decisões do consumidor, pode ser incluída, para a análise de viabilidade econômica, a comercialização dos créditos de carbono decorrentes da emissão de gases de efeito estufa que seria evitada, se a geração de energia substituída pela solar fosse realizada por uma central elétrica operando em óleo combustível, por exemplo; e também os custos da energia economizada e o gerenciamento das cargas elétricas dentro das residências.

REFERÊNCIAS

ALVES, M. F. **ABC dos circuitos elétricos em corrente contínua**. 1999. 31 f. Instituto Superior de Engenharia, Instituto Politécnico do Porto, Porto, 1999.

ANEEL, **Agência Nacional de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 24 ago. 2006.

CONPET, Programa Nacional da Racionalização do Uso dos Derivados do petróleo e do Gás Natural. Disponível em: <<http://www.conpet.gov.br>>. Acesso em: 08 jul. 2008

CRESESB. **Centro de referência para energia solar e eólica Sérgio de Salvo Brito**. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/potencial_solar.htm>. Acesso em: 25 jun. 2005.

EPE, **Empresa de Pesquisa Energética**. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2006.

IBGE, **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 29 nov. 2006.

KEHL, F. **Projeto de um sistema de aquecimento solar de água para república de estudantes da UFRGS**. Monografia (Graduação em Engenharia Mecânica) – Escola de Engenharia – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

LEMOS, I. **Fontes alternativas de energia na geração de eletricidade aplicações e perspectivas da células fotovoltaicas e outras fontes de energia**. 2005. 99 f. Monografia (Especialização em Fontes Alternativas de Energia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

MARINI, J. A. **Desenvolvimento de programa computacional para projeto de sistemas fotovoltaicos no suprimento de eletricidade a pequenas comunidades rurais**. 2001. 129 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola – Construções Rurais e Ambiência) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

MARINOSKI, D. L.; SALAMONI, I.; RUTHER, R. Pré-dimensionamento de sistema solar fotovoltaico: estudo de caso do edifício sede do CREA-SC. **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável - X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, julho, 2004.

ONS. **Operador Nacional do Sistema**. Disponível em: <<http://www.ons.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2006.

PEREIRA, E. B.; MARTINS, F. R.; ABREU, S. L.; RÜTHER, R. **Atlas brasileiro de energia solar**. 1.ed. São José dos Campos: INPE, 2006. 64 p.

PROCEL, **Programa de Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil** – Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 – Classe Residencial Relatório Brasil. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br>>. Acesso em: 08 jul. 2008.

RIBEIRO, Z.B. **Parâmetros para análise de projetos de eficiência energética em eletricidade**. Dissertação (Mestrado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SALAMONI, I.; RUTHER, R.; KNOB, P; ZOMER, C.; DINIZ, A. S. C. O potencial dos sistemas fotovoltaicos integrados à edificação e interligados à rede elétrica em centros urbanos do Brasil: dois estudos de caso. **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável - X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**, São Paulo, julho, 2004.

VALLADARES, G. S.; MARIN, F. R.; OSHIRO, O. T.; GOUVÊA, J. R. F. Uso de imagens de radar na estimativa da temperatura do ar. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Goiânia, p. 309-311, abril, 2005.

ZOELLNER, K. **A incidência da utilização do chuveiro elétrico na geração de água quente nas edificações**. 2005. 97 f. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT, São Paulo, 2005.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

BRASIL Congresso Nacional. **A crise de abastecimento de energia elétrica**. Brasília, 2002.

BRASIL. CRESESB. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Brasília, 1999.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Balanço energético nacional 2004**. Brasília, 2004. 172 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 6 ago. 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Eletrobrás**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.gov.br>>. Acesso em: 29 nov. 2006.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Estudos do Plano Decenal de Expansão do Setor Elétrico: Estudos da Expansão da Transmissão - Análise dos Sistemas Regionais - Subsistema Norte Ciclo 2006-2015**. Brasília, 2005. 111 p. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: 10 ago. 2006.

DUTRA, R. M.; NETO, V. C. **Alternativas energéticas sustentáveis no Brasil**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2004. 487p.

FURLANETTO, C. **Uma contribuição à determinação de perfil do consumo de Energia elétrica num ambiente residencial**. 2001. 139 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

RÍSPOLI, I. A. G. **Estudo do aproveitamento da energia solar para aquecimento de água em edificações unifamiliares de baixa renda**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil – Concentração de Edificações) – Faculdade de Engenharia Civil – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

SANT'ANA, P. H. M. **Análise prospectiva de tecnologias de energia: validação e análises de uma consulta delphi com especialistas do Brasil.** 2005. 169 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento de Sistemas Energéticos) Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

SÃO PAULO. Secretaria do Meio Ambiente. **Eficiência energética na gestão ambiental.** São Paulo. 112 p.

SHAYANI, R. A.; OLIVEIRA, M. A. G; CAMARGO, I. M. T. Comparação do custo entre energia solar fotovoltaica e fontes convencionais. **V CBPE – Congresso Brasileiro de Planejamento Energético.** Brasília, mai. - jun. 2006.

TAVARES, M. L. **Análise e evolução da tarifa social de energia elétrica no Brasil, 1985/2002.** 2003. 152 f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Economia Aplicada) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TOLMASQUIM, M. T.; OLIVEIRA, A. S.; RIBEIRO, C. M.; CAMARGO, J. R. P.; TRIGOSO, F. B. M. **Demanda de energia elétrica e desenvolvimento socioeconômico: o caso das comunidades rurais eletrificadas com sistemas fotovoltaicos.** Tese (Doutorado em Energia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

ZUMARÁN, D. R. O. **Avaliação econômica da geração de energia elétrica fotovoltaica conectada à rede em mercados elétricos desregulados.** 2000. 78 f. Dissertação (Mestrado em Energia – Fontes Renováveis e Não Convencionais) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

**APÊNDICE A – RELATÓRIOS GERADOS COM O USO DO PROGRAMA
DESENVOLVIDO**

RELATÓRIO DO ESTADO DO ACRE

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Acre Cidade: Rio Branco

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 26 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classet-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2400 (W)
Número médio de habitantes: 3,7
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,30682
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 154,69

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 12 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Acre Cidade: Rio Branco

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total					1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	39	R\$ 780,00	R\$ 30420,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 43147,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 46598,76

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,30682
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 238,91

Retorno do investimento: 180 ano(s) e 7 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 195 ano(s) e 1 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO AMAPÁ

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Amapá Cidade: Macapá

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 27 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 2200 (W)
Número médio de habitantes: 4,3
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,21205
Alíquota: 0,00

Gasto com energia elétrica: R\$ 85,42

Retorno do investimento: 9 anos

Retorno do investimento com juros: 9 ano(s) e 9 meses

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Amapá Cidade: Macapá

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 32177,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 34751,16

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,21205
Alíquota: 0,00

Gasto com energia elétrica: R\$ 123,84

Retorno do investimento: 259 ano(s) e 10 meses

Retorno do investimento com juros: 280 ano(s) e 7 meses

RELATÓRIO DO ESTADO DO AMAZONAS

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Amazonas Cidade: Manaus

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 27 °C
 Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26
Taxa de juros: 8%					
Preço total do sistema com juros:					R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2200 (W)
 Número médio de habitantes: 3,7
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,25868
 Alíquota: 0,00

Gasto com energia elétrica: R\$ 89,67

Retorno do investimento: 8 ano(s) e 7 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 9 ano(s) e 4 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Amazonas Cidade: Manaus

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	39	R\$ 780,00	R\$ 30420,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 43147,00
Taxa de juros: 8%					
Preço total do sistema com juros:					R\$ 46598,76

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,25868
 Alíquota: 0,00

Gasto com energia elétrica: R\$ 151,07

Retorno do investimento: 285 ano(s) e 7 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 308 ano(s) e 6 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO PARÁ

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Pará Cidade: Belém

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 27 °C
 Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classet-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2200 (W)
 Número médio de habitantes: 3,6
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,28890
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 129,91

Retorno do investimento: 5 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 6 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Pará Cidade: Belém

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izzyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	39	R\$ 780,00	R\$ 30420,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 43147,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 46598,76

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,28890
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 224,96

Retorno do investimento: 191 ano(s) e 10 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 207 ano(s) e 2 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE RONDÔNIA

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Rondonia Cidade: Porto Velho

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 27 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: **R\$ 834,04**

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Custo com um chuveiro de 2200 (W)
Número médio de habitantes: 3,3
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,32942
Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 122,70

Retorno do investimento: 6 ano(s) e 4 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 6 ano(s) e 10 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Rondonia Cidade: Porto Velho

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total		257,0			1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Kycoceta	KC35	39	R\$ 780,00	R\$ 30420,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 43147,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: **R\$ 46598,76**

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Preço da energia(R\$/KWh): 0,32942
Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 231,78

Retorno do investimento: 186 ano(s) e 2 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 201 ano(s) e 1 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE RORAIMA

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Roraima Cidade: Boa Vista

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 28 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2000 (w)
Número médio de habitantes: 3,7
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,26689
Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 101,33

Retorno do investimento: 7 ano(s) e 7 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 8 ano(s) e 3 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Roraima Cidade: Boa Vista

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 32177,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 34751,16

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/Kwh): 0,26689
Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 187,79

Retorno do investimento: 171 ano(s) e 4 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 185 ano(s) e 1 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE TOCANTINS

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Norte Estado: Tocantins Cidade: Palmas

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 28 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Caro	Eluma	classE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 2000 (W)
Número médio de habitantes: 3,5
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,32686
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 129,91

Retorno do investimento: 5 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 6 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Norte Estado: Tocantins Cidade: Palmas

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	114,0	4,00	7,0	456,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:		257,0			1600,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	14	R\$ 740,00	R\$ 10360,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 32177,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 34751,16

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,32686
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 254,51

Retorno do investimento: 126 ano(s) e 5 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 136 ano(s) e 6 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE ALAGOAS

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Alagoas Cidade: Maceió

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2500 (W)
Número médio de habitantes: 3,6
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0.32324
Alíquota: 0.17

Gasto com energia elétrica: R\$ 155,23

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 12 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 4 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Alagoas Cidade: Maceió

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	15	R\$ 1550,00	R\$ 23250,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 37027,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 39989,16

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/Kwh): 0.32324
Alíquota: 0.17

Gasto com energia elétrica: R\$ 264,39

Retorno do investimento: 140 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 151 ano(s) e 3 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DA BAHIA

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Bahia Cidade: Salvador

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Etemit	Cilíndrica 250	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2600 (W)
Número médio de habitantes: 3,4
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,34033
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 170,82

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 6 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 4 ano(s) e 11 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Bahia Cidade: Salvador

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delpri	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	15	R\$ 1550,00	R\$ 23250,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 37027,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 39989,16

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,34033
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 308,07

Retorno do investimento: 120 ano(s) e 2 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 129 ano(s) e 10 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO CEARÁ

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Ceará Cidade: Fortaleza

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 2600 (w)
Número médio de habitantes: 3,5
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,35768
Aliquota: 0,27

Gasto com energia elétrica: R\$ 189,87

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 4 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Ceará Cidade: Fortaleza

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Modulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 33227,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 35885,16

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/Kwh): 0,35768
Aliquota: 0,27

Gasto com energia elétrica: R\$ 332,64

Retorno do investimento: 99 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 107 ano(s) e 11 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO MARANHÃO

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Maranhão Cidade: São Luís

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 25 °C
 Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2600 (W)
 Número médio de habitantes: 3,7
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/Kwh): 0,36443
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 199,05

Retorno do investimento: 3 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 4 ano(s) e 2 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Maranhão Cidade: São Luís

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	15	R\$ 1550,00	R\$ 23250,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 37027,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 39989,16

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/Kwh): 0,36443
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 329,88

Retorno do investimento: 112 ano(s) e 3 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 121 ano(s) e 3 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DA PARAÍBA

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Paraíba Cidade: João Pessoa

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2600 (W)
Número médio de habitantes: 3,4
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,34187
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 171,59

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 6 meses)

Retorno do investimento com juros: 4 ano(s) e 10 meses)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Paraíba Cidade: João Pessoa

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:					1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	23	R\$ 780,00	R\$ 17940,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 31017,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 33498,36

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/Kwh): 0,34187
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 309,46

Retorno do investimento: 100 ano(s) e 3 meses)

Retorno do investimento com juros: 108 ano(s) e 3 meses)

RELATÓRIO DO ESTADO DO PERNAMBUCO

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Pernambuco Cidade: Recife

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Custo com um chuveiro de 2600 (w)
Número médio de habitantes: 3,4
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,32610
Alíquota: 0,20

Gasto com energia elétrica: R\$ 153,44

Retorno do investimento: 5 anos

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Pernambuco Cidade: Recife

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(W/h)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 33227,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 36885,16

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Preço da energia(R\$/KWh): 0,32610
Alíquota: 0,20

Gasto com energia elétrica: R\$ 276,74

Retorno do investimento: 120 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 129 ano(s) e 8 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO PIAUÍ

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Piauí Cidade: Teresina

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classeE-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Total:					R\$ 772,26

Preço total do sistema: R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2600 (w)
Número médio de habitantes: 3,5
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,34391
Aliquota: 0,18

Gasto com energia elétrica: R\$ 162,52

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 9 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 2 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Piauí Cidade: Teresina

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total:		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF-3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Kyocera	KC-35	23	R\$ 780,00	R\$ 17940,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Total:					R\$ 31017,00

Preço total do sistema: R\$ 31017,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 33498,36

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,34391
Aliquota: 0,18

Gasto com energia elétrica: R\$ 284,73

Retorno do investimento: 108 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 117 ano(s) e 8 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Rio Grande do Norte Cidade: Natal

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 25 °C
 Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Etemit	Cilindrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Custo com um chuveiro de 2600 (w)
 Número médio de habitantes: 3,4
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,26549
 Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 120,41

Retorno do investimento: 6 ano(s) e 5 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 6 ano(s) e 11 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Rio Grande do Norte Cidade: Natal

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(W/h)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF-3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Modulo Solar	Shell Solar	SQ 80	13	R\$ 1550,00	R\$ 20150,00
Regulador	Mor	Tristar TS	2	R\$ 700,00	R\$ 1400,00
Preço total do sistema:					R\$ 33227,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 35885,16

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,26549
 Alíquota: 0,17

Gasto com energia elétrica: R\$ 217,16

Retorno do investimento: 153 anos

Retorno do investimento com juros: 165 ano(s) e 3 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO SERGIPE

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Nordeste Estado: Sergipe Cidade: Aracaju

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 25 °C
 Temperatura final da água: 70 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	2	R\$ 330,00	R\$ 660,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 772,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 834,04

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2600 (w)
 Número médio de habitantes: 3,4
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,30426
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 152,71

Retorno do investimento: 5 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 6 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Nordeste Estado: Sergipe Cidade: Aracaju

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	179,0	4,00	7,0	716,0
Geladeira	1	143,0	8,00	7,0	1144,0
Total		322,0			1860,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF-3000	15	R\$ 740,00	R\$ 11100,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Modulo Solar	Shell Solar	SQ 80	15	R\$ 1550,00	R\$ 23250,00
Regulador	Mor	Tristar TS	3	R\$ 700,00	R\$ 2100,00
Preço total do sistema:					R\$ 37027,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 39989,16

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,30426
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 275,42

Retorno do investimento: 134 ano(s) e 5 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 145 ano(s) e 2 mes(es)

RELATÓRIO DO DISTRITO FEDERAL

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Centro Oeste Estado: Distrito Federal Cidade: Brasília

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 22 °C
Temperatura final da água: 60 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solars	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 442,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 477,64

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Custo com um chuveiro de 3200 (W)
Número médio de habitantes: 3,3
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,24249
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 145,39

Retorno do investimento: 3 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 3 ano(s) e 3 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Centro Oeste Estado: Distrito Federal Cidade: Brasília

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	242,0	4,00	7,0	968,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total					2184,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	26	R\$ 740,00	R\$ 19240,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	26	R\$ 1550,00	R\$ 40300,00
Regulador	Mor	Tristar TS	4	R\$ 700,00	R\$ 2800,00
Preço total do sistema:					R\$ 62917,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 67950,36

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Preço da energia(R\$/KWh): 0,24249
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 257,74

Retorno do investimento: 244 ano(s) e 1 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 263 ano(s) e 8 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE GOIÁS

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Centro Oeste Estado: Goiás Cidade: Goiânia

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 23 °C
Temperatura final da água: 60 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solars	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 442,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 477,64

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 3000 (w)
Número médio de habitantes: 3,1
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,28320
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 149,54

Retorno do investimento: 2 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 3 ano(s) e 2 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Centro Oeste Estado: Goiás Cidade: Goiânia

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	242,0	4,00	7,0	968,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total					2184,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	26	R\$ 740,00	R\$ 19240,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	26	R\$ 1550,00	R\$ 40300,00
Regulador	Mor	Tristar TS	4	R\$ 700,00	R\$ 2800,00
Preço total do sistema:					R\$ 62917,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 67950,36

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/KWh): 0,28320
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 301,01

Retorno do investimento: 209 anos

Retorno do investimento com juros: 225 ano(s) e 9 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO MATO GROSSO

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Centro Oeste Estado: Mato Grosso Cidade: Cuiabá

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 27 °C
 Temperatura final da água: 60 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solars	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 442,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 477,64

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Custo com um chuveiro de 2200 (W)
 Número médio de habitantes: 3,3
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,30500
 Alíquota: 0,10

Gasto com energia elétrica: R\$ 104,77

Retorno do investimento: 4 ano(s) e 3 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 4 ano(s) e 7 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Centro Oeste Estado: Mato Grosso Cidade: Cuiabá

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	242,0	4,00	7,0	968,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total		394,0			2184,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	26	R\$ 740,00	R\$ 19240,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	63	R\$ 780,00	R\$ 49140,00
Regulador	Mor	Tristar TS	5	R\$ 700,00	R\$ 3500,00
Preço total do sistema:					R\$ 72457,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 78253,56

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,30500
 Alíquota: 0,10

Gasto com energia elétrica: R\$ 270,15

Retorno do investimento: 268 ano(s) e 3 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 289 ano(s) e 8 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Centro Oeste Estado: Mato Grosso do Sul Cidade: Campo Grande

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 25 °C
 Temperatura final da água: 60 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Eluma	classe E-20	4	R\$ 15,64	R\$ 62,56
Caixa d'água	Eternit	Cilíndrica 250l	1	R\$ 49,70	R\$ 49,70
Preço total do sistema:					R\$ 442,26

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 477,64

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 2600 (W)
 Número médio de habitantes: 3,2
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/KWh): 0,40733
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 192,42

Retorno do investimento: 2 ano(s) e 4 meses

Retorno do investimento com juros: 2 ano(s) e 6 meses

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Centro Oeste Estado: Mato Grosso do Sul Cidade: Campo Grande

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	242,0	4,00	7,0	968,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total					2184,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	26	R\$ 740,00	R\$ 19240,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	26	R\$ 1550,00	R\$ 40300,00
Regulador	Mor	Tristar TS	4	R\$ 700,00	R\$ 2800,00
Preço total do sistema:					R\$ 62917,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 67950,36

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,40733
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 432,94

Retorno do investimento: 1,45 ano(s) e 4 meses

Retorno do investimento com juros: 1,56 ano(s) e 11 meses

RELATÓRIO DO ESTADO DO ESPÍRITO SANTO

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sudeste Estado: Espírito Santo Cidade: Vitória

Especificações do sistema:
Temperatura inicial da água: 25 °C
Temperatura final da água: 50 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	KiSol	AKS1304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Custo com um chuveiro de 2600 (w)
Número médio de habitantes: 3,2
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,32109
Aliquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 151,68

Retorno do investimento: 8 ano(s) e 2 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 8 ano(s) e 10 mes(es)

Relatório
Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sudeste Estado: Espírito Santo Cidade: Vitória

Especificações do sistema:
Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	300,0	4,00	7,0	1200,0
Geladeira	1	153,0	8,00	7,0	1224,0
Total:					2424,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	38	R\$ 740,00	R\$ 28120,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SG 80	39	R\$ 1550,00	R\$ 60450,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 93347,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 100814,76

-----Cálculo do retorno do investimento-----
Preço da energia(R\$/Kwh): 0,32109
Aliquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 378,78

Retorno do investimento: 246 ano(s) e 5 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 266 ano(s) e 2 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sudeste Estado: Minas Gerais Cidade: Belo Horizonte

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 22 °C
Temperatura final da água: 50 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solairs	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	K/Sol	ALS1304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 3200 [W]
Número médio de habitantes: 3,2
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia[R\$/KWh]: 0,39525
Alíquota: 0,30

Gasto com energia elétrica: R\$ 246,21

Retorno do investimento: 5 anos

Retorno do investimento com juros: 5 ano(s) e 5 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sudeste Estado: Minas Gerais Cidade: Belo Horizonte

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	300,0	4,00	7,0	1200,0
Geladeira	1	153,0	8,00	7,0	1224,0
Total:					2424,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	38	R\$ 740,00	R\$ 28120,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	39	R\$ 1550,00	R\$ 60450,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 93347,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 100814,76

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia[R\$/KWh]: 0,39525
Alíquota: 0,30

Gasto com energia elétrica: R\$ 499,57

Retorno do investimento: 186 ano(s) e 10 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 201 ano(s) e 10 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sudeste Estado: Rio de Janeiro Cidade: Rio de Janeiro

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 24 °C
 Temperatura final da água: 50 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	KiSol	AIS1304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Custo com um chuveiro de 2800 (w)
 Número médio de habitantes: 2,9
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/Kwh): 0,30971
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 142,79

Retorno do investimento: 8 ano(s) e 8 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 9 ano(s) e 4 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sudeste Estado: Rio de Janeiro Cidade: Rio de Janeiro

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	300,0	4,00	7,0	1200,0
Geladeira	1	153,0	8,00	7,0	1224,0
Total:		453,0			2424,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	38	R\$ 740,00	R\$ 28120,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	39	R\$ 1550,00	R\$ 60450,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 93347,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 100814,76

.....Cálculo do retorno do investimento.....

Preço da energia(R\$/Kwh): 0,30971
 Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 365,36

Retorno do investimento: 255 ano(s) e 6 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 275 ano(s) e 11 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE SÃO PAULO

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sudeste Estado: São Paulo Cidade: São Paulo

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 23 °C
Temperatura final da água: 50 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	K/Sol	ALSI304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 3000 (W)
Número médio de habitantes: 3,2
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,27387
Alíquota: 0,12

Gasto com energia elétrica: R\$ 127,23

Retorno do investimento: 9 ano(s) e 9 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 10 ano(s) e 6 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sudeste Estado: São Paulo Cidade: São Paulo

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	300,0	4,00	7,0	1200,0
Geladeira	1	153,0	8,00	7,0	1224,0
Total:		453,0			2424,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delpri	DF3000	38	R\$ 740,00	R\$ 28120,00
Inversor	izyPower	HT-E-600	1	R\$ 577,00	R\$ 577,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	39	R\$ 1550,00	R\$ 60450,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 93347,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 100814,76

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,27387
Alíquota: 0,12

Gasto com energia elétrica: R\$ 275,35

Retorno do investimento: 339 anos

Retorno do investimento com juros: 366 ano(s) e 2 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO PARANÁ

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sul Estado: Paraná Cidade: Curitiba

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 18 °C
Temperatura final da água: 40 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solars	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	KISol	AIS1304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 4000 (W)
Número médio de habitantes: 3,1
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,26084
Alíquota: 0,30

Gasto com energia elétrica: R\$ 196,76

Retorno do investimento: 6 and(s) e 3 meses)

Retorno do investimento com juros: 6 and(s) e 9 meses)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sul Estado: Paraná Cidade: Curitiba

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	140,0	4,00	7,0	560,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total		292,0			1776,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	28	R\$ 740,00	R\$ 20720,00
Inversor	izyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	34	R\$ 1550,00	R\$ 52700,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 77887,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 84117,96

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,26084
Alíquota: 0,30

Gasto com energia elétrica: R\$ 241,55

Retorno do investimento: 322 and(s) e 5 meses)

Retorno do investimento com juros: 348 and(s) e 3 meses(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sul Estado: Rio Grande do Sul Cidade: Porto Alegre

Especificações do sistema:
 Temperatura inicial da água: 20 °C
 Temperatura final da água: 40 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Cano	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	K/Sol	ALS1304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Custo com um chuveiro de 3600 (w)
 Número médio de habitantes: 3,0
 Número de banhos/pessoa: 1
 Tempo do banho: 7 min
 Preço da energia(R\$/Kwh): 0,28019
 Alíquota: 0,28

Gasto com energia elétrica: R\$ 178,97

Retorno do investimento: 6 ano(s) e 11 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 7 ano(s) e 6 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sul Estado: Rio Grande do Sul Cidade: Porto Alegre

Especificações do sistema:
 Tensão DC: 12V
 Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(w)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	140,0	4,00	7,0	560,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total		292,0			1776,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	28	R\$ 740,00	R\$ 20720,00
Inversor	IzzyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Kyocera	KC35	57	R\$ 780,00	R\$ 44460,00
Regulador	Mor	Tristar TS	5	R\$ 700,00	R\$ 3500,00
Preço total do sistema:					R\$ 68947,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 74462,76

-----Cálculo do retorno do investimento-----
 Preço da energia(R\$/Kwh): 0,28019
 Alíquota: 0,28

Gasto com energia elétrica: R\$ 252,26

Retorno do investimento: 273 ano(s) e 4 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 295 ano(s) e 2 mes(es)

RELATÓRIO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de aquecimento de água

Região: Sul Estado: Santa Catarina Cidade: Florianópolis

Especificações do sistema:

Temperatura inicial da água: 21 °C
Temperatura final da água: 40 °C

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Coletor solar	Solaris	CSPP-100	1	R\$ 330,00	R\$ 330,00
Caro	Tigre	s.mar.20	4	R\$ 1,73	R\$ 6,92
Boiler	KISol	AISI304-200	1	R\$ 900,00	R\$ 900,00
Preço total do sistema:					R\$ 1236,92

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 1335,87

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Custo com um chuveiro de 3400 (W)
Número médio de habitantes: 3,1
Número de banhos/pessoa: 1
Tempo do banho: 7 min
Preço da energia(R\$/KWh): 0,31685
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 189,62

Retorno do investimento: 6 ano(s) e 6 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 7 ano(s) e 1 mes(es)

Relatório Arquivo Sobre

Relatório do sistema de geração fotovoltaica

Região: Sul Estado: Santa Catarina Cidade: Florianópolis

Especificações do sistema:

Tensão DC: 12V
Tensão AC: 120V

Cargas especificadas:

Carga	Quantidade	Potência(W)	Horas/Dia	Dias/Semana	Consumo diário(Wh)
LFC	1	140,0	4,00	7,0	560,0
Geladeira	1	152,0	8,00	7,0	1216,0
Total		292,0			1776,0

Componentes recomendados:

Componente	Fabricante	Modelo	Quantidade	Preço unitário	Preço total
Bateria	Delphi	DF3000	28	R\$ 740,00	R\$ 20720,00
Inversor	IzzyPower	HT-E-300	1	R\$ 267,00	R\$ 267,00
Módulo Solar	Shell Solar	SQ 80	34	R\$ 1550,00	R\$ 52700,00
Regulador	Mor	Tristar TS	6	R\$ 700,00	R\$ 4200,00
Preço total do sistema:					R\$ 77887,00

Taxa de juros: 8%

Preço total do sistema com juros: R\$ 84117,96

-----Cálculo do retorno do investimento-----

Preço da energia(R\$/KWh): 0,31685
Alíquota: 0,25

Gasto com energia elétrica: R\$ 273,86

Retorno do investimento: 284 ano(s) e 5 mes(es)

Retorno do investimento com juros: 307 ano(s) e 2 mes(es)